

“Año del buen servicio al ciudadano”

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO -MECÁNICAS DE
LA SUBRASANTE EN UNA VÍA AFIRMADA DE LA RED VIAL
DEPARTAMENTAL DE LA REGIÓN JUNÍN MEDIANTE LA
ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO - 2016**

PRESENTADO POR:

Bach. CLAUDIA MARÍA CUADROS SURICHAQUI

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ
2017

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO AURELIO TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES
SECRETARIO DOCENTE

ASESORES:

ING. MARÍA LUISA MUERAS GUTIÉRREZ

MG. JOSÉ LUIS TÚPAC YUPANQUI

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Esther y Miguel, seres a quienes amo con todo el corazón por ser forjadores en la culminación de mis estudios superiores, que gracias a sus consejos y ayuda me dieron impulso para salir adelante. A mis hermanas, Deysi y Yanett a quienes les debo muchas cosas, quienes han vivido de cerca los distintos procesos de la vida que todo ser humano experimenta en el camino a seguir como un destino. A mi sobrina Lucianita quien ha sido ejemplo de fuerza y símbolo de fortaleza, ha sido y es mi motivo, inspiración y felicidad.

CLAUDIA CUADROS S.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
1.4.1. SOCIAL	3
1.4.2. TEÓRICA	4
1.4.3. METODOLÓGICA	4
1.5. HIPÓTESIS	5
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	5
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	5
1.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	5
1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	5
1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE	6
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES.....	6
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1. ANTECEDENTES	8
2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES	8
2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	10
2.2. BASES TEÓRICAS	13
2.2.1. SUELOS	13
2.2.2. PROPIEDADES DEL SUELO Y SU DETERMINACIÓN.....	16
2.2.3. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.....	22
2.2.4. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO.....	23
2.2.5. MATERIALES A UTILIZAR EN UNA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL.....	30
2.2.6. EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL IN SITU	30
2.2.7. VENTAJAS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL	32
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	33

2.4. NORMATIVIDAD UTILIZADA	35
-----------------------------------	----

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO.....	36
3.1.1. TOPOGRAFÍA	36
3.1.2. VÍAS DE ACCESO	36
3.1.3. POBLACIÓN.....	37
3.1.4. CLIMA	37
3.1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA EN ESTUDIO.....	38
3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.2.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.4. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	40
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.5.1. POBLACIÓN OBJETIVO.....	40
3.5.2. MUESTRA	40
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	41
3.6.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	41
3.6.2. EXPERIMENTACIÓN.....	42
3.6.3. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	42

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO	43
4.2. MTC E 105. OBTENCIÓN EN LABORATORIO DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS (CUARTEO).....	44
4.3. MTC E 108. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	44
4.3.1. RESULTADOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO	46
4.4. MTC E 107. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	¡Error!
Marcador no definido.	
4.4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO PARA SUELO NATURAL.....	48
4.5. LÍMITES DE ATTERBERG	51
4.5.1. MTC E 110. DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS	51
4.5.2. MTC E 111. DETERMINACIÓN DE LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	53
4.5.3. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA SUELO NATURAL.....	54
4.6. CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MÉTODO SUCS Y AASHTO	55
4.7. MTC E 115. COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO).....	61

4.7.1. RESULTADOS DE PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) PARA SUELO NATURAL.....	63
4.8. MTC E 132. ENSAYO DE CBR	64
4.8.1. RESULTADOS PARA ENSAYO C.B.R. PARA SUELO NATURAL	65
4.9. RESULTADOS DE PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) PARA SUELO ESTABILIZADO	66
4.10. RESULTADOS DE ENSAYO DE C.B.R. PARA SUELO ESTABILIZADO	67
4.11. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA SUELO ESTABILIZADO	68
CAPÍTULO V	
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
5.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS	70
5.2. DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE ÓPTIMO DE ÓXIDO DE CALCIO PARA LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA	71
5.2.1. PROPIEDADES MECÁNICAS	71
5.2.2. PROPIEDADES FÍSICAS	74
5.3. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO PARA ESTABILIZACIÓN FÍSICA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE SUELOS Y ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO	77
5.3.1. CALCULO DE ESPESOR DE AFIRMADO	77
5.3.2. CALCULO DEL PESO TOTAL DE ADICIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO EN TRAMO DE ESTUDIO	77
5.3.3. ELABORACIÓN DE LA HOJA DE PRESUPUESTO	78
5.4. CON RESPECTO A LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS.....	81
5.4.1. RESPECTO A LA HIPÓTESIS GENERAL	81
5.4.2. RESPECTO A LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	81
CONCLUSIONES	83
RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables e indicadores	7
Tabla 2 Clasificación de Suelos según tamaño de partículas	17
Tabla 3 Categoría de Subrasante.....	21
Tabla 4 Ubicación de principales productores de caliza en el Perú.....	29
Tabla 5 Ubicación de calicatas (Enero 2017)	43
Tabla 6 Resultados de Contenido de Humedad	46
Tabla 7 Resultados de Límites de Atterberg para Suelo Natural.....	54
Tabla 8 Porcentaje que pasa el tamiz N° 200 por cada calicata.....	57
Tabla 9 Métodos de uso para el Ensayo Proctor Modificado	61
Tabla 10 Resultados de Ensayo Proctor Modificado – Suelo Natural.....	63
Tabla 11 Resultados de Ensayo Proctor Modificado – Suelo Estabilizado	67
Tabla 12 Resultados de Límites de Atterberg para Suelo Estabilizado	69
Tabla 13 Ensayo Proctor Modificado – Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado.....	72
Tabla 14 Límites de Atterberg – Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado.....	75
Tabla 15 Cálculo de sección de afirmado para suelo estabilizado.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Precipitación Pluvial en el Distrito de Pariahuanca.	37
Figura 2. Curva granulométrica – Calicata C-1	49
Figura 3. Curva granulométrica – Calicata C-2	49
Figura 4. Curva granulométrica – Calicata C-3	50
Figura 5. Curva granulométrica – Calicata C-4	50
Figura 6. Ábaco de Casagrande – Calicata C-1	55
Figura 7. Ábaco de Casagrande – Calicata C-2	56
Figura 8. Ábaco de Casagrande – Calicata C-3	56

Figura 9. Ábaco de Casagrande – Calicata C-4	57
Figura 10. Clasificación de Suelos (AASHTO) – Calicata C-1.....	58
Figura 11. Clasificación de Suelos (AASHTO) – Calicata C-2.....	59
Figura 12. Clasificación de Suelos (AASHTO) – Calicata C-3.....	60
Figura 13. Clasificación de Suelos (AASHTO) – Calicata C-4.....	60
Figura 14. Resultados Prueba C.B.R: - Suelo Natural.....	66
Figura 15. Resultados de Prueba C.B.R. – Suelo Estabilizado.....	68
Figura 16. Curva de compactación Calicata C-1 con CaO como estabilizante químico	72
Figura 17. Prueba C.B.R. – Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado	73
Figura 18. Resultados Prueba C.B.R. porcentaje óptimo de Óxido de Calcio	74
Figura 19. Variación de Límite Líquido – Suelo natural vs. Suelo estabilizado	75
Figura 20. Variación de Límite Plástico – Suelo natural vs. Suelo Estabilizado.....	76
Figura 21. Variación de Índice de Plasticidad – Suelo natural vs. Suelo Estabilizado.....	76
Figura 22. Hoja de presupuesto – Estabilización física por el método de Combinación de Suelos.....	79
Figura 23. Hoja de presupuesto – Estabilización química con óxido de calcio.....	79
Figura 24. Comparación de presupuesto de Estabilización física por el método de combinación de suelos vs. Suelo Estabilizado con óxido de calcio	80
Figura 25. Porcentaje de incidencia de costos para Estabilización Física por el método de combinación de Suelos y Estabilización Química con óxido de calcio.....	80

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista fotográfica del tramo en estudio	38
Fotografía 2. Vista fotográfica del tramo en estudio	39
Fotografía 3. Cuarteo de la muestra representativa	44
Fotografía 4. Secado al horno con temperatura controlada.	45

Fotografía 5. Determinación del peso de material secado en horno	46
Fotografía 6. Análisis granulométrico por tamizado.	48
Fotografía 7. Tamizado de material por tamiz N° 40	51
Fotografía 8. Copa de Casagrande.	52
Fotografía 9. Amasado y rodamiento de material para efectuar el Límite Plástico.....	54
Fotografía 10. Compactación del espécimen con el pistón.....	62
Fotografía 11. Retiro del collar del molde.	62
Fotografía 12. Saturación y aplicación de carga a las muestras para determinar su valor C.B.R.	65
Fotografía 13. Peso de óxido de calcio respecto al peso de suelo y mezclado	67
Fotografía 14. Suelo estabilizado sometido a Prueba de Valor Soporte California.....	68

RESUMEN

La presente investigación parte del problema general ¿Cómo influye la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín?; por consiguiente se formuló el objetivo general: “Determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín”; y la hipótesis general que debe contrastarse es: “La estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio influye positivamente mejorando las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín”.

El método general de la investigación es el CIENTÍFICO, el tipo de investigación es APLICADA Y TECNOLÓGICA, el nivel de carácter DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO, el diseño EXPERIMENTAL y el Enfoque de investigación CUANTITATIVA; que permitió describir y explicar la influencia del óxido de calcio como estabilizante químico de suelos y determinar el óptimo porcentaje de óxido de calcio, además de determinar las mejoras que produce la estabilización química mediante su uso, asimismo analizar y comparar los costos entre la estabilización física y química. La población fue la Red Vial Departamental Ruta JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, en el Distrito de Pariahuanca y la muestra fue de tipo NO PROBABILÍSTICO, DIRIGIDO O POR CONVENIENCIA, conformado por un grupo de ensayos de mecánica de suelos y procedimientos de Ingeniería; para el efecto se aplicaron las Normas del MTC vigentes, se realizó los estudios de tráfico vehicular y además cuatro calicatas a cielo abierto para su análisis y experimentación con la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio.

Se concluyó que la estabilización química con Óxido de Calcio influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, obteniendo como porcentaje óptimo la adición del 3% de óxido de calcio en peso de suelo, reduciendo el índice de plasticidad de un suelo natural con un IP de 19.08% a un IP de 4.17% posterior a su estabilización, así mismo aumenta significativamente el valor de C.B.R. de un 4.85% para suelo natural a un valor de C.B.R de 15.64% posterior a su estabilización, además se demostró una ventaja económica de la estabilización química con óxido de calcio frente a la estabilización física por el método de combinación de suelos, con una considerable reducción de costos de un 44.41%.

PALABRAS CLAVE: Subrasante, estabilización química, óxido de calcio.

ABSTRACT

The present research is based on the general problem How does chemical stabilization influence the addition of different percentages of calcium oxide in the improvement of the physical - mechanical properties of the subgrade in an affirmed route of the Departmental Road Network of the Junín Region ?; Therefore, the general objective was formulated: "To determine the influence of the chemical stabilization by the addition of different percentages of calcium oxide in the improvement of the physical - mechanical properties of the subgrade in an affirmed route of the Departmental Road Network of the Region Junín "; And the general hypothesis to be contrasted is: "The chemical stabilization by the addition of various percentages of calcium oxide positively influences the physical - mechanical properties of the subgrade in an affirmed route of the Departmental Road Network of the Junín Region.

The general method of research is the SCIENTIST, the type of research is APPLIED AND TECHNOLOGICAL, the level of character DESCRIPTIVE - EXPLANATORY, the EXPERIMENTAL design and the QUANTITATIVE research approach; Which allowed to describe and explain the influence of calcium oxide as a chemical stabilizer of soils and determine the optimal percentage of calcium oxide, as well as to determine the improvements that chemical stabilization produces through its use, as well as to analyze and compare the costs between physical stabilization And chemistry. The population was the Departmental Road Network Route JU-108, Section: C.P. Pariahuanca - C.P. Ojaro, in the District of Pariahuanca, and the sample was NOT PROBABILISTIC, DIRECTED OR CONVENIENT, consisting of a group of tests of soil mechanics and Engineering procedures; For this purpose, the current MTC standards were applied, vehicular traffic studies were carried out and four open-pit gauges were used for analysis and experimentation with the addition of various percentages of calcium oxide.

It was concluded that the chemical stabilization with Calcium Oxide positively influences the physical and mechanical properties of the subgrade, obtaining an optimum percentage of the addition of 3% of calcium oxide in weight of soil, reducing the plasticity index of a natural soil with an I.P. of 19.08% at an I.P of 4.17% after its stabilization, it also significantly increases the value of C.B.R. of 4.85% for natural soil to a C.B.R. value of 15.64% after its stabilization, in addition demonstrated an economic advantage of the chemical stabilization with calcium oxide compared to the physical stabilization by the soil combination method, with a considerable cost reduction of 44.41% .

KEY WORDS: Subgrade, chemical stabilization, calcium oxide.

INTRODUCCIÓN

En la presente tesis se busca implementar el compuesto químico “óxido de calcio” al proceso de estabilización de suelos, atendiendo la necesidad de mejorar las propiedades físico - mecánicas del suelo, buscando la proporción óptima de suelo-óxido de calcio, con el fin de obtener la mayor capacidad de soporte CBR, economía y estabilidad. Se ha utilizado muestras de suelo, extraído del camino afirmado de la Red Vial Departamental JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, ubicado en el Distrito de Pariahuanca, asimismo óxido de calcio en su fase experimental.

Se determinó las características del suelo en estudio, tanto en su estado natural y posterior al ser estabilizado químicamente mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio

El procedimiento aplicado logró definir las propiedades de capacidad de soporte California e índice de plasticidad del suelo en estudio, tanto en su estado natural y posterior al ser estabilizado químicamente mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio (1%, 3%, 5% y 7%) respecto al peso de la muestra de suelo. Para ello se realizaron diversos ensayos dirigidos a la mecánica de suelos, basados en las Normas del MTC, obteniendo inicialmente un valor de CBR que no cumplió con los parámetros que se tienen para ser usado como material Subrasante en el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

En esta investigación se muestran y se discuten los principales resultados obtenidos de un estudio experimental, destinado a determinar la influencia de la estabilización química en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas del suelo en estudio, asimismo el porcentaje óptimo de óxido de calcio al adicionar diversas proporciones y su posible aplicación en el mejoramiento de vías afirmadas, asimismo la ventaja económica de su uso frente a otro método de estabilización muy conocido como es la estabilización física por el método de combinación de suelos.

La presente tesis de investigación presenta los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se plantea la problemática, se establece el objetivo general, los objetivos específicos, la justificación, la hipótesis general e hipótesis específica, asimismo se identifican las variables. El Capítulo II, viene presentado por el marco teórico de toda la información básica sobre los métodos de estabilización de suelo y sobre la cal. En el Capítulo III, se presenta lo concerniente a la metodología de la investigación, así como se detallan las técnicas y los instrumentos utilizados para la recolección de datos. En el Capítulo IV, se presenta el procesamiento que se siguió para obtener los resultados para el respectivo análisis, haciendo uso de los Manuales y Normas del MTC vigentes, así mismo se presenta los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos. En el Capítulo V, se hace un análisis y se discuten los resultados obtenidos. Finalmente, se presenta las conclusiones a las que se llegaron en el estudio, se responde el objetivo general y específico de la tesis, y se enuncian las recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la Red Vial Departamental JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se vienen realizando Mantenimientos Periódicos, por consiguiente, se realiza la reposición de afirmado, sin embargo, la vida útil de la capa superficial, que descansa sobre la subrasante se ve afectada por la presencia de baches en la plataforma y ahuellamientos, que deterioran rápidamente la vía, llegando inclusive a deteriorarse en menos de un año, lo cual traduce una pesadilla para el usuario y una inversión constante para las entidades encargadas de su mantenimiento. El deficiente estado de conservación en el que se encuentra la vía, se debe principalmente al mal comportamiento de la subrasante, a la baja calidad de soporte ya que nos encontramos frente a un material de tipo arcilloso, asimismo, la sensibilidad del suelo a la humedad provocando variaciones volumétricas. Los cambios de volumen en un suelo expansivo, como el que se presenta en este tramo de estudio, pueden producir graves daños a las estructuras que se apoyan sobre éste, por ello, al construir un pavimento se debe intentar en gran medida controlar las variaciones volumétricas del mismo a raíz de la humedad. La subrasante tiene la particularidad de otorgar la respuesta

estructural y el comportamiento del pavimento en construcción y operación. Un gran porcentaje de las deflexiones en la superficie de un pavimento se puede atribuir a la subrasante, por ello es necesario asegurar que la caracterización de la subrasante sea la apropiada.

Con la finalidad de solucionar este problema se propone como alternativa para el mejoramiento de las características físico – mecánicas del material, la estabilización química con óxido de calcio, evitando así elevados costos de obra por los grandes espesores de capa superficial a ser proyectados, menores gastos de mantenimiento y mejorar la vida útil de la vía.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- a) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de óxido de calcio para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín?
- b) ¿Cuál será el costo diferencial de la estabilización física de subrasante de una vía por el método de combinación de suelos y la estabilización química con óxido de calcio?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Determinar el porcentaje óptimo de óxido de calcio al adicionar diversas proporciones, para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.
- b) Analizar y comparar los costos de la estabilización física de subrasante de una vía por el método de combinación de suelos y la estabilización química con óxido de calcio.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. SOCIAL

En la Red Vial Departamental de la Región Junín, no se tienen antecedentes de vías afirmadas que hayan sido mejoradas mediante la estabilización química con óxido de calcio, por ende, se realizó la siguiente investigación “Mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio-2016”.

El suelo muestreado en el sector antes mencionado no es apto para usarse como capa subrasante en la construcción de la estructura de pavimentos. Es importante que el suelo en donde se va a asentar la estructura cumpla las características específicas, tanto físicas como mecánicas para brindar estabilidad a las estructuras durante su vida útil, por lo que su estabilización significa lo siguiente:

- Beneficios para la población que hace uso de la vía.
- Eficiente uso de la vía.
- Reducción del espesor de la capa de afirmado.
- Reducción de costos por mantenimiento.

Los resultados e información que recopilaremos se lograrán estudiando a través de ensayos de laboratorio, los cambios en la propiedades físico – mecánicas del suelo al adicionar óxido de calcio a la muestra patrón en proporciones al 1%, 3%, 5% y 7% en peso de suelo.

1.4.2. TEÓRICA

La recopilación de la información, posteriormente procesada, servirá como base para futuras investigaciones relacionadas a la ingeniería de transportes, puesto que enriquecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimiento existente referente al tema.

1.4.3. METODOLÓGICA

Este estudio contribuirá de manera significativa a los profesionales de Ingeniería de transportes para investigaciones futuras.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

La estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio influye positivamente mejorando las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.

1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- a) La estabilización química mediante la adición de óxido de calcio en proporciones de 1% al 7% en peso de suelo, mejora las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.
- b) La estabilización física de subrasante de una vía por el método de combinación de suelos es más costosa que la estabilización química con óxido de calcio.

1.6. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Es aquella propiedad, cualidad o característica presente en una realidad, evento o fenómeno, la cual posee la capacidad de influir, incidir o afectar a otras variables. Como su nombre lo dice, no depende de otro factor para estar presente en esa realidad de estudio. Para la presente investigación, la variable independiente es:

X: ESTABILIZADOR QUÍMICO (ÓXIDO DE CALCIO).

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Es aquella característica, propiedad o cualidad presente en una realidad o evento que se encuentra investigando. La variable dependiente sufre cambios como resultado de la manipulación de la variable independiente por parte del experimentador. Como su nombre lo dice, de manera explícita, depende de otro factor que como resultado va a hacer que esta variable varíe. La variable dependiente es la que se mide.

Y: PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES

Tabla 1

Operacionalización de variables e indicadores

Variables	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores	Unidad de Medida
Variable independiente: X: Estabilizador químico (óxido de calcio)	Porcentaje de óxido de calcio	El óxido de calcio es un compuesto químico que al ser empleado como estabilizador químico de suelos, este puede aumentar o mantener las propiedades físicas y la estabilidad de una masa de terreno.	1% 3% 5% 7%	Dosificación porcentual de óxido de calcio respecto al peso del suelo
Variable dependiente: Y: Propiedades físico – mecánicas de la subrasante	Rango de humedad en el que el suelo tiende a comportarse de manera plástica.	El índice de plasticidad indica el rango de humedad en el cual el suelo posee consistencia plástica, permitiendo así, clasificar un suelo. Mientras un IP grande corresponde a un suelo arcilloso; un IP pequeño es propio de un suelo poco arcilloso.	Índice de plasticidad %	% (porcentual)
	Valor de soporte o resistencia del suelo	El valor soporte o resistencia del suelo, es la capacidad que este posee para soportar una carga, estará referido al 95% de la máxima densidad seca, a una penetración de carga de 2.54 mm.	Capacidad de soporte California (CBR) %	% (porcentual)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

A) El Bach. Angulo Trelles, Rommel, sustento el año 2004 su Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE CON CAL; en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de Piura, Piura, Perú; con el fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El objetivo de su investigación se enfocó en la demostración de las mejoras de comportamiento de un suelo de tipo arcilloso categorizado inicialmente de mala calidad, adicionando diversos porcentajes de cal en función de su peso seco, considerando que el suelo funcionó dentro de la estructura del pavimento como capa subrasante. Esta Tesis se desarrolló en tres fases, en primer lugar, se recopiló la información, la segunda el de fase de laboratorio, en el que se desarrolló las Pruebas de Proctor (densidad – humedad), CBR (valor soporte), límite líquido, límite plástico, granulometría y absorción por capacidad; y finalmente se analizaron los resultados. Los diversos porcentajes de cal redujeron la plasticidad, elevaron el valor soporte y generaron una capa de

protección frente al agua que asciende por capilaridad, dicho de otra manera, pasa de ser un suelo de baja calidad a uno bueno como subrasante.

B) El Bach. García Gonzales, Anabelén, sustentó el año 2015 su Tesis:

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL ESTRUCTURAL EN EL SUELO LIMO ARCILLOSO DEL SECTOR 14 DE MOLLEPAMPA DE CAJAMARCA, 2015; en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú; con el fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Para el diseño de infraestructuras viales, es importante tener el valor de la resistencia de la subrasante (CBR) por lo que se necesita que este valor sea óptimo para así disminuir el espesor de las capas de sub-base, base y capa de rodadura. El objetivo principal de este trabajo fue investigar si al incorporar cal al suelo natural en los porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8%, éste aumenta su resistencia y disminuye su plasticidad. Para el desarrollo de este proyecto de investigación primero se procedió a la obtención de muestras por medio de 02 calicatas de 1.50m de profundidad donde el estrato a analizar se obtuvo a 40 cm aproximadamente de excavación, después se analizó el suelo en el laboratorio obteniendo por medio de los ensayos granulométrico y límites de Atterberg, un suelo limo arcilloso según la clasificación SUCS y AASHTO. Posteriormente se realizó en el laboratorio de suelos los siguientes ensayos: Límites de Atterberg, Proctor Modificado y California Bearing Ratio para cada muestra incorporándole las cantidades de cal ya mencionadas. Se procedió a determinar los valores de: Limite Líquido, Limite plástico e Índice de plasticidad por medio del ensayo de los Límites de Atterberg, Óptimo contenido de humedad y Densidad Máxima Seca por medio del ensayo de Proctor Modificado y CBR al

95% de la Densidad Máxima Seca al 0.1” y 0.2” por medio del ensayo California Bearing Ratio. Al procesar los datos de los diferentes ensayos realizados, se confirma que la cal aumenta progresivamente en los porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% la resistencia de la subrasante limo arcilloso teniendo así el CBR al 0.1”:

Porcentaje de Cal	Valor de CBR
0% (estado natural)	5.20%
2%	5.30%
4%	6.30%
6%	7.20%
8%	8.05%

CBR al 0.2”:

Porcentaje de Cal	Valor de CBR
0% (estado natural)	5.40%
2%	5.70%
4%	6.60%
6%	7.50%
8%	8.30%

teniendo un valor de CBR de 5.20% para un suelo en estado natural, agregando 2% de cal un valor de CBR de 5.30%, agregando 4% de cal un valor de CBR de 6.30%, agregando 6% de cal un CBR de 7.20%, y agregando 8% de cal un valor de CBR de 8.05; CBR al 0.2”:

con un valor de CBR de 5.40% para un suelo en estado natural, agregando 2% de cal un valor de CBR de 5.70%, agregando 4% de cal un valor de CBR de 6.60%, agregando 6% de cal un valor de CBR de 7.50%, y agregando 8% de cal un valor de CBR de 8.30%.

2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

A) El Bach. Vásquez Jara, Jaime David, sustentó el año 2008 su Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS CON CAL, en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile; con el fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El objetivo principal de esta investigación fue dar a conocer la Cal como estabilizante de suelos en obras viales, para ello se analizó la incidencia de este producto estabilizador en un suelo de plasticidad alta. Para dar inicio al trabajo se realizó una investigación minuciosa acerca de la estabilización de suelos con Cal. Asimismo se presentaron las propiedades de los suelos cohesivos, la cal y la metodología de su aplicación, como estabilizante de suelos. Así como se señalaron los materiales y métodos utilizados para la evaluación de este producto mediante ensayos de laboratorio, estudiando los efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Además, se analizó técnica y

económicamente la solución respecto a otra de índole tradicional usada en el país. Para realizar este análisis, se desarrolló un supuesto de diseño en el cual se realizaron los cálculos de las características de la base estructural para un pavimento flexible tomando en cuenta los datos que se lograron obtener en laboratorio. Como conclusión general se pudo comprobar la validez del producto químico como alternativa para el tratamiento de suelos, dado que éste tiene la capacidad de producir mejoras en las características fundamentales del suelo, incrementando capacidad de soporte al mismo, no obstante, por factores económicos, el producto no se puede presentar como solución óptima al problema.

B) El Bach. Altamirano Navarro, Genaro José y el Bach. Díaz Sandino, Axell Exequiel, sustentaron en el año 2015 su Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE CAL EN LAS VÍAS DE LA COMUNIDAD DE SAN ISIDRO DEL PEGÓN, MUNICIPIO POTOSÍ - RIVAS; en la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua; con el fin de optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

El objetivo principal de su investigación fue ejecutar la estabilización de las arcillas presentes en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, con una mezcla de cal. La comunidad ubicada en el municipio de Potosí, Departamento de Rivas, presenta múltiples áreas con suelos de comportamiento plástico, asimismo la ausencia de vías rurales acondicionadas con carpetas de rodadura a base de asfalto, adoquín o concreto hidráulico y la problemática de acceso para exportación de productos en época de lluvias. La estabilización de las arcillas,

se realizó luego de caracterizar el suelo, determinando sus propiedades físicas y mecánicas mediante estudios de campo y ensayos de laboratorio, basadas en las normas ASTM y AASHTO. Los datos que se obtuvieron se analizaron para posteriormente realizar dosificaciones en suelos arcillosos con diferentes proporciones de cal (3%,6%, 9% y 12%). Al determinar las propiedades con los porcentajes se logró una mejora significativa en cuanto a la plasticidad, densidad de compactación; asimismo incrementó la humedad requerida en este proceso debido a la reacción exotérmica que se produce entre la cal y la arcilla, aumentó significativamente la capacidad de soporte del suelo. Se logró un resultado aceptable de los porcentajes de cal, se determinó que con 9% de cal se obtenían las mejores condiciones de suelo.

C) El Ing. Castillo Parra, Byron Fernando, sustentó en el año 2017, su Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS DE MACAS CON VALORES DE CBR MENORES AL 5% Y LÍMITES LÍQUIDOS SUPERIORES AL 100% PARA UTILIZARLOS COMO SUBRASANTES EN CARRETERAS; en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador; con la finalidad de optar el grado Máster en Ingeniería en Vialidad y transportes.

El objetivo de esta tesis fue estabilizar mediante el uso de la cal viva los suelos arcillosos encontrados en el Km 3+000 del paso lateral de Macas con valor de C.B.R. menor al 5% y Límite Líquido mayor al 100% para ser utilizados como capa subrasante estabilizada en sitio en carreteras de pavimento flexible. Se tomaron muestras del suelo de la subrasante en el sector antes mencionado, para luego realizar los ensayos necesarios para la caracterización del material,

asimismo se realizó el tratamiento de estabilización del suelo con cal al 10%, 20%, 30% y 40% respecto al peso de suelo seco de material. Los resultados demostraron una reducción del Límite Líquido, Índice Plástico y expansión; incrementó el valor de CBR; con los resultados obtenidos se aproximó un valor del 16% de cal.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SUELOS

“Para el ingeniero civil el suelo es un cimiento, el suelo es un apoyo a donde transmitir los esfuerzos, el suelo, antiguamente y en la actualidad, sirve de soporte a las vías de comunicación. Pero a veces en que el suelo no es adecuado para estos fines, su calidad no es la adecuada para el objeto que se requiere y entonces hay que modificarlo, hay que hacerlo más resistente y más duradero” (Arredondo Verdú, 2011, p. 221-222).

A) Tipos de Suelos

La diferencia en cada tipo de suelos, radica principalmente en la naturaleza de la roca madre y el tamaño de las partículas que la componen.

- **Suelos granulares**

Constituido por partículas agregadas, las cuales no poseen cohesión, debido a su gran tamaño. Una de las características más importantes de este tipo de suelos es su alta capacidad portante, además de su permeabilidad elevada, lo cual facilita una evacuación rápida del agua ante la existencia de cargas externas.

- **Gravas**

Constituido por materiales procedentes de rocas fragmentadas por agentes atmosféricos, con diámetro de partículas mayores a 2 mm., según el sistema unificado SUCCS. Como material suelto suele encontrarse en las riberas de los ríos, asimismo en depresiones de terrenos rellenados por el acarreo y/o transporte de los ríos, sufriendo así un desgaste en sus aristas, de tal manera adquieren una forma redondeada.

- **Arenas**

Es la denominación que toman los materiales de granos finos, los cuales proceden de la desintegración de rocas o de su trituración artificial, el tamaño de sus partículas varía entre 2mm. a 0.05 mm. para la norma AASTHO, y entre 4.75 mm. a 0.075 mm. de diámetro de acuerdo al sistema unificado SUCCS.

Este material suele encontrarse en el mismo depósito donde se encuentran las gravas. La arena de río comprende generalmente fragmentos parcialmente grandes de grava y arcillas. Este material estando limpio y seco, no se contrae, las arenas no son plásticas, son menos compresibles que la arcilla, se comprimen casi de manera instantánea ante la aplicación de una carga en su superficie.

- **Suelos cohesivos**

Es característico de este tipo de suelos, el tamaño más fino de sus partículas que la componen, inferiores a 0.08 mm, de acuerdo con el sistema unificado SUCCS.

La cohesión es la principal propiedad de este tipo de suelos, definida desde el punto de vista mecánico, como la fuerza interparticular, la cual es provocada por el agua constituida en el suelo, siempre y cuando no esté saturado.

- **Limos**

Constituido por suelos de granos finos con escasa o nula plasticidad, podemos encontrar dentro de este tipo de suelos el limo inorgánico producido en canteras, o limo orgánico como el que se encuentra en los ríos, el cual posee características plásticas, poseen una baja permeabilidad y alta compresibilidad. El diámetro de las partículas para este tipo de suelos comprende entre 0.05 mm. y 0.002 mm. de acuerdo a la norma AASTHO, y en partículas inferiores a 0.075 mm. para el sistema unificado SUCS.

- **Arcillas**

Reciben este nombre, las partículas sólidas que tienen un diámetro menor a 0.002 mm. según la norma AASTHO. Este tipo de suelos posee la propiedad de tornarse plástica al mezclarla con agua. Está constituida químicamente por agregados de silicato de aluminio hidratado, en ocasiones también puede contener silicatos de hierro o de magnesio hidratados.

B) Subrasante

Es la capa de terreno fundamental que conforma una carretera, la cual tiene como función principal soportar la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no perjudique la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto. Puede estar formada en corte o relleno. De la calidad de la

subrasante dependerá en gran parte, el espesor de pavimento, por ello esta debe cumplir con los parámetros de capacidad de soporte o resistencia, asimismo se deberá tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, referidas a las eventuales variaciones volumétricas.

Funciones de la capa subrasante

Las principales funciones de la capa subrasante son:

- Recibir y resistir las cargas generadas por el tránsito que le son transmitidas por el pavimento.
- Transmitir y distribuir de forma adecuada las cargas del tránsito al cuerpo del terraplén.

2.2.2. PROPIEDADES DEL SUELO Y SU DETERMINACIÓN

Las propiedades de los suelos que constituyen la subrasante, son las variables más importantes a considerar al momento de diseñar una estructura de pavimento (rígido, flexible, afirmado). Para determinar las características tanto físicas como mecánicas del material de subrasante, es necesario tomar muestras en todo el desarrollo de la vía (calicatas) a una profundidad mínima de 1.5 m., posteriormente en el laboratorio se determinarán sus propiedades.

A) Humedad natural

La humedad natural es una de las propiedades físicas del suelo de gran utilidad en la construcción de una carretera, ya que la resistencia de los suelos de subrasante, especialmente los finos, se encuentran asociadas directamente con las condiciones de humedad y densidad que presenten estos suelos. La humedad

natural es una relación gravimétrica definida como la relación existente entre el peso del agua y el peso seco del suelo, expresada como porcentaje.

$$Wn(\%) = \frac{W_w \times 100}{W_s}$$

B) Granulometría

Su fin es determinar la textura que presenta el suelo, es decir, los porcentajes en peso de partículas de distinto tamaño que contiene un suelo. Desde un punto de vista técnico para su empleo en caminos, interesa que un suelo esté bien graduado para cuando se realice la compactación de los terrenos (terraplenado), las partículas más finas rellenen los huecos que dejan las de mayor tamaño, alcanzando así una mejor estabilidad y capacidad portante. (Mohedas Díaz, Margarita & Moreno Vega, Alberto, 2014, p. 8)

Las proporciones relativas en que se encuentran las diferentes partículas minerales del suelo (grava, arena, limo y arcilla) expresada con base al peso seco del suelo (en %). La granulometría estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño por medio del tamizado de acuerdo a especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107), la que ofrece un criterio para una clasificación descriptiva.

Tabla 2
Clasificación de Suelos según tamaño de partículas

Tipo	Denominación	Tamaño de las partículas	
Suelos Granulares	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.	
Suelos Cohesivos	Material fino	Limo	0.075 mm. - 0.005 mm.
		Arcilla	Menor a 0.005 mm.

Nota. Tomado de “Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección suelos y pavimentos

C) Estado de consistencia

El comportamiento de un suelo se ve influenciado en gran medida por la existencia de agua en su seno. Este hecho resalta cuanto menor es el tamaño de las partículas que constituyen dicho suelo, siendo principalmente relevante en aquellos donde predomine el componente arcilloso, dado que en este tipo de suelos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio.

- **Líquido**

La existencia de una cantidad excesiva de agua anula las fuerzas de atracción interparticular que mantenían unido al suelo (la cohesión) y lo transforma en una papilla, un líquido viscoso que no posee capacidad resistente.

- **Plástico**

El suelo es fácilmente moldeable, presentando deformaciones de gran magnitud al aplicársele pequeños esfuerzos. Su comportamiento es plástico, por ello no vuelve a recuperar su estado inicial luego de concluido el esfuerzo. Mecánicamente no es apto para resistir cargas adicionales.

- **Semisólido**

El suelo es fácilmente moldeable, llega a quebrarse y resquebrajarse antes de cambiar de forma. Sin embargo, no es un sólido puro, puesto que al ir secándose o perdiendo agua va disminuyendo su volumen. Mecánicamente es aceptable.

- **Sólido**

Es en este estado, donde el suelo consigue la estabilidad, puesto que con los cambios de humedad su volumen no se altera y su comportamiento mecánico es óptimo.

La humedad correspondiente a los puntos de transición entre cada uno de estos estados define el límite líquido (LL) y límite plástico (LP).

Límites de Atterberg (Límite Líquido E Índice Plástico)

Los límites de Atterberg, es un procedimiento de ensayo utilizado para determinar el comportamiento de los suelos finos. Los límites se basan en la concepción de que en un suelo de grano fino solo puede existir cuatro estados de consistencia de acuerdo a su contenido de humedad. El contenido de humedad existente en los puntos de transición de un estado al otro son llamados Límites de Atterberg.

- **Límite Líquido (LL)**

Es el límite en el cual un suelo pasa de un estado líquido a uno plástico.

Se determina en laboratorio mediante la copa de Casagrande.

- **Límite Plástico(LP)**

Es el límite en el cual un suelo pasa de un estado plástico a uno semisólido y puede quebrarse.

- **Índice de plasticidad (IP)**

La diferencia entre ambos límites se denomina índice de plasticidad, y da una idea del grado de plasticidad que presenta el suelo. Un suelo muy plástico tendrá un alto índice de plasticidad.

$$\mathbf{IP = LL - LP}$$

D) Compacidad del Suelo

La Compacidad de un suelo es el grado de compactación de los suelos. La compacidad de un suelo es una propiedad importante en carreteras, terraplenes y todo tipo de relleno en general, al estar directamente relacionada con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un firme, ya que debe estar lo suficientemente consolidado para evitar asentamientos.

Ensayo Proctor

“Con el desarrollo de rodillos pesados y su uso en la compactación de campo, la Prueba Proctor Estándar fue modificada para representar mejor las condiciones de campo” (Braja M. Das, 2013, p. 60).

La relación que existe entre la densidad seca de un suelo (grado de compacidad) y el contenido de agua presente en este, tiene especial importancia en lo que respecta la compactación de suelos. Este ensayo, persigue la determinación de la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo.

Existen dos variantes para este ensayo, Proctor Estándar y Proctor Modificado, la diferencia entre ambas radica básicamente en la energía de compactación empleada. El Proctor Modificado no es más que la lógica evolución del Proctor estándar, causada por la necesidad de emplear maquinaria de compactación más pesada dado el aumento de la carga por eje experimentado por los vehículos.

E) Resistencia al Suelo

El comportamiento mecánico del suelo, sin dudar es el factor más importante, de hecho, las propiedades y ensayos antes mencionados, van encaminados a conseguir la mayor estabilidad mecánica posible, de modo que las tensiones se transmitan uniformemente y progresivamente, y no se produzcan asientos

excesivos. Para caracterizar mecánicamente el suelo, se utilizan diferentes procedimientos de ensayo, así el más empleado en obras de carretera es la capacidad portante.

Capacidad Portante

La capacidad portante de un suelo se define como la carga que éste es capaz de resistir sin que se originen asientos desmedidos. El indicador más usado en carreteras para establecer la capacidad portante de un suelo es el índice CBR (California Bearing Ratio), usado por primera vez en el estado de California. La determinación de este parámetro se efectúa en laboratorio, por medio del ensayo normalizado MTC E 132. Una vez clasificado los suelos por el sistema SUCS y AASTHO, para la carretera, se procederá a realizar un perfil estratigráfico para cada tramo en estudio, desde el cual se logrará precisar el plan de ensayos para la determinación del CBR, que estará referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de carga de 2.54 mm. Luego de obtener el valor de CBR de diseño, se clasificará la categoría de subrasante a la que corresponde el sector o tramo:

Tabla 3
Categoría de Subrasante

Categoría de Subrasante	CBR
Subrasante inadecuada	$CBR < 3\%$
Subrasante pobre	$3\% \leq CBR < 6\%$
Subrasante regular	$6\% \leq CBR < 10\%$
Subrasante buena	$10\% \leq CBR < 20\%$
Subrasante Muy buena	$20\% \leq CBR < 30\%$
Subrasante excelente	$CBR \geq 30\%$

Nota. Adaptado de “Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección suelos y pavimentos

2.2.3. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS

Se define básicamente como la mejora de las propiedades físicas de un suelo mediante procesos y/o métodos mecánicos o la adición de productos químicos, naturales o sintéticos. Suele realizarse en los suelos con subrasante pobre o inadecuado. El Objetivo principal de la estabilización de un suelo, es elevar la resistencia mecánica consiguiendo que las partículas trabajen de una manera más efectiva y asegurando que las condiciones de humedad en las que el suelo trabaja, se modifiquen dentro de unos rangos reducidos, alcanzando una estabilidad adecuada ante las cargas y una escasa variación volumétrica. Además, se origina un incremento en la durabilidad de dicha capa.

A) Métodos de estabilización de suelos

- **Métodos Físicos**

Este método utiliza la mezcla o combinación de material de suelo existente con material de préstamo, produciendo cambios físicos en el mismo. La combinación de suelos requiere realizar una serie de ensayos, con la finalidad de evaluar las características de cada uno de los tipos de suelo que se desean mezclar. Este método requiere la extracción de gran cantidad de material de la superficie y no resulta práctico para el mejoramiento mecánico de depósitos de gran profundidad.

- **Métodos Mecánicos**

La compactación de suelos es un proceso mecánico con el que se busca la mejora de las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo - deformación del suelo. En este proceso artificial, las partículas que componen el suelo son forzadas a estar más unidas unas a otras, por medio de la reducción del índice de vacíos, empleando recursos mecánicos.

- **Métodos Químicos**

La estabilización química está referida al cambio o modificación de las propiedades del suelo conseguido a través de la adición de sustancias químicas especiales, asimismo cementantes orgánicos o inorgánicos.

Este método está basado en la aplicación de un producto químico, llamado también estabilizador químico, el que debe ser mezclado íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar, considerando las especificaciones técnicas propias del producto. El objetivo que persigue la aplicación de un estabilizador químico es de conferir al suelo tratado, en determinado espesor, ciertas propiedades destinadas a la mejora de sus propiedades de comportamiento en el período de construcción y/o de servicio.

Las principales sustancias químicas usadas como agentes estabilizadores son:

- Cal.
- Cemento Portland.
- Productos asfálticos.
- Cloruro de sodio
- Cloruro de calcio.
- Escorias de fundición.
- Polímeros.

2.2.4. ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO

El óxido de calcio, llamado también cal viva, es un producto sólido, de color blanco, amorfo aparentemente, con un peso específico entre 3.18 y 3.40 gr/cm³.

Es inestable, por tener gran avidez de agua, con la cual reacciona de la siguiente manera:



El propósito de estabilizar suelos es alterar sus propiedades físicas, incrementando su resistencia y su durabilidad con el fin de obtener un material de fundación satisfactorio. (Fonseca, 1998, p. 99-102).

El uso de la Cal en la estabilización de suelo sigue un propósito, el cual se basa en mejorar las características naturales del suelo, de forma que al aplicarlo se logre un incremento de su capacidad para resistir los efectos ocasionados por el tránsito vehicular y los cambios volumétricos en distintas condiciones de clima.

A) Propiedades físicas de la cal

- **Finura:** Interviene en las condiciones de almacenamiento, transporte y mezcla con el suelo. La mezcla de óxido de calcio con agua, produce el hidróxido de calcio, lo que lleva a la pulverización muy fina, este puede influenciar en la reactividad de la cal.
- **Color:** La cal comercial tiene una coloración blanca o débilmente gris, a veces un color rojizo, a causa de la existencia de óxido de hierro presente en el yacimiento.
- **Densidad:** Esta característica obedece a la temperatura a la que es calcinada, a mayor temperatura de calcinación, mayor será la densidad de la cal.
- **Dureza:** Es una característica que varía entre muy blanda y una aproximada a la de la piedra original de donde se obtuvo, depende de la temperatura a la que es calcinada.

- **Porosidad:** Depende de la naturaleza de la caliza y la condición de calcinación. La porosidad en la cal viva incide en la actividad química de la sustancia.
- **Plasticidad:** Es la capacidad que tiene una masa de cal para variar su forma al someterla a presión sin ocasionar ruptura.

B) Características y propiedades químicas de la cal

- **Contenido en óxido de calcio (CaO):** Puede estar en forma de óxido (CaO) en la cal viva, y en forma de hidróxido (Ca(OH)₂) en la cal hidratada.
- **Contenido de óxido de magnesio (MgO):** El óxido de magnesio (MgO), posee en general una acción análoga a la del óxido de calcio (CaO). Puede estar en forma de óxido (MgO), o como hidróxido (Mg (OH)₂)
- **Reactividad de la cal viva:** Se basa en el carácter exotérmico de la reacción entre el CaO y el H₂O, otros componentes minoritarios de la cal con los carbonatos cálcico y magnesio que se evalúan mediante el contenido de CO₂ de la cal.
- **Reactividad de la cal con agua:** La cal viva reacciona vigorosamente con el agua formando hidróxido de calcio y hay desprendimiento de calor, a este proceso se le conoce como hidratación o apagado de la cal.
- **Recorbanatación:** La humedad del aire cataliza la reacción entre el óxido de calcio y el dióxido de carbono del aire. La reacción general se produce mediante la formación del hidróxido de calcio que luego reacciona con el dióxido de carbono.

C) Tipos de cal usadas en la Estabilización

Existen diversos tipos de cal usadas para la estabilización, estas se pueden clasificar de acuerdo a su origen, composición o tratamiento al cual fueron sometidas.

- **Óxido de Calcio (Cal viva)**

Es un compuesto químico denominado generalmente como cal viva. Se obtiene mediante la calcinación de la piedra caliza, a una temperatura superior de 900°C.

- **Hidróxido de Calcio (Cal Hidratada)**

Se obtiene de la reacción química del óxido de calcio a la adición de agua. El hidróxido de calcio, cal hidratada o cal apagada, es la que reacciona con las partículas arcillosas y las convierte permanentemente en un fuerte matriz cementante.

- **Lechada de cal**

Es la suspensión de hidróxido de calcio en agua, asimismo se puede conseguir este producto a partir del óxido de calcio o cal viva que al ser mezclada con agua resultará hidróxido de calcio. La producción de la lechada de cal puede llevarse a cabo en fábrica o in situ, en depósitos o cubos provistos de un sistema de agitación, a partir de óxido de calcio o hidróxido de calcio. Luego de preparada, éste se aplica directamente sobre el suelo.

D) Clasificación de la cal

Según su composición:

- **Cal cálcica:** aquella cuyo contenido en carbonato magnésico es inferior al 5%.
- **Cal dolomítica:** aquella que posee un contenido en carbonato magnésico entre el 5% y el 30%, ya que en porcentajes superiores no se contempla para trabajos de construcción.

Según su naturaleza:

- **Cal aérea:** Aquellas constituida principalmente por óxido o hidróxido Cálcico y que tiene la propiedad de endurecerse mediante el contacto con el dióxido de carbono del aire.
- **Cal Hidráulica:** Obtenidas de la calcinación de calizas que contienen sílice y alúmina, las cuales confieren al aglomerante hidraulicidad.

E) Reacción Química de la cal con la arcilla

La mezcla de cal, arcilla y el agua genera una reacción exotérmica. Después de hacer el mezclado inicial del óxido de calcio y los materiales arcillosos presentes en el suelo, los iones de calcio (Ca^{++}) de la cal se intercambian con las partículas de arcilla, con el agua y otros iones. Gracias a este intercambio iónico, se tiene como resultado la reducción del índice de plasticidad, mejora la estabilidad y compactación, se reduce la expansión del suelo, etc.

“La cal generalmente produce una disminución en la densidad de los suelos, modifica la plasticidad y aumenta la capacidad soporte y resistencia al corte del material y reduce su hinchamiento” (Fonseca, 1998, p. 104).

La acción de la cal, puede verse representada por tres reacciones básicas:

- **Intercambio catiónico:** La adición de la cal al suelo en cantidad suficiente suministra un exceso de iones (Ca^{++}) que reemplaza los cationes metálicos más débiles reduciendo el tamaño de la capa de agua difusa y permitiendo que las partículas de arcilla aproximen unas y otras o floculen.
- **Floculación y aglomeración:** Se produce un cambio aparente de la textura del suelo, ya que las partículas de arcilla se aglomeran formando otras de mayor tamaño, mejorando así, la plasticidad, la trabajabilidad, y el aumento de fricción interna entre partículas aglomeradas y mayor resistencia al corte.
- **Reacción puzolánica:** Si el suelo se compacta, se produce una reacción a largo plazo, ya que la cal, el agua y los minerales sílicos aluminosos del suelo fino, formaran complejos compuestos de silicatos y aluminatos de calcio hidratado, que son agentes cementantes que incrementaran la resistencia de la mezcla y su durabilidad.

F) Yacimientos de Caliza

El territorio peruano cuenta con grandes extensiones de superficies en las que afloran las calizas, por lo que estas rocas tienen gran disponibilidad para su explotación. En la tabla 4, se muestran los principales productores de caliza en el Perú y su respectiva ubicación.

Tabla 4

Ubicación de principales productores de caliza en el Perú

N°	Principales productores de calizas	Departamento	Provincia	Distrito
1	Calcáceos 2004 S.A.C.	La Libertad	Trujillo	Simbal
2	Calera CutOff S.A.C.	Junín	Yauli	La Oroya
3	Casapino del Castillo, Víctor Raúl	Cusco	Urubamba	Chinchero
4	Cemento Andino S.A.C.	Junín	Tarma	La Unión
5	Cemento Sur S.A.C.	Puno	San Román	Caracoto
6	Cemento Lima S.A.	Lima	Lima	Pachacamac
7	Cementos Pacasmayo S.A.A.	Cajamarca	Contumaza	Yonan
8	Cemento Selva S.A.	San Martín	Rioja	Rioja
9	CMD S.A.C.	La Libertad	Trujillo	Simbal
10	Compañía Minera Bunyac S.A.C.	Junín	Tarma	Tarma
11	Comunidad Campesina de Yanacoña	Cusco	Urubamba	Chinchero
12	León Cochachin, Samuel Lucio	Ancash	Yungay	Mancos
13	M&H Group S.A.C.	Ica	Ica	Orucaje
14	Minera Centro S.A.C.	Junín	Huancayo	Quichuay
15	Minera Yanacocha S.R.L.	Cajamarca	Cajamarca	Encañada
16	S.M.R.L. La Unión de Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	Baño Inca
17	S.M.R.L. Piedra dura del Cusco	Cusco	Cusco	Cusco
18	S.M.R.L. San Antonio F.S.A. de Huaraz	Ancash	Carhuaz	Anta
19	Shougang Hierro Perú S.A.A.	Ica	Nazca	Marcona
20	Torres Angeles, Alejandro E.	Ancash	Yungay	Quillo
21	Torres Flores, Sergio Alberto	Ancash	Carhuaz	Tinco
22	Yura S.A.	Arequipa	Arequipa	Yura
23	Canelo Pozo, Pedro Alejandro	Arequipa	Caraveli	Lomas
24	Southern Perú Copper Corporation	Moquegua	Ilo	Pacocha
25	Cemento Sur S.A.	Puno	San Román	Caracoto

Nota: Tomado de Tesis de Pregrado “Diseño de una Planta Móvil de Trituración de caliza para una capacidad de 50 TN/H”

Fuente. Urday Peña, Diego Alonso Manuel (2013). *Diseño de una Planta Móvil de Trituración de Caliza para una capacidad de 50 TN/H* (Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú). Recuperado de <http://docplayer.es/6100967-Pontificia-universidad-catolica-del-peru.html>

2.2.5. MATERIALES A UTILIZAR EN UNA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CAL

- **Suelo**

Los suelos cuyas variaciones volumétricas con el agua reducen la capacidad portante del mismo, se consideran susceptibles a ser mejorados mediante el tratamiento con óxido de calcio (cal viva).

- **Cal**

La cal que se usará para la estabilización de suelos puede ser óxido de calcio (cal viva) o hidróxido de calcio (cal hidratada), y deberá satisfacer los parámetros establecidos bajo las especificaciones de la Norma ASTM C-977.

- **Agua**

El agua que se use para mezclar el suelo con la cal debe estar limpia, no debe contener materia orgánica y debe estar libre de sales, ácidos y álcalis perjudiciales.

2.2.6. EJECUCIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL IN SITU

A) Escarificación

La escarificación o esponjamiento del suelo es determinante para lograr la profundidad y homogeneidad de mezclado requerido. Para realizar esta actividad se hará uso de la motoniveladora o tractor orugas.

B) Humectación del suelo

Este aspecto es importante ya que, sobre el suelo esponjado y humedecido, el óxido de calcio, según cae, se quedará adherida, evitando así el riesgo de dispersión a causa del viento, y comenzará a actuar inmediatamente sobre el suelo, incluso antes de empezar la mezcla.

C) Mezclado y extendido de la cal

Esta fase consiste en realizar la mezcla de la cal con el material a estabilizar, en caminos de baja intensidad vehicular es suficiente el uso de una motoniveladora. El procedimiento consiste en voltear el material escarificado con la hoja de la motoniveladora, la cual estará recubierto con la cal de un lado a otro hasta notar una mezcla homogénea, es decir cuando en el suelo ya no sea visible grumos de cal, y se evidencie que el suelo tenga el mismo color.

D) Compactado y acabado de la superficie de la capa

La compactación de las capas tratadas se realiza tras su nivelación con motoniveladora hasta la altura requerida de la capa estabilizada, mediante las técnicas convencionales en el movimiento de tierras.

El proceso de compactación se dará como terminado cuando se alcance el grado de densidad igual o mayor al 95% en la capa estabilizada construida.

E) Curado

La capa estabilizada compactada, deberá ser curada de 3 a 7 días para permitir su endurecimiento antes de colocar la correspondiente capa de afirmado, manteniendo la superficie en condiciones húmedas mediante un regado ligero y compactando cuando sea necesario.

F) Control de calidad

Una vez realizada la compactación, el objetivo principal es lograr el valor de CBR específico. Se realizará la prueba de Densidad de Campo, a fin de lograr una densidad media mayor al 95% de la Densidad Máxima que se obtuvo en el Ensayo de Proctor.

2.2.7. VENTAJAS DE LA ESTABILIZACIÓN CON CAL

El uso de óxido de cal (cal viva o hidratada) permite obtener una serie de ventajas técnicas y económicas:

- Reutilización de los suelos disponibles en la vía, disminuyendo la necesidad de material de préstamo. Disminuye los costos de movimiento de tierras, incidiendo especialmente en el transporte de materiales y en el tiempo de ejecución.
- Se logra reducir el plazo de ejecución que viene determinado por la velocidad de la reacción al mezclar suelo-cal y el efecto de secado que este produce. El empleo de óxido de calcio ayuda a secar de manera rápida los suelos húmedos, facilitando así su compactación.
- El empleo de óxido de calcio como estabilizador químico de suelos, genera un incremento de la resistencia de los suelos, asimismo la resistencia a tracción y a flexión. Otorga la posibilidad de reducir espesores y reducir la posibilidad de fallo durante su vida útil.
- La estabilización con cal frente al empleo de otros conglomerantes, es que no presenta fraguado rápido, lo cual permite una gran flexibilidad en la organización de las distintas fases de ejecución: mezcla, extendido, compactación, etc.
- La estabilización de cualquier capa soporte, haciéndola insensible al agua e incrementando su resistencia frente al tráfico que soportará durante su vida útil, reduce costos de construcción, conservación y mantenimiento.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Afirmado:** Comprende una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica, la cual posee la capacidad de soportar de manera directa las cargas y los esfuerzos producidos por el tránsito. Esta capa deberá de contener la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas.
- **Ahuellamiento:** Son surcos o huellas que se generan en la superficie de rodadura de un camino pavimentado o no pavimentado, producto de la consolidación o desplazamiento lateral de los materiales por consecuencia del tránsito.
- **Arcillas:** Roca sedimentaria con tamaño de grano aproximadamente inferior a las 4 micras. Sus principales constituyentes son minerales arcillosos (silicatos alumínicos hidratados).
- **Baches:** Son depresiones formadas en la superficie de rodadura como resultado del desgaste ocasionado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada
- **Caliza:** Roca de origen sedimentario compuesta fundamentalmente de carbonato de calcio (calcita) derivado de la acumulación mecánica de fragmentos de este mineral, por precipitación química.
- **Camino:** Se denomina camino a una franja de la superficie terrestre modificada por el hombre para dotarla de características y condiciones adecuadas para la circulación de los vehículos, principalmente automotores.
Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.
- **CBR:** Valor relativo de soporte de un suelo o material, el cual se determina en laboratorio mediante la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.

- **Estabilización de suelos:** Referido a la mejora de las propiedades físicas de un suelo por medio de procesos mecánicos y la adición de productos químicos, naturales o sintéticos.
- **Finos:** Fracción de agregado fino o suelo que pasa la malla N° 200 (0.074mm).
- **Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento o afirmado.
- **Resistencia:** Esfuerzo máximo que puede soportar el suelo, ya que principalmente está destinado a recibir esfuerzos de compresión. La medida de su resistencia a estos esfuerzos, es la que se usa como índice de su calidad.
- **Trabajabilidad:** La facilidad con que las mezclas de pavimentación y de obras de infraestructura vial pueden ser colocadas y compactadas.
- **Mantenimiento Periódico:** Comprende una serie de actividades programadas cada cierto periodo, llevadas a cabo en las vías con el fin de conservar sus niveles de servicio.
- **Óxido:** Combinación que resulta de la unión de un elemento metálico o no metálico con el oxígeno.
- **Cal:** Es un término o expresión general que se usa para designar a todas las formas físicas en las que puede presentarse el óxido de calcio.
- **Calcio:** Es un elemento químico, de símbolo Ca. Es un metal suave grisáceo
- **Red Vial:** Comprende un conjunto de carreteras pertenecientes a una misma clasificación según su función (Nacional, Regional o Departamental y Rural o Vecinal).

- **Red Vial Departamental:** Comprende un conjunto de carreteras que componen la red vial circunscritas a un solo departamento o región. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Rural o Vecinal.
- **Vida útil:** Periodo de tiempo estimado en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en adecuadas condiciones sujeto a una programación de mantenimiento establecido.

2.4. NORMATIVIDAD UTILIZADA

- Manual de Ensayo de Materiales para Carreteras (EM 200)
- Manual de Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, aprobado con R.M. N° 303-2008-MTC/02 de 04/04/2008.
- Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial, aprobado con R.D. N° 30-2013.MTC/14
- Manual de Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos, aprobado con R.D. N° 05-2013.MTC/14

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO

La presente investigación se realiza en la Red Vial Departamental, Ruta JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, ubicado en el Distrito de Pariahuanca, en la Provincia de Huancayo, Región Junín, la cual está situada sobre 2082 msnm.

El plano de ubicación y localización se adjuntan en los Anexos.

3.1.1. TOPOGRAFÍA

La topografía en la zona de estudio es variable, presenta una topografía accidentada. Tiene pendientes de 0% a 10%, existe tramos en desarrollo con radios de curvas de volteo de 8 metros en promedio y tramos sinuosos en pequeña longitud. En el tramo, la plataforma de la vía tiene un ancho promedio de 4.50 m. Se encuentra afirmada con material granular.

3.1.2. VÍAS DE ACCESO

Para llegar al Centro Poblado Pariahuanca, se tiene la siguiente Ruta:

Vía Huancayo – Acopalca - Abra Huaytapallana – Yuracyacu – Pariahuanca, con un tiempo de 5 horas aprox.

3.1.3. POBLACIÓN

La población está constituida por los habitantes del Distrito de Pariahuanca, e indican que la población total es de 5 941 habitantes (según datos censales INEI 2015).

3.1.4. CLIMA

El Distrito de Pariahuanca tiene un clima templado y cálido. Existen precipitaciones durante todo el año, incluso la temporada más seca, junio, aún tiene mucha lluvia. La temperatura media anual es 17.9°C, la precipitación es de 964 mm. al año. El mes más seco es junio, y el mes de enero el que tiene mayores precipitaciones del año. Con un promedio de 18.9°C, noviembre es el mes más cálido. El mes más frío del año es de 16.2°C en el mes de junio. La precipitación varía 144 mm. entre el mes más seco y el mes más húmedo. Las temperaturas medias varían en un 2.7°C durante el año.

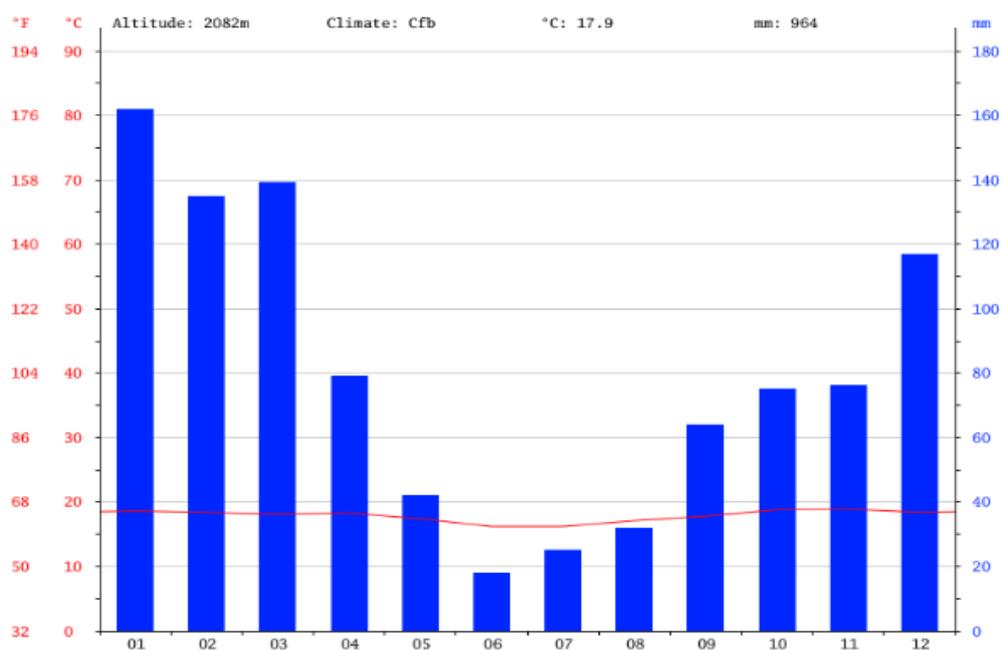


Figura 1. Precipitación Pluvial en el Distrito de Pariahuanca.

Fuente. <https://es.climate-data.org/location/1021985/>

3.1.5. SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA EN ESTUDIO

El Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro (Km. 94.587 - Km. 105.023), pertenece a la Ruta Departamental Junín JU-108, Ruta que interconecta dos Vías Nacionales PE-3S (Huancayo) con la PE-24A (Runatullo pampa). En la actualidad la superficie de rodadura en el tramo de investigación, presenta baches, encalaminados y ahuellamientos con un mal estado de conservación, viéndose afectada principalmente por una capa de subrasante de mal comportamiento y no apto para su uso, acompañado de efectos climatológicos y de tránsito vehicular.

Esta vía es de vital importancia porque permite el intercambio comercial entre los anexos y comunidades asentadas a las márgenes del camino, con los mercados de la provincia de Huancayo, Región y ciudad de Lima, pues por ella se abastece y transporta productos de pan llevar. Actualmente el estado de la vía es de regular a malo, con áreas restringidas por pequeños derrumbes a causa las lluvias, la plataforma de la vía también se ven afectadas por la inexistencia del sistema de drenaje adecuado.



Fotografía 1. Vista fotográfica del tramo en estudio
Se observa el mal estado de conservación de la vía, con presencia de baches.



Fotografía 2. Vista fotográfica del tramo en estudio
Se observa el mal estado de conservación de la vía, con presencia de baches y ahuellamiento a lo largo del camino.

3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se usará el método CIENTÍFICO como método general. El cual reside en una serie de etapas que se debe recorrer con el fin de alcanzar un conocimiento válido desde una perspectiva científica, haciendo uso de instrumentos que resulten fiables. Este método minimiza la influencia de la subjetividad.

3.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo APLICADA - TECNOLÓGICA.

3.2.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es de carácter DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO. Se detallará la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es de carácter EXPERIMENTAL. Se manipulará la VARIABLE INDEPENDIENTE, estabilizante químico, con las diversas proporciones de óxido de calcio (1%, 3%, 5% y 7%), y este influenciará en la VARIABLE DEPENDIENTE, las propiedades físico – mecánicas de la subrasante.

3.4. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El tipo de Enfoque es CUANTITATIVA. Se recolectan datos para comprobar una hipótesis en base a una medición numérica y un análisis estadístico, la cual facilitará el hecho de establecer patrones de comportamiento y probar la hipótesis.

Asimismo, se formula un problema totalmente específico, la cual incluye variables que estarán sujetas a medición o comprobación, además se formula una hipótesis que resulta ser la respuesta tentativa al problema formulado.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. POBLACIÓN OBJETIVO

Red Vial Departamental Ruta: JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro,
L= 10.436 Km.

3.5.2. MUESTRA

La muestra es de tipo NO PROBABILÍSTICO, DIRIGIDO O POR CONVENIENCIA. Se realizó la exploración de calicatas tomadas a lo largo de la vía de la Ruta Departamental JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro en una longitud de 3.055 Km. (Entre la progresiva 96+569 Km. y la progresiva 99+624 Km.)

➤ **Tamaño de la muestra**

04 calicatas

➤ **Criterio de inclusión y exclusión para delimitar la población**

Vías afirmadas

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

A) EXPLORACIÓN DE CAMPO

Se efectuaron prospecciones de campo (calicatas) en la vía afirmada de la Red Vial Departamental Ruta JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, en una longitud de 3.055 Km.

La información conseguida en campo contribuirá a la realización de los estudios fundamentales para definir la estratigrafía del suelo, además de elaborar la clasificación de suelos por el método SUCCS y AASTHO, entre otros ensayos necesarios como límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. La aplicación de la información señalada en el párrafo anterior, permitirá efectuar el análisis de los datos obtenidos, logrando así cumplir con los objetivos trazados, asimismo se podrá obtener conclusiones y recomendaciones concretas.

Además, se recolectarán datos existentes de estudios similares, así como normas técnicas.

Revisión bibliográfica:

➤ Revisión de estudios realizados (tesis e investigaciones científicas).

➤ Libros relacionados al tema.

- Las muestras de suelo serán las que se indican en el MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES (EM 2000). Aprobado con RD N° 028-2001-MTC/15.17 de 16-01-01.

Observación directa:

- Tomas fotográficas.
- Visita in situ.
- Ensayos de laboratorio de suelos

3.6.2. EXPERIMENTACIÓN

En esta etapa de la experimentación se realizarán ensayos de laboratorio, usando las muestras de suelo obtenidas en campo, se procederá a realizar la prueba de Valor Soporte de California (CBR), para cumplir con las especificaciones que debe tener una capa subrasante. Posteriormente se irá incrementando óxido de calcio al suelo de 1% al 7%, en intervalos de 2% en peso, para analizar el comportamiento que obtiene del mismo y llegar a un porcentaje idóneo que cumpla con las especificaciones de resistencia (CBR) para material subrasante. En el cual se tomará en consideración el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección Suelos y Pavimentos.

3.6.3. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados que se lograron obtener en la etapa de la experimentación serán procesados en cuadros descriptivos y aplicativos elaborados en Excel, en función a ello será posible proporcionar el uso alternativo más adecuado en la estabilización de suelo en obras viales haciendo uso del óxido de calcio.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. EXPLORACIÓN DE CAMPO

Con la finalidad de definir las características físico–mecánicas de los materiales de la subrasante se realizaron investigaciones mediante la excavación de pozos exploratorios a cielo abierto (calicatas). En los Anexos se adjunta el plano con la ubicación de las calicatas realizadas.

En la siguiente tabla, se presenta la ubicación de las calicatas.

Tabla 5

Ubicación de calicatas (Enero 2017)

Calicata	Ubicación	Coordenadas UTM (WGS 84)			Profundidad (mt.)	Tipo	Kg.
		Norte	Este	Elevación			
				(MSNM)			
C-1	Prog. 96+569	8670385.4	516523.45	2057.0109	1.50	saco	80.00
C-2	Prog. 97+480	8670584.47	516687.61	2155.0069	1.50	saco	80.00
C-3	Prog. 98+510	8669974.33	517377.8	2147.0245	1.50	saco	80.00
C-4	Prog. 99+900	866973.58	517603.54	2190.0366	1.50	saco	80.00

Nota: Los datos que se evidencian fueron georreferenciados en campo.

4.2.MTC E 105. OBTENCIÓN EN LABORATORIO DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS (CUARTEO)

- Una vez recepcionada la muestra, se deja secar al aire libre. Se recomienda no efectuar el secado en horno, puesto que podría influenciar en los resultados.
- Se coloca extendiéndola sobre un espacio plano y horizontal.
- Posteriormente se desmenuza el material, deshaciendo los terrones con ayuda de un martillo o comba de goma.
- A continuación, hacer una mezcla hasta llegar a constituir una pila en forma de cono, repitiendo esta operación 4 veces.
- Finalmente, se fraccionará en cuatro partes hasta conseguir la cantidad requerida por cada ensayo.



Fotografía 3. Cuarteo de la muestra representativa

4.3.MTC E 108. ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

- Se realiza el cuarteo de la muestra, para obtener una muestra representativa del suelo en estudio.

- Según la norma MTC E 108, se especifica la cantidad de peso del espécimen en ensayo, respecto a esta, y al ser nuestro tamaño máximo de partícula 3/8", la cantidad mínima de espécimen es de 50g.
- Se coloca el espécimen de ensayo húmedo en el recipiente y se numera.
- Se determina y se registra el peso de cada recipiente y material húmedo empleando una balanza de 0,01 g de precisión.
- Se seca el suelo húmedo en un horno controlado a $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ de 12 a 16 horas, hasta un peso constante.
- Se remueve el recipiente del horno permitiendo enfriar el material y el recipiente a temperatura ambiente.
- Se determina y registra el peso del recipiente y el material secado al horno empleando la misma balanza usada.
- La pérdida de peso producido por el secado es considerada como el peso del agua.

$$W(\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$



Fotografía 4. Secado al horno con temperatura controlada.



Fotografía 5. Determinación del peso de material secado en horno

4.3.1. RESULTADOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

Se realizaron 3 muestras para cada calicata, dándonos un contenido de humedad promedio de muestras por cada calicata, como se muestra en la tabla 6. Los Certificados de Ensayo de Laboratorio para este ensayo se adjuntan en el ANEXO 03.

Tabla 6

Resultados de Contenido de Humedad

HUMEDAD NATURAL	
Calicata	Contenido de Humedad
C-1	18.02%
C-2	17.50%
C-3	17.70%
C-4	17.00%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

4.4.MTC E 107 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

- Se recibe la muestra de suelo tomado en campo e inmediatamente, se expone al aire en un cuarto temperado hasta su secado total.
- Se desintegran los terrones del suelo, con ayuda de un mortero, para luego cuartear la muestra.
- El peso mínimo de la fracción de muestra retenida en el tamiz N° 40 es de 500 gr.
- El tamaño de la fracción que pasa el tamiz N° 4 será aproximadamente de 65 gr para suelos arcillosos y limosos.
- Para la fracción de muestra mayor al tamiz N° 4
 - Se procede al pesado de la muestra, posteriormente se procede al secado de esta a una temperatura de $110\pm 5^{\circ}\text{C}$.
 - A continuación, separar la fracción de muestra retenida en el tamiz N° 4 en una serie de fracciones empleando los tamices estandarizados.
 - Se establece el peso de cada fracción en una balanza con una precisión de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso inicial de la muestra no debe inferir en más de 1%.
- Para la fracción de muestra menor al tamiz N° 4
 - Se dispone a colocar la muestra en un contenedor adecuado, cubriéndolo con agua, dejándolo remojar hasta que todos los terrones se tornen blandos, aproximadamente de 2 a 2.1 horas.
 - Se procede al lavado de la muestra sobre el tamiz N° 200, con abundante agua, evitar frotarla contra el tamiz y tener mucho cuidado de no perder ninguna partícula de las retenidas en él.

- Se toma el retenido en un contenedor y se deja secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y se pesa.
- Se procede al tamizado por las mallas estandarizadas.
- Determinar el peso de cada fracción retenida en las mallas.



Fotografía 6. Análisis granulométrico por tamizado.

4.4.1. RESULTADOS DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO PARA SUELO NATURAL

Se realizó el tamizado de las muestras de cada calicata, por las mallas estandarizadas ASTM, posteriormente se calculó tanto el peso retenido como el porcentaje de peso pasante por cada tamiz, el cual se representa en los siguientes gráficos. Los Certificados de Ensayo de Laboratorio para este ensayo se adjuntan en el ANEXO 03.

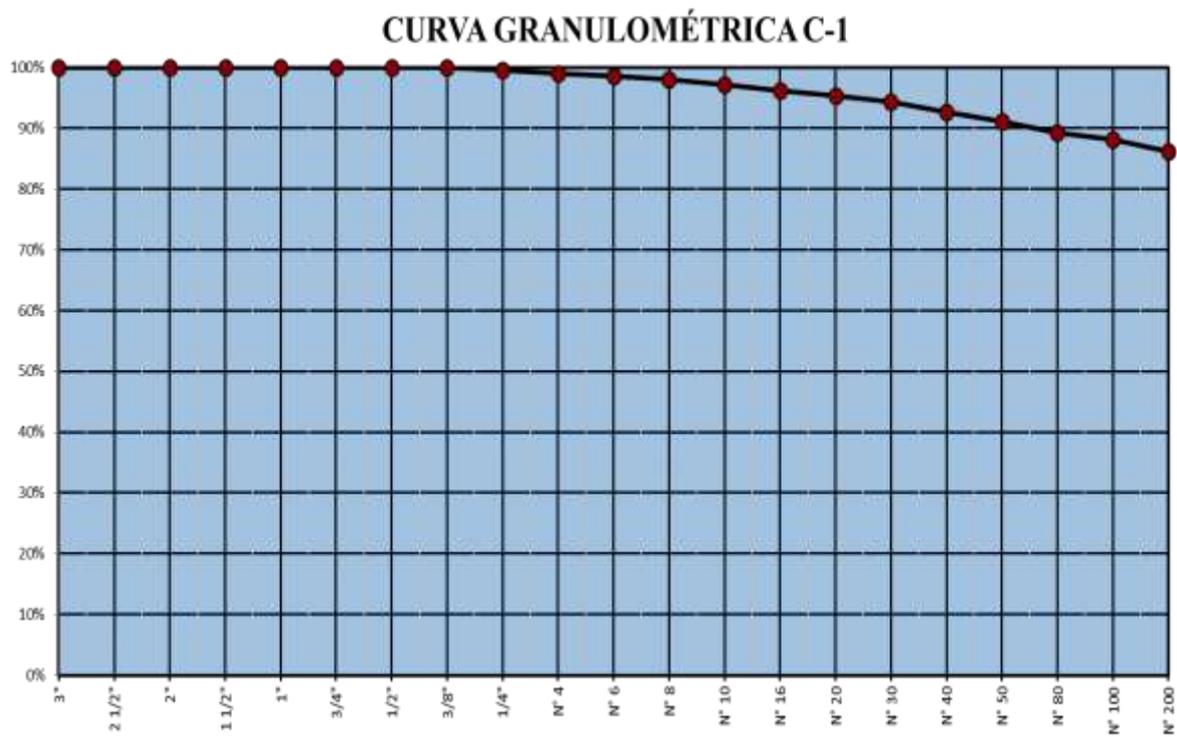


Figura 2. Curva granulométrica – Calicata C-1

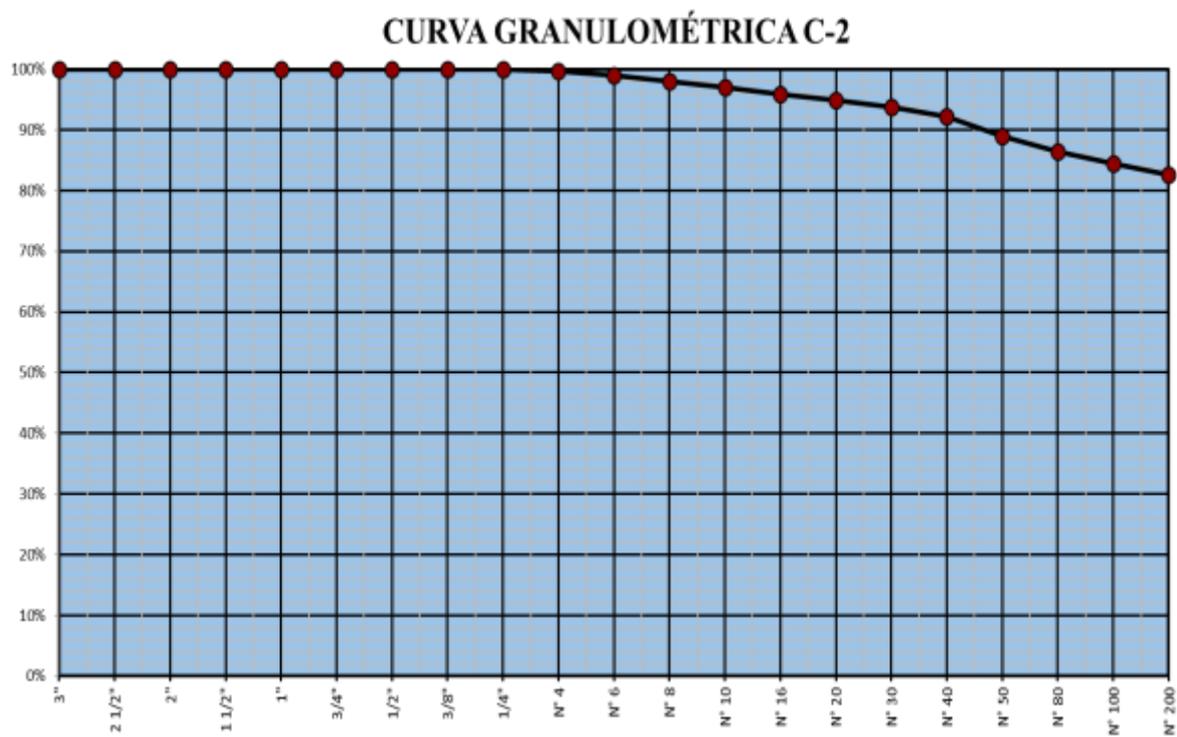


Figura 3. Curva granulométrica – Calicata C-2

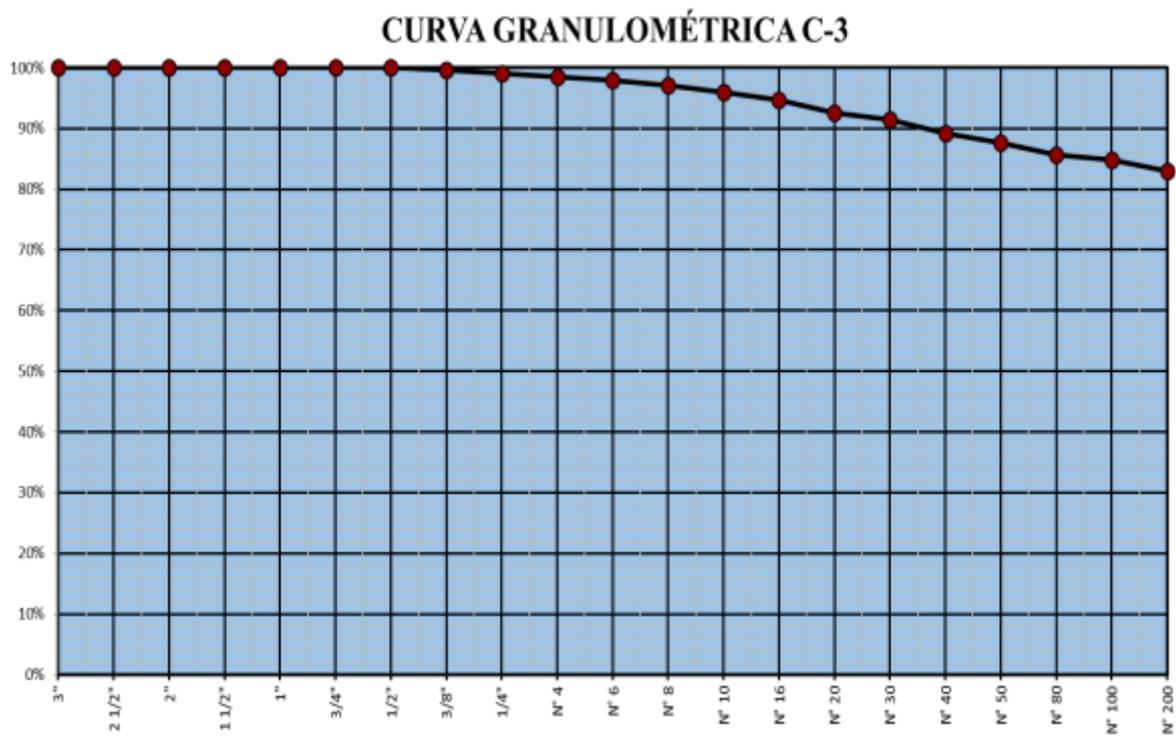


Figura 4. Curva granulométrica – Calicata C-3

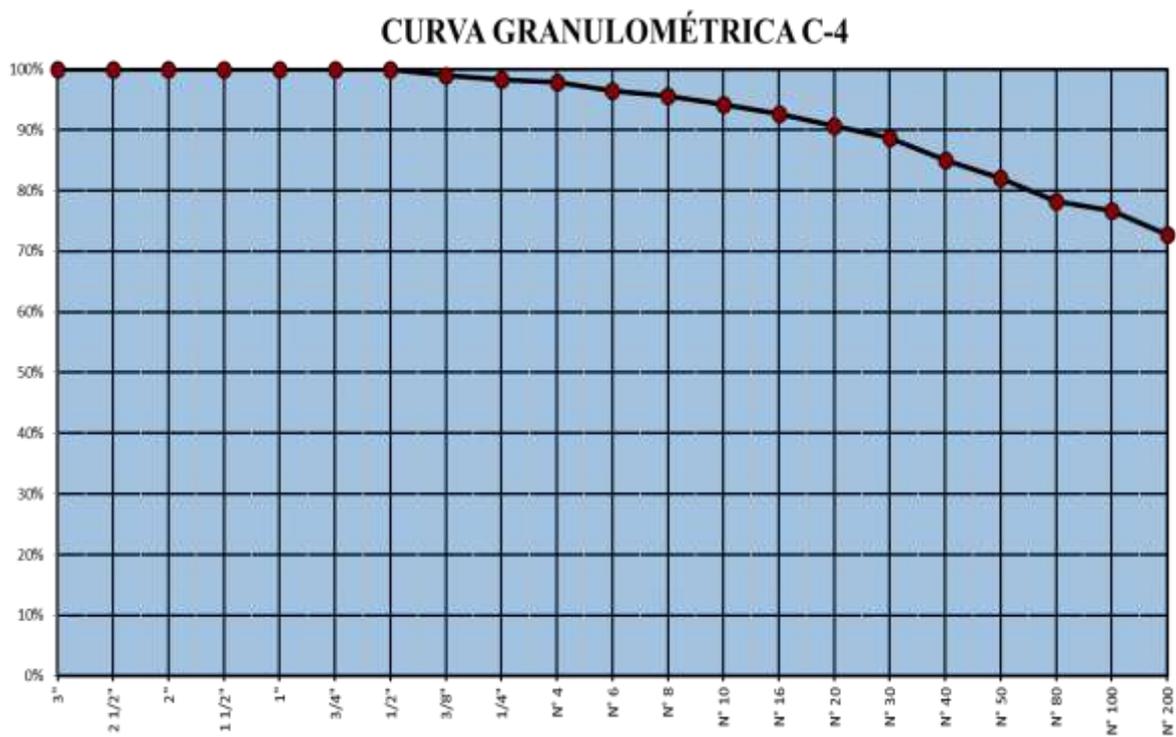


Figura 5. Curva granulométrica – Calicata C-4

4.5. LÍMITES DE ATTERBERG

4.5.1. MTC E 110. DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

- Obtener una fracción representativa de la muestra total para proporcionar 150g a 200g de material pasante del tamiz N° 40.



Fotografía 7. Tamizado de material por tamiz N° 40

- Colocar la muestra de suelo en el recipiente de porcelana y mézclese completamente con 15 a 20 ml de agua destilada.
- A continuación, se colocará una fracción del suelo preparado, en la copa de Casagrande, usado para determinar el Límite Líquido, en el punto en que la copa reposa sobre la base, presionándola y esparciéndola, hasta una profundidad aproximada de 10 mm.
- Se cubre el recipiente de mezclado con un paño húmedo para retener la humedad en la muestra.
- Haciendo uso del acanalador, seccionar la muestra que contiene la copa, creando una ranura a través del suelo formando una línea que permita unir el punto más alto y el punto más bajo en el borde de la copa.

- Levantar y soltar la copa girando el manubrio hasta que las dos mitades de suelo entre en contacto con la base de la ranura una longitud de 13 mm.



Fotografía 8. Copa de Casagrande.

- El número de golpes requeridos para cerrar la ranura, es registrado.
- Se tomar una porción de suelo, para luego colocarse en un contenedor de peso conocido y pesar la muestra.
- Repetir la operación anterior, por lo menos en dos ensayos adicionales, colocar el espécimen de suelo en el plato de mezclado agregándole agua destilada en incremento de 1 a 3 ml. para incrementar su porcentaje de humedad y reducir el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.
- Colocar las tajadas de suelo anteriormente pesadas y enumeradas en el horno de temperatura controlada de 110 ± 5 °C.
- Luego de 24 horas de secado hasta peso constante, pesar las muestras y registrarlas.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco en el horno}} \times 100$$

- Preparación de la curva de fluidez:
 - Trazar una curva de fluidez, la cual representará la relación entre el contenido de humedad y número de golpes de la Copa Casagrande.
 - El contenido de humedad como ordenada
 - El número de golpes como abscisa
 - Tomar el contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de flujo con la ordenada de 25 golpes como límite líquido del suelo y aproximar este valor a un número entero.

4.5.2. MTC E 111. DETERMINACIÓN DE LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

- Se toma un aproximado de 20 gr. de muestra que pase el tamiz N° 40.
- Se mezcla la muestra con agua destilada hasta formar fácilmente una esfera con la misma.
- Tomar una fracción de dicha esfera, con un aproximado de 1,5 a 2,0 gr. para ser usado como muestra para el ensayo.
- Se rueda con la yema de los dedos sobre una superficie lisa formando un cilindro.
- Si el cilindro no se desmorona antes de alcanzar un diámetro de aproximadamente 3,2 mm (1/8”), se realizará nuevamente un elipsoide y se repetirá el procedimiento.
- La fracción así obtenida se pesa.
- Se repite el proceso unas tres veces para calcular el promedio.
- Colocar las tajadas de suelo anteriormente pesadas y enumeradas en el horno de temperatura controlada de 110 ± 5 °C.

- Luego de 24 horas de secado hasta peso constante, pesar las muestras y registrarlas.

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del sueco secado en el horno}} \times 100$$



Fotografía 9. Amasado y rodamiento de material para efectuar el Límite Plástico.

- **Índice de Plasticidad**

$$\text{Índice de Plasticidad} = \text{Límite líquido} - \text{Límite Plástico}$$

4.5.3. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA SUELO NATURAL

Los resultados de los Límites de Atterberg que son necesarios para la clasificación SUCCS y AASTHO, vienen presentados en la tabla 7. Los Certificados de Ensayo de Laboratorio para este ensayo se adjuntan en el ANEXO 03.

Tabla 7
Resultados de Límites de Atterberg para Suelo Natural

Calicata	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
C-1	41.0 %	21.9 %	19.1 %
C-2	38.0 %	19.6 %	18.4 %
C-3	38.4 %	20.4 %	18.0 %
C-4	36.2 %	20.4 %	15.9 %

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

4.6. CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR MÉTODO SUCS Y AASHTO

- **Método SUCS**

Según las propiedades del suelo, se determinó la posición de este en la carta de plasticidad de Casagrande, los resultados son los siguientes:

- **Calicata N° 01**

De la figura 6, podemos identificar que la calicata C-1 se ubica a la izquierda de la carta sobre la línea A, en esta posición está el grupo CL, por consiguiente, se clasifica como Arcillas de Baja Plasticidad (CL).

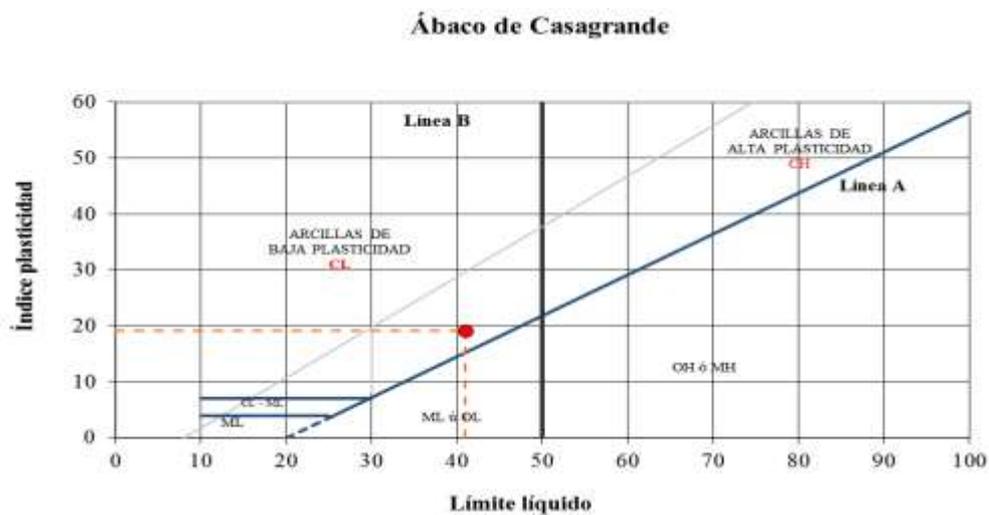


Figura 6. Ábaco de Casagrande – Calicata C-1

- **Calicata N° 02**

De la figura 7, podemos identificar que la calicata C-2 se ubica a la izquierda de la carta sobre la línea A, en esta posición está el grupo CL, por consiguiente, se clasifica como Arcillas con Baja Plasticidad (CL).

Ábaco de Casagrande

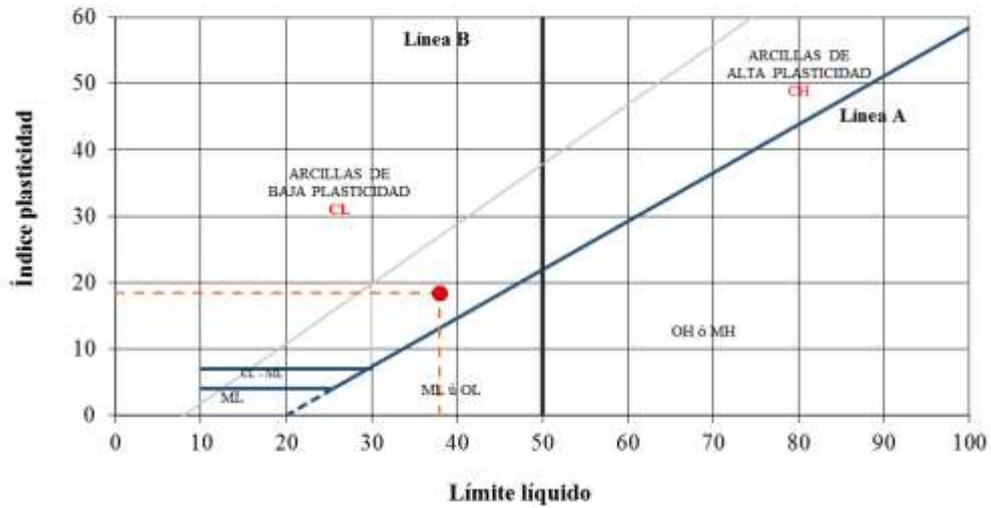


Figura 7. Ábaco de Casagrande – Calicata C-2

- **Calicata N° 03**

De la figura 8, podemos identificar que la calicata C-3 se ubica a la izquierda de la carta sobre la línea A, en esta posición está el grupo CL, por consiguiente, se clasifica como Arcillas con baja plasticidad (CL).

Ábaco de Casagrande

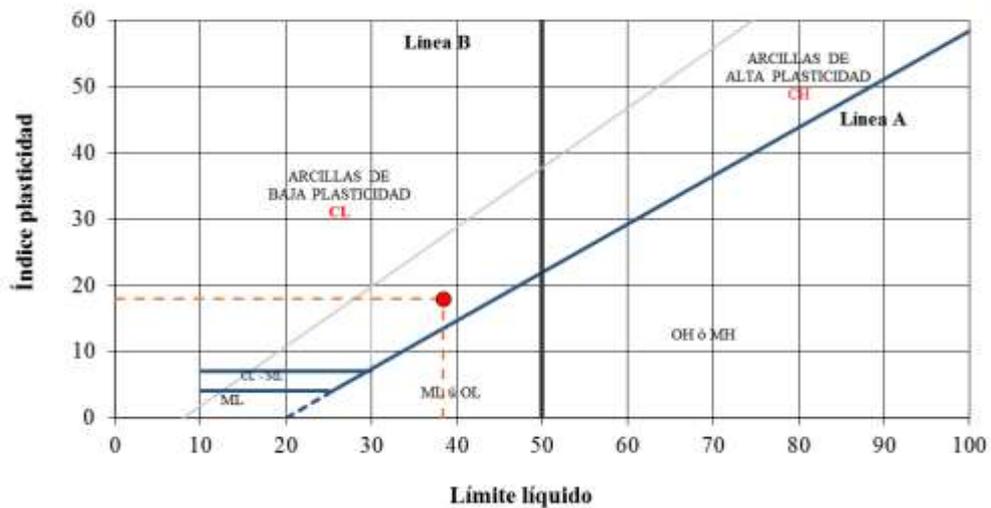


Figura 8. Ábaco de Casagrande – Calicata C-3

○ **Calicata N° 04**

De la figura 9, podemos identificar que la calicata C-4 se ubica a la izquierda de la carta sobre la línea A, en esta posición está el grupo CL, por consiguiente, se clasifica como Arcillas con baja plasticidad (CL).

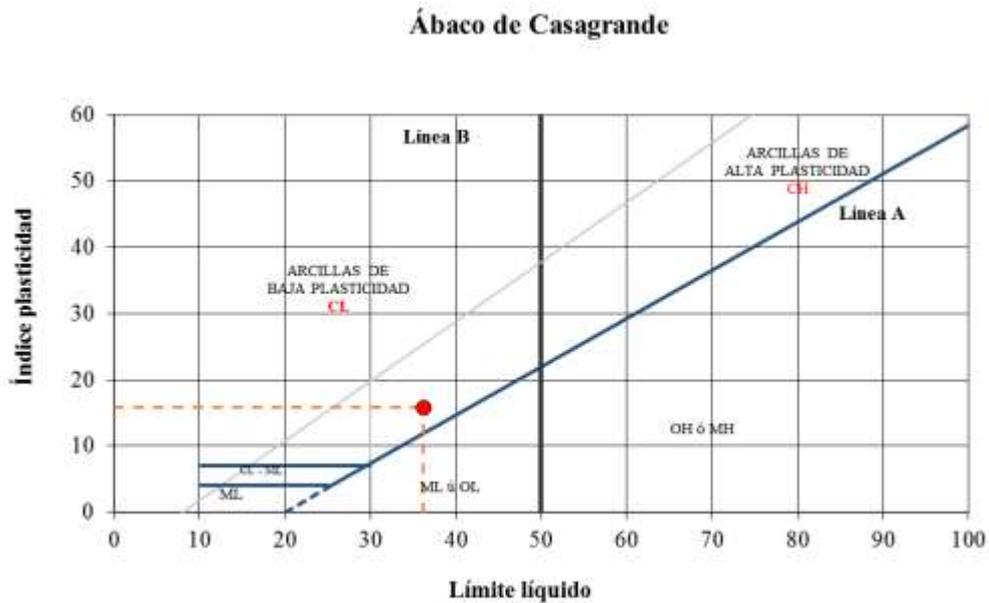


Figura 9. Ábaco de Casagrande – Calicata C-4

● **Sistema de Clasificación AASTHO:**

Para la clasificación fracción – limo arcilloso (AASHTO), se utilizará la variación del límite líquido y el índice de plasticidad presentados anteriormente en la tabla 8. Posteriormente utilizaremos la tabla 8 que representa al porcentaje pasante del tamiz N° 200 para su clasificación y posterior cálculo de Índice de Grupo, cuanto menor sea el valor de IG. de un suelo, mejores son las cualidades del suelo como subrasante.

Tabla 8
Porcentaje que pasa el tamiz N° 200 por cada calicata

F=% que pasa el tamiz N° 200 ; por cada calicata			
C-1	C-2	C-3	C-4
86.20%	82.66%	82.96%	72.68%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

Índice de grupo :

$$IG = (F - 35) \cdot [0,2 + 0,005 \cdot (LL - 40)] + 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$$

Siendo :

F : % que pasa el tamiz ASTM N° 200.

LL : límite líquido.

IP : índice de plasticidad.

El índice de grupo para los suelos de los subgrupos A - 2 - 6 y A - 2 - 7 se calcula usando sólo : $IG = 0,01 \cdot (F - 15) \cdot (IP - 10)$

○ **Calicata N° 01**

De la figura 10, podemos identificar que la calicata C-1 se ubica en la zona del grupo A-7-6, posteriormente se halló el Índice de Grupo, teniendo como resultado 17. Por consiguiente, su clasificación AASTHO es A-7-6(17).

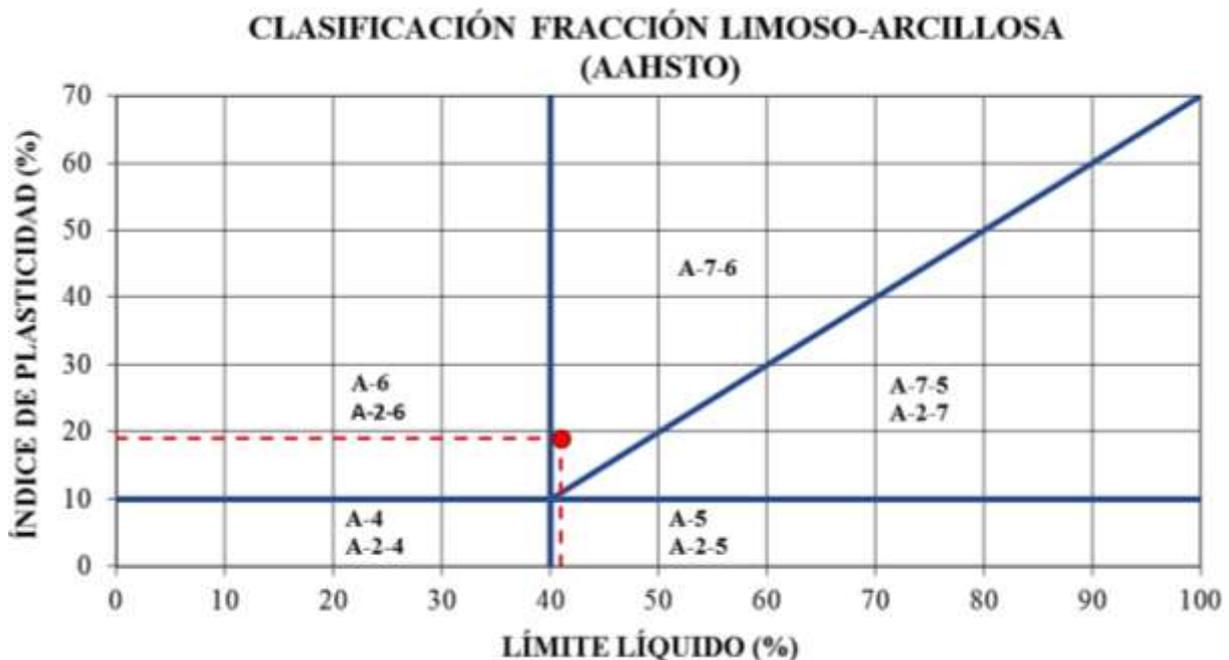


Figura 10. Clasificación de Suelos (AASHTO) – Calicata C-1

- **Calicata N° 02**

De la figura 11, podemos identificar que la calicata C-2 se ubica en la zona del grupo A-6 y A-2-6, por el porcentaje pasante por la malla N° 200, pudimos identificarla en el grupo A-6, posteriormente se halló el Índice de Grupo, teniendo como resultado 15. Por consiguiente, su clasificación AASTHO es A-6(15).

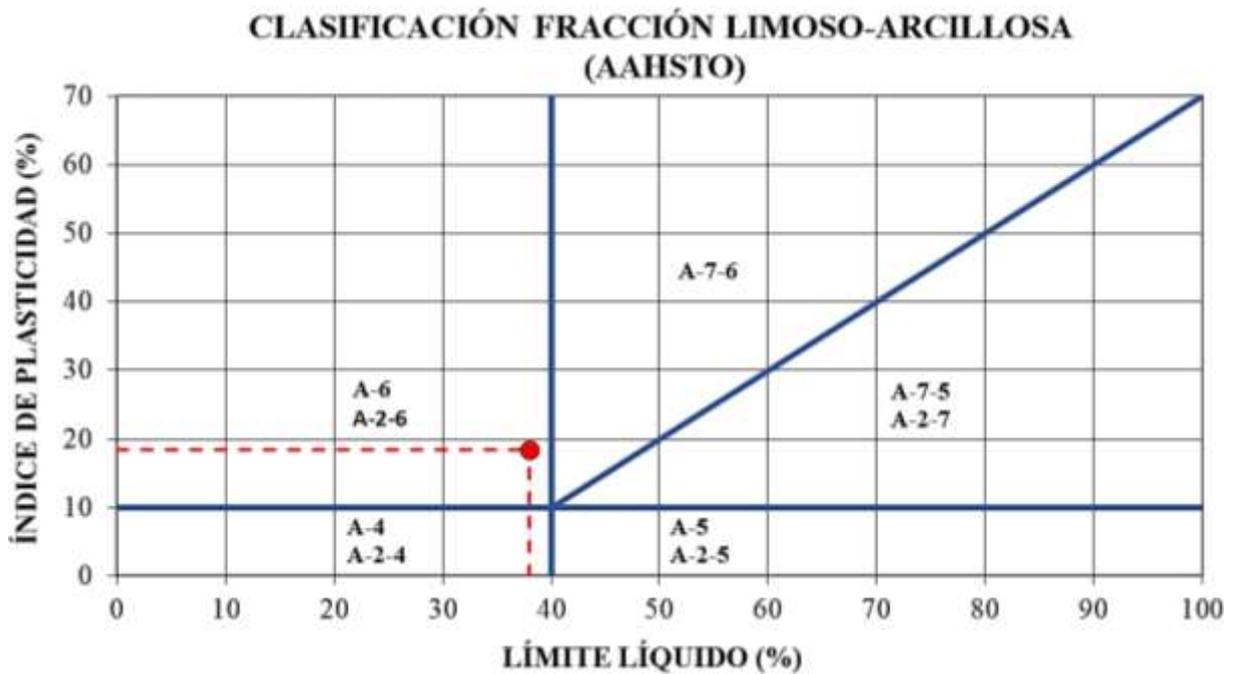


Figura 11. Clasificación de Suelos (AASTHO) – Calicata C-2

- **Calicata N° 03**

De la figura 12, podemos identificar que la calicata C-2 se ubica en la zona del grupo A-6 y A-2-6, por el porcentaje pasante por la malla N° 200, pudimos identificarla en el grupo A-6, posteriormente se halló el Índice de Grupo, teniendo como resultado 15. Por consiguiente, su clasificación AASTHO es A-6(15).

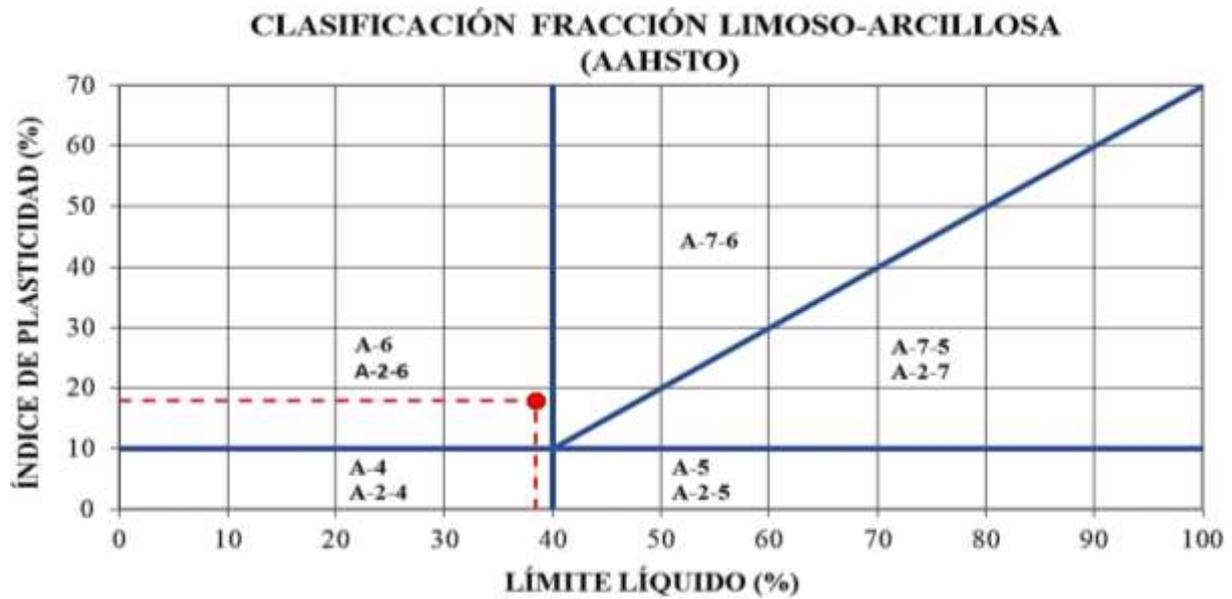


Figura 12. Clasificación de Suelos (AASHTO) – Calicata C-3

○ **Calicata N° 04**

De la figura 13, podemos identificar que la calicata C-2 se ubica en la zona del grupo A-6 y A-2-6, por el porcentaje pasante por la malla N° 200, pudimos identificarla en el grupo A-6, posteriormente se halló el Índice de Grupo, teniendo como resultado 11. Por consiguiente, su clasificación AASTHO es A-6(11).

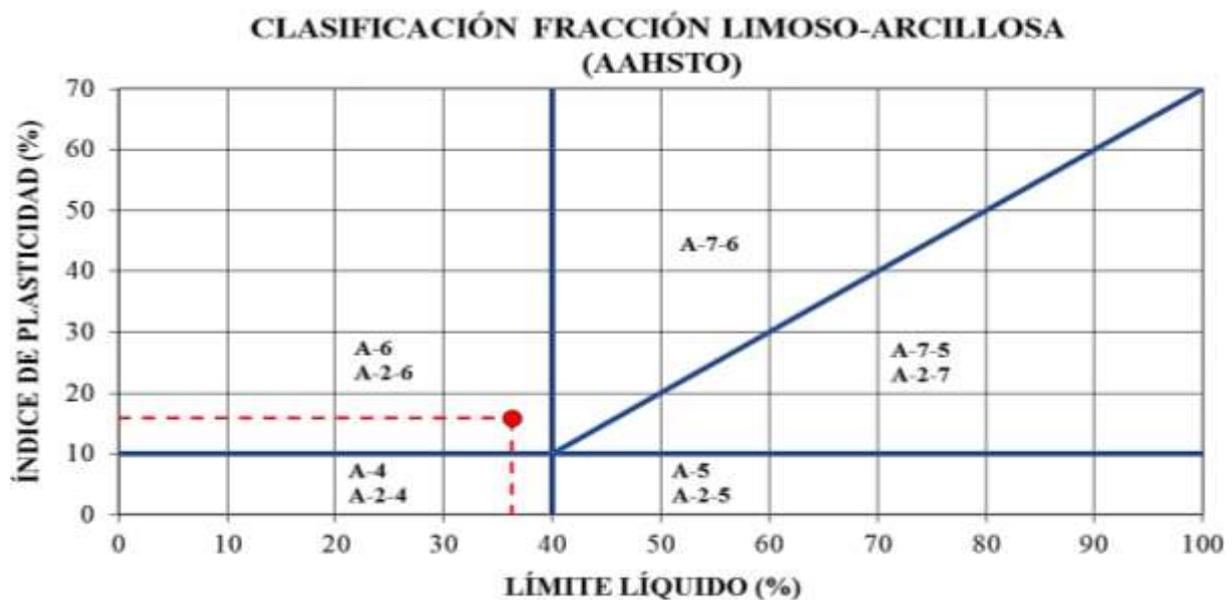


Figura 13. Clasificación de Suelos (AASTHO) – Calicata C-4

4.7.MTC E 115. COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

- Se toman aproximadamente 23 kg de muestra para el método A y B, para el método C se utilizan 45 kg.
- Se determina el porcentaje de material retenido en la malla N°4, 3/8" para establecer el método a realizar.
- Según la tabla 9 se puede observar los requerimientos por cada método.

Tabla 9
Métodos de uso para el Ensayo Proctor Modificado

		MÉTODO "A"	MÉTODO "B"	MÉTODO "C"
% Retenido Acumulado	Tamiz 3/4"	-	-	<30
	Tamiz 3/8"	-	≤20	>20
	Tamiz N° 4	≤20	>20	-
Molde Ø		4"	4"	6"
Material		N° 4	3/8"	3/4"
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		25	25	56
Peso de martillo		10 lb	10 lb	10 lb
Altura de caída en pulg.		18"	18"	18"

Nota: Adaptado de Manual de Ensayo de Materiales-MTC 2016 (MTC E 115).

- El Método a utilizar es el "A", ya que el % Retenido Acumulado es <20% en el tamiz N°4.
- Sin secado previo de la muestra, se pasa a través del tamiz N°4. Se determina el contenido de agua del suelo procesado.
- De preferencia, preparar cinco especímenes con contenidos de agua variables cercano al óptimo con variaciones aproximadas del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir la curva.
- Usar aproximadamente 2.3 kg del suelo tamizado.

- Determinar y anotar la masa del molde y el plato de base.
- Colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme.
- Compactar el espécimen usando el pistón en cinco capas con 25 golpes cada uno.



Fotografía 10. Compactación del espécimen con el pistón.

- Remover el collar y plato base del molde
- Enrasar la parte superior e inferior del espécimen compactado, por medio de una regla.
- Determine y registre la masa del espécimen y molde.



Fotografía 11. Retiro del collar del molde.

- Remover el material del molde y obtener un espécimen para determinar el contenido de humedad.

- A continuación, calcular el peso unitario seco y el contenido de agua para cada espécimen compactado.
- Dibujar la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos.
- Teniendo en cuenta la curva de compactación, determinar el óptimo contenido de agua y peso unitario seco máximo.

4.7.1. RESULTADOS DE PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) PARA SUELO NATURAL

Para determinar el método por el cual se realizará el Ensayo de Proctor Modificado, se empleó la tabla 9, y acorde a las muestras representativas de suelo que se obtuvieron mediante la prospección de las 4 calicatas, se realizó por el método A.

La tabla 10, viene presentada por los resultados que se obtuvieron del Ensayo realizado en laboratorio, para las muestras obtenidas mediante las 4 calicatas exploradas.

Los certificados de Ensayo de Laboratorio para el Ensayo de Proctor Modificado para suelo natural se adjuntan en el ANEXO 03.

Tabla 10

Resultados de Ensayo Proctor Modificado – Suelo Natural

PROCTOR MODIFICADO (SUELO NATURAL)		
Calicata	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-1	1.65	18.30
C-2	1.67	18.00
C-3	1.70	17.00
C-4	1.72	17.80

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

4.8. MTC E 132. ENSAYO DE CBR

- Secado del material a temperatura ambiente.
- Disgregado de los terrones de material.
- Se determina el tamiz con el que se debe trabajar, en este caso se usará el Tamiz N° 3/4", ya que más del 75% en peso de la muestra pasa por este tamiz.
- De la muestra ya preparada se procede a tomar la cantidad requerida para el ensayo de apisonado, adicionalmente unos 5 kg por cada molde C.B.R.
- Se compacta en 5 capas con 12, 25 y 56 golpes por capa, con diferentes humedades, con el propósito de conseguir una familia de curvas que muestren la relación entre la humedad, peso específico y relación de capacidad soporte.
- Se libera el collarín, se enrasa la parte superior del molde, se voltea el molde y se quita la base del molde perforada y el disco espaciador.
- Se pesa el molde con la muestra, se determina la densidad y la humedad de la muestra.
- Determinada ya la densidad y la humedad se procede a colocar el papel filtro sobre la superficie enrasada, un plato metálico perforado y se voltea el molde.
- Se colocará papel filtro sobre la superficie libre de la muestra, y se colocará el plato con el vástago graduable, además sobre el plato se colocará varias pesas de plomo. La sobrecarga mínima será de 10 lbs.
- Colocado el vástago y las pesas, se colocará el molde dentro de un tanque o depósito lleno con agua.
- Se coloca el trípode con un extensómetro y se toma una lectura inicial y se tomará cada 24 horas.
- Al cabo de las 96 horas se calcula el% de hinchamiento que es la lectura final menos la lectura inicial dividido entre la altura inicial de muestra multiplicado por 100.

- Para la etapa de presión, se aplica una sobrecarga necesaria para generar una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg. De aproximación) pero no menor de 4.54 kg. (10 lbs.).
- Se coloca el dial medidor de modo que se consiga medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50 N (5kg) para que el pistón asiente.



Fotografía 12. Saturación y aplicación de carga a las muestras para determinar su valor C.B.R.

4.8.1. RESULTADOS PARA ENSAYO C.B.R. PARA SUELO NATURAL

La realización de esta prueba fue para determinar si el material cumple con los parámetros para ser usado como capa subrasante que nos refiere el Manual de Carreteras, tal como se muestra en la tabla 4. Para ello, anteriormente se compacto el suelo por medio de la Prueba de Proctor Modificado.

En la figura 14, se puede observar los resultados que se obtuvieron de la Prueba de C.B.R., de las muestras representativas obtenidas de las 4 calicatas exploradas, se puede observar que la calicata C-1, tiene un valor de C.B.R.: de 4.85 al 95%, siendo el valor más crítico a comparación de las demás calicatas.

Los certificados para el Ensayo de C.B.R. para suelo natural se adjuntan en el ANEXO 03.

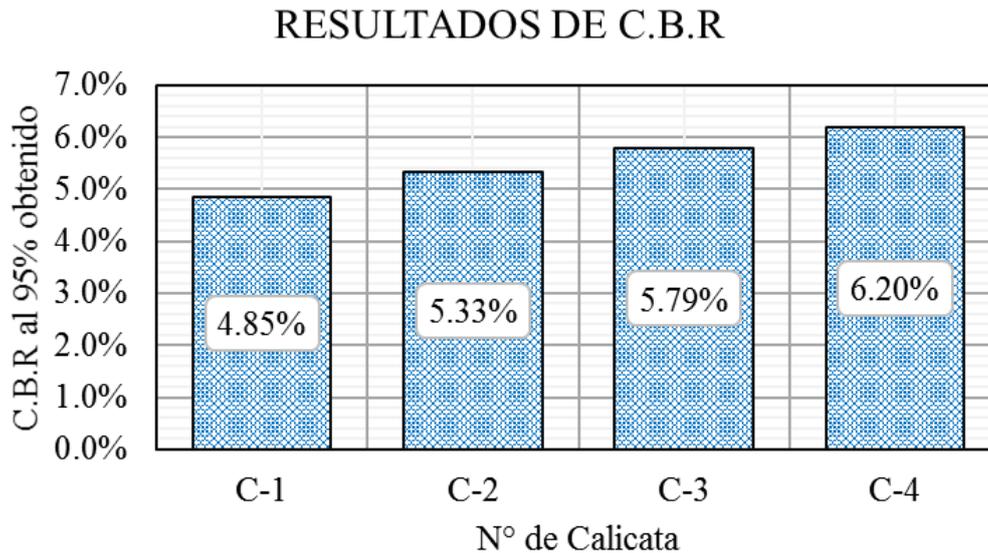


Figura 14. Resultados Prueba C.B.R.: - Suelo Natural

4.9. RESULTADOS DE PRUEBA DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR MODIFICADO) PARA SUELO ESTABILIZADO

Para realizar este procedimiento se adicionó diferentes porcentajes de óxido de calcio respecto al peso de la muestra de suelo representativo. Para el experimento se hizo uso de la muestra de suelo representativo con el valor de C.B.R. más crítico, siendo esta el valor de la calicata C-1.

La tabla 11 viene representada por los resultados que se obtuvieron del ensayo Proctor modificado de la muestra patrón (C-1), adicionando óxido de calcio al 1%, 3%, 5% y 7% en peso. El Certificado de Ensayo de Laboratorio para este ensayo se adjunta en el ANEXO 04.

Tabla 11

Resultados de Ensayo Proctor Modificado – Suelo Estabilizado

PROCTOR MODIFICADO (SUELO - CAL)			
Calicata	Adición % cal en peso	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-1	1%	1.62	15.40
	3%	1.57	15.60
	5%	1.60	14.90
	7%	1.57	15.40

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio

4.10. RESULTADOS DE ENSAYO DE C.B.R. PARA SUELO ESTABILIZADO

Para esta prueba se repitió el mismo procedimiento de la Prueba de CBR para suelo natural, esta vez se fue incrementando el porcentaje de óxido de calcio en 1%, 3%, 5% y 7% respecto al peso del suelo. Todo esto con el fin de determinar el porcentaje óptimo de cal que se requiere para aumentar la resistencia del suelo y que cumpla con parámetros del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”- Sección Suelos.



Fotografía 13. Peso de óxido de calcio respecto al peso de suelo y mezclado



Fotografía 14. Suelo estabilizado sometido a Prueba de Valor Soporte California

Los resultados de la Prueba de CBR, vienen presentados en la figura 15.



Figura 15. Resultados de Prueba C.B.R. – Suelo Estabilizado

Los certificados del Ensayo de laboratorio CBR para suelo estabilizado se adjuntan en el ANEXO 04.

4.11. RESULTADOS DE LÍMITES DE ATTERBERG PARA SUELO ESTABILIZADO

Se realizó nuevamente la prueba para determinar el cambio en la plasticidad del suelo al añadirle porcentajes de óxido de calcio en 3% respecto al peso del suelo,

para compararla con la plasticidad del suelo en estado natural. Los resultados que se obtuvieron se evidencian en la tabla 12.

Tabla 12

Resultados de Límites de Atterberg para Suelo Estabilizado

LÍMITES DE ATTERBERG (SUELO – CAL)				
CALICATA	Adición % cal en peso	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice de Plasticidad (%)
C-1	3%	40.00	35.80	4.20

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio

El Certificado de Ensayo de Laboratorio para el Ensayo de Límite de Atterberg para Suelo Estabilizado se adjunta en el ANEXO 04.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

En este estudio se ha clasificado los suelos en base a dos sistemas, el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y el sistema AASHTO.

El sistema SUCS, nos permite clasificar el suelo tomado como muestra para este estudio, como arcillas de baja plasticidad (CL), pues la intersección entre el límite plástico y el límite líquido se ubica a la izquierda de la carta sobre la línea A.

Basándonos en el Sistema de clasificación AASHTO el material en las 4 muestras son clasificadas de la siguiente manera: para la calicata C-1, clasificado bajo el subgrupo A-7-6, con índice de grupo 17, que pertenece a los suelos arcillosos, para las calicatas C-2 y C-3, clasificado bajo el subgrupo A-6, con índice de grupo 15 y la calicata C-4, clasificado bajo el subgrupo A-6, con índice de grupo 11, las cuales indican que nos encontramos frente a un material de fundación de malo a regular.

5.2. DETERMINACIÓN DE PORCENTAJE ÓPTIMO DE ÓXIDO DE CALCIO PARA LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

Luego de obtener cada una de las características del suelo natural, se adicionó diversos porcentajes de óxido de calcio, en 1%, 3% 5% y 7% respecto al peso del suelo. Las propiedades en las cuales se enfocó la estabilización fueron: límites de Atterberg y CBR. Se realizaron los ensayos de laboratorio para determinar el cambio que se produce después de la adición de óxido de calcio sobre el suelo natural, todo esto de forma que al aumentar el porcentaje de óxido de calcio se obtuvieran mejoras en las propiedades que se mencionaron anteriormente.

Del mismo modo se obtuvo el porcentaje óptimo de óxido de calcio, para el cual las propiedades cumplen el parámetro para ser considerado como capa subrasante, de acuerdo a la tabla 4.

5.2.1. PROPIEDADES MECÁNICAS

- **Ensayo de Proctor Modificado**

Se ha producido cambios en la densidad seca máxima y la humedad óptima del suelo ensayado a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante, se puede observar que la curva de compactación corre hacia la izquierda y hacia abajo.

Se pudo observar que a la misma aplicación de energía de compactación fue posible obtener una menor densidad seca máxima. Por consiguiente, la reducción de la máxima densidad seca es menor al suelo tratado que el suelo en estado natural. A continuación, se presenta un resumen en el que se muestran las curvas de compactación en estado natural y con la adición de porcentajes de óxido de calcio de 1%, 3%, 5% y 7%.

Tabla 13

Ensayo Proctor Modificado – Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado

Ensayo Proctor Modificado - Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado			
Calicata	Adición de %CaO	Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	Óptimo contenido de Humedad (%)
C-1	Suelo Natural	1.65	18.3
	1%	1.62	15.4
	3%	1.57	15.6
	5%	1.60	14.9
	7%	1.57	15.4

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio

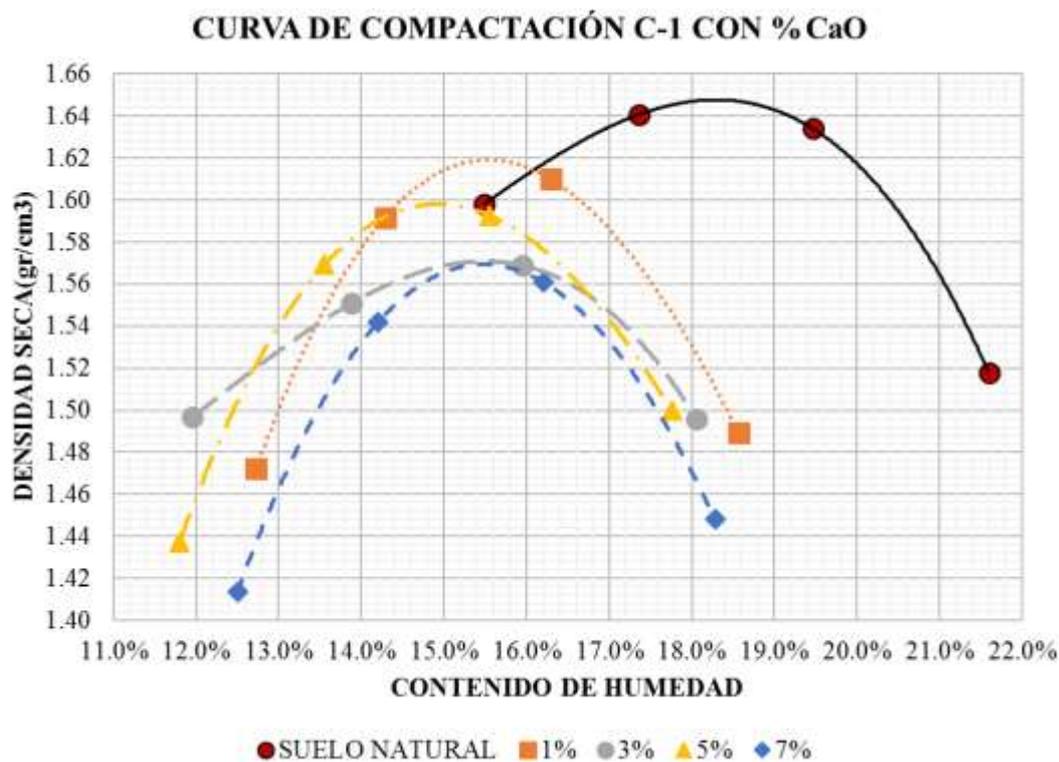


Figura 16. Curva de compactación Calicata C-1 con CaO como estabilizante químico

- **Variación del CBR a la estabilización química con óxido de calcio**

Para analizar el comportamiento del valor de Soporte del suelo se realizó el ensayo de CBR, para determinar el valor Soporte, tanto en estado natural, así como la adición del estabilizador químico en porcentajes crecientes, se tomaron porcentajes de óxido de calcio de 1%, 3%, 5% y 7% respecto al peso seco del suelo, como se observa en la figura 17.

CBR AL 95% DE SUELO NATURAL VS SUELO ESTABILIZADO

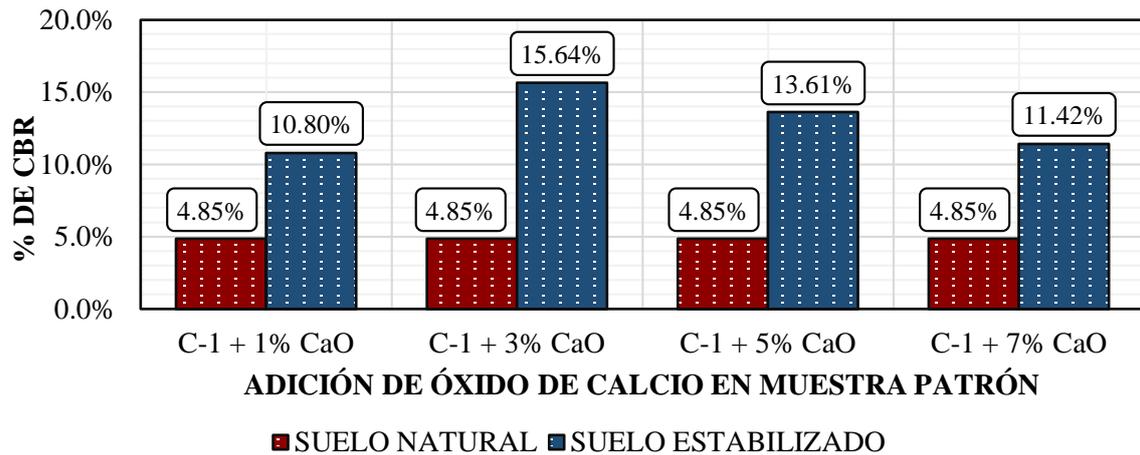


Figura 17. Prueba C.B.R. – Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado

Se tomó como muestra patrón el material de la Calicata C- 1, Los resultados del ensayo de C.B.R. para suelo natural y posteriormente con la adición de cal en proporciones de 1%, 3%, 5% y 7%, revelan que a la adición proporcional de cal al 1% respecto al peso del suelo; el valor de C.B.R. va incrementándose, hasta llegar a un punto en el que el valor de C.B.R. es óptimo para su uso como capa subrasante, sin embargo, se puede notar que a la adición del 5% y 7%, este valor de C.B.R. desciende nuevamente.

Se realizó una gráfica relacionando los distintos porcentajes de óxido de calcio adicionados al suelo respecto al CBR obtenido para cada uno de estos porcentajes como se ve en la siguiente figura 18.

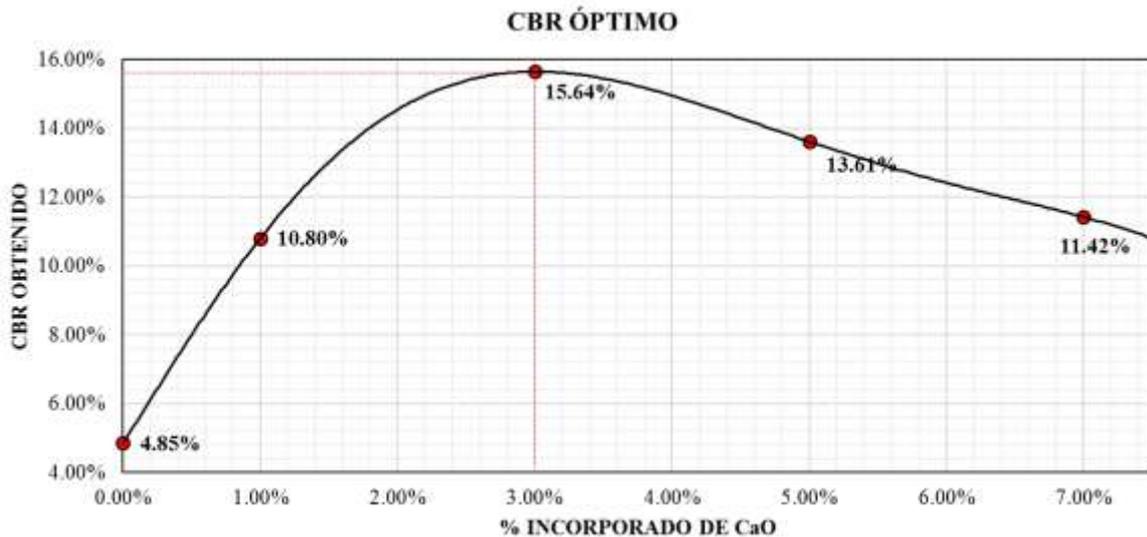


Figura 18. Resultados Prueba C.B.R. porcentaje óptimo de Óxido de Calcio

5.2.2. PROPIEDADES FÍSICAS

- **Límites de Atterberg**

Una vez de haber realizado el ensayo de C.B.R. y habiendo revelado que a la adición de óxido de calcio 3% respecto al peso seco del suelo, este arroja un valor óptimo de C.B.R. para ser usado como capa subrasante.

Para analizar el comportamiento de la plasticidad del suelo se realizaron los ensayos para determinar los Límites de Atterberg, tanto en su estado natural, así como a la adición del agente estabilizador en porcentaje de 3% respecto al peso del suelo.

Como se observa en la tabla 14, existen variaciones en el límite líquido como en el límite plástico, a medida que se incrementa el porcentaje de estabilizante en función del peso seco del suelo, el límite líquido tiende a reducirse, mientras que el límite plástico incrementa su valor, produciéndose una disminución en el índice de plasticidad.

Esto se debe principalmente a que cuando se adiciona el óxido de calcio al suelo se produce un descenso en la humedad del suelo puesto que se produce un desprendimiento de calor en el proceso de hidratación del óxido de calcio. Esto se ve reflejado en el aumento de trabajabilidad del material, ya que las pérdidas de la fuerza de unión entre partículas de arcilla y de la alteración de la disposición ordenada y laminar de la misma, produce un aumento de la trabajabilidad. El efecto que se logra es la conversión de un suelo típicamente cohesivo como el nuestro en otro de comportamiento característico de un tipo granular, más arenoso.

Tabla 14

Límites de Atterberg – Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado

Límites de Atterberg - Suelo Natural vs. Suelo Estabilizado				
Calicata	Adición de %CaO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
C-1	Suelo Natural	41.00%	21.90%	19.10%
	3%	40.00%	35.80%	4.20%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio

En las figuras presentadas a continuación, se evidencia los límites de Atterberg con el porcentaje óptimo de estabilizante.

VARIACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO CON 3% CaO

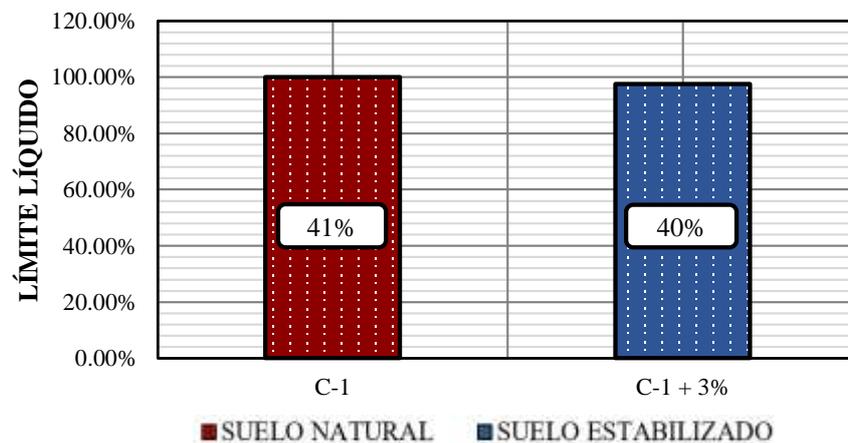


Figura 19. Variación de Límite Líquido – Suelo natural vs. Suelo estabilizado

VARIACIÓN DE LÍMITE PLÁSTICO CON 3% CaO

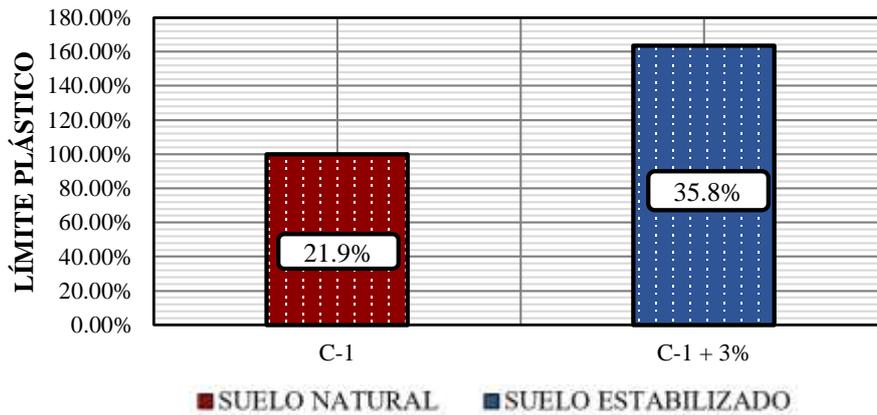


Figura 20. Variación de límite Plástico – Suelo natural vs. Suelo Estabilizado

VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE PLASTICIDAD CON 3% CaO

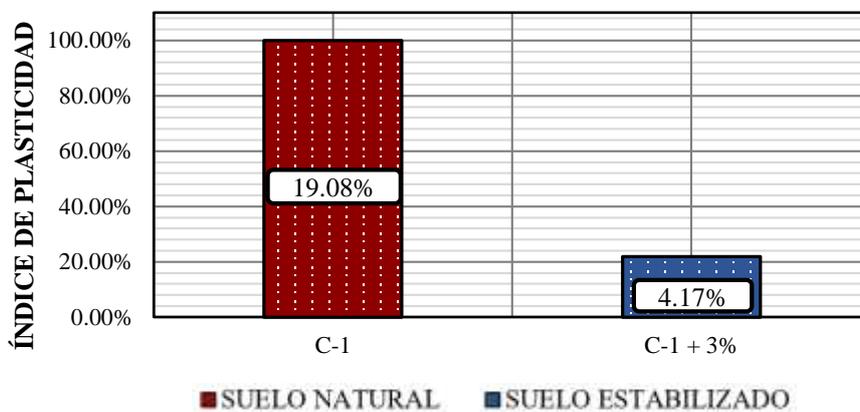


Figura 21. Variación de Índice de Plasticidad – Suelo natural vs. Suelo Estabilizado

Mediante la incorporación de un 3% de óxido de calcio al suelo se ha logrado una reducción en el límite líquido de un suelo natural con 41% a uno de 40% posterior a su estabilización, un aumento en el límite plástico de un suelo natural 21.9% a uno de 35.8% posterior a su estabilización y el índice de plasticidad se ha logrado disminuir en suelo natural con un IP de 19.08% a un IP de 4.17% posterior a su estabilización.

5.3. ELABORACIÓN DE PRESUPUESTO PARA ESTABILIZACIÓN FÍSICA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE SUELOS Y ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO

5.3.1. CALCULO DE ESPESOR DE AFIRMADO

Para realizar el diseño de pavimento de bajo volumen de tránsito, se hizo uso del Manual de carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Se usó la metodología NAASRA (National Association of Australian State Authorities), para determinar la dimensión de los espesores de la capa de afirmado, el cual relaciona el valor Soporte del Suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, representada en número de Repeticiones, mediante la siguiente ecuación:

$$e = (219 - 2011 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2) \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Los resultados se muestran en la tabla 15.

Tabla 15
Cálculo de sección de afirmado para suelo estabilizado

Calicata	Nrep. de EE.	Valor C.B.R. (%)	Espesor de Afirmado (cm.)	Adoptado (cm.)
C-1 (Suelo Estabilizado)	45365 EE.	15.64	13.00	15.00

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

5.3.2. CALCULO DEL PESO TOTAL DE ADICIÓN DE ÓXIDO DE CALCIO EN TRAMO DE ESTUDIO

Para determinar el número de bolsas de cal con las que se contaría para estabilizar el tramo, se realizaron los siguientes pasos:

a) Características de la Vía	
Ancho de vía promedio	: 4.50 m.
Longitud Total	: 3.100 Km.
Espesor	: 0.15 m.
Factor de Esponjamiento	: 37%
Volumen del Suelo	: 2866.73 m³
b) Cálculo de Peso de Suelo Total	
Volumen Suelo + Esponjamiento	: 2866.73 m ³
Máxima Densidad Seca (Proctor)	: 1650 Kg/ m ³
Peso de Suelo Total	: 4730104.50 Kg.
c) Cálculo de Bolsas de Óxido de Calcio	
Porcentaje óptimo	: 3%
Peso de Suelo Total	: 4730104.50 Kg.
Peso de Óxido de Calcio	: 141903.14 Kg.
Peso por Bolsa de Óxido de Calcio	: 30.00 Kg.
Total de Bolsas de 30 kg.	: 4731. Bols.

5.3.3. ELABORACIÓN DE LA HOJA DE PRESUPUESTO

La figura 22, viene presentado por la hoja de presupuesto realizada para la estabilización física por el método de combinación de suelos de una vía, asimismo la figura 23, viene presentada por la hoja de presupuesto realizada para la estabilización química con óxido de calcio de una vía, claramente notamos la diferencia en costos.

En el ANEXO 11, se adjunta el Análisis de Precios Unitarios para cada presupuesto.

Presupuesto

Presupuesto 0201002 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIAHUANCA - C.P. OJARO, L=3.100 KM.
 Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN FÍSICA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE SUELOS
 Cliente UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES Costo al 15/03/2017
 Lugar JUNIN - HUANCAYO - PARIAHUANCA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				29,574.00
01.01	EXPLANACIONES				29,574.00
01.01.01	ESCARIFICADO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	13,950.00	2.12	29,574.00
02	PAVIMENTOS				319,720.05
02.01	MEJORAMIENTO DE MATERIAL SUBRASANTE				249,705.00
02.01.01	MATERIAL P/MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m3	4,185.00	12.00	50,220.00
02.01.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR e=variable	m2	13,950.00	2.10	29,295.00
02.01.03	PIEDRA DE 6" P/MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	m3	4,185.00	32.00	133,920.00
02.01.04	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE PIEDRA P/MEJORAMIENTO e=variable	m2	13,950.00	2.60	36,270.00
02.02	AFIRMADO				70,015.05
02.02.01	MATERIAL DE AFIRMADO	m3	2,092.50	19.46	40,720.05
02.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR e=0.15 cm.	m2	13,950.00	2.10	29,295.00
	Costo Directo				349,294.05

SON : TRESCIENTOS CUARENTINUEVE MIL DOSCIENTOS NOVENTICUATRO Y 05/100 NUEVOS SOLES

Figura 22. Hoja de presupuesto – Estabilización física por el método de Combinación de Suelos.

Presupuesto

Presupuesto 0201001 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIAHUANCA - C.P. OJARO, L=3.100 KM.
 Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO
 Cliente UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES Costo al 01/03/2017
 Lugar JUNIN - HUANCAYO - PARIAHUANCA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				29,574.00
01.01	EXPLANACIONES				29,574.00
01.01.01	ESCARIFICADO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	13,950.00	2.12	29,574.00
02	PAVIMENTOS				164,596.05
02.01	MEJORAMIENTO DE MATERIAL SUBRASANTE				94,581.00
02.01.01	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR e=variable	m2	13,950.00	6.78	94,581.00
02.02	AFIRMADO				70,015.05
02.02.01	MATERIAL DE AFIRMADO	m3	2,092.50	19.46	40,720.05
02.02.02	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR e=0.15 cm.	m2	13,950.00	2.10	29,295.00
	Costo Directo				194,170.05

SON : CIENTO NOVENTICUATRO MIL CIENTO SETENTA Y 05/100 NUEVOS SOLES

Figura 23. Hoja de presupuesto – Estabilización química con óxido de calcio

GRÁFICO DE COMPARACIÓN DE PRESUPUESTO
Estabilización Física por combinación de suelos Vs. Estabilización Química con CaO

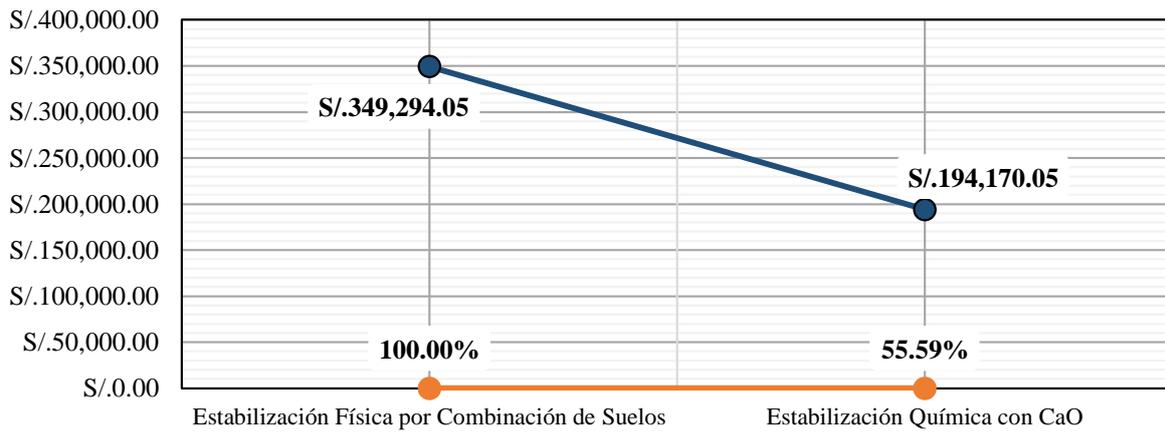


Figura 24. Comparación de presupuesto de Estabilización física por el método de combinación de suelos vs. Suelo Estabilizado con óxido de calcio

En el gráfico 25, se observa que la alternativa de diseño haciendo uso de estabilizante químico (óxido de calcio), de acuerdo a los montos, es el conveniente ya que la diferencia con respecto al costo con el que se ejecutará sin el uso de estabilizante químico es de 44.41%.

PORCENTAJE DE INCIDENCIA DE COSTOS PARA ESTABILIZACIÓN POR COMBINACIÓN DE SUELOS Y ESTABILIZACIÓN QUÍMICA

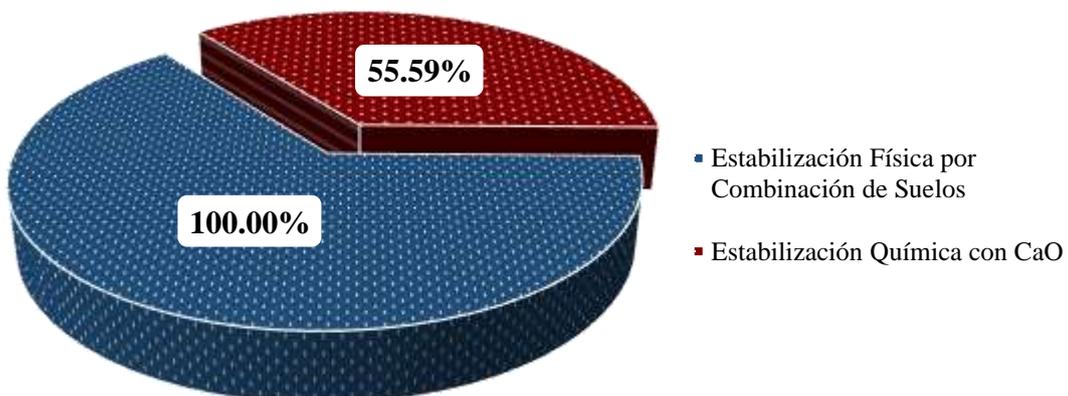


Figura 25. Porcentaje de incidencia de costos para Estabilización Física por el método de combinación de Suelos y Estabilización Química con óxido de calcio

5.4. CON RESPECTO A LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS

5.4.1. RESPECTO A LA HIPÓTESIS GENERAL

En relación a la hipótesis general planteada se pudo determinar que la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio mejora las propiedades físico mecánicas de la subrasante de la vía en estudio. Cabe mencionar que el porcentaje para las adiciones que se realizaron de 1% al 3% tiene una tendencia creciente, contrariamente a la adición de 5% a 7%, la cual tiene una tendencia decreciente en la curva de C.B.R. vs. Adición de % CaO. Por lo tanto, se acepta la hipótesis general planteada inicialmente en la presente investigación, ya que la estabilización química mediante el uso de CaO, influye positivamente en la adición de la misma en el rango de 1% a 3%, ya que en estos porcentajes se puede determinar la reducción del índice de plasticidad y el aumento significativo del Valor de CBR.

5.4.2. RESPECTO A LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- En relación a la primera hipótesis específica planteada se pudo determinar el porcentaje óptimo de óxido de calcio a la adición de diversas proporciones de ésta con respecto al peso seco del suelo, para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín, con suelo de característica arcillosa. Al respecto cabe mencionar que el porcentaje óptimo de óxido de calcio para la presente investigación, adicionando porcentajes de 1% a 7% en intervalos de 2%, es la adición del 3% respecto al peso seco del suelo. Técnicamente a la adición del 3% y 5% se pudo obtener un espesor mínimo requerido adaptado de 15cm. de capa de afirmado, sin embargo,

evaluando estas dos alternativas, la adición del 3% resulta viable, ya que con esta adición se puede alcanzar el menor espesor requerido de capa de afirmado y a la vez menores gastos en lo que respecta a la cantidad de adición de óxido de calcio.

Se pudo determinar las mejoras que produce la estabilización química mediante óxido de calcio, luego de que se adicionara la misma en diversos porcentajes, como la elevación importante del límite plástico del suelo, lo que hace disminuir el índice de plasticidad, con lo que el suelo pasa a un estado fácil de trabajar y compactar, asimismo reduce el valor máximo de la densidad aparente seca que puede alcanzarse para una energía de compactación específica, así como un aumento del valor de C.B.R.

- En relación a la tercera hipótesis específica planteada, se realizó una evaluación al presupuesto de una estabilización física de subrasante por el método de combinación de suelos, y otra por estabilización química con el uso de óxido de calcio, los datos que se obtuvieron demuestran la ventaja económica que tiene el uso del óxido de calcio, asimismo la reducción de espesores de capa de afirmado en el diseño haciendo uso de óxido de calcio, asimismo alarga el ciclo de vida de la vía, repercutiendo en la reducción de costos de mantenimiento de forma positiva, ahorrando también el uso potencial de material de cantera.

CONCLUSIONES

1. La estabilización química con Óxido de Calcio influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, ya que reduce el índice de plasticidad y aumenta significativamente el valor de soporte (C.B.R.) del suelo estabilizado respecto al suelo natural.
2. Se determinó que el porcentaje óptimo de óxido de calcio al adicionar diversas proporciones (1%, 3%, 5% y 7%) para la estabilización del suelo en estudio es de 3% respecto al peso del suelo, mejorando así las propiedades del suelo de subrasante en estudio, dando como resultado la reducción del Índice de Plasticidad de un suelo natural con un IP de 19.08% a un IP de 4.17% posterior a su estabilización, asimismo redujo el óptimo contenido de humedad para su compactación de un 18.3% en suelo natural a un 15.6% posterior a su estabilización, además aumentó significativamente el valor de C.B.R. de un 4.85% para suelo natural a un valor de C.B.R de 15.64% posterior a su estabilización, categorizándolo como un material de subrasante buena, de acuerdo al Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección suelos y pavimentos, después de su estabilización.
3. Se comparó los costos de la estabilización física por combinación de suelos y la estabilización química con Óxido de Calcio, dando como resultado una reducción del 44.41% de costos, entre estos dos métodos de estabilización de suelos. Queda demostrando la ventaja económica que tiene el uso del óxido de calcio como estabilizante químico frente al método conocido de estabilización física por combinación de suelos.

RECOMENDACIONES

1. Para establecer la estabilización química con óxido de calcio, es necesario determinar el tipo de suelo existente, para ello se recomienda se realicen estudios independientes por cada tipo de suelo, esta investigación queda como antecedente y como guía de estudio.
2. Se recomienda hacer estudios para llegar al óptimo contenido de óxido de calcio por cada tipo de suelo, ya que, al exceder del mismo, pueden reducir sus propiedades mecánicas y aumentar costos operativos.
3. Se recomienda realizar los ensayos de mecánica de suelos como mínimo en dos Laboratorios, para mayor veracidad en los resultados.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Angulo Trelles, Rommel (2004). *Estabilización de subrasante con cal* (Tesis de Pregrado, Universidad de Piura, Piura, Perú). Recuperado de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1340/ICI_104.pdf?sequence=1
2. García Gonzales, Anabelén (2015). *Determinación de la Resistencia de la Subrasante incorporando Cal Estructural en el Suelo limo Arcilloso del Sector 14 de Mollepampa de Cajamarca, 2015* (Tesis de Pregrado, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú). Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7327>
3. Vásquez Jara, Jaime (2008). *Estabilización de Suelos cohesivos con cal* (Tesis de Pregrado, Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile). Recuperado de <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/1616>
4. Altamirano Navarro, Genaro José & Díaz Sandino, Axell Exequiel (2015). *Estabilización de Suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, Municipio Potosí - Rivas* (Tesis de Pregrado, Universidad Autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua). Recuperado de <http://www.biblioteca.unan.edu.ni:9090/bases/tesis/pdf/51667.pdf>
5. Castillo Parra, Byron Fernando (2017). *Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100% para utilizarlos como subrasantes en carreteras* (Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917>
6. Arredondo y Verdú, Francisco (1977). *Compactación de Terrenos – Terraplenes y Pedraplenes*. Barcelona, España: Editores Técnicos Asociados S.A.
7. Mohedas Díaz, Margarita & Moreno Veja, Alberto (2014). *Apertura y Mantenimiento de Vías Forestales*. España: Ediciones Nobel S.A.

8. Braja M. Das (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Segunda Edición*. México D.F.: Thomson Editores S.A.
9. Montejo Fonseca, Alfonso (1998). *Ingeniería de Pavimentos, Segunda Edición*. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
10. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación, Sexta Edición*. México D.F.: Mc Graw Hill Educación
11. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2014). *Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras (EM 2000)*. Lima, Perú.: Agora Ediciones.
12. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2014). *Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial*. Lima, Perú, DC: Autor.
13. Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección general de Caminos y Ferrocarriles. (2014). *Manual de Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos*. Lima, Perú. DC: Autor.

ANEXOS

ANEXOS 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Matriz de Consistencia

Tesis: “Mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la Estabilización Química con Óxido de Calcio – 2016”

Problemas	Objetivos	Marco Teórico	Hipótesis	Variables	Metodología
<p><u>Problema general</u></p> <p>¿Cómo influye la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín?</p> <p><u>Problemas específicos</u></p> <p>a) ¿Cuál es el porcentaje óptimo de óxido de calcio para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín?</p> <p>b) ¿Cuál será el costo diferencial de la estabilización física de subrasante de una vía por el método de combinación de suelos y la estabilización química con óxido de calcio?</p>	<p><u>Objetivo general</u></p> <p>Determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>a) Determinar el porcentaje óptimo de óxido de calcio al adicionar diversas proporciones, para mejorar las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.</p> <p>b) Analizar y comparar los costos de la estabilización física de subrasante de una vía por el método de combinación de suelos y la estabilización química con óxido de calcio.</p>	<p><u>Investigaciones en el Perú</u></p> <p>-Angulo Trelles, Rommel. (2004). Estabilización de Subrasante con Cal. Universidad de Piura, Piura, Perú.</p> <p>-García Gonzales, Anabelén. (2015). Determinación de la Resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del Sector 14 de Mollepampa de Cajamarca. Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.</p> <p><u>Investigaciones en el Extranjero</u></p> <p>-Vásquez Jara, Jaime. (2008). Estabilización de Suelos con cal. Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile, Chile.</p> <p>-Altamirano Navarro, Genaro José, Díaz Sandino Axell. (2015). Estabilización de Suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, Municipio de Potosí. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Managua, Nicaragua.</p> <p>-Castillo Parra, Byron Fernando. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100% para utilizarlos como subrasantes en carreteras. Universidad de Cuenca, Ecuador.</p>	<p><u>Hipótesis general</u></p> <p>La estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio influye positivamente mejorando las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.</p> <p><u>Hipótesis específicas</u></p> <p>a) La estabilización química mediante la adición de óxido de calcio en proporciones de 1% al 7% en peso de suelo, mejora las propiedades de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín.</p> <p>b) La estabilización física de subrasante de una vía por el método de combinación de suelos es más costosa que la estabilización química con óxido de calcio.</p>	<p><u>Variable Independiente:</u></p> <p>Estabilizador químico (óxido de calcio)</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <p>- Porcentajes de Óxido de calcio</p> <p><u>Variable Dependiente:</u></p> <p>Propiedades físico – mecánicas de la subrasante</p> <p><u>Indicadores:</u></p> <p>- Índice de Plasticidad</p> <p>- Capacidad de soporte (CBR) del suelo estabilizado.</p>	<p><u>Tipo:</u> Aplicada y Tecnológica</p> <p><u>Nivel:</u> Descriptivo - Explicativo</p> <p><u>Diseño:</u> Experimental.</p> <p><u>Enfoque:</u> Cuantitativo.</p> <p><u>Población y Muestra:</u></p> <p><u>Población:</u> Red Vial Departamental Ruta JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, L= 10.436 Km.</p> <p><u>Muestra:</u> Ruta Departamental Ju-108, Tramo: C.P. Pariahuanca - C.P. Ojaro, L= 3.055 Km.</p> <p><u>Técnica e Instrumento</u></p> <p><u>Muestras:</u></p> <p>- Prospecciones de campo (calicatas).</p> <p>- Análisis Granulométrico por tamizado (Ensayo MTC EM 107).</p> <p>- Ensayos De Laboratorio: Contenido de Humedad (MTC E108)</p> <p>- Índice de Plasticidad (Limite Líquido MTC EM 110, Limite Plástico MTC EM 111).</p> <p>- Clasificación de Suelos por el Sistema SUCCS y AASHTO.</p> <p>- Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC – 115).</p> <p>- Ensayo de CBR (MTC EM 132).</p>

ANEXOS 02

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

Variables	Dimensiones	Definición Operacional	Indicadores	Unidad de Medida
Variable independiente: X: Estabilizador químico (óxido de calcio)	Porcentaje de óxido de calcio	El óxido de calcio es un compuesto químico que al ser empleado como estabilizador químico de suelos, este puede aumentar o mantener las propiedades físicas y la estabilidad de una masa de terreno.	1% 3% 5% 7%	Dosificación porcentual de óxido de calcio respecto al peso del suelo
Variable dependiente: Y: Propiedades físico – mecánicas de la subrasante	Rango de humedad en el que el suelo tiende a comportarse de manera plástica.	El índice de plasticidad indica el rango de humedad en el cual el suelo posee consistencia plástica, permitiendo así, clasificar un suelo. Mientras un IP grande corresponde a un suelo arcilloso; un IP pequeño es propio de un suelo poco arcilloso.	Índice de plasticidad %	% (porcentual)
	Valor de soporte o resistencia del suelo	El valor soporte o resistencia del suelo, es la capacidad que este posee para soportar una carga, estará referido al 95% de la máxima densidad seca, a una penetración de carga de 2.54 mm.	Capacidad de soporte California (CBR) %	% (porcentual)

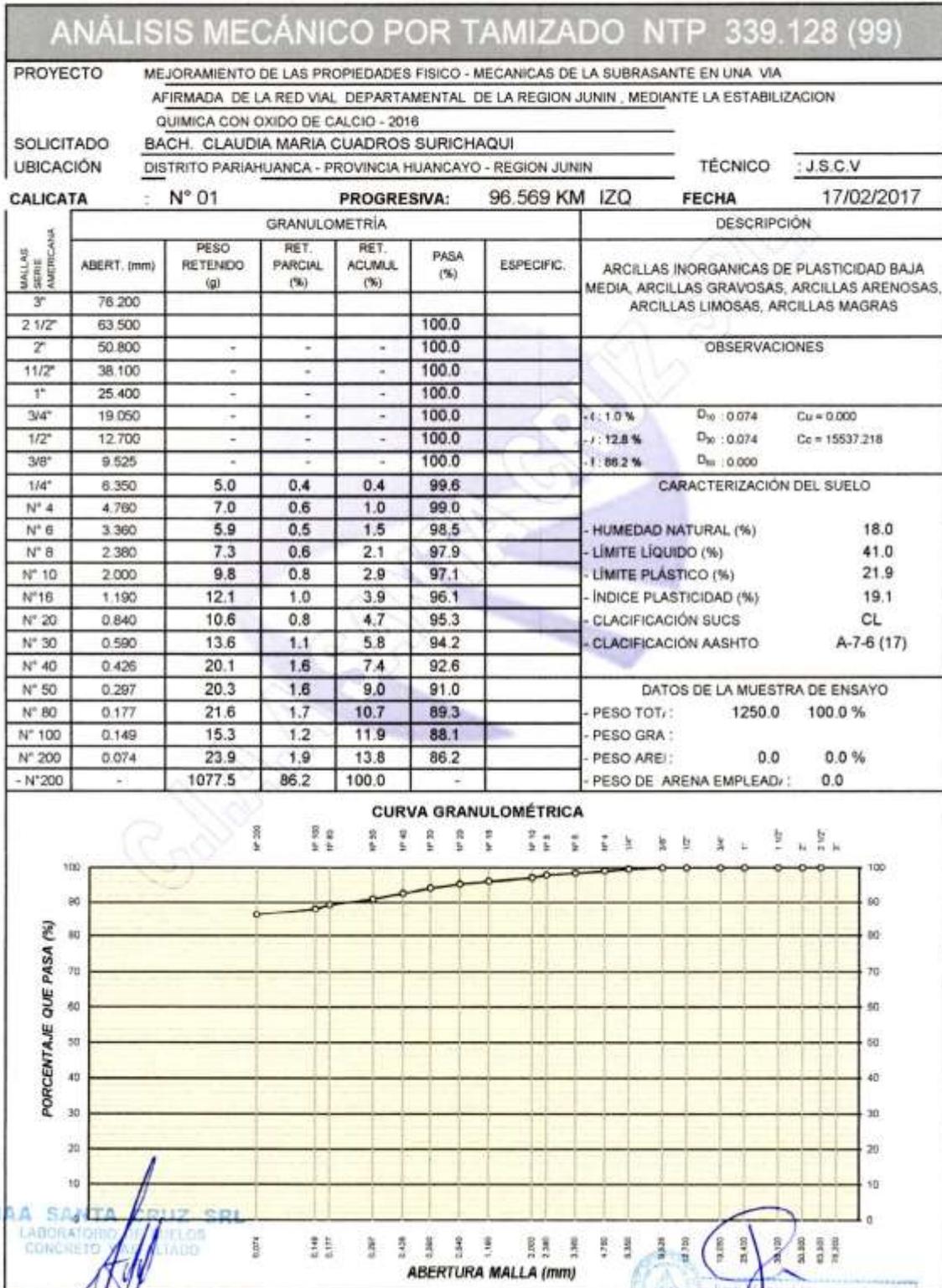
ANEXOS 03

CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE MUESTRA

SUELO NATURAL

- **Análisis Granulométrico**
- **Perfil Estratigráfico**
- **Límites de Atterberg – Suelo Natural**
- **Proctor Modificado – Suelo Natural**
- **C.B.R. – Suelo Natural**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

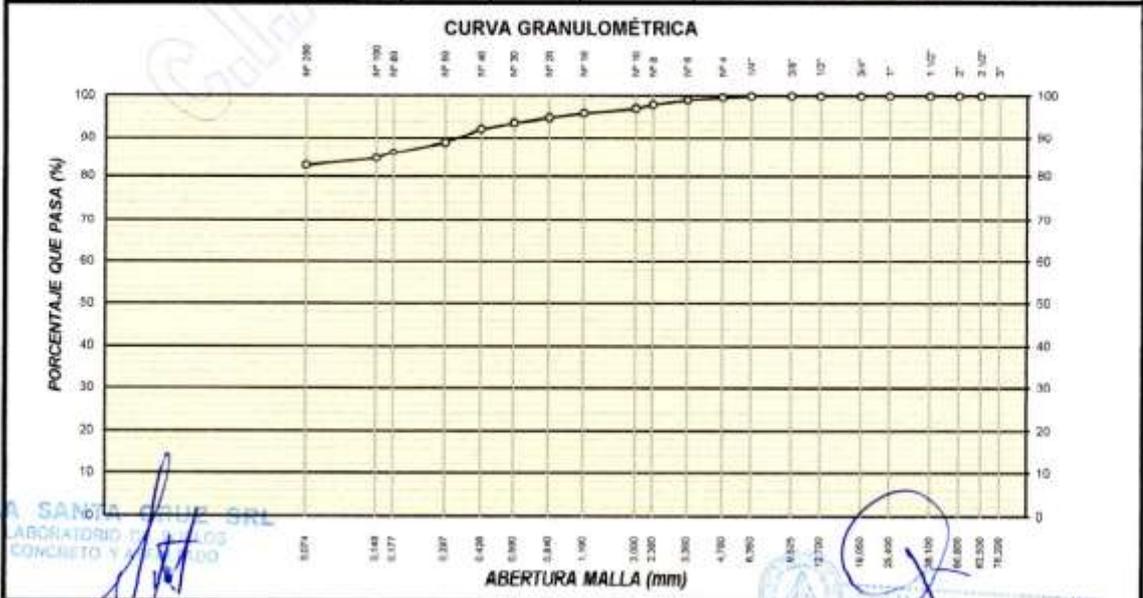
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2018

SOLICITADO BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

UBICACIÓN DISTRITO PARIHAUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNIN **TÉCNICO** : J.S.C.V

CALICATA : N° 02 **PROGRESIVA:** 97+485 KM **DER** **FECHA** 17/02/2017

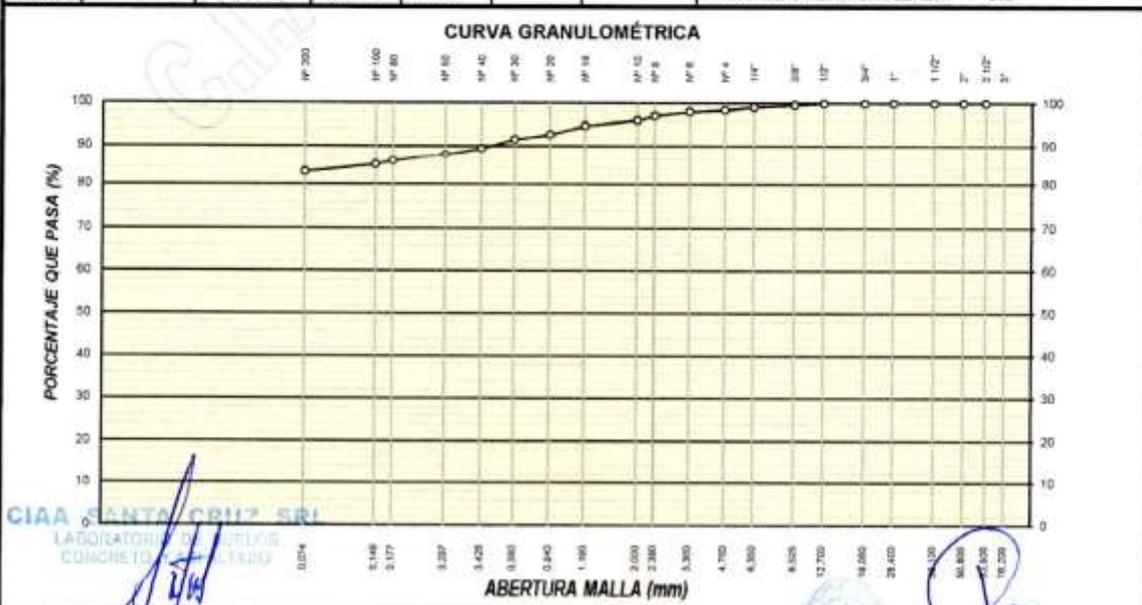
MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA						DESCRIPCIÓN	
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.		
3"	76.200						ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA MEDIA, ARCILLAS GRAVOSAS, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS	
2 1/2"	63.500				100.0			
2"	50.800	-	-	-	100.0		OBSERVACIONES	
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0			
1"	25.400	-	-	-	100.0			
3/4"	19.050	-	-	-	100.0			
1/2"	12.700	-	-	-	100.0			
3/8"	9.525	-	-	-	100.0		- f: 0.4 % D ₁₅ : 0.074 C _u = 0.000	
1/4"	6.350	-	-	-	100.0		- f: 16.9 % D ₃₀ : 0.074 C _c = 6810.901	
N° 4	4.760	5.0	0.4	0.4	99.6		- f: 82.7 % D ₆₀ : 0.000	
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO								
N° 6	3.360	8.0	0.6	1.0	99.0		- HUMEDAD NATURAL (%) 17.5	
N° 8	2.380	15.0	1.1	2.1	97.9		- LÍMITE LÍQUIDO (%) 38.0	
N° 10	2.000	12.0	0.9	3.0	97.0		- LÍMITE PLÁSTICO (%) 19.6	
N° 16	1.180	15.0	1.1	4.1	95.9		- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) 18.4	
N° 20	0.840	14.0	1.0	5.1	94.9		- CLASIFICACIÓN SUCS CL	
N° 30	0.590	16.0	1.2	6.3	93.7		- CLASIFICACIÓN AASHTO A-6 (15)	
N° 40	0.426	20.0	1.5	7.8	92.2			
N° 50	0.297	45.0	3.3	11.1	88.9		DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
N° 80	0.177	35.0	2.6	13.7	86.3		- PESO TOT.: 1355.0 100.0 %	
N° 100	0.149	25.0	1.8	15.5	84.5		- PESO GRA: -	
N° 200	0.074	25.0	1.8	17.3	82.7		- PESO AREI: 0.0 0.0 %	
- N°200	-	1120.0	82.7	100.0	-		- PESO DE ARENA EMPLEAD.: 0.0	



CIAA SANTA CRUZ SCRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ACEROS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TFC LABORATORISTA

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)							
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016						
SOLICITADO	BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI						
UBICACIÓN	DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNIN			TÉCNICO	: J.S.C.V		
CALICATA	: N° 03	PROGRESIVA:	98+510 KM DER	FECHA	17/02/2017		
MALLAS BIERE AMERICANA	GRANULOMETRIA						DESCRIPCIÓN
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.	
3"	76.200						ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD AJ MEDIA, ARCILLAS GRAVOSAS, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS
2 1/2"	63.500				100.0		
2"	50.800	-	-	-	100.0		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		OBSERVACIONES
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		
3/8"	9.525	5.0	0.4	0.4	99.6		
1/4"	6.350	5.0	0.4	0.8	99.2		
N° 4	4.750	8.0	0.7	1.5	98.5		
N° 6	3.360	6.0	0.5	2.0	98.0		CARACTERIZACIÓN DEL SUELO
N° 8	2.380	10.0	0.9	2.9	97.1		
N° 10	2.000	12.0	1.0	3.9	96.1		
N° 16	1.190	15.0	1.3	5.2	94.8		
N° 20	0.840	25.0	2.2	7.4	92.6		
N° 30	0.590	13.0	1.1	8.5	91.5		
N° 40	0.426	25.0	2.2	10.7	89.3		
N° 50	0.297	19.0	1.7	12.4	87.6		
N° 60	0.177	22.0	1.9	14.3	85.7		
N° 100	0.149	10.0	0.9	15.2	84.8		
N° 200	0.074	21.0	1.8	17.0	83.0		DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO
- N°200	-	954.0	83.0	100.0	-	-	
							- PESO TOT.: 1150.0 100.0 %
							- PESO GRA: 0.0 0.0 %
							- PESO DE ARENA EMPLEAD.: 0.0



ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016

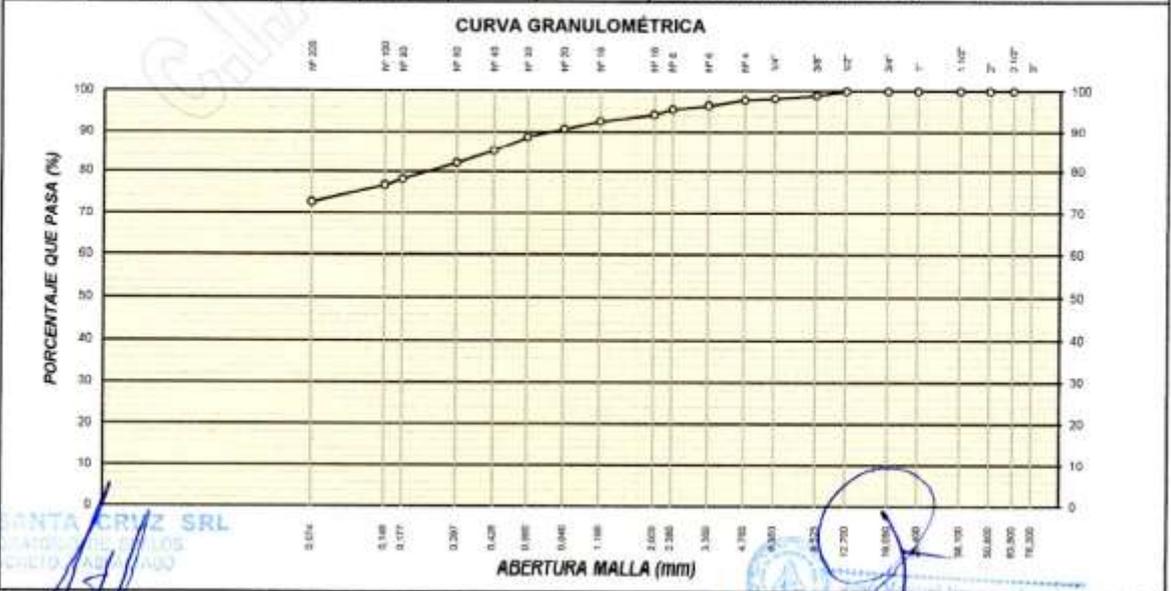
SOLICITADO: BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

UBICACION: DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNIN

TÉCNICO: J.S.C.V

CALICATA: N° 04 PROGRESIVA: 99+624 KM IZQ FECHA: 17/02/2017

MALLAS SERIE AMERICANA	GRANULOMETRÍA						DESCRIPCIÓN
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.	
2 1/2"	75.200				100.0		ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD AJ MEDIA, ARCILLAS GRAVOSAS, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS
2"	50.800	-	-	-	100.0		
1 1/2"	38.100	-	-	-	100.0		
1"	25.400	-	-	-	100.0		
3/4"	19.050	-	-	-	100.0		
1/2"	12.700	-	-	-	100.0		OBSERVACIONES
3/8"	9.525	12.0	1.1	1.1	98.9	- GRAVA : 2.2 % D ₁₀ : 0.074 C _u = 0.108	
1/4"	6.350	8.0	0.7	1.8	98.2	- AREMA : 25.1 % D ₃₀ : 0.074 C _c = 9.227	
N° 4	4.750	5.0	0.4	2.2	97.8	- FINOS : 72.7 % D ₆₀ : 0.006	
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO							
N° 6	3.350	15.0	1.3	3.5	96.5	- HUMEDAD NATURAL (%) : 17.0	
N° 8	2.380	10.0	0.9	4.4	95.6	- LÍMITE LÍQUIDO (%) : 36.2	
N° 10	2.000	15.0	1.3	5.7	94.3	- LÍMITE PLÁSTICO (%) : 20.3	
N° 16	1.190	17.9	1.6	7.3	92.7	- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 15.9	
N° 20	0.840	22.4	2.0	9.3	90.7	- CLASIFICACIÓN SUCS : CL	
N° 30	0.590	22.2	2.0	11.3	88.7	- CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 (10)	
N° 40	0.425	40.3	3.6	14.9	85.1		
N° 50	0.297	33.4	3.0	17.9	82.1		
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO							
N° 60	0.177	43.5	3.9	21.8	78.2	- PESO TOTAL (g) : 1120.0 100.0 %	
N° 100	0.149	16.8	1.5	23.3	76.7	- PESO GRAVA (g) : -	
N° 200	0.074	44.5	4.0	27.3	72.7	- PESO ARENA (g) : 0.0 0.0 %	
- N°200	-	814.0	72.7	100.0	-	- PESO DE ARENA EMPLEADA (g) : 0.0	



CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CALLE DEL AEROPUERTO
JAVIER PERAZA 1017 11117

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016

CALICATA UBICACION MATERIAL N° 01 KM 98+569 LADO IZQUIERDO C. P. PARIAHUANCA
DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN
TERRENO DE FUNDACION PROF= 1.50 MTS

TECNICO J. SANTA CRUZ VELIZ
FECHA 17/02/2017

EXCAVACION A CIELO ABIERTO				
PROFUNDIDAD (cm)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL
	SIMBOLOS	GRAFICO		
0.00	PT	PT		Turba u otros suelos altamente orgánicos.
0.10				
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80	CL	CL	18.0	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				



28/1/2017

IDENTIFICACION DE MUESTRAS
Tc: Terreno de cultivo
S/M: Sin muestra
M-1: Muestra alterada N°1
No presenta napa freática

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO ARMADO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
C.P. LABORATORISTA

Av oriente N° 772- Concepcion Telef. -581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431184 - claro 964328911
Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com



JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
INGENIERO CIVIL
REG. COL. INGENIEROS P. 1889

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016

CALICATA UBICACION N° 02 KM 97+485 LADO DERECHO C.P. PARIAHUANCA
DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

MATERIAL TERRENO DE FUNDACION PROF= 1.50 MTS

TECNICO J.SANTA CRUZ VELIZ
FECHA 17/02/2017

EXCAVACION A CIELO ABIERTO				
PROFUNDIDAD (cm)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL
	SIMBOLOS	GRAFICO		
0.00	PT	PT		Turba u otros suelos altamente orgánicos.
0.10				
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80	CL	CL	17.5	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				



IDENTIFICACION DE MUESTRAS
Tc : Terreno de cultivo
S/M: Sin muestra
M-1: Muestra alterada N°1
No presenta capa freática

SANTA CRUZ SRI
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ACERADO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TFC. LABORATORISTA



Juan Carlos Pereyra Araujo
INGENIERO CIVIL
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 10000

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016

CALICATA UBICACIÓN N° 03 KM 96+510 LADO DERECHO C.P. PARIAHUANCA C.P. PARIAHUANCA
DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

MATERIAL TERRENO DE FUNDACION PROF= 1.50 MTS

TECNICO J.SANTA CRUZ VELIZ
FECHA 17/02/2017

EXCAVACION A CIELO ABIERTO				
PROFUNDIDAD (cm)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL
	SIMBOLOS	GRAFICO		
0.00	PT	PT		Turba u otros suelos altamente orgánicos.
0.10				
0.20				
0.30				
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80		CL	17.7	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
0.90				
1.00				
1.10		CL		
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				
1.60				
1.70				
1.80				
1.90				
2.00				
2.10				
2.20				
2.30				
2.40				
2.50				

IDENTIFICACION DE MUESTRAS
Tc: Terreno de cultivo
S/M: Sin muestra
M-1: Muestra alterada N°1

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ACEROS

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TFC LABORATORISTA



26/1/2017

[Signature]
Ing. Manuel Ferrera Araujo
REG. COLLEJO D INGENIEROS N° 16889

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

SOLICITA OBRA BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016

CALICATA UBICACIÓN N° 04 KM 99+624 LADO IZQUIERDO MUCHCA C.P. PARIAHUANCA

MATERIAL TERRENO DE FUNDACION PROF= 1,50 MTS

TECNICO J.SANTA CRUZ VELIZ
FECHA 17/02/2017

EXCAVACION A CIELO ABIERTO				
PROFUNDIDAD (cm)	CLASIFICACION		CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	DESCRIPCION Y CLASIFICACION DEL MATERIAL
	SIMBOLOS	GRAFICO		
0.00 0.10 0.20	PT	PT		Turba u otros suelos altamente orgánicos.
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50		CL	17.0	Arcillas inorganicas de plasticidad baja a media, arcillas grayosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50				

28/1/2017

IDENTIFICACION DE MUESTRAS
 Te: Terreno de cultivo
 S/M: Sin muestra
 M-1: Muestra alterada N°1
 No presenta napa freatica

CIAA SANTA CRUZ SRL
 LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO ASFALTADO

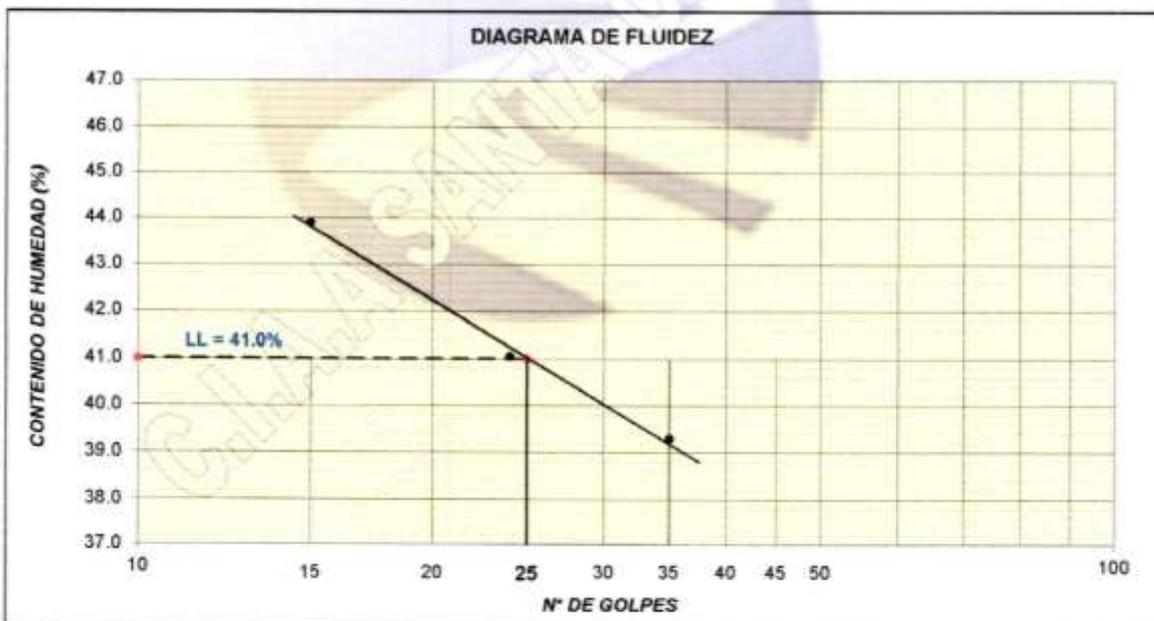
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
 TEC. LABORATORISTA



Ing. Miguel Perceña Araujo
 INGENIERO CIVIL
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16900

LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016					
SOLICITADO	BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI					
UBICACIÓN	DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNIN				TÉCNICO	J.S.C.V
CALICATA	N° 01		PROGRESIVA: 96.569 KM		FECHA	17/02/2017
DESCRIPCIÓN		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
ENSAYO No.		1	2	3	1	2
CÁPSULA No.		AA-11	AA-8	AA-9	AA-6	AA-10
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g		41.40	43.60	21.30	11.00	27.80
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g		37.80	39.70	18.00	10.60	27.50
PESO AGUA, g		3.60	3.90	3.30	0.40	0.30
PESO DE LA CÁPSULA, g		29.80	30.20	9.60	8.75	26.15
PESO SUELO SECO, g		8.20	9.50	8.40	1.85	1.35
CONTENIDO DE HUMEDAD, %		43.90	41.05	39.29	21.62	22.22
NÚMERO DE GOLPES		15	24	35		



OBSERVACIONES :

RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	41.0	LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.9	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	19.1

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER CARRERA VELIZ
I.C. LABORATORISTA

[Signature]
Claudia María Cuadros Surichaqui
I.C. LABORATORISTA

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA						
: AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016						
SOLICITADO BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI						
UBICACIÓN : DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNIN						
CALICATA : N° 02				PROGRESIVA: 97+485 KM	TÉCNICO : J.S.C.V.	FECHA : febrero-2017
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO No.	1	2	3	1	2	
CÁPSULA No.	56	62	AA-9	AA-6	AA-10	
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	36.20	35.50	21.30	27.90	26.80	
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	33.30	32.80	17.70	27.65	26.55	
PESO AGUA, g	2.90	2.70	3.60	0.25	0.25	
PESO DE LA CÁPSULA, g	26.20	25.70	7.80	26.35	25.30	
PESO SUELO SECO, g	7.10	7.10	9.90	1.30	1.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	40.85	38.03	36.36	19.23	20.00	
NÚMERO DE GOLPES	15	24	35			
DIAGRAMA DE FLUIDEZ						
<p>The diagram plots 'CONTENIDO DE HUMEDAD (%)' on the y-axis (ranging from 33.0 to 43.0) against 'N° DE GOLPES' on the x-axis (logarithmic scale from 10 to 100). Three data points are plotted: (15, 40.85), (24, 38.03), and (35, 36.36). A straight line is drawn through these points. A horizontal dashed line is drawn at 38.0% moisture content, labeled 'LL = 38.0%'. Vertical lines are drawn from the x-axis at 25 and 35 blows to the data points.</p>						
OBSERVACIONES :						
RESULTADOS DE ENSAYOS						
LÍMITE LÍQUIDO (%)	38.0	LÍMITE PLÁSTICO (%)	19.6	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.4	

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANCHEZ VELAZQUEZ
T. 054 4311184



[Signature]
Claudia María Cuadros Surichaqui
Ingeniera Civil
REC. COLEGIO INGENIEROS N° 18809

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016						
SOLICITADO BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI						
UBICACIÓN DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNIN				TÉCNICO : j.s.c.v		
CALICATA : : Calicata 03 /		PROGRESIVA: 98+510 KM - DER		FECHA : febrero-2017		
TT					LÍMITE PLÁSTICO	
G -XJ56	XZA	1	2	3	1	2
CÁPSULA No.		56	62	AA-9	AA-6	AA-10
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g		40.70	39.90	43.40	11.30	16.20
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g		36.70	36.10	40.00	10.80	15.80
PESO AGUA, g		4.00	3.80	3.40	0.50	0.40
PESO DE LA CÁPSULA, g		26.70	26.30	30.80	8.40	13.80
PESO SUELO SECO, g		10.00	9.80	9.20	2.40	2.00
CONTENIDO DE HUMEDAD, %		40.00	38.78	36.96	20.83	20.00
NÚMERO DE GOLPES		15	26	35		
DIAGRAMA DE FLUIDEZ						
<p>El diagrama de fluidez muestra el contenido de humedad (%) en el eje vertical (rango de 33.0 a 43.0) frente al número de golpes en el eje horizontal (rango de 10 a 100). Se han plotado tres puntos de datos: (15 golpes, 40.00% humedad), (26 golpes, 38.78% humedad) y (35 golpes, 36.96% humedad). Una línea de fluidez se traza a través de estos puntos. Una línea horizontal de Límite Líquido (LL) se indica en 38.4%.</p>						
OBSERVACIONES :						
RESULTADOS DE ENSAYOS						
LÍMITE LÍQUIDO (%)	38.4	LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	18.0	

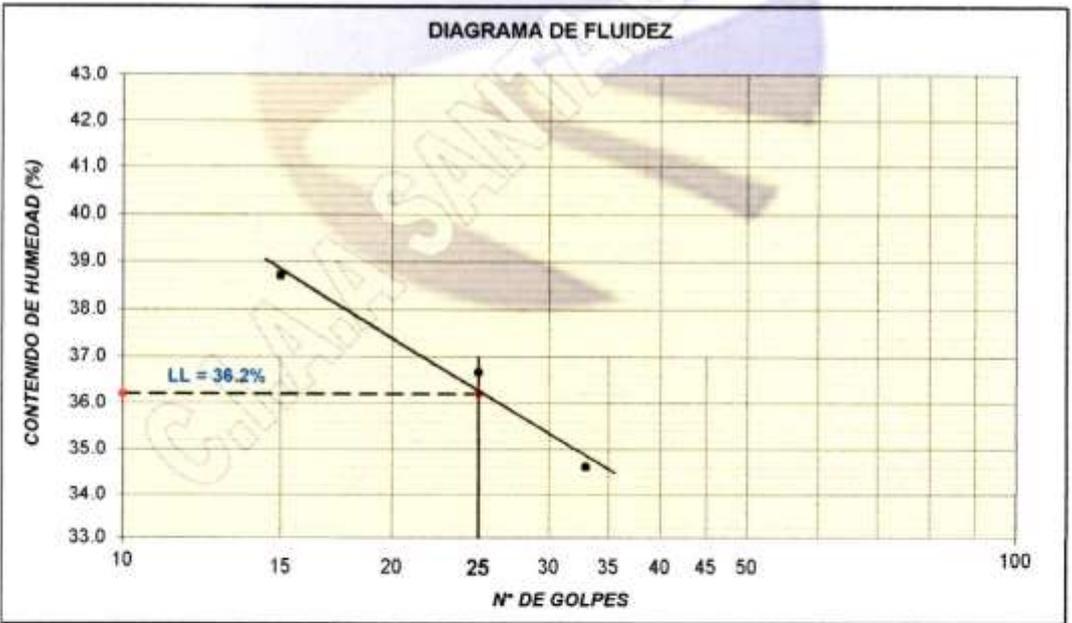
CIAA SANTA CRUZ SCRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ACERADO

JANIERA CRUZ VELLIZ
I.C. LABORATORISTA

Ing. J. S. C. V.
Ingeniero Civil
REG. COLECCIÓN INGENIEROS N° 18894

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016					
SOLICITADO	BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI					
UBICACIÓN	DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUNO			TÉCNICO	J.S.C.V	
CALICATA	N° 04	PROGRESIVA:	99+624	FECHA	17/02/2017	

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	13	14	AA-9	13A	AA-10
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	34.00	26.30	21.30	16.30	7.10
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	31.80	23.00	18.60	16.00	7.00
PESO AGUA, g	2.40	3.30	2.70	0.30	0.10
PESO DE LA CÁPSULA, g	25.40	14.00	10.80	14.55	6.50
PESO SUELO SECO, g	6.20	9.00	7.80	1.45	0.50
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	38.71	36.67	34.62	20.69	20.00
NÚMERO DE GOLPES	15	25	33		



OBSERVACIONES :

RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	36.2	LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.3	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	15.9

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TFC LABORANTISTA

Ing. Claudia Patricia Arango
Ingeniera Civil
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 1684

PROCTOR MODIFICADO

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016

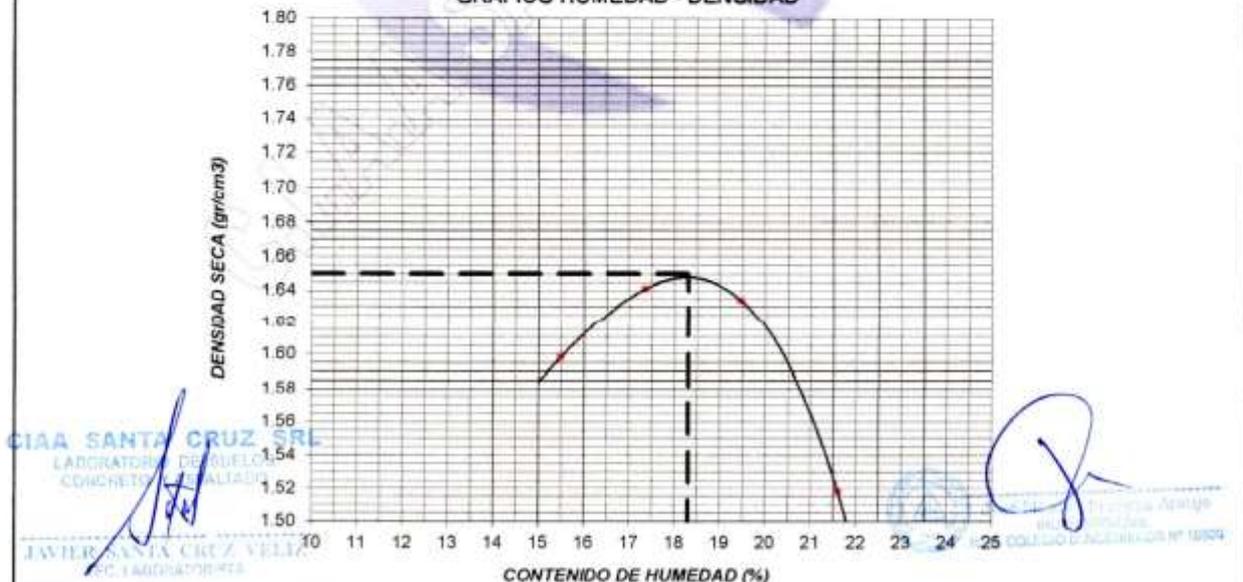
CALICATA N° 1 PROGRESIVA 96+569 KM LADO IZQ. - C.P. PARIAHUANCA
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
 Departamento JUNIN FECHA : 17/02/2017

Determinación de la Densidad

Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3625.0	3700.0	3725.0	3625.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1735.0	1810.0	1835.0	1735.0
Volumen del molde (cm ³)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.846	1.926	1.952	1.846
Contenido de Humedad promedio (%)	15.5	17.4	19.5	21.6
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.598	1.641	1.634	1.518

Determinación del Contenido de Humedad

Muestra N°				
Recipiente N°	61	V-36	V-64	V-56
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	102.0	102.3	106.6	104.3
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	91.0	91.9	94.2	90.5
Peso del agua (gr)	11.0	10.4	12.4	13.8
Peso del recipiente (gr)	20.0	32.0	30.5	26.6
Peso del suelo seco (gr)	71.0	59.9	63.7	63.9
Contenido de humedad (%)	15.5	17.4	19.5	21.6
Contenido de humedad promedio (%)	15.5	17.4	19.5	21.6

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD**RESULTADO DEL ENSAYO**

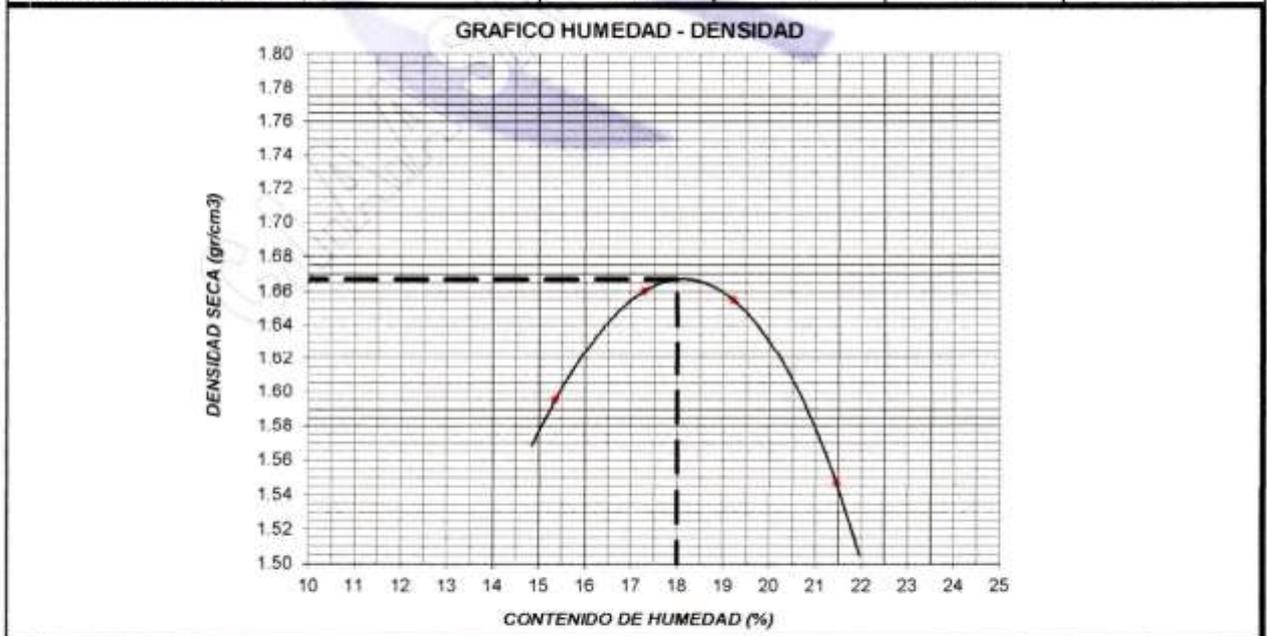
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.65	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.3
--	------	---------------------------------	------

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 2 PROGRESIVA 97.485 KM LADO DER. - C.P. PARIAHUANCA
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
 Departamento JUNIN FECHA : 17/02/2017

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Moide (gr)	3620.0	3720.0	3745.0	3655.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1730.0	1830.0	1855.0	1765.0
Volumen del molde (cm3)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.840	1.947	1.973	1.878
Contenido de Humedad promedio (%)	15.3	17.3	19.2	21.5
Densidad Seca (gr/cm3)	1.595	1.660	1.655	1.546

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Recipiente N°	V-50	V-51	V-33	V-56
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	86.9	86.9	96.0	127.1
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	78.0	78.0	84.7	110.0
Peso del agua (gr)	8.9	8.9	11.3	17.1
Peso del recipiente (gr)	20.0	26.5	25.9	30.3
Peso del suelo seco (gr)	58.0	51.5	58.8	79.7
Contenido de humedad (%)	15.3	17.3	19.2	21.5
Contenido de humedad promedio (%)	15.3	17.3	19.2	21.5



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.67	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.0

CIAA SANTA CRUZ SCRL
 LABORATORIO DE SUELOS Y
 CONCRETO
 JAVIER...

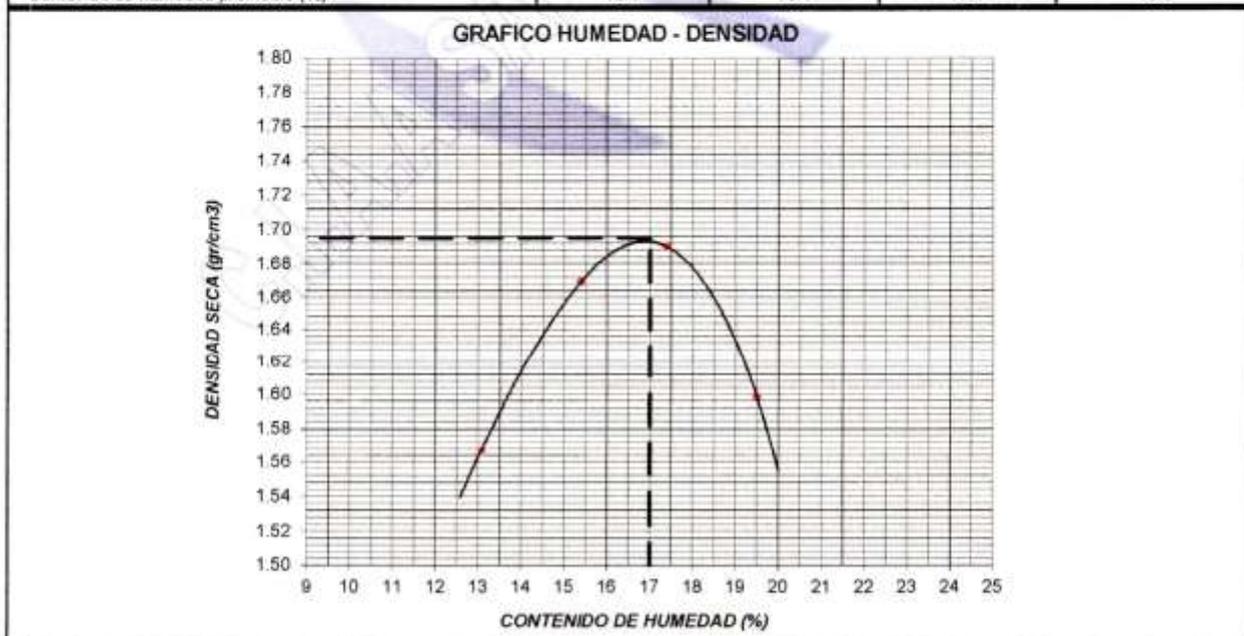
CIAA COLLEGE OF ENGINEERS AND ARCHITECTS

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 3 PROGRESIVA 98.510 KM LADO DER. - C.P. PARIAHUANCA
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
 Departamento JUNIN FECHA : 17/02/2017

	3556.0	3700.0	3755.0	3685.0
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)				
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1666.0	1810.0	1865.0	1795.0
Volumen del molde (cm3)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.772	1.926	1.984	1.910
Contenido de Humedad promedio (%)	13.1	15.4	17.4	19.5
Densidad Seca (gr/cm3)	1.567	1.669	1.690	1.598

Muestra N°	V-50	V-9	V-63	V-53
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	78.9	128.3	137.2	122.1
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	71.8	113.5	121.6	108.5
Peso del agua (gr)	5.4	12.8	15.6	15.6
Peso del recipiente (gr)	30.2	30.3	32.0	26.5
Peso del suelo seco (gr)	41.3	83.2	89.6	80.0
Contenido de humedad (%)	13.1	15.4	17.4	19.5
Contenido de humedad promedio (%)	13.1	15.4	17.4	19.5



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.70	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.0
---------------------------------	-------------	---------------------------------	-------------

CIAA SANTA CRUZ SCRL
 CONCRETO Y ASFALTO
 JAVIER SANZ CRUZ VELIZ
 TFC CONSULTORES

CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 TECNICO ASESOR
 9850 431184 - 9850 4328911

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

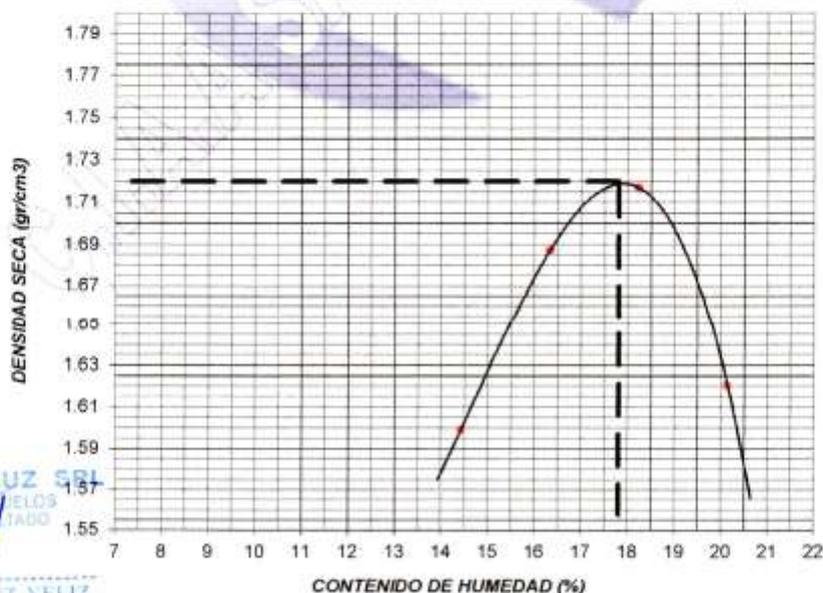
SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 4 PROGRESIVA 99+624 KM LADO IZQ. - ANEXO MUCHCA
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
 Departamento JUNIN FECHA : 17/02/2017

Determinación de la Densidad

Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3610.0	3735.0	3798.0	3720.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1720.0	1845.0	1908.0	1830.0
Volumen del molde (cm ³)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.830	1.963	2.030	1.947
Contenido de Humedad promedio (%)	14.4	16.3	18.2	20.1
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.599	1.687	1.717	1.621

Determinación del Contenido de Humedad

Muestra N°				
Recipiente N°	55	59	30	9
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	110.4	114.8	109.3	138.1
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	99.0	102.3	96.5	121.0
Peso del agua (gr)	11.4	12.5	12.8	17.1
Peso del recipiente (gr)	20.0	25.8	26.3	36.1
Peso del suelo seco (gr)	79.0	76.5	70.2	84.9
Contenido de humedad (%)	14.4	16.3	18.2	20.1
Contenido de humedad promedio (%)	14.4	16.3	18.2	20.1

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD**RESULTADO DEL ENSAYO**

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	1.72	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.8
--	-------------	---------------------------------	-------------

CIAA SANTA CRUZ SCRL
 LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ

ENSAYO DE CBR

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2018

SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

TECNICO J.S.C.V

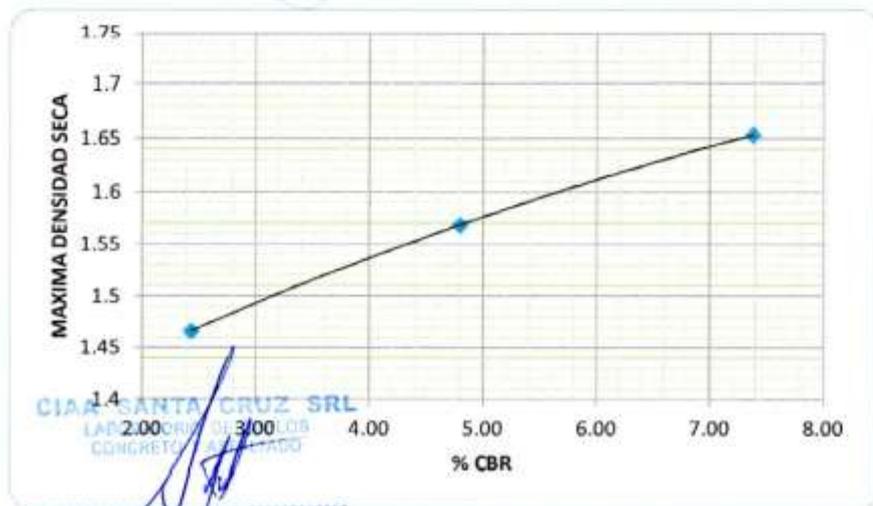
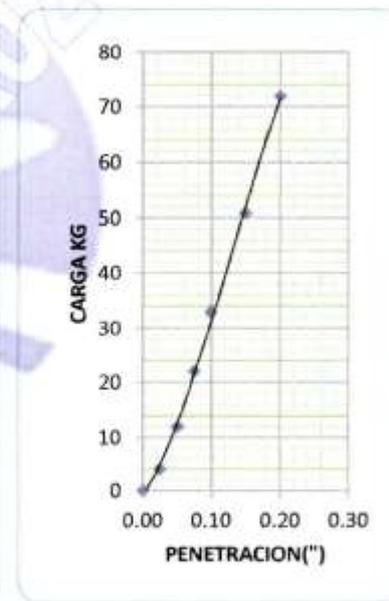
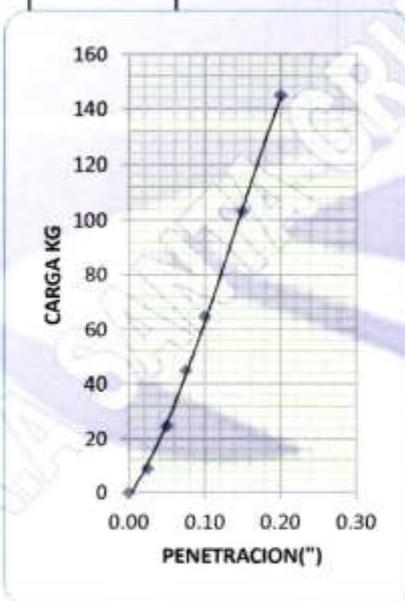
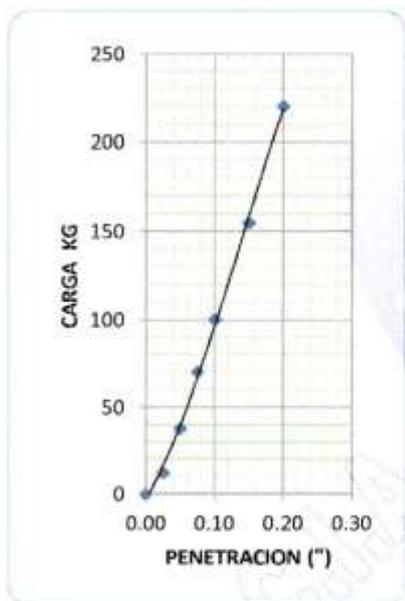
UBICACIÓN: DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

FECHA 17/02/2017

CALICATA Nº 01 PROGRESIVA KM 96+569 LADO IZQ. C.P. PARIAHUANCA

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	12	0.03	9	0.03	4
0.50	0.05	38	0.05	25	0.05	12
0.75	0.08	70	0.08	45	0.08	22
1.00	0.10	100	0.10	65	0.10	33
1.50	0.15	155	0.15	103	0.15	51
2.00	0.20	220	0.20	145	0.20	72



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	: 1.65
O. C. H. (%)	: 18.30
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	: 7.38
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	: 4.85
CARGA PATRON	: 1355

CIAA SANTA CRUZ SRL
LAP. 2.000 CR. DE LOS 3.000 LOS
CONCRETO AFIRMADO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
ING. EJECUTIVO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2016

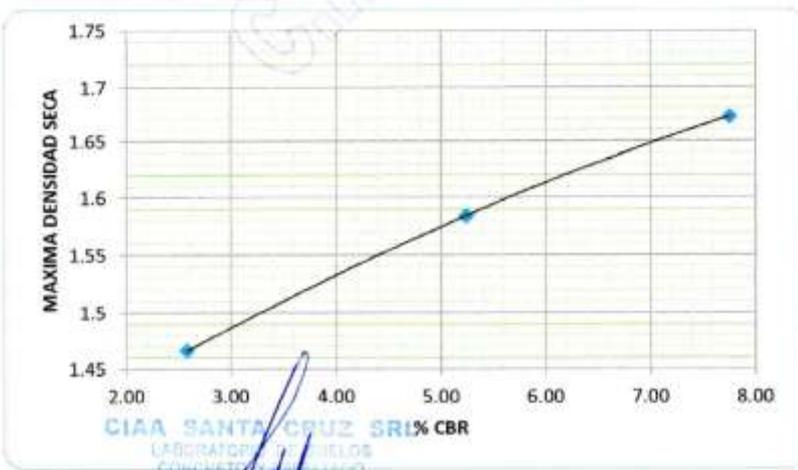
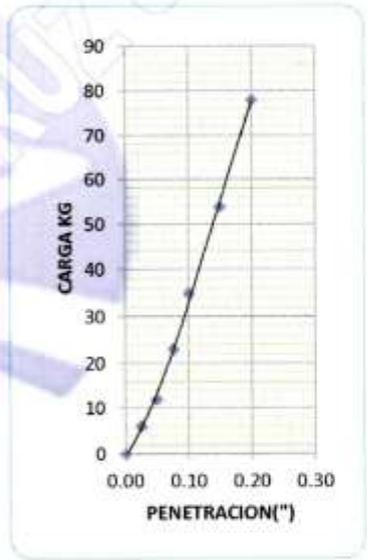
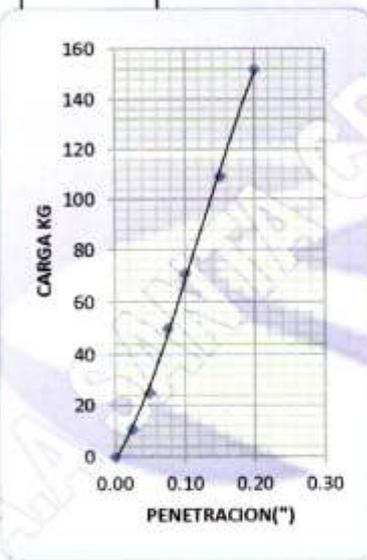
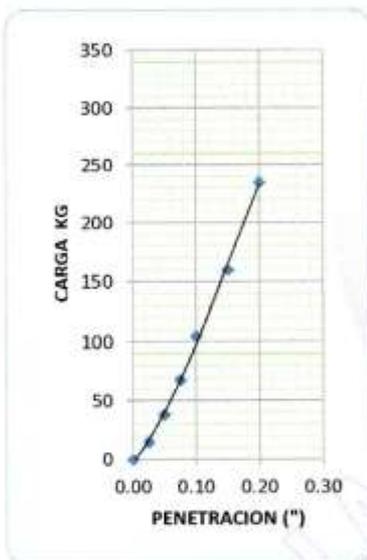
SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI **TECNICO** J.S.C.V

UBICACION: DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN **FECHA** 17/02/2017

CALICATA Nº 02 PROGRESIVA KM 997+485 LADO DER. C.P. PARIAHUANCA

VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	15	0.03	11	0.03	6
0.50	0.05	38	0.05	25	0.05	12
0.75	0.08	68	0.08	50	0.08	23
1.00	0.10	105	0.10	71	0.10	35
1.50	0.15	160	0.15	109	0.15	54
2.00	0.20	235	0.20	152	0.20	78



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cc)	: 1.67
O. C. H. (%)	: 18.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	: 7.75
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	: 5.33
CARGA PATRON	: 1355

CIAA SANTA CRUZ SCRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

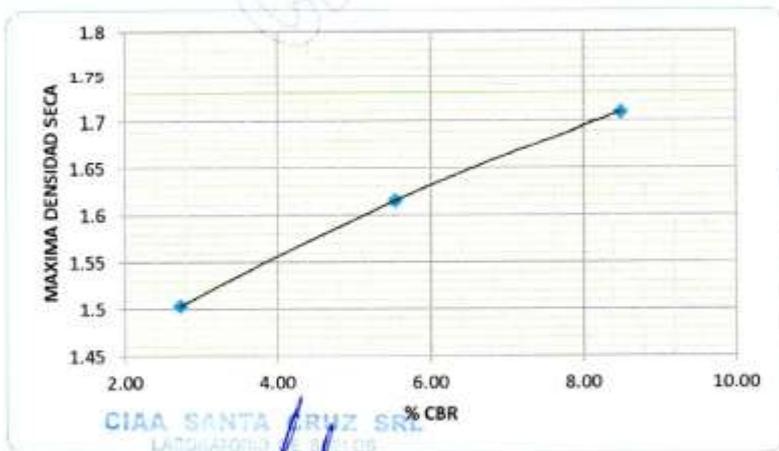
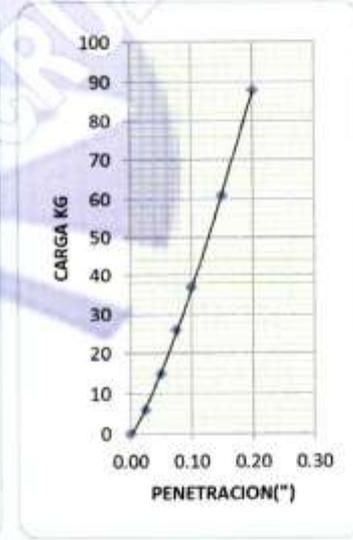
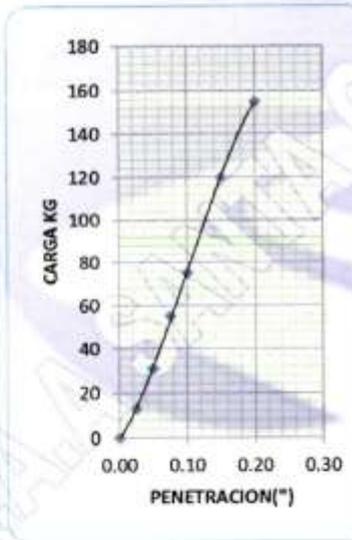
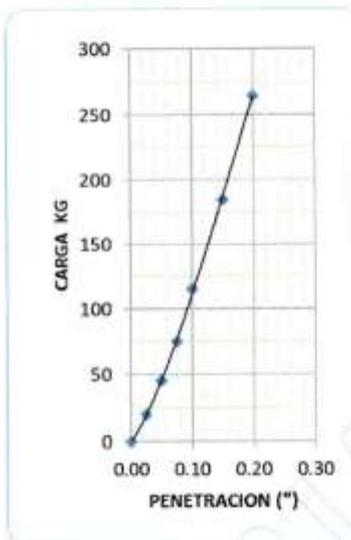
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TTC LABORATORISTA

[Signature]
Ing. Claudia María Cuadros Surichaqui
TTC TECNICO

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2016
SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI **TECNICO** J.S.C.V
UBICACION: DIST. PARIHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN **FECHA** 17/02/2017
CALICATA Nº 03 PROGRESIVA KM 98+510 LADO DER. C.P. PARIHUANCA

VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	20	0.03	13	0.03	6
0.50	0.05	45	0.05	31	0.05	15
0.75	0.08	75	0.08	55	0.08	26
1.00	0.10	115	0.10	75	0.10	37
1.50	0.15	185	0.15	120	0.15	61
2.00	0.20	265	0.20	155	0.20	88



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	1.70
O. C. H. (%)	17.00
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	8.49
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	5.79
CARGA PATRON	1355

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE ENSAYOS
CONCRETO Y SUELO
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
LABORADOR N° 14

Javier Santa Cruz Veliz
Ingeniero Civil
Nº 10600

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2016

SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

TECNICO J.S.C.V

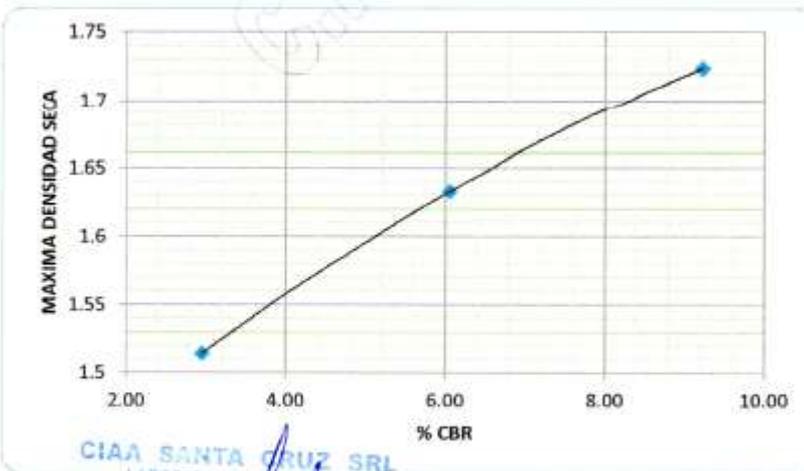
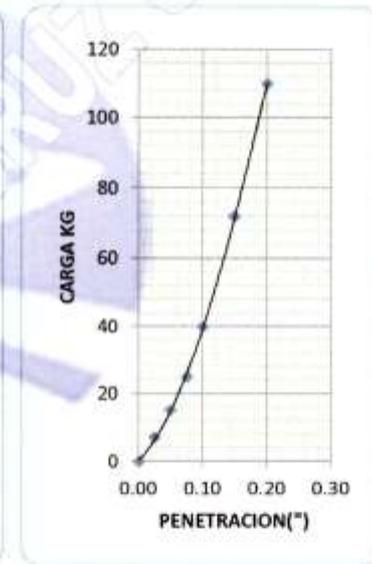
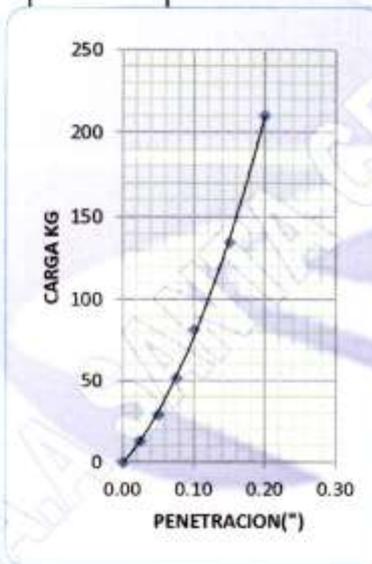
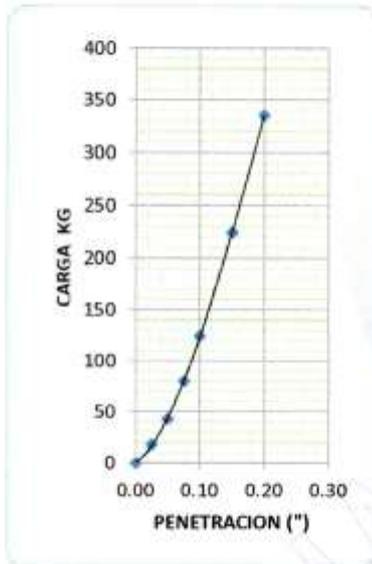
UBICACIÓN: DIST. PARIHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

FECHA 17/02/2017

CALICATA Nº 04 PROGRESIVA KM 99+624 LADO IZQ. ANEXO MUCHCA

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	18	0.03	13	0.03	7
0.50	0.05	43	0.05	29	0.05	15
0.75	0.08	80	0.08	52	0.08	25
1.00	0.10	125	0.10	82	0.10	40
1.50	0.15	225	0.15	135	0.15	72
2.00	0.20	335	0.20	210	0.20	110



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	: 1.72
O. C. H. (%)	: 17.80
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	: 9.22
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	: 6.20
CARGA PATRON	: 1355

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANTA CRUZ VILLIZ
T.C. LABORATORISTA



Jose Manuel Ferrera Arango
INGENIERO CIVIL
REG. COLABOR. II INGENIEROS Nº 12099

ANEXOS 04

CERTIFICADOS DE ENSAYOS

SUELO ESTABILIZADO

- **Proctor Modificado – Suelo Estabilizado**
- **C.B.R. – Suelo Estabilizado**
- **Límites de Atterberg – Suelo Estabilizado**

PROCTOR MODIFICADO

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 1 PROGRESIVA 96+569 KM LADO IZQ. - C.P. PARIHUANCA CAL AL 1%
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIHUANCA TECNICO : J.S.C.V
 Provincia HUANCAYO FECHA : 17/02/2017
 Departamento JUNIN

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3450.0	3600.0	3650.0	3550.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1560.0	1710.0	1760.0	1660.0
Volumen del molde (cm3)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.660	1.819	1.872	1.766
Contenido de Humedad promedio (%)	12.7	14.3	16.3	18.6
Densidad Seca (gr/cm3)	1.473	1.592	1.610	1.489

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	65	76	61	17
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	78.9	97.0	116.9	90.9
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	72.0	88.0	103.0	79.0
Peso del agua (gr)	6.9	9.0	13.9	11.9
Peso del recipiente (gr)	17.6	25.0	17.7	14.9
Peso del suelo seco (gr)	54.2	63.0	85.3	64.1
Contenido de humedad (%)	12.7	14.3	16.3	18.6
Contenido de humedad promedio (%)	12.7	14.3	16.3	18.6



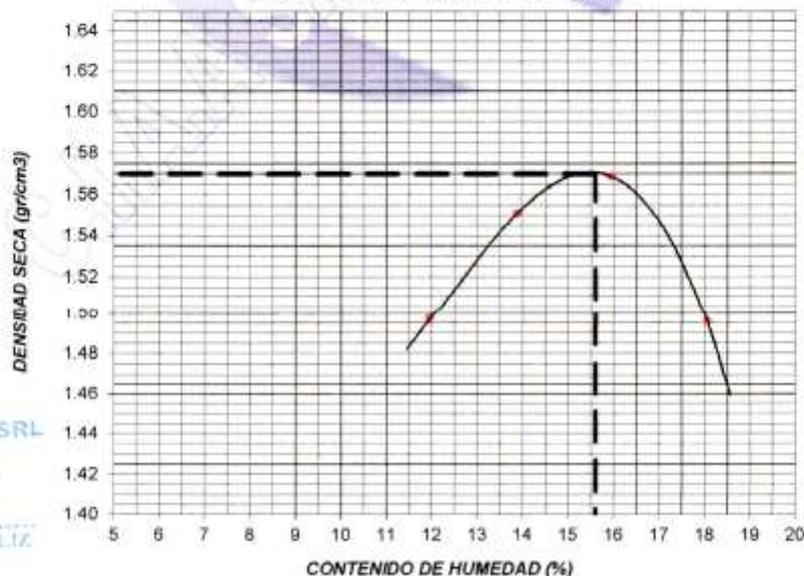
RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.62	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.4

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 1 PROGRESIVA 96+569 KM LADO IZQ. - C.P. PARIAHUANCA CAL AL 3%
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V
 Departamento JUNIN FECHA : 17/02/2017

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3485.0	3550.0	3600.0	3550.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1575.0	1660.0	1710.0	1660.0
Volumen del molde (cm3)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.676	1.766	1.819	1.766
Contenido de Humedad promedio (%)	12.0	13.9	16.0	18.1
Densidad Seca (gr/cm3)	1.497	1.551	1.569	1.496
Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°				
Recipiente N°	2	5	4	3
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	132.4	138.2	138.4	132.3
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	121.5	124.6	125.0	116.5
Peso del agua (gr)	10.9	11.6	13.4	15.8
Peso del recipiente (gr)	30.3	41.0	41.0	29.0
Peso del suelo seco (gr)	91.2	83.6	84.0	87.5
Contenido de humedad (%)	12.0	13.9	16.0	18.1
Contenido de humedad promedio (%)	12.0	13.9	16.0	18.1

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADO DEL ENSAYO

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.57	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.6
---------------------------------	-------------	---------------------------------	-------------

CIAA SANTA CRUZ SRL
 LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETOS Y ACEROS
 JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
 INGENIERO EN GEOTECNIA

(Firma manuscrita)
 JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
 INGENIERO EN GEOTECNIA

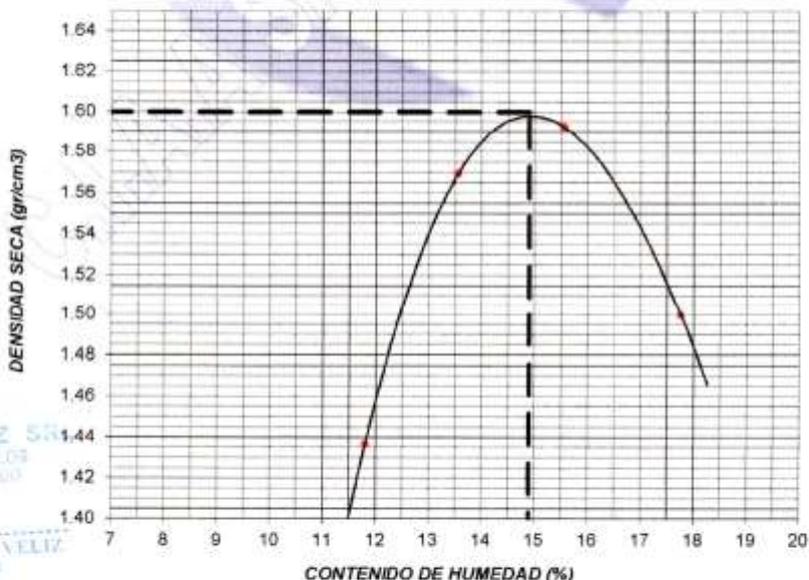
PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 1 PROGRESIVA 96+569 KM LADO IZQ. - C.P. PARIAHUANCA CAL AL 5%
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA TECNICO : J.S.C.V
 Provincia HUANCAYO FECHA : 17/02/2017
 Departamento JUNIN

	3400.0	3555.0	3620.0	3550.0
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3400.0	3555.0	3620.0	3550.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1510.0	1675.0	1730.0	1660.0
Volumen del molde (cm3)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.606	1.782	1.840	1.766
Contenido de Humedad promedio (%)	11.8	13.6	15.6	17.8
Densidad Seca (gr/cm3)	1.437	1.569	1.592	1.500

Muestra N°	67	15	30	70
Recipiente N°	67	15	30	70
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	78.9	109.3	114.4	106.9
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	72.0	99.0	102.5	95.0
Peso del agua (gr)	6.9	10.3	11.9	11.9
Peso del recipiente (gr)	13.5	23.0	26.0	28.0
Peso del suelo seco (gr)	58.5	76.0	76.5	67.0
Contenido de humedad (%)	11.8	13.6	15.6	17.8
Contenido de humedad promedio (%)	11.8	13.6	15.6	17.8

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADO DEL ENSAYO

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.60	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.9
---------------------------------	-------------	---------------------------------	-------------

CIAA SANTA CRUZ SCRL
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES
 JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
 TEC. LABORATORISTA

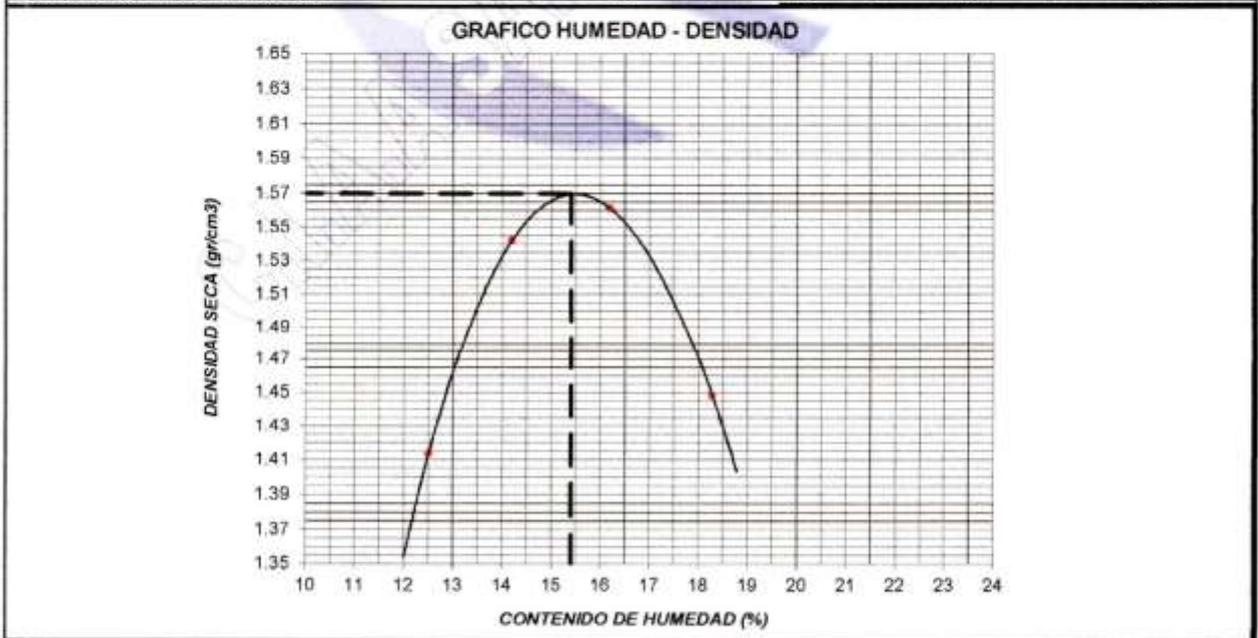
[Handwritten signature]
 Ing. Claudia María Cuadros Surichaqui
 TECNICO LABORATORISTA

PROCTOR MODIFICADO ASTM (D- 1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI
 PROYECTO / OBRA : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO - 2016
 CALICATA N° 1 PROGRESIVA 96+569 KM LADO IZQ. - C.P. PARIAHUANCA CAL AL 7%
 UBICACION DE OBRA : Distrito PARIAHUANCA TECNICO : J.S.C.V
 Provincia HUANCAYO FECHA : 17/02/2017
 Departamento JUNIN

Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	3385.0	3545.0	3595.0	3500.0
Peso del Molde (gr)	1890.0	1890.0	1890.0	1890.0
Peso del suelo húmedo (gr)	1495.0	1655.0	1705.0	1610.0
Volumen del molde (cm3)	940.0	940.0	940.0	940.0
Densidad Húmeda (gr/cm3)	1.590	1.761	1.814	1.713
Contenido de Humedad promedio (%)	12.5	14.2	16.2	18.3
Densidad Seca (gr/cm3)	1.413	1.542	1.561	1.448

Muestra N°				
Recipiente N°	78	67	32	54
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	67.0	123.7	118.1	110.0
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	62.6	112.0	105.8	97.0
Peso del agua (gr)	4.5	11.7	12.3	13.0
Peso del recipiente (gr)	29.5	29.6	29.9	25.9
Peso del suelo seco (gr)	36.0	82.4	75.9	71.1
Contenido de humedad (%)	12.5	14.2	16.2	18.3
Contenido de humedad promedio (%)	12.5	14.2	16.2	18.3



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) :	1.57	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.4
---------------------------------	------	---------------------------------	------

INGENIERIA Y GEOTECNIA
SANTA CRUZ SCRL
AV. ORIENTE N° 772 - CONCEPCION TEL: 581405 - CEL. MOV. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431184 - CLARO 964328911

INGENIERIA Y GEOTECNIA
SANTA CRUZ SCRL
INGENIERO EN GEOTECNIA
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 18899

ENSAYO DE CBR

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2016

SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

TECNICO : J.S.C.V

UBICACION: DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

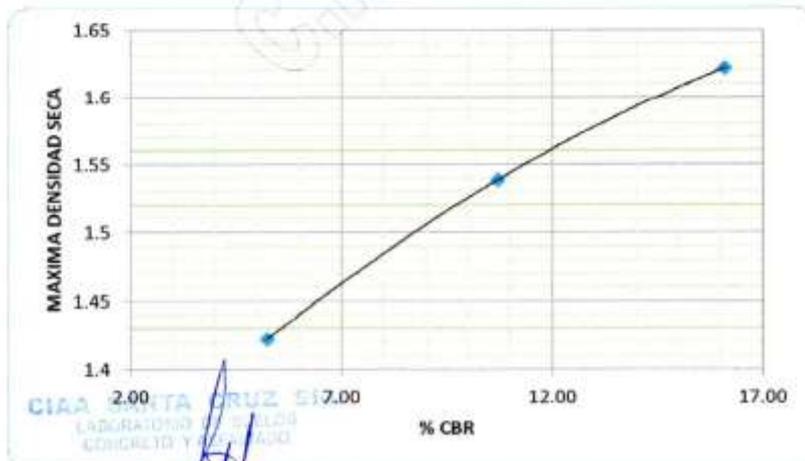
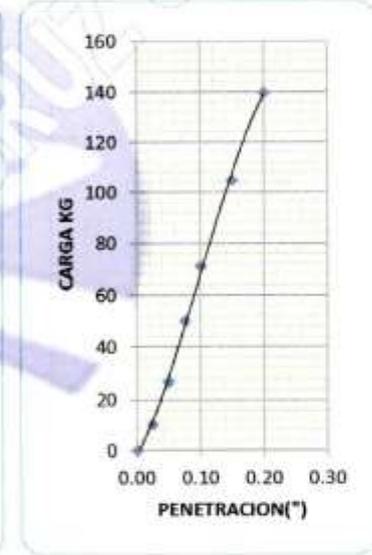
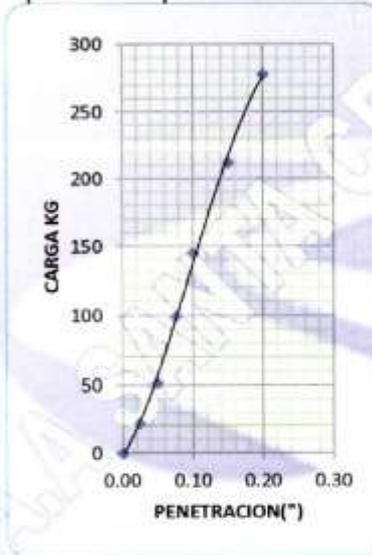
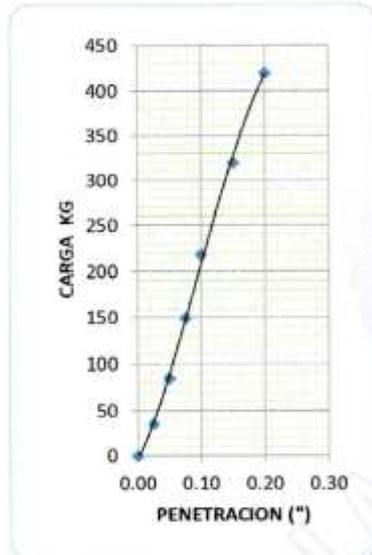
FECHA : 17/02/2017

CALICATA : Nº 01 PROGRESIVA KM 96+569 LADO IZQ. C.P. PARIAHUANCA

CAL AL 1%

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
	0.00	0	0.00	0	0.00	0
	0.25	35	0.03	22	0.03	10
	0.50	85	0.05	52	0.05	27
	0.75	150	0.08	99	0.08	50
	1.00	218	0.10	145	0.10	71
	1.50	320	0.15	212	0.15	105
	2.00	420	0.20	278	0.20	140



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	1.62
O. C. H. (%)	15.40
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	16.09
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	10.80
CARGA PATRON	1355

CIAA SANTA CRUZ S.C.
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
JAVIER SANCHEZ CRUZ VELIZ
TFC. LABORATORISTA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES
SANTA CRUZ SCRL
CALLE 100 N° 1000 - PUNTA CANALES - PUNTA CANALES - JUNIN

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2016

SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

UBICACION: DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

CALICATA Nº 01 PROGRESIVA KM 96+569 LADO IZQ. C.P. PARIAHUANCA

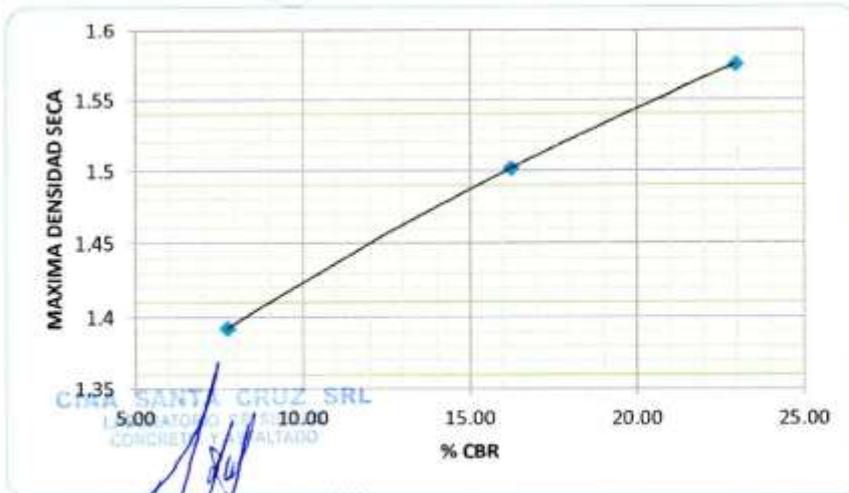
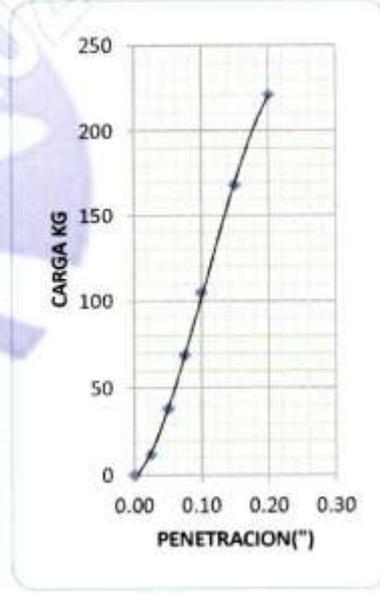
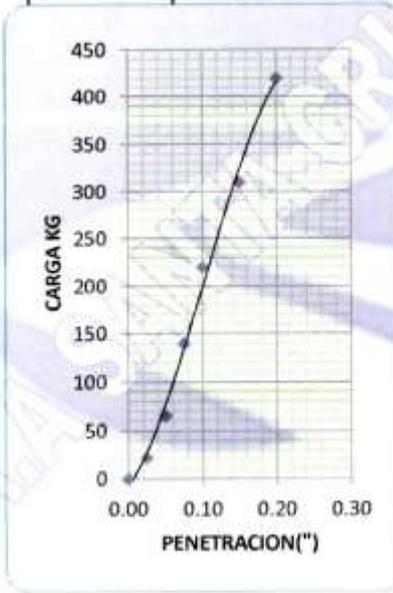
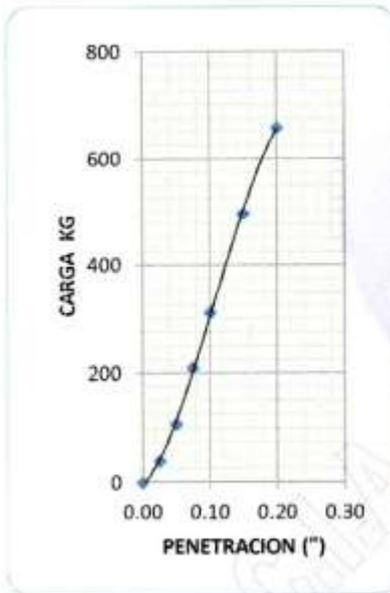
TECNICO J.S.C.V

FECHA 17/02/2017

CAL AL 3%

VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	39	0.03	22	0.03	12
0.50	0.05	108	0.05	65	0.05	38
0.75	0.08	210	0.08	140	0.08	69
1.00	0.10	311	0.10	220	0.10	105
1.50	0.15	496	0.15	310	0.15	168
2.00	0.20	657	0.20	420	0.20	221



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	: 1.57
O. C. H. (%)	: 15.60
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	: 22.94
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	: 15.64
CARGA PATRON	: 1355

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE ENSAYOS
CONCRETO Y SUELOS
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TEL. + 51 081 209174

Jose Maria Perreira Araujo
INGENIERO
REG. Nº 10000
P.O. Box 10000

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2016

SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

TECNICO J.S.C.V

UBICACIÓN: DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

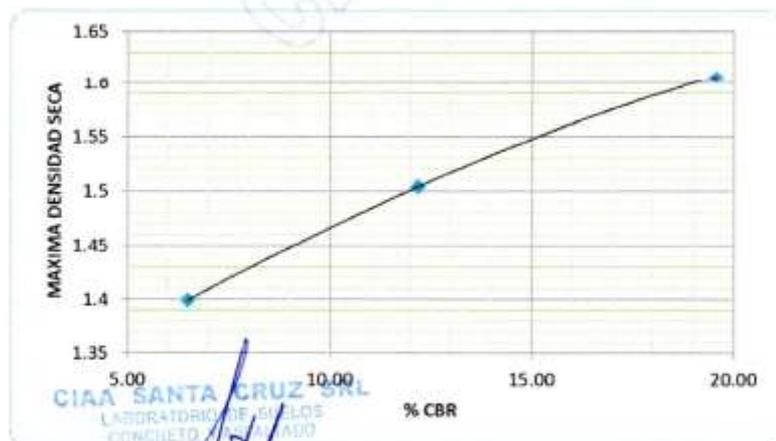
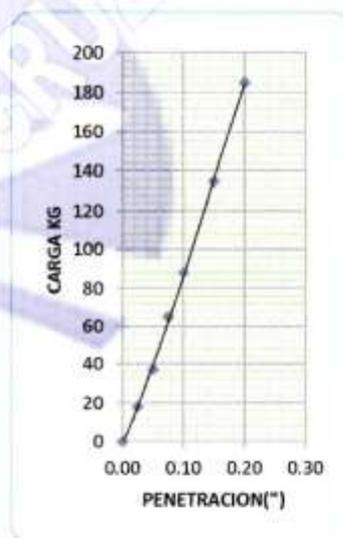
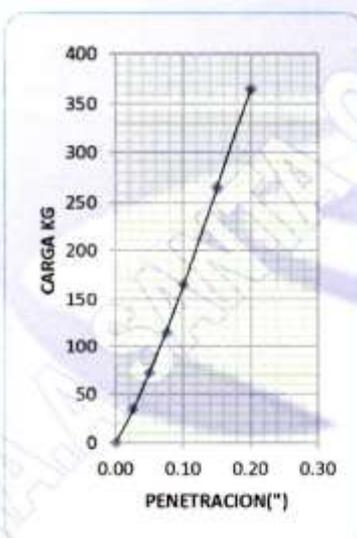
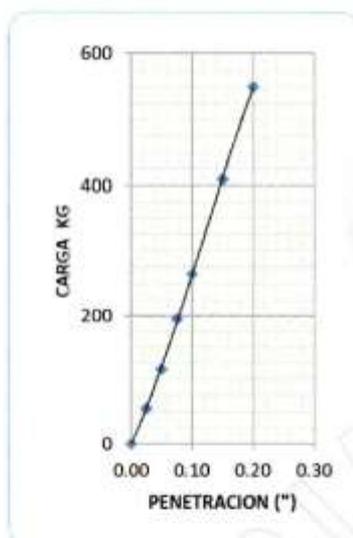
FECHA 17/02/2017

CALICATA Nº 01 PROGRESIVA KM 96+569 LADO IZQ. C.P. PARIAHUANCA

CAL AL 5%

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	55	0.03	35	0.03	18
0.50	0.05	115	0.05	72	0.05	37
0.75	0.08	195	0.08	115	0.08	65
1.00	0.10	265	0.10	165	0.10	88
1.50	0.15	410	0.15	265	0.15	135
2.00	0.20	550	0.20	365	0.20	185



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	: 1.60
O. C. H. (%)	: 14.90
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	: 19.55
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	: 13.61
CARGA PATRON	: 1355

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
TEC LABORATORISTA



Programa Arreglado
C.I.A.A. S.C.R.L.
REG. COLEGIO INGENIEROS Y ARQUITECTOS N° 1820

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN, MEDIANTE LA ESTABILIZACION QUIMICA CON OXIDO DE CALCIO- 2018

SOLICITA : BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI

TECNICO J.S.C.V

UBICACIÓN: DIST. PARIAHUANCA - PROV. HUANCAYO- DPTO JUNIN

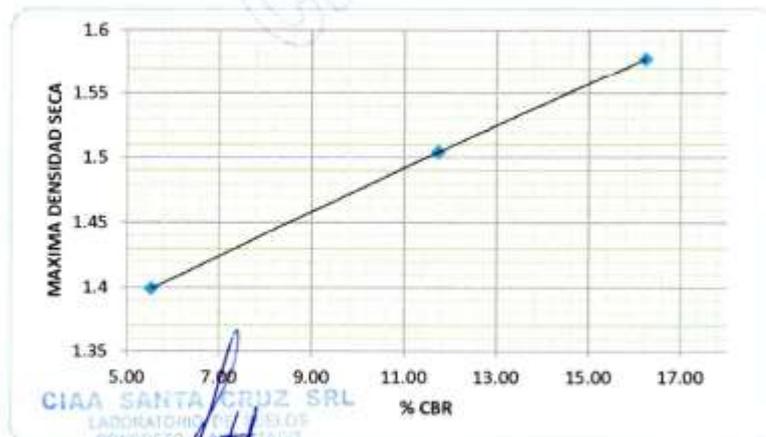
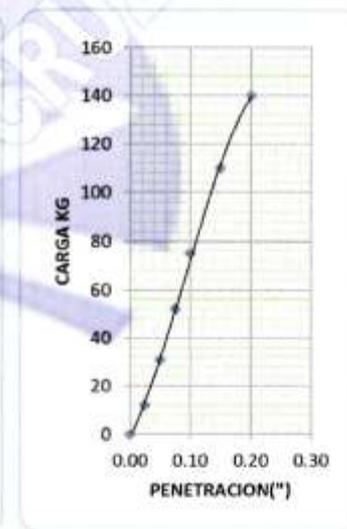
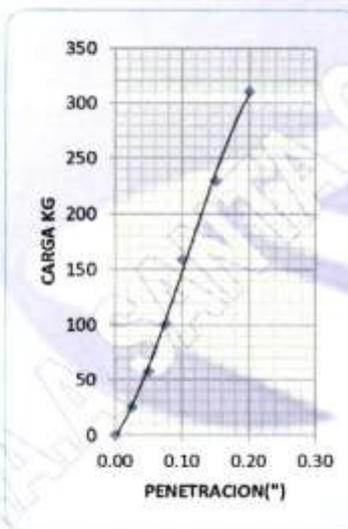
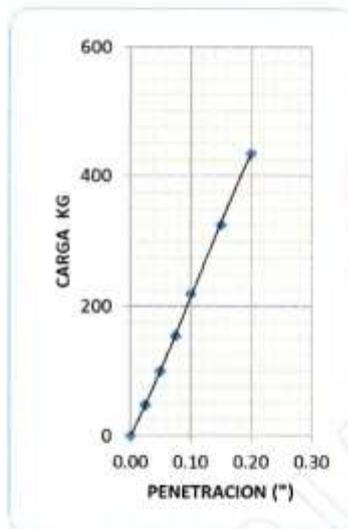
FECHA 17/02/2017

CALICATA Nº 01 PROGRESIVA KM 96+569 LADO IZQ. C. P. PARIAHUANCA

CAL AL 7%

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	Nº GOLPES 56	PENETRACION	Nº GOLPES 25	PENETRACION	Nº GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	47	0.03	25	0.03	12
0.50	0.05	100	0.05	58	0.05	31
0.75	0.08	155	0.08	101	0.08	52
1.00	0.10	220	0.10	159	0.10	75
1.50	0.15	326	0.15	230	0.15	110
2.00	0.20	435	0.20	310	0.20	140



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cc)	1.57
O. C. H. (%)	15.40
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	16.24
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	11.42
CARGA PATRON	1355

CIAA SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

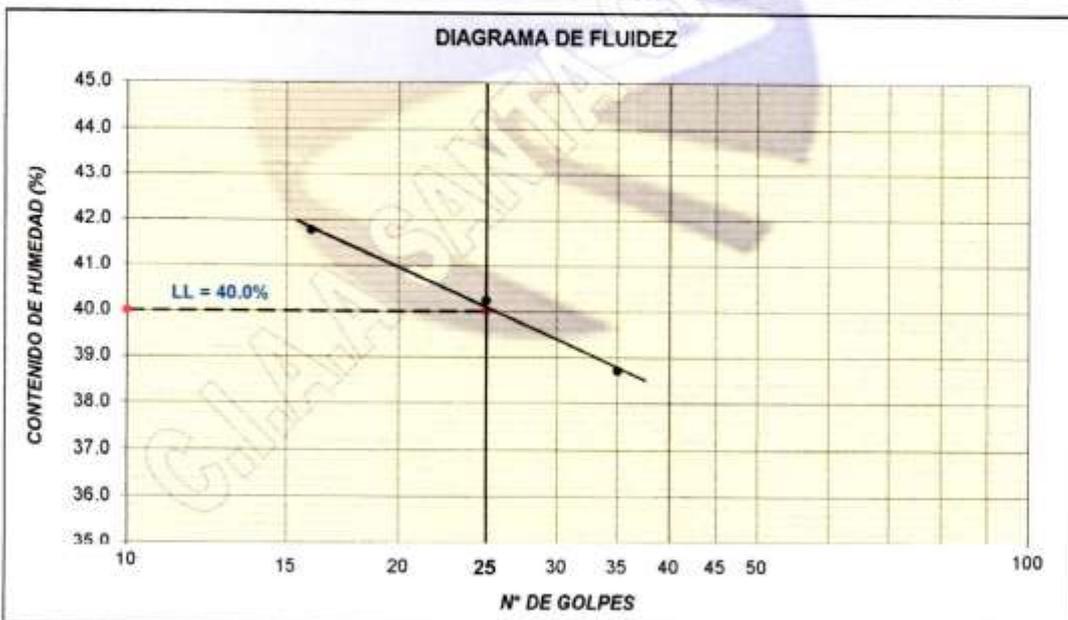
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ
I.P.C. LABORATORISTA



Ingeniero en Geotecnia, Asesor
Ingeniero en Mecánica de Suelos, Asesor
REG. CO. COL. GEOTECNIA Nº 1804

LÍMITES DE ATTERBERG

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)						
PROYECTO	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FISICOS - MECANICAS DE LA SUB RASANTE EN UNA VIA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGION JUNIN , MEDIANTE LA ESTABILIZACION					
SOLICITADO	BACH. CLAUDIA MARIA CUADROS SURICHAQUI					
UBICACIÓN	DISTRITO PARIAHUANCA - PROVINCIA HUANCAYO - REGION JUI TÉCNICO J.S.C.V					
CALICATA	N° 01	PROGRESIVA:	96.569 KM CAL AL 3%	FECHA	17/02/2017	
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
ENSAYO No.	1	2	3	1	2	
CÁPSULA No.	18	7	56	8	12	
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	28.60	25.80	34.20	17.00	23.60	
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.30	22.30	31.80	16.40	23.00	
PESO AGUA, g	3.30	3.50	2.40	0.60	0.60	
PESO DE LA CÁPSULA, g	17.40	13.60	25.60	14.70	21.35	
PESO SUELO SECO, g	7.90	8.70	6.20	1.70	1.65	
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	41.77	40.23	38.71	35.29	36.36	
NÚMERO DE GOLPES	16	25	35			



OBSERVACIONES :

RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	40.0	LÍMITE PLÁSTICO (%)	35.8	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.2

CIAA SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO

JAVIER SANTA CRUZ S.R.L.
TFC LABORATORISTA



Jose M. Rodríguez S.M.P.
REG. COL. INGENIEROS N° 1032

ANEXOS 05

INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

INFORME TÉCNICO N° 001-2017/CMCS - UPLA

DE : BACH. CLAUDIA MARÍA CUADROS SURICHAQUI
ASUNTO : INFORME TÉCNICO PARA VALIDACIÓN DE ENSAYOS
FECHA : Huancayo, 28 de febrero de 2017

Con el objetivo de completar el desarrollo de mi tesis y cumplir con la normatividad necesaria para el diseño de pavimentos de bajo volumen de tránsito, se optó por realizar los siguientes estudios y ensayos. Esperando contar con la **validación de los documentos** adjuntos paso a mencionar en que consiste cada uno.

1. GENERALIDADES:

El estudio para el desarrollo de la tesis: “Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con Óxido de Calcio-2016”, se desarrolla en la Red Vial Departamental Ruta JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, L=3.055 km perteneciente al Distrito de Pariahuanca, Provincia de Huancayo y Departamento de Junín.

2. ESTUDIO DE TRÁFICO:

2.1. Conteo Vehicular: El conteo vehicular se realizó con el fin de estimar la demanda vehicular de la vía en estudio como elemento fundamental para identificar las características y dimensiones del camino afirmado Ruta Ju-108, Tramo: C.P. Pariahuanca- C.P. Ojaro, para clasificarlo según el Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014. Debe destacarse el hecho de que la determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura del afirmado.

Asimismo, permitió proyectar una demanda futura para la cantidad de vehículos que en un futuro determinado transitará por la vía en estudio.

Para el desarrollo del conteo vehicular, se procedió a ubicar estratégicamente la estación de control E1, en la localidad de Pariahuanca (Km. 94+587). Las labores de conteo y clasificación en el campo se desarrollaron de forma continua durante 7 días de la semana, iniciándose el día sábado 07 de enero y concluyendo el día viernes 13 de enero. Se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 16
Tráfico vehicular Estación 1 – IMD (Veh/día)

Tipo de vehículos	IMDa	Distrib. %
Autos	4	4.2%
Station Wagon	4	4.2%
Camioneta Pick Up	84	88.4%
Panel	0	0.0%
Rural (Combi)	0	0.0%
Micro	0	0.0%
Ómnibus 2E y 3E	0	0.0%
Camión 2E	3	3.2%
Camión 3E	0	0.0%
TOTAL IMD	95	100.00%

Nota. Los datos que se evidencian fueron recogidos en campo y procesados en gabinete

3. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

El objetivo del estudio de suelos fue determinar las características físico – mecánicas del suelo de subrasante ubicado en la Red Vial Departamental Ju-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, L= 10.436 Km. para ello se obtuvieron muestras representativas del estrato presente en el suelo en estudio en una longitud de 3.055 Km, para posteriormente efectuar los ensayos de laboratorio aplicados al EMS.

3.1.Contenido de Humedad (MTC E 108 / ASTM 2216): El objetivo de este ensayo fue el determinar el contenido de humedad de suelo. La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso del agua en una masa dada del suelo, al peso de las partículas sólidas.

Se tiene un resumen de los resultados para cada una de las muestras para suelo natural.

Tabla 17
Resultados Contenido de Humedad

CONTENIDO DE HUMEDAD - SUELO NATURAL	
Calicata	Contenido de Humedad
C-1	18.02%
C-2	17.50%
C-3	17.70%
C-4	17.00%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

3.2. Análisis granulométrico de suelos por tamizado (MTC E 107 / ASTM D 422):

El objetivo de este ensayo es determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. Este método se usa para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el 74 mm (N° 200).

3.3. Límites de Atterberg: Estos ensayos junto con la granulometría por tamizado se requieren para la clasificación del suelo, en este caso su consistencia con respecto al contenido de humedad. A estos contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg, de acuerdo con las normas ASTM D 4318 / AASTHO T 89.

Los resultados de límites de Atterberg indican la plasticidad de un suelo fino, donde se incorporan diferentes contenidos de humedad para el cual la consistencia cambia de un estado a otro.

3.3.1. Límite Líquido (NTP 339.129 / MTC E 110): El suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico y es posible moldearse.

3.3.2. Límite Plástico (NTP 339.129 / MTC E 111): El suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se produce el rompimiento.

El resumen de resultados de la plasticidad del suelo en estado natural son los siguientes:

Tabla 18
Resultados Límites de Atterberg (Suelo Natural)

LÍMITES DE ATTERBERG (SUELO NATURAL)			
Calicata	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
C-1	41.0%	21.9%	19.1%
C-2	38.0%	19.6%	18.4%
C-3	38.4%	20.4%	18.0%
C-4	36.2%	20.3%	15.9%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, el índice de plasticidad se redujo notablemente respecto a su estado natural, para un contenido de 3% de CaO aplicado a la muestra resultante con CBR crítico, confirmando así, que la CaO ayuda a reducir la plasticidad de los suelos arcillosos.

Tabla 19
Resultado Límites de Atterberg (Suelo Estabilizado)

LÍMITES DE ATTERBERG (SUELO ESTABILIZADO)			
Calicata	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
C-1 (SUELO NATURAL)	41.0%	21.9%	19.1%
C-1 (SUELO ESTABILIZADO)	40.0%	35.8%	4.2%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

3.4. Clasificación del Suelo: Este procedimiento se realizó con el fin de determinar las características de los suelos, así se podrá estimar con suficiente aproximación el comportamiento del suelo, especialmente con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo; y luego clasificar los suelos según la metodología SUCS y AASHTO.

Basados en la carta de plasticidad, el suelo se sitúa en la línea A, para la clasificación SUCS, por lo que se clasifica como arcilla de baja plasticidad (CL).

Tabla 20
Clasificación de Suelos (Suelo Natural)

CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUELO NATURAL)		
Calicata	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
C-1	CL	A-7-6 (17)
C-2	CL	A-6 (15)
C-3	CL	A-6 (15)
C-4	CL	A-6 (11)

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

3.5. Compactación de Suelos en laboratorio utilizando una Energía Modificada

(Proctor Modificado): Mediante esta prueba se puede determinar la compactación o densidad máxima de un suelo o agregado en relación con su contenido de humedad. Cabe mencionar que existen dos tipos de Ensayo Proctor normalizados: Ensayo Proctor Modificado, de acuerdo con las normas ASTM D 1557 (MTC E 115), y el Ensayo de Proctor Estándar, de acuerdo con las normas ASTM D 698 (MTC E 116). La diferencia entre ambos ensayos radica en la distinta energía utilizada, debido al mayor peso del pistón y mayor altura de caída en el Proctor Modificado.

Tabla 21
Resultados de Ensayo Proctor Modificado (Suelo Natural)

PROCTOR MODIFICADO (SUELO NATURAL)		
Calicata	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-1	1.65	18.30%
C-2	1.67	18.00%
C-3	1.70	17.00%
C-4	1.72	17.80%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

Tabla 22

Resultado de Ensayo Proctor Modificado (Suelo Estabilizado)

PROCTOR MODIFICADO (SUELO ESTABILIZADO)		
Calicata	Máxima Densidad Seca (gr/cm³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
C-1 + 1% de CaO en peso	1.62	15.4%
C-1 + 3% de CaO en peso	1.57	15.6%
C-1 + 5% de CaO en peso	1.83	14.9%
C-1 + 7% de CaO en peso	1.57	15.4%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

3.6. Ensayo de C.B.R. (MTC E 132 / ASTM D 1883): Este ensayo determina el índice

de resistencia de los suelos denominado valor de relación de soporte, en el cual se mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo (subrasante), subbase, y/o base granular de un pavimento, bajo condiciones controladas de humedad y densidad.

La prueba de CBR fue el principal objetivo a realizar, ya que, con esta, determinamos la capacidad admisible del suelo, así como su expansión tanto en su estado natural, y en mezclas de suelo – CaO con diferentes proporciones de CaO (1%, 3%, 5% y 7%) respecto al peso del suelo.

Tabla 23

Resultado de Prueba C.B.R. (Suelo Natural)

C.B.R. (SUELO NATURAL)	
Calicata	C.B.R. al 95%
C-1	4.85%
C-2	5.33%
C-3	5.79%
C-4	6.20%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

Tabla 24
 Resultado de Prueba C.B.R. (Suelo Estabilizado)

C.B.R. (SUELO ESTABILIZADO)	
Calicata	C.B.R. al 95%
C-1 + 1% de CaO en peso	10.80%
C-1 + 3% de CaO en peso	15.64%
C-1 + 5% de CaO en peso	13.61%
C-1 + 7% de CaO en peso	11.2%

Nota. Los datos que se evidencian fueron obtenidos en laboratorio.

4. CONCLUSIONES:

- El IMDa obtenido es de 95 vehículos, corresponde a una vía de bajo volumen de tránsito con $IMDa \leq 200$ veh/día.
- El tráfico proyectado a 10 años corresponde a $IMDa=104$ veh.
- $N_{Rep.}$ de E.E. = 45365 E.E.
- El Índice de Plasticidad para la Calicata C-1, en suelo natural y suelo estabilizados son los siguientes:

$$IP_{C-1}=19.1\%$$

$$IP_{C-1 + 3\% \text{ DE CaO EN PESO}}=4.2\%$$

- El valor de C.B.R. para la Calicata C-1, siendo este el más crítico:

$$CBR_{C-1}=4.85\%$$

Además, el suelo estabilizado a 3% de CaO en peso, siendo este el óptimo, alcanzando el porcentaje más alto, tienen como resultado:

$$CBR_{C-1+ 3\% \text{ DE CaO EN PESO}}=15.64\%$$

- Respecto a nuestro resultado de CBR con suelo estabilizado, con adición de CaO al 3% respecto al peso, basándonos al Manual de Carreteras – “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”, en la Sección Suelos y Pavimentos, indica que suelos con $10 \leq CBR < 20$ son considerados subrasante buena.

- Se ha mejorado las propiedades del suelo natural, obteniéndose, después de la estabilización química, una subrasante buena.

Confío en que este informe les sea de gran utilidad al momento de tomar su decisión.

Adjunto:

- Formatos de Conteo Vehicular
- Panel Fotográfico

Atte.

Claudia Cuadros Surichaqui
DNI N° 46407881

CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR Y CÁLCULO DE N_{rep} de EE

1. CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR

1.1. Volumen de tráfico promedio diario

Carretera : Ruta Departamental JU-108
Tramo : C.P. Pariahuanca - C.P. Ojaro
Cod Estaciór : E-01

Ubicación : Kilometro 94+587
Sentido : Ambos
Dia : del 07/01/2017 al 13/01/2017

HORA	AUTO	WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %	
			PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2 S2	2S3	3S1/3 S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
SÁBADO	4	5	117	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	20.0
DOMINGO	9	10	89	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	17.2
LUNES	6	2	73	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	13.2
MARTES	3	3	75	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	13.2
MIÉRCOLES	2	4	68	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	11.9
JUEVES	3	4	61	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	10.9
VIERNES	4	3	80	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	13.6
TOTAL	31	31	563	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	645	100.0
IMD	4	4	80	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	
%	4.8	4.8	87.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	

1.2. Factores de Corrección Estacional

Para el presente estudio de tráfico se consideró el factor de corrección mensual de la Estación de peaje del MTC más cercana y representativa, de vehículos ligeros y vehículos pesados por unidad de peaje como se muestra en la siguiente tabla:

Factores de corrección estacional - Año 2013			
Peaje	Mes	F.C. Ligeros	F.C. Pesados
Quiulla	Enero	1.018674	1.051903

Nota. Tomado de “Volumen total anual de vehículos por unidad de peaje - Año 2010-2013” – MTC – OGPP.

1.3. Índice Medio Diario

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDS = \frac{Vi}{7}$$

$$IMDa = IMDS * FC$$

Donde :

IMDS : Índice Medio Diario Semanal de la Muestra vehicular tomada

IMDa : Índice Medio Diario Anual

Vi : Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo

FC : Factor de corrección estacional

Tipo de Vehículos	IMDa	Distrib.%
Autos	4	4.2%
Station Wagon	4	4.2%
Camioneta Pick Up	84	88.4%
Camión 2E	3	3.2%
TOTAL IMD	95	100.0%

2. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE TRÁFICO

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción de tráfico actual. Para el presente estudio se consideró un tráfico proyectado a 10 años.

2.1. Tráfico futuro

Las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas utilizadas para el cálculo de las tasas de crecimiento del tráfico son:

Área de Influencia		Población				Tasa de Crecimiento Inter Censal 1993-2007
		2007		2015		
		Absoluto	%	Absoluto	%	
Departamento	Provincia					
Junín	Huancayo	484,640	100.00%	503,139	100.00%	0.47%
Total		484,640	100.00%	503,139	100.00%	0.47%

Nota. Tomado de INEI – Censos Nacionales 2007-2015.

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Junín	898.50	1,077.87	1,019.08	1,116.79	1,252.36	1,266.54	1,205.94	1,108.10	1,198.01
Δ% anual		19.96%	-5.45%	9.59%	12.14%	1.13%	-4.78%	-8.11%	8.11%
Δ% periodo		19.96%	6.50%	7.52%	8.66%	7.11%	5.03%	3.04%	3.66%

Nota. Tomado de INEI.

El Tráfico futuro se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o(1 + r)^n$$

Donde:

T_n : Tráfico en el año “n”

T_o : Tráfico actual o en el año base

r : Tasa de crecimiento

n : Año para el cual se calcula el volumen de tráfico

PROYECCIÓN DEL TRAFICO											
Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Autos	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Station Wagon	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Camioneta Pick Up	84	85	85	86	86	86	87	87	88	88	89
Camión 2E	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Trafico Normal	95	99	99	100	100	100	101	101	103	103	104

3. EJES EQUIVALENTES

Para determinar los Ejes Equivalentes (EE) para afirmado, se ha usado las siguientes fórmulas:

Para Eje Simple de ruedas simples $EE_{S1} = (P/6.6)^{4.0}$

Para Eje Simple de ruedas dobles $EE_{S1} = (P/8.2)^{4.0}$

Tipo	Automóvil	Station Wagon	Camioneta	Camión	
			Pick Up	C2	
Cargas	1	1	1	7	10
Factor por Eje	0.00053	0.00053	0.00053	1.2653	2.2118
Factor total	0.00105	0.00105	0.00105	3.477	

4. NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Para determinar el Número de repetición de Ejes Equivalentes (Nrep de $EE_{8.2t}$) para afirmado, se ha usado la siguiente fórmula:

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2t} = \sum (EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365)$$

$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc$$

Para obtener $EE_{\text{día-carril}}$:

IMD_{pi} : Índice medio diario según tipo de vehículo

F_{ca} : Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo

F_d : Factor direccional

F_c : Factor carril

Para obtener el factor de crecimiento se usa la siguiente fórmula:

$$F_c = \frac{(1 + r)^n - 1}{0.05}$$

Donde:

r : Tasa anual de crecimiento

n : Periodo de diseño (10 años)

Se tiene:

TIPO	IMDs	f.c ESTACIONAL	IMDA	cargas	f	f*IMDA	SUMATORIA	FACTOR DE CRECIMIENTO
autos	4	1.0519	4	1	0.0005	0.0021	0.0970	0.47%
				1	0.0005	0.0021		
station wagon	4	1.0519	4	1	0.0005	0.0021		
				1	0.0005	0.0021		
pick up	80	1.0519	84	1	0.0005	0.0443		
				1	0.0005	0.0443		
camion 2E	3	1.01867	3	7	1.265	3.7961	10.4315	3.66%
				10	2.212	6.6354		
TOTAL	91		95		ESAL 0	10.5285		

FACTOR DE DIR	1
FACTOR DE CARRIL	1

EE LIGEROS	
10 AÑOS	362.000

EE PESADOS	
10 AÑOS	45003.000

Nrep de E.E. (10 AÑOS)
45365



FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 2

UNIDAD ADMINISTRATIVA	AL-108
INSMAR DE LA CARRETERA	C.P. PARMASAMICA - C.P. PAFETI
SECTOR	AMBOS SENTIDOS
UBICACION	PK50 - 84+587

ESTACION	ESTACION 01
CODIGO DE ESTACION	01
Nombre	cd.02012817.d.130109317

FECHA MES/DIA	Adm movil	Estacion Wagon	CAMIONETA			Motos	BUS			CAMION			SEMIBAVIA			Troncos			TOTAL
			Pick UP	Panel	Autob. Carga		30	35-40	40-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	80-85	85-90	90-95	
ENERO 01 0 0	3	4	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
	1	1	01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
	4	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128
ENERO 02 0	1	3	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
	6	7	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
	6	16	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111
ENERO 03 0	2	2	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
	3	6	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54
	4	3	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
ENERO 04 0	1	1	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
	2	2	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
	3	3	75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
ENERO 05 0	1	2	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
	2	2	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
	3	4	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
ENERO 06 0	1	3	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
	2	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26
	3	4	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
ENERO 07 0	2	1	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
	4	2	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51
	3	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44
TOTAL	31	31	543	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	642

GOBIERNO REGIONAL JUNIN



Mg. Julián Raúl Condor Jesús

(0) AEOV



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

SANTA DEPARTAMENTAL		JU-108	
TRAMO DE LA CARRETERA		C.P. MAMBLANCA - C.P. PANI	
SECTOR		0	2
UBICACION		PROG. 84-587	
ESTACION		ESTACION DE	
CANTON DE ELECCION		E-01	
FECHA		27/03/2017	

Hora	Auto motoc	Motos Wagon	CAMIONETAS			BUS	CAMION			SEMITRAILER			Trailers			TOTAL	PERC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		Milvo	2E	3E	4E	2E1/2E2	2E3	3E1/3E2	3E3	4E3		
06-01															0	0,00	
07-02															0	0,00	
08-05															0	0,00	
09-04															0	0,00	
10-00															0	0,00	
11-05															0	0,00	
12-07															0	0,00	
13-08															0	0,00	
14-09															0	0,00	
15-11															0	0,00	
16-13															0	0,00	
17-15															0	0,00	
18-14															0	0,00	
19-16															0	0,00	
20-17															0	0,00	
21-18															0	0,00	
22-19															0	0,00	
23-21															0	0,00	
24-22															0	0,00	
25-23															0	0,00	
26-24															0	0,00	
TOTAL	5	4	57	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	100,00	
%	4,17	3,18	87,18	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00		





FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

UNTA DEPARTAMENTAL TRAFICO DE LA CARRETERA BENTON		AD-108 C.P. PARMILANCA - C.P. PARTI		ESTACION III E-01	
UBICACION:		PROD. 841287		FECHA: 08/10/17	

Hora	Auto Modelo	Modelo Vehículo	CARROTERIAS			BIB	CAMION			SEMITRAILER			TIRAFUS			TOTAL	PORC. %
			Pick Up	Paseo	Remol Caminó		Motoc Cicla	SE	++3E	2E	3E	4E	5E	6E	7E		
06:01																0	0.00
07:03																0	0.00
08:03																0	0.00
09:04																0	0.00
09:05						2										2	2.00
09:06						0										0	0.00
09:07						0										0	0.00
09:08						4										4	4.00
09:09						0										0	0.00
09:11						4										4	4.00
09:13						1										1	1.00
09:13						0										0	0.00
09:14						1										1	1.00
09:18						0										0	0.00
09:18						0										0	0.00
09:19						0										0	0.00
09:20						0										0	0.00
09:21						0										0	0.00
09:22						0										0	0.00
09:23						0										0	0.00
09:24						0										0	0.00
TOTAL	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4.00
%	2.54	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

ALTA DEPARTAMENTAL	24-08
TRAMO DE LA CARRETERA	C.P. PARIHUANCA - C.P. PAMBI
SEÑALIZADO	O ← X
UBICACION	PROV. BA-387

ESTACION	ESTACIONE1
CODIGO DE ESTACION	E-1
FECHA	08/03/2017

Hora	Año traz	Moton Vaguen	Pick UP	CAMIONETA			Moto	Bus	CAMION			BIV	BOMBINER			Taxis			TOTAL	PORC. N			
				Pick UP	Ford	Renol Cruza			SE	SE	SE		SE	SE	SE	SE	SE	SE			SE	SE	SE
06:01																					0	0.00	
06:02																						0	0.00
06:03																						0	0.00
06:04																						0	0.00
06:05																						0	0.00
06:06																						0	0.00
06:07																						0	0.00
07:08																						0	0.00
08:09																						0	0.00
09:10																						0	0.00
10:11																						0	0.00
11:12																						0	0.00
12:13																						0	0.00
13:14																						0	0.00
14:15																						0	0.00
15:16																						0	0.00
16:17																						0	0.00
17:18																						0	0.00
18:19																						0	0.00
19:20																						0	0.00
20:21																						0	0.00
21:22																						0	0.00
22:23																						0	0.00
23:24																						0	0.00
TOTAL	3	3	28	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	112.00
N	8.37	5.17	40.35	8.88	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	100.00





FORMATO N° 1

FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

UNIDAD DEPARTAMENTAL	CAUCA			
TRAMO DE LA CARRETERA	C.P. PARAHUANCA - C.P. PANDE			
SECTOR	0	1	2	3
UBICACION	PROG. 14-187			
ESTACION	ESTACION 01		ESTACION 02	
FECHA DE ELABORACION	10/01/2017			

HORA	CAMIONETAS					CAMION					SEMIVALE					TOTAL	PORC. %				
	Auto movil	Station Wagon	Pick Up	Panel	Busol Cortado	Micro	BUS	18	20	24	30	36	40	48	60			72	84	96	120
04-01																					
04-02																					
04-03																					
04-04																					
04-05																					
04-06																					
04-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
TOTAL	1	1	34	6	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
%	2.51	2.51	86.47	0.89	0.08	0.02	0.00	0.51	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

FUENTE DOCUMENTAL:		AL-VSR	
TRAMO DE LA CARRETERA:		C.P. PAMPALANCA - C.P. PAMTI	
SEMAFO:		D	
UBICACION:		PROV. MALDONADO	
ESTACION:		ESTACION 01	
CATEGORIA DE ESTACION:		E-01	
FECHA:		11/07/2017	

Hora	Auto motoc	Motoc Triciclo	CAMIONETAS		Micro	BUS	CAMION			ARBITRARIO			TOTAL			PORC. %		
			Pick UP	Panet			Road Couch	IE	I+J	IE	IE	IE	IE	IE	IE		IE	IE
06:01	1															1	0.00	
06:02																	0	0.00
06:03																	0	0.00
06:04																	0	0.00
06:05																	0	0.00
06:06																	0	0.00
06:07																	0	0.00
06:08																	0	0.00
06:09																	0	0.00
06:10																	0	0.00
06:11																	0	0.00
06:12																	0	0.00
06:13																	0	0.00
06:14																	0	0.00
06:15																	0	0.00
06:16																	0	0.00
06:17																	0	0.00
06:18																	0	0.00
06:19																	0	0.00
06:20																	0	0.00
06:21																	0	0.00
06:22																	0	0.00
06:23																	0	0.00
06:24																	0	0.00
TOTAL	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00
%	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100.00



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

MTC MTC
FORMATO N° 1

REGIONAL	JUNÍN
CARRETERA	C.P. PARAHUANCA - C.P. PANTI
SECTOR	IG - - - - - E
UBICACION	PROG. 84-307

ESTACION	ESTACION 01
NOMBRE ESTACION	E-01
FECHA	12/01/2017

Hora	CAMIONETA			CAMION			SEMIVALE						TOTAL	PCRC			
	Station Wagon	Pick UP	Facel	Mini	Micro	BUS	3E	2E	1E	3E	2E	1E			3E	2E	1E
08:01																	0
08:02																	0
08:03																	0
08:04																	0
08:05																	0
08:06																	0
08:07																	2
08:08																	8
08:09																	8
08:10																	2
08:11																	2
08:12																	3
08:13																	3
08:14																	8
08:15																	8
08:16																	1
08:17																	1
08:18																	2
08:19																	0
08:20																	0
08:21																	0
08:22																	0
08:23																	0
08:24																	0
TOTAL	1	3	27	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
%	3.13	8.38	84.38	0.00	0.00	0.00	3.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00

GOBIERNO REGIONAL JUNIN
SECTOR

Algo. Jusán Raúl Corador Jesús
GOBIERNO REGIONAL JUNIN



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

RUTA: DISTRITO DE SANTIAGO DE LOS CABALLEROS		21-108	
TRAMO DE LA CARRETERA: C.P. PARMARANCA, C.P. PANTI		ESTACION 01	
SEÑALIZACION: D. A. -		E-01	
UBICACION: PISO. 841-987		13/01/2017	

Hora	Año móvil	Modo Vehicular	CAMIONES			CARRON			SEMIVALE			Taxis			TOTAL	PORC. %
			Pes. LP	Ford	Reid Conch	Mits	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE		
08:01															0	0.00
08:02															0	0.00
08:03															0	0.00
08:04															0	0.00
08:05															0	0.00
08:06															0	0.00
08:07															0	0.00
07:08															0	0.00
08:09															0	0.00
08:10															0	0.00
08:11															0	0.00
08:12															0	0.00
08:13															0	0.00
08:14															0	0.00
08:15															0	0.00
08:16															0	0.00
08:17															0	0.00
07:18															0	0.00
08:19															0	0.00
08:20															0	0.00
08:21															0	0.00
08:22															0	0.00
08:23															0	0.00
08:24															0	0.00
TOTAL	3	1	1	31	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	37	100.00
%	0.41	0.13	0.13	0.41	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones FORMATO N° 1

RUETA DEPARTAMENTAL	JUNIN	
TRAMO DE LA CARRETERA	C.P. PARMARJACA - C.P. PAMTI	
SENTIDO	X	E
UBICACION	PROG. 94-587	
ESTACION	ESTACION 81	
CONDICION DE ESTACION	E-S1	
FECHA	07/01/2017	

N° de	Año	Modelo	Placa	Color	CAMIONETA		Moto	BUS	CAMION				SEMIPISTAS				TOTAL	PORC. %	
					Pick UP	Panal			Panel	Centro	1E	2E	3E	4E	1510	2010			3010
00-01																			
01-02																			
02-03																			
03-04																			
04-05																			
05-06																			
06-07																			
07-08																			
08-09																			
09-10																			
10-11																			
11-12																			
12-13																			
13-14																			
14-15																			
15-16																			
16-17																			
17-18																			
18-19																			
19-20																			
20-21																			
21-22																			
22-23																			
23-24																			
TOTAL	1	1	85	5	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
%	1.54	1.54	85.71	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	86.86





FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



REGION	UNIDAD ADMINISTRATIVA	ESTACION
04	01	01
Junín	Junín	Junín
PROVINCIA	DISTRITO	ESTACION
01	01	01
Junín	Junín	Junín
CARRERA	SEMAFORO	ESTACION
01	01	01
Junín	Junín	Junín
ESTACION	ESTACION	ESTACION
01	01	01
Junín	Junín	Junín

ESTACION	ESTACION
01	01
Junín	Junín
ESTACION	ESTACION
01	01
Junín	Junín

TIPO	Año	Mes	Día	Hora	CAMIONETAS			CAMION		MOTO			BUS			SEMI-TRAILER			Taxis			TOTAL	PROM. N.		
					Pick UP	Panel	Mini	Mini	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión	Camión			Camión	Camión							
00-01																									
01-02																									
02-03																									
03-04																									
04-05																									
05-06																									
06-07																									
07-08																									
08-09																									
09-10																									
10-11																									
11-12																									
12-13																									
13-14																									
14-15																									
15-16																									
16-17																									
17-18																									
18-19																									
19-20																									
20-21																									
21-22																									
22-23																									
23-24																									
TOTAL																									
N.	12.31	13.77	03.73	8.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	





FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



UNTA. DEPARTAMENTAL	JUNIN	
TITULO DE LA CARRETERA	PARAHUANZA - C.P. PARTI	
RENTADO	X	E
UBICACION	PROG. 94+587	

ESTACION	ESTACION 01
CODIGO DE ESTACION	E-01
FECHA	09/10/2017

Hora	Auto movil	Station Vehic	CAMIONES			CAMION			CAMION			CAMION			TOTAL	POMC
			Pick Up	Panel	Panel Carga	Micro	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE		
06-01																0.00
07-01																0.00
08-01																0.00
09-04																0.00
09-05																0.00
09-07																0.00
09-08																19.77
09-09																2.00
09-10																1.54
09-11																2.00
09-12																2.00
09-13																2.00
09-14																2.00
09-15																2.00
09-16																2.00
09-17																2.00
09-18																2.00
09-19																2.00
09-20																2.00
09-21																2.00
09-22																2.00
09-23																2.00
09-24																2.00
TOTAL	1	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78.82
%	4.51	0.00	69.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.82



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

RUTA DEPARTAMENTAL TIRADO DE LA CARRETERA SECTOR	JULIO PASAHUMACA - C.P. PANI 0	ESTACIÓN E1 E-21 10/01/2017
UBICACION	X	ESTACION E1 E-21 10/01/2017

Hora	Año Modelo	Motor NACION	CARBONETAS		Ritmo Cambio	Ritmo Cambio	BUS	CAMION		10V 100	SEMITRAILER		TANQUES				TOTAL	PROM. %	
			Peso Lit	Peso Lit				10V 100	10V 100		10V 100	10V 100	10V 100	10V 100	10V 100	10V 100			10V 100
08-01																		0	0.00
01-02																		0	0.00
02-03																		0	0.00
03-04																		0	0.00
04-05																		0	0.00
05-06																		1	1.54
06-07																		0	0.00
07-08																		0	0.00
08-09																		1	1.54
09-10																		7	10.77
10-11																		0	0.00
11-12																		4	6.18
12-13																		0	0.00
13-14																		1	1.54
14-15																		4	6.18
15-16																		2	3.09
16-17																		3	4.62
17-18																		0	0.00
18-19																		0	0.00
19-20																		0	0.00
20-21																		0	0.00
21-22																		0	0.00
22-23																		0	0.00
23-24																		0	0.00
TOTAL	2	2	41	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	73.31
%	3.06	3.06	63.19	8.39	0.00	0.00	3.06	1.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.31	





FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

RUTA DEPARTAMENTAL		M-108	
TRAMO DE LA CARRETERA		PARRAQUANCA - C.P. PANCI	
SECTOR		X	E
UBICACION		PISOQUI 34-187	
ESTACION	ESTACION PI		
CODIGO DE ESTACION	E-81		
FECHA	11/01/2017		

MARCAS VEHIC.	CATEGORIAS										TOTALES					PORC. %							
	Auto movil	Station Wagon	Hab. MP	Panel	Bus/Coche	Micro	JE	>> JE	JE	SE	CE	4E	2S1	2S2	2S3		2S4	2S5	2S6	2S7	2S8	2S9	2S10
00-91																							9
01-02																							0
02-03																							0
03-04																							0
04-05																							0
05-06		1																					2
06-07																							4
07-08																							3
08-09																							5
09-10																							4
10-11																							3
11-12																							1
12-13																							1
13-14																							4
14-15																							3
15-16																							3
16-17																							4
17-18																							3
18-19																							3
19-20																							1
20-21																							0
21-22																							0
22-23																							0
23-24																							0
TOTAL	1	2	37	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
%	1.54	3.18	34.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.08

GOBIERNO REGIONAL JUNTA
ANTIOQUIA
MAYOR JOSE ANTONIO CARRASCO
MAYOR JUAN CARLOS PEREZ
MAYOR



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

UNTA DEPARTAMENTAL	JUNÍN
TRONCAL DE LA CARRETERA	PARISHANCA - C.P. PANZI
SECTOR	X
ESTACION	ESTACION 01
	E-01
	13/01/2017

ESTACION	ESTACION 01
CORREO DE ESTACION	E-01
FECHA	13/01/2017

Hora	Auto motoc	Motocic Wagen	CAMIONETAS		Buses	CAMION		SEMI-TRAILER				Trapiques				TOTAL	PORC %		
			Pick Up	Panel		Rural Combi	Motoc	DE	SE	SE 2E	SE 3E	SE 4E	SE 5E	SE 6E	SE 7E			SE 8E	SE 9E
06-01																			0.00
06-02																			0.00
06-03																			0.00
06-04																			0.00
06-05																			0.00
06-06																			0.00
06-07																			0.00
06-08																			0.00
06-09																			0.00
06-10																			0.00
06-11																			0.00
06-12																			0.00
06-13																			0.00
06-14																			0.00
06-15																			0.00
06-16																			0.00
06-17																			0.00
06-18																			0.00
06-19																			0.00
06-20																			0.00
06-21																			0.00
06-22																			0.00
06-23																			0.00
06-24																			0.00
TOTAL	2	1	34	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
%	3.08	1.54	82.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	38.46



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO NP 1

UBICACION	RUTA DEPARTAMENTAL ITIAHO DE LA GUERRILLA		A-58 PARISHUANCA - C.F. PAVI	
SECTOR	X	Q	E	E
UBICACION	PROG. 04-587			

ESTACION	ESTACION 01
CODIGO DE ESTACION	E-01
FECHA	13/09/17

Hora	Auto movil	Station Vehiculo	Pick Up	CAMIONETE TAXI			Buses	CAMION					SEMITRAILER					TOTAL	PORC. %
				Parat.	Parat. Combi	Other		2E	3E	4E	5E1 5E2	2E2 2E3	2E4 2E5	3E1 3E2	3E3 3E4	3E5 3E6	3E7 3E8		
06:01																		0	0.00
01:01																		0	0.00
02:02																		0	0.00
03:03																		0	0.00
04:04																		0	0.00
05:05	1																	2	18.77
06:06																		0	0.00
07:07																		0	0.00
08:08																		0	0.00
09:09																		0	0.00
10:10	1																	2	18.77
11:11																		0	0.00
12:12																		0	0.00
13:13																		0	0.00
14:14	1																	2	18.77
15:15																		0	0.00
16:16																		0	0.00
17:17																		0	0.00
18:18																		0	0.00
19:19																		0	0.00
20:20																		0	0.00
21:21																		0	0.00
22:22																		0	0.00
23:23																		0	0.00
TOTAL	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	75.98
%	3.08	3.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	75.98

GOBIERNO REGIONAL JUNIN
SDITSA

Julian Raúl Condor Jesús
(S) AEOV

PANEL FOTOGRAFICO



Vista Fotográfica 1. Brigada realizando conteo vehicular en la Estación E-1, Km. 94+587, supervisado por personal de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones-Junín.



Vista Fotográfica 2. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía.



Vista Fotográfica 3. Ruta Departamental JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro. Puente Mamacnioc, ubicada en la progresiva 95+572 Km., inicio de la extracción de muestras.



Vista Fotográfica 4. Vista Calicata N° 1, ubicada en la Prog. 96+569



Vista Fotográfica 5. Vista Calicata N° 2, ubicada en la Prog. 97+485



Vista Fotográfica 6. Vista Calicata N° 3, ubicada en la Prog. 98+510



Vista Fotográfica 7. Vista Calicata N° 4, ubicada en la Prog. 99+624.



Vista Fotográfica 8. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía, con presencia de baches.



Vista Fotográfica 9. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía, con presencia de ahuellamiento a lo largo de la vía.



Vista Fotográfica 10. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía, con presencia de baches.



Vista Fotográfica 11. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía, con presencia de ahuellamiento a lo largo de la vía.



Vista Fotográfica 12. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía.

ANEXOS 06

**VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE
INVESTIGACIÓN**

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: FICHA DE ORGANIZACIÓN, SISTEMATIZACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS.

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos del experto : *Nelly Delia Galarza Tovar*
 1.2. Cargo e Institución donde labora : *Residente de Obra - Munic. Dist. de Palcosmayo*
 1.3. Instrumento a validar : *INFORME TÉCNICO N° 001-2017/CMCS - UPLA*
 1.4. Tesista : *Claudia María Cuadros Surichaqui*
 1.5. Tesis : *"Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016"*

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-60%	Excelente 81-100%
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.					X
2. Objetividad	El instrumento está expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación.					X
3. Organización	El orden de los datos y ensayos es adecuado.					X
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación.					X
5. Suficiencia	El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable.					X
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica, asimismo normas técnicas que la respalda.				X	
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.					X
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.					X

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Es aplicable para mejoramiento de caminos vecinales

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN AL 100%

85%

FIRMA

NOMBRE

DNI



Nelly Delia Galarza Tovar

20091047

Huancayo, *13* de Marzo del 2017

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: FICHA DE ORGANIZACIÓN, SISTEMATIZACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS.

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos del experto : EDGARDO TOVAR BACA
 1.2. Cargo e Institución donde labora : SUPERVISOR - GOB. REG. DE LIMA
 1.3. Instrumento a validar : INFORME TÉCNICO N° 001-2017/CMCS - UPLA
 1.4. Tesista : Claudia Maria Cuadros Surichaqui
 1.5. Tesis : "Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016"

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-60%	Excelente 81-100%
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.					X
2. Objetividad	El instrumento está expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación.					X
3. Organización	El orden de los datos y ensayos es adecuado.					X
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación.					X
5. Suficiencia	El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable.					X
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica, asimismo normas técnicas que la respalda.					X
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.					X
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.					X

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

ES APLICABLE PARA EL DISEÑO DE VÍAS DEPARTAMENTALES CON AFIRMADO.

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN AL 100%

85%

FIRMA

NOMBRE

DNI



EDGARDO TOVAR BACA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 70490

EDGARDO TOVAR BACA

201004+1

Huancayo, 13 de Marzo del 2017

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO: FICHA DE ORGANIZACIÓN, SISTEMATIZACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DESTRUCTIVOS.

1. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombres y Apellidos del experto : JOSE MANUEL CABEZAS CHAVEZ
 1.2. Cargo e Institución donde labora : INGENIERO CIVIL CONSULTOR DE OBRAS
 1.3. Instrumento a validar : INFORME TÉCNICO N° 001-2017/CMCS - UPLA
 1.4. Tesista : Claudia María Cuadros Surichaqui
 1.5. Tesis : "Mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio - 2016"

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

Indicadores	Criterios	Deficiente 0-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-60%	Excelente 81-100%
1. Intencionalidad	El instrumento responde a los objetivos de la investigación planteada.				X	
2. Objetividad	El instrumento está expresado en comportamientos susceptibles a medición y calificación.				X	
3. Organización	El orden de los datos y ensayos es adecuado.					X
4. Claridad	El vocabulario empleado es adecuado para el grupo de investigación.			X	X	
5. Suficiencia	El número de ítems y datos es suficiente para medir la variable.				X	
6. Consistencia	Tiene una base teórica y científica, asimismo normas técnicas que la respalda.					X
7. Coherencia	Entre el objetivo, problema e hipótesis existe coherencia.					X
8. Aplicabilidad	Los procedimientos para su aplicación y corrección son sencillos.				X	

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

APLICABLE PARA EL MONITOREO DEL VITROR DEL CBR CON UNA PROPORCIÓN ÓPTIMA DE CAL.

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN AL 100%

90%

FIRMA

NOMBRE

DNI


 : JOSE MANUEL CABEZAS CHAVEZ
 : 20039173

Huancayo, 15 de Marzo del 2017

ANEXOS 07

PLANOS

- **Plano de ubicación y localización**
- **Plano Clave – Ubicación de calicatas**

ANEXOS 08

ESTUDIO DE TRÁFICO



1. GENERALIDADES

La vía afirmada Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro pertenece a la Red Vial Departamental Ruta JU-108, tiene especial importancia como base para el progreso y bienestar económico y social de la región, ya que une dos vías de índole nacional, Ruta PE-3S y Ruta PE-24A, facilitando así, el acceso de los bienes producidos en las localidades apartadas hacia los principales centros consumidores.

Se desarrollará el estudio de demanda vehicular, con el fin de determinar el Nrep de Eje Equivalente, y posteriormente el espesor de capa de afirmado, usando la Metodología NASRA, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE.

2. OBJETIVO

2.1. OBJETIVO ESPECIFICO

El objetivo general de este estudio de tráfico es estimar la demanda vehicular en la vía, como elemento fundamental para la determinación de la necesidad de infraestructura vial y usar estos resultados para cuantificar, clasificar y conocer el volumen de vehículos que se movilizan por la Red Vial Departamental Ruta: JU-108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, determinando los indicadores de tráfico.

2.2. OBJETIVO ESPECIFICO

Obtener información de campo a través de las siguientes actividades.

Cuantificar la demanda actual de viajes en el tramo de estudio, basados en conteos volumétricos y su clasificación vehicular por un periodo de siete días

Procesar los datos obtenidos en campo, para caracterizar la demanda actual, según su composición vehicular.

Determinar el IMD Anual, respecto a la base de los resultados del conteo y el factor de corrección estacional.



3. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

La ubicación de la zona de estudio es la siguiente:

Departamento : Junín
Provincia : Huancayo
Distrito : Pariahuanca

En el Mapa N° 1 que se presenta a continuación indica el lugar de la carretera en estudio.

MAPA N° 1



4. METODOLOGÍA

El desarrollo del estudio contempla tres etapas bien definidas las cuales se detallan a continuación:

- Trabajo de campo para la recopilación de la información;



- Tabulación de la información;
- Análisis de la información y obtención de los resultados.

4.1. Recopilación de la Información

La información básica para la elaboración del estudio proviene de la realización del estudio de tráfico en la vía, la misma que se realiza con el propósito de contar con información primaria de campo actualizada, la cual permite verificar y complementar la información secundaria disponible.

Para el cumplimiento del desarrollo del conteo y clasificación vehicular en gabinete previamente se realizó las coordinaciones y actividades siguientes:

- La planificación y organización del trabajo de campo.
- Se diseñó los formatos para el conteo y clasificación vehicular conforme indica la oficina de planeamiento y presupuesto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Antes de realizar el trabajo de campo, se realizó el reconocimiento de la carretera en estudio, con el propósito de ubicar in situ y estratégicamente la estación de control, determinándose la ubicación de la estación principal en la localidad de Pariahuanca, tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 01

UBICACIÓN DE ESTACIÓN DE CONTROL

N°	Tramos	Estación	Ubicación	Código
1	C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro	Estación E-1 Conteo Vehicular	C.P. Pariahuanca Km. 94+587	E1

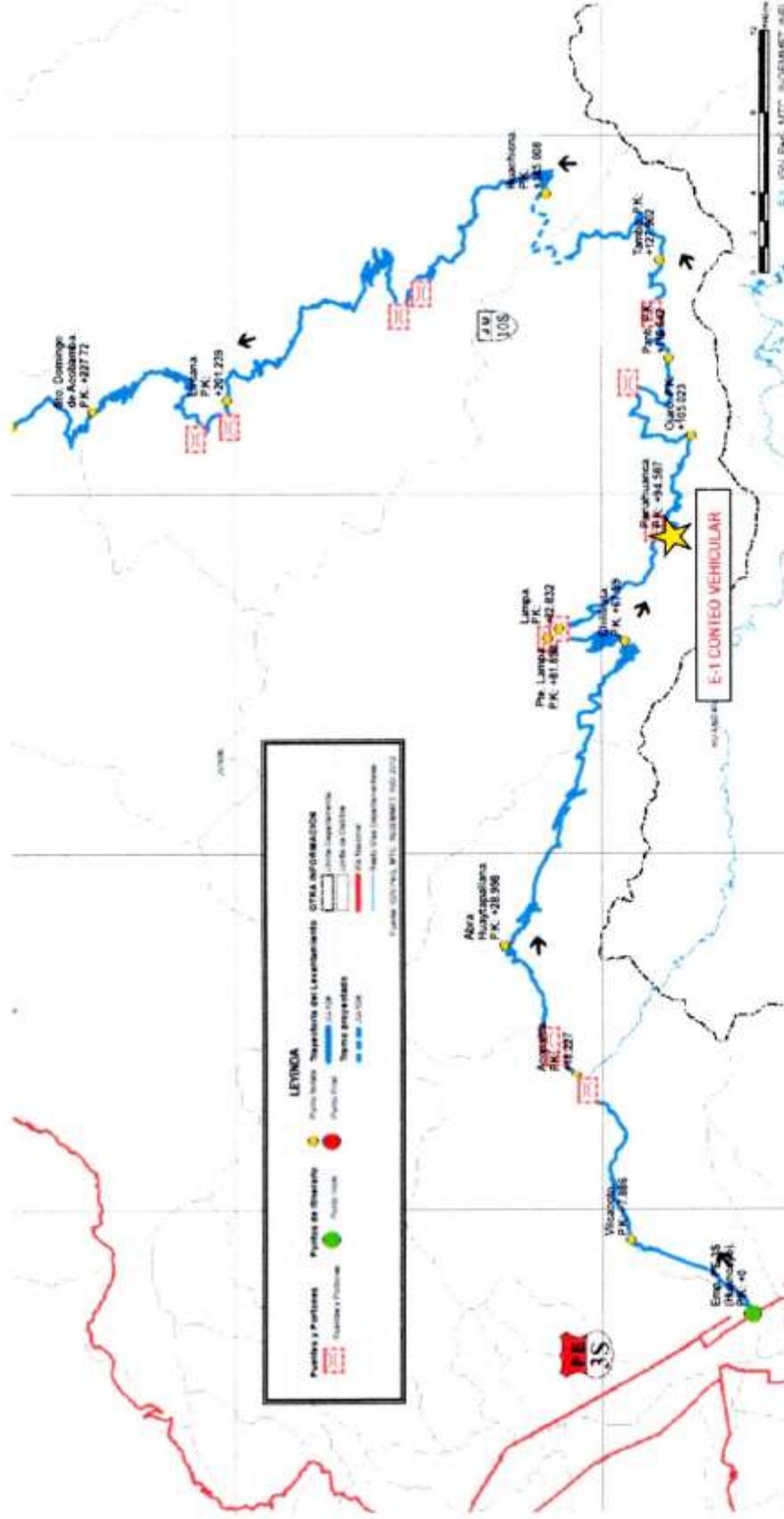
Fuente. Elaboración propia.

El trabajo de campo, consistió en la aplicación de los formatos para el conteo de tráfico y encuestas origen destino para el levantamiento de la información necesaria.



TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA AFIRNADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGIÓN JUNJIH MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO - 2016

ESTACIÓN DE CONTROL - MAPA N° 2





4.2. Tabulación de la Información

La tabulación de la información corresponde íntegramente al trabajo de gabinete después de haberse realizado el trabajo de campo, la misma que fue procesada en excel mediante hojas de cálculo.

Los conteos de tráfico obtenidos en campo han sido procesados en formatos de resumen, por día y según el sentido, indicando su distribución por horas.

4.3. Análisis de la Información y obtención de Resultados

Una vez procesada la data se procede a su registro electrónico para la obtención de estadísticas que explique la composición y el comportamiento del flujo vehicular del tramo en estudio, para ello es necesario utilizar los Factores de Corrección de la Estación de Peaje del MTC más cercana y representativa del flujo vehicular de la zona de estudio, a fin de extrapolar los resultados del conteo semanal del tráfico al comportamiento vehicular de un período más grande como el anual.

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

5. CONTEO DE TRÁFICO VEHICULAR

5.1. Resultados de los conteos

La composición del tráfico según el aforo realizado del 07.01.2017 al 13.01.2017 en la estación de conteo para los dos sentidos y las encuestas origen destino 07.01.2017 al 13.01.2017.

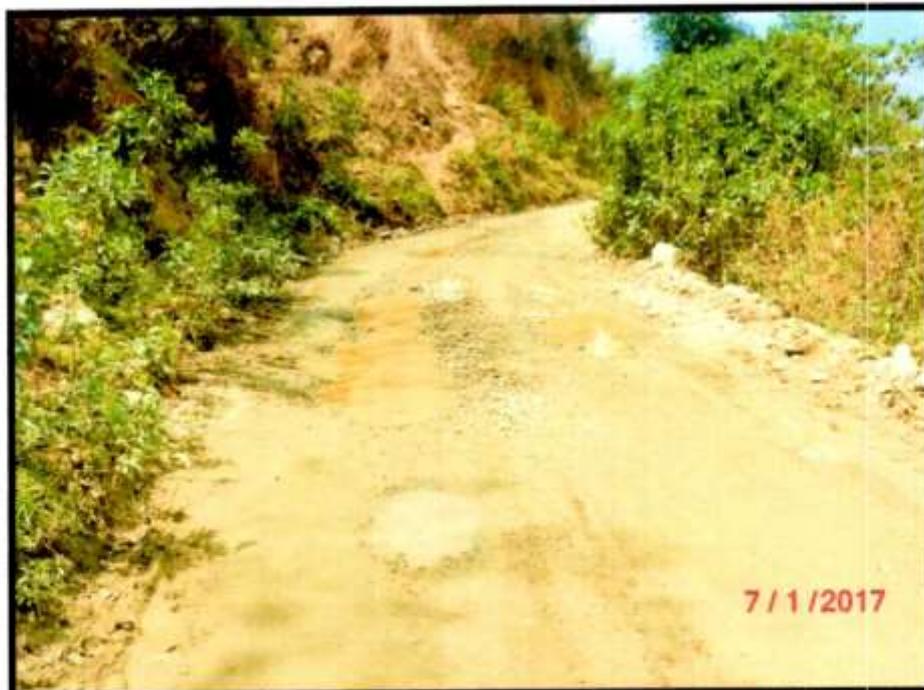
A continuación, se presentan las fichas de aforo del tránsito empleados para el conteo del vehicular.



TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGIÓN JUNÍN MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO - 2016



Vista Fotográfica 1. Brigada realizando conteo vehicular en la Estación E-1, Km. 94+587, supervisado por personal de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones-Junín.



Vista Fotográfica 2. Vista de la vía en estudio Ruta Departamental JU-108, Tramo C.P. Pariahuanca – C.P. Ojaro, se observa el mal estado de conservación de la vía.



TESIS: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA AFIRMADE DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGIÓN JUNÍN MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO - 2016

Cuadro N° 02

VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera : Ruta Departamental JU-108
 Tramo : C.P. Pariahuanca - C.P. Ojaro
 Cod Estación : E-01

Ubicación : Kilometro 94+587
 Sentido : Ambos
 Día : del 07/01/2017 al 13/01/2017

HORA	AUTOMÓVIL		CAMIONETAS			MICR	BUS		CAMION				SEMITRAYLER					TRAYLERS			TOTAL	PORC. %			
	AUTO	WAGO	PICK UP	PANE L	RURAL (Comb)		O	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2 S2	2S3	3S1/3 S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3					
SÁBADO	4	5	117	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129	20.0
DOMINGO	9	10	89	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111	17.2
LUNES	6	2	73	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	13.2
MARTES	3	3	75	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	13.2
MIÉRCOLES	2	4	68	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	11.9
JUEVES	3	4	61	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70	10.9
VIERNES	4	3	80	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	13.6
TOTAL	31	31	563	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	645	100.0
IMD	4	4	80	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	
%	4.8	4.8	87.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	



5.2. Factores de Corrección Estacional

Como los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a las estaciones del año, ocasionados por cosechas, festividades, viajes de recreo, etc., es necesario afectar los valores obtenidos durante un período de tiempo, por un factor de corrección que lleve estos valores al promedio diario anual.

Para el presente estudio de tráfico se consideró el factor de corrección mensual de la Estación de peaje del MTC más cercana y representativa, de vehículos ligeros y vehículos pesados por unidad de peaje al año 2013, proporcionado por el Ministerio de Transportes – OGPP.

Cuadro N° 03

Factos de Corrección Estimado

Peaje	Mes	F.C. Ligeros	F.C. Pesados
Quiulla	Enero	1.018674	1.051903

Nota. Tomado de “Volumen total anual de vehículos por unidad de peaje - Año 2010-2013” – MTC – OGPP

5.3. Índice Medio Diario Anual (IMDA)

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDS = \frac{Vi}{7} \text{ Conteo de 7 días}$$

$$IMDa = IMDS * FC$$

Donde:

IMDS = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra vehicular tomada

IMDa = Índice Medio Diario Anual

Vi = Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo

FC = Factor de Corrección Estacional



Cuadro N° 04
TRAFICO VEHICULAR ESTACIÓN E-1
IMD Corregido
(Veh/día)

Tipo de Vehículos	IMDa	Distrib.%
Autos	4	4.2%
Station Wagon	4	4.2%
Camioneta Pick Up	84	88.4%
Camión 2E	3	3.2%
TOTAL IMD	95	100.00%

5.3.1. Clasificación Vehicular

La clasificación vehicular para la carretera materia de estudio viene presentada, tal como a continuación se indica.

Estación de Control E1 (C.P. Pariahuanca Km. 94+587):

La presencia de vehículos en este sector es en el siguiente orden: Camioneta Pick Up, Station Wagon, Autos, Camión 2 Ejes, tal como se indica en los siguientes gráficos, donde se presenta la distribución porcentual por tipo de vehículos.

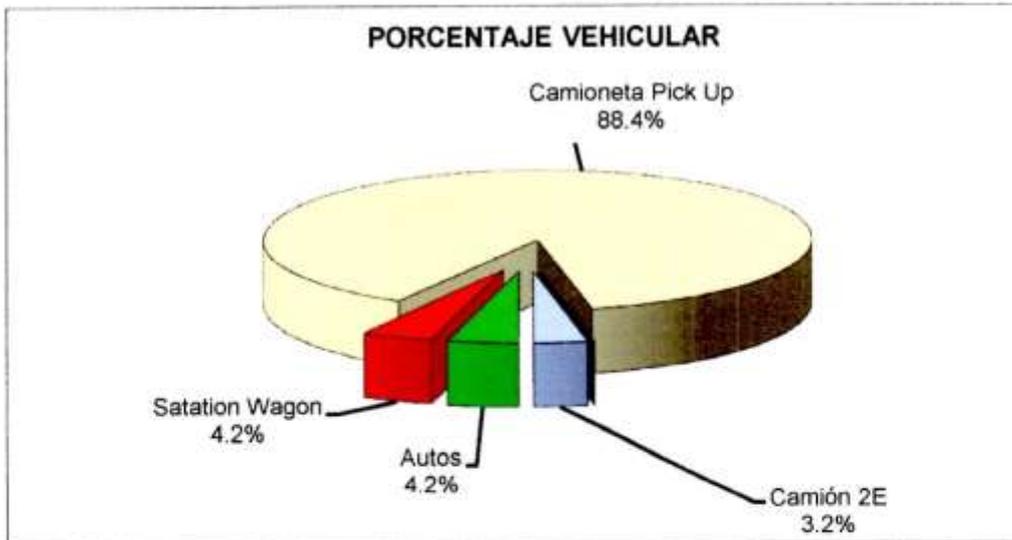
Gráfico N° 01
Clasificación Vehicular en la Estación E-1





Gráfico N° 02

Clasificación Porcentual Vehicular en la Estación E-1

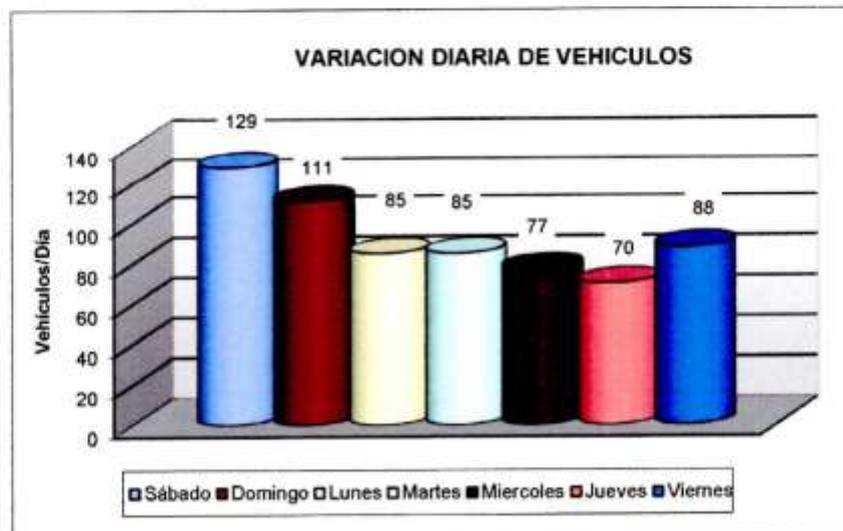


5.3.2. Variación Diaria

La variación diaria refleja el comportamiento del flujo vehicular durante los días de la semana, en ese contexto los días de mayor flujo vehicular en la Estación E1 es el día sábado, mientras que el día de menor flujo vehicular es jueves.

Gráfico N° 03

Flujo Vehicular Estación E1, ambos sentidos:





6. PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE TRÁFICO

El crecimiento estará influenciado por el mayor desarrollo de las actividades socio-económicas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto.

Al no existir una serie histórica de tráfico la estimación del crecimiento futuro de éste se ha efectuado sobre la base de los indicadores socio-económicos.

Variables Macroeconómicas

En el presente estudio se ha tomado como información base las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas (PBI y tasa de crecimiento poblacional), estimadas por el INEI. A continuación, se muestra las tasas de crecimiento del tráfico, calculadas por tipo de vehículo y utilizadas para la proyección del tráfico (IMD Anual).

A continuación, se presenta las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas utilizadas para el cálculo de las tasas de crecimiento del tráfico proyectado:

Cuadro N° 05
Tasa de Crecimiento Intercensal de la Población del área de Influencia

Área de Influencia		Población				Tasa de Crecimiento Intercensal 1993-2007
		2007		2015		
		Absoluto	%	Absoluto	%	
Departamento	Provincia					
Junín	Huancayo	484,640	100.00%	503,139	100.00%	0.47%
Total		484,640	100.00%	503,139	100.00%	0.47%

Nota. Tomado de INEI – Censos Nacionales 2007-2015.

Cuadro N° 06
Producto Bruto Interno Agricultura Departamento de Loreto

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Junín	898.50	1,077.87	1,019.08	1,116.79	1,252.36	1,266.54	1,205.94	1,108.10	1,198.01
Δ% anual		19.96%	-5.45%	9.59%	12.14%	1.13%	-4.78%	-8.11%	8.11%
Δ% periodo		19.96%	6.50%	7.52%	8.66%	7.11%	5.03%	3.04%	3.66%

Nota. Tomado de INEI.



El tráfico futuro se ha calculado con la siguiente fórmula:

$$T_n = T_o (1+r)^n$$

Donde:

T_n = Tráfico en el año n

T_o = Tráfico actual o en el año base

r = Tasa de crecimiento

n = Año para el cual se calcula el volumen de tráfico

Cuadro N° 07
Proyección de Tráfico

PROYECCIÓN DEL TRAFICO											
Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Autos	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Station Wagon	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Camioneta Pick Up	84	85	85	86	86	86	87	87	88	88	89
Camión 2E	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Trafico Normal	95	99	99	100	100	100	101	101	103	103	104

7. EJES EQUIVALENTES

Para determinar los Ejes Equivalentes (EE) para afirmado, se ha usado las siguientes

fórmulas:

Para Eje Simple de ruedas simples $EE_{S1} = (P/6.6)^{4.0}$

Para Eje Simple de ruedas dobles $EE_{S1} = (P/8.2)^{4.0}$

Cuadro N° 08
Factor de Ejes Equivalentes

Tipo	Automóvil	Station Wagon	Camioneta Pick Up	Camión C2	
Cargas	1	1	1	7	10
Factor por Eje	0.00053	0.00053	0.00053	1.2653	2.2118
Factor total	0.00105	0.00105	0.00105	3.477	

8. NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Para determinar el Número de repetición de Ejes Equivalentes (N_{rep} de EE_{S1}) para

afirmado, se ha usado la siguiente fórmula:



$$N_{rep} \text{ de } EE_{8 \text{ años}} = \sum (EE_{\text{dia-carril}} \times F_{ca} \times 365)$$

$$EE_{\text{dia-carril}} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c$$

Para obtener $EE_{\text{dia-carril}}$:

IMD_{pi} : Índice medio diario según tipo de vehículo

F_{ca} : Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo

F_d : Factor direccional

F_c : Factor carril

Para obtener el factor de crecimiento se usa la siguiente fórmula:

$$F_c = \frac{(1 + r)^n - 1}{0.05}$$

Donde:

r : Tasa anual de crecimiento

n : Periodo de diseño (10 años)

Se tiene:

TIPO	IMDs	f_c ESTACIONAL	IMDA	cargas	f	$f \cdot IMDA$	SUMATORIA	FACTOR DE CRECIMIENTO
autos	4	1.0519	4	1	0.0005	0.0021	0.0970	0.47%
				1	0.0005	0.0021		
station wagon	4	1.0519	4	1	0.0005	0.0021		
				1	0.0005	0.0021		
pick up	80	1.0519	84	1	0.0005	0.0443		
				1	0.0005	0.0443		
camion 2E	3	1.01867	3	7	1.265	3.7961	10.4315	3.66%
				10	2.212	6.6354		
TOTAL	91		95		ESAL 0	10.5285		

FACTOR DE DIR	1
FACTOR DE CARRIL	1

EE LIGEROS	
10 AÑOS	362.000

EE PESADOS	
10 AÑOS	45003.000

Nrep de E.E. (10 AÑOS)
45365



MTC Ministerio de Transportes y Comunicaciones **FORMATO N° 1**

FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ES FUJICO DE TRAFICO

UNIDAD DEPARTAMENTAL	JA-108
TERRITORIO DE LA CARRISTERIA	C.P. PARIKUANZA - C.P. PANTI
SECTOR	10
UBICACION	PROD. 841587
ESTACION	ESTACION 01
CONSEJO DE ESTACION	E-01
FECHA	08/11/2017

Hora	Año Inicial	Año Final	CARRISTETAS			BIB			CAMION			SEMITRACILER			Trafico			TOTAL	PORC. %	
			Station	Pick Up	Point	Road Control	MOTD	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE			BE
00-01																				0.00
01-02																				0.00
02-03																				0.00
03-04																				0.00
04-05																				0.00
05-06																				0.00
06-07																				0.00
07-08																				0.00
08-09																				0.00
09-10																				0.00
10-11																				0.00
11-12																				0.00
12-13																				0.00
13-14																				0.00
14-15																				0.00
15-16																				0.00
16-17																				0.00
17-18																				0.00
18-19																				0.00
19-20																				0.00
20-21																				0.00
21-22																				0.00
22-23																				0.00
23-24																				0.00
TOTAL	1	3	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.00
%	2.64	6.12	65.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.23	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00





FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

RUTA DEPARTAMENTAL		21-09	
TRAMO DE LA CARRETERA		C.P. PAMPAJANCA - C.P. PANTI	
SECCION	Q	X	16
UBICACION	PROV. BA-287		

ESTACION	ESTACIONES I
ALGORITMO DE ESTACION	E-E1
ESQUEMA	2803/2817

Hora	Año previo	Station Vehigen	Pico UP	CARRETERAS			Moto	DE	BIB	CAMBIO			SEMITRUYER			Turbos			TOTAL	FORMA. N		
				Carretera	Road Carretera	Head Carretera				DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE	DE			DE	DE
04:01																				0	0.00	
04:05																					0	0.00
04:10																					0	0.00
04:04																					0	0.00
04:08																					0	0.00
04:00																					3	8.17
04:07																					8	22.26
04:08																					8	22.26
04:09																					8	22.26
04:10																					8	22.26
04:11																					1	2.86
11:10																					4	11.43
11:11																					0	0.00
11:12																					1	2.86
11:13																					4	11.43
11:14																					0	0.00
11:15																					1	2.86
11:16																					4	11.43
11:17																					0	0.00
11:18																					8	22.26
11:19																					0	0.00
11:20																					7	19.71
11:21																					1	2.86
11:22																					0	0.00
11:23																					0	0.00
11:24																					0	0.00
11:25																					0	0.00
11:26																					0	0.00
TOTAL	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	37	112.26
%	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	8.17	0.20	100.00





FORMATO N° 1

FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

UNIDAD DEPARTAMENTAL	A-1-ISE		
TRAMO DE LA CARRETERA	C.P. PARMILANCA - C.P. PARIPI		
SECTOR	0	1	2
UBICACION	PROG. 14-187		
ESTACION	ESTACION 01		
SECTOR DE ESTACION	E-01		
FECHA	10/01/2017		

Hora	Año mes	Station Wagon	CAMIONETAS			Motos	BUS			CAMION			SEMITRAILER			Taxis			TOTAL	PORC. %	
			Pick Up	Panel	Small Carga		18	18-24	24-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75			75-80
04-01																				0	0.00
04-02																				0	0.00
04-03																				0	0.00
04-04																				0	0.00
04-05																				0	0.00
04-06																				0	0.00
04-07																				0	0.00
07-08	1																			4	11.79
08-08																				4	11.53
08-10																				1	2.93
08-10																				7	19.42
10-11																				5	14.16
11-12																				4	10.51
12-13																				0	0.00
13-14																				1	2.65
14-15																				3	7.89
15-16																				3	7.99
16-17																				1	2.65
17-18																				3	7.89
18-19																				3	7.89
18-20																				0	0.00
18-21																				0	0.00
21-22																				0	0.00
22-23																				0	0.00
23-24																				0	0.00
TOTAL	1	1	34	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	100.00	
%	2.93	2.93	86.47	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



FORMATO N° 1

FUENTE DOCUMENTAL:		AL-VSR	
TRAMO DE LA CARRETERA:		C.P. PAMPALANCA - C.P. PAMTI	
SEMAFO:		D	
UBICACION:		PROV. MALDONADO	
ESTACION:		ESTACION 01	
CATEGORIA DE ESTACION:		E-01	
FECHA:		11/07/2017	

Hora	Auto motoc	Moton Triciclo	Pick UP	CAMIONETAS		Mitre	BUS		CAMION		4E	30V 30B	ARBITRARIOS		n = 303	TIEMPO				TOTAL	PORC. %		
				Panel	Panel Cancha		IE	IE + JE	IE	IE			4E	30V 30B		30V 30B	30V 30B	30V 30B	30V 30B			30V 30B	30V 30B
00:01																							
01:00																							
02:00																							
03:00																							
04:00																							
05:00																							
06:00																							
07:00																							
08:00																							
09:00																							
10:00																							
11:00																							
12:00																							
13:00																							
14:00																							
15:00																							
16:00																							
17:00																							
18:00																							
19:00																							
20:00																							
21:00																							
22:00																							
23:00																							
TOTAL	1	2	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	2.78	5.38	86.11	0.80	1.00	0.06	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

MTC MTC PERU
FORMATO N° 1

RUETA DERECHAMENTO	LA-108
TRAMO DE LA CARRETERA	C.P. PARMIGARCA - C.P. PAMTI
SENTIDO	X
UBICACION	ESTACION 81 E-S1 07/01/2017

N° de	Año	Modelo	Placa	Categoría	CAMIONES		BUSES		MOTOCICLOS		MOTOCICLOS		MOTOCICLOS		MOTOCICLOS		TOTAL	PORC. %
					SE	TE	SE	TE	SE	TE	SE	TE	SE	TE	SE	TE		
00-01																	0	0.00
01-02																	0	0.00
02-03																	0	0.00
03-04																	0	0.00
04-05																	0	0.00
05-06																	0	0.00
06-07																	1	1.54
07-08																	0	0.00
08-09																	0	0.00
09-10																	0	0.00
10-11																	0	0.00
11-12																	0	0.00
12-13																	0	0.00
13-14																	0	0.00
14-15																	0	0.00
15-16																	0	0.00
16-17																	0	0.00
17-18																	0	0.00
18-19																	0	0.00
19-20																	0	0.00
20-21																	0	0.00
21-22																	0	0.00
22-23																	0	0.00
23-24																	0	0.00
TOTAL	1	1	05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	66.86
%	1.54	1.54	66.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	64.00	66.86





FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



UNTA. DEPARTAMENTAL	JUNIN		
TITULO DE LA CARRTERA	PARALIMANCA - C.P. PARTI		
RENTADO	X	O	E
UBICACION	PROG. 94-587		
ESTACION	ESTACION 01		
CODIGO DE ESTACION	E-01		
FECHA	09/10/17		

Modelo	Auto motor	Station wagon	CAMIONES			CAMION			CAMION			CAMION			TOTAL	PORC.
			Pick UP	Papel	Redi Cont	Micro	3E	3E	3E	3E	3E	3E	3E	3E		
06-01														0	0.00	
07-01														0	0.00	
02-03														0	0.00	
02-04														0	0.00	
04-03														0	0.00	
05-06														7	18.77	
06-07														3	7.69	
07-08														1	2.54	
08-09														8	20.21	
09-10														4	10.15	
10-11														3	7.69	
11-12														1	2.54	
12-13														5	12.71	
13-14														8	20.21	
14-15														0	0.00	
15-16														6	15.19	
16-17														0	0.00	
17-18														1	2.54	
18-19														3	7.69	
19-20														0	0.00	
20-21														0	0.00	
21-22														0	0.00	
22-23														0	0.00	
23-24														0	0.00	
TOTAL	1	0	41	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	50	126.82	
%	4.51	0.00	69.23	0.00	0.00	0.00	0.00	3.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	74.82		



FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO



UNIDAD DEPARTAMENTAL	JUNIN
TITULO DE LA COMPTERIA	PASADIZAJE - C.P. PANIT
SECTOR	X
UBICACION	PROG. 34-587
ESTACION	ESTACION 61
COORDENADA ESTACION	E-21
FECHA	10/01/2017

Hora	Axe Motoc	Motoc Nagun	CAMIONETAS			Riche	BUS	CAMION			SEMITRAILER			Truckers			TOTAL	Perc. %	
			Plus UP	Panel	Rigid Coadin			3E	3E	3E	3E	3E	3E	3E	3E	3E			3E
06-01																		0	0.00
07-02																		0	0.00
08-03																		0	0.00
09-04																		0	0.00
10-05																		0	0.00
11-06																		1	1.54
12-07																		0	0.00
13-08																		0	0.00
14-09																		0	0.00
15-10																		1	1.54
16-11																		7	10.77
17-12																		0	0.00
18-13																		4	5.15
19-14																		0	0.00
20-15																		1	1.54
21-16																		4	5.15
22-17																		4	5.15
23-18																		3	4.02
24-19																		3	3.98
25-20																		0	0.00
26-21																		0	0.00
27-22																		0	0.00
28-23																		0	0.00
29-24																		0	0.00
TOTAL	2	2	41	8	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	73.31
%	3.00	3.00	63.19	8.99	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.71	





FORMATO DEL CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO

MTC FORMATO N° 1

UNIDAD DEPARTAMENTAL	JUNIN
TERRITORIO DE LA CARRERA	PARISHUANGA - C.P. PANZI
SENTIDO	X
ESTACION	PROG. 84+587
	Q → E

ESTACION	ESTACION 01
CORREO DE ESTACION	E-01
FECHA	18/11/2017

Hora	Auto motoc	Motociclos Vehic	Pick UP	CAMIONETAS		Buses	CAMION		SEMIBOVILER				TRENES				TOTAL	PORC %
				Pick UP	Rural Combi		SE	SE	SE1 SE2	SE1 SE2	SE1 SE2	SE1 SE2	SE1 SE2	SE1 SE2	SE1 SE2	SE1 SE2		
06-01																		0.00
06-05																		0.00
06-10																		0.00
06-15																		0.00
06-20																		0.00
06-25																		0.00
06-30																		0.00
06-35																		0.00
06-40																		0.00
06-45																		0.00
06-50																		0.00
06-55																		0.00
07-00																		0.00
07-05																		0.00
07-10																		0.00
07-15																		0.00
07-20																		0.00
07-25																		0.00
07-30																		0.00
07-35																		0.00
07-40																		0.00
07-45																		0.00
07-50																		0.00
07-55																		0.00
08-00																		0.00
08-05																		0.00
08-10																		0.00
08-15																		0.00
08-20																		0.00
08-25																		0.00
08-30																		0.00
08-35																		0.00
08-40																		0.00
08-45																		0.00
08-50																		0.00
08-55																		0.00
09-00																		0.00
09-05																		0.00
09-10																		0.00
09-15																		0.00
09-20																		0.00
09-25																		0.00
09-30																		0.00
09-35																		0.00
09-40																		0.00
09-45																		0.00
09-50																		0.00
09-55																		0.00
10-00																		0.00
10-05																		0.00
10-10																		0.00
10-15																		0.00
10-20																		0.00
10-25																		0.00
10-30																		0.00
10-35																		0.00
10-40																		0.00
10-45																		0.00
10-50																		0.00
10-55																		0.00
11-00																		0.00
11-05																		0.00
11-10																		0.00
11-15																		0.00
11-20																		0.00
11-25																		0.00
11-30																		0.00
11-35																		0.00
11-40																		0.00
11-45																		0.00
11-50																		0.00
11-55																		0.00
12-00																		0.00
TOTAL	2	1	34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36.40
%	3.08	1.34	32.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.40



ANEXOS 09

**ESPECIFICACIONES ESTÁNDAR PARA LA CAL
VIVA Y CAL HIDRATADA PARA LA
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS**

NORMA ASTM C-977



ESPECIFICACION ESTANDAR PARA LA CAL VIVA Y CAL HIDRATADA PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS¹

Esta norma se emite con la designación fija C 977; El número inmediatamente siguiente a la designación indica el año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número entre paréntesis indica el año de la última re-aprobación. Un superíndice épsilon (ϵ) indica un cambio editorial desde la última revisión o reprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por agencias del Departamento de Defensa.

1. Alcance

1.1. Esta especificación se refiere a la cal viva e hidratada cal, ya sea alta en calcio, dolomita, o cal magnesiano, para su uso en la estabilización de los suelos (ver Nota 2).

NOTA 1 - La cal viva y la cal hidratada actúan sobre los suelos arcillosos y pueden hacer tales suelos adecuados para la construcción de carreteras y para otras aplicaciones de carga. En la mayoría de los casos, la cal hace que las partículas de arcilla finamente divididas se aglomeren en partículas más gruesas, lo que mejora las propiedades de carga y, posteriormente, el suelo tratado con cal se endurece por reacción química.

NOTA 2-No se intenta presentar los requisitos para la cal de subproducto, la suspensión de cal comercial, etc. Los requisitos de especificación para estos materiales podrían determinarse mejor a nivel local.

1.2. *Esta norma no pretende abordar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.*

2. Documentos de referencia

2.1. Normas ASTM

C 25 Métodos de ensayo para el análisis químico de la piedra caliza, la cal viva y la cal hidratada.²

C 50 Práctica para muestreo, preparación de muestras, envasado y marcado de productos de cal y piedra caliza.²

C 51 Terminología relativa a la cal y piedra caliza (tal como se utiliza en la industria).²

C 110 Métodos de prueba para pruebas físicas de cal viva, cal hidratada y piedra caliza.²

D 6276 Método de prueba para el uso del pH para estimar la proporción de suelos y cal Proporción para la estabilización del suelo.³

3. Documentos de referencia

3.1. A menos que se especifique lo contrario, para las definiciones de los términos utilizados en esta especificación, consulte la Terminología C 51.

¹Esta especificación está bajo la jurisdicción del Comité A50 C07 sobre Cal y es responsabilidad directa del Subcomité C07.03 sobre Usos Industriales.

Edición actual aprobada el 10 de mayo de 2003. Publicado en julio de 2003. Aprobado originalmente en 1983. Última edición anterior aprobada en 2002 como C 977 - 02.

²Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 04.01.

³Libro Anual de Normas ASTM, Vol. 04.09.

3.2. La cal viva y la cal hidratada para la estabilización del suelo deberán ajustarse a la siguiente composición química:

Óxidos de calcio y magnesio (sobre una base no volátil, % mínimo)	90.0
Dióxido de carbono (tomado en el punto de fabricación, % máximo)	5.0
Humedad libre (tomada en el punto de fabricación, % máximo)	2.0

4. Documentos de referencia

4.1. Cal hidratada, no deberá tener más del 3% de retención en un tamiz N ° 30 (590 μ m) y no más de un 25% en un tamiz N ° 200 (75 μ m).

4.2. Cal viva:

4.2.1. *El tamaño de partícula de cal viva-* La cal viva deberá pasar por el tamiz de 1.0". (24,4 mm).

4.2.2. La cal viva para la estabilización del suelo deberá tener un aumento de temperatura de un mínimo de 30 ° C en 20 minutos, según lo determinado por los Métodos de Ensayo C 110

4.2.3. Residuos de cal viva-cal viva para la estabilización del suelo no deberán tener más de 10% de residuos, según lo determinado por los métodos de ensayo C 110.

5. Aplicaciones de campo

5.1. Cuando se utilicen lechugas, asegúrese de que se ha completado la mezcla de la cal y el suelo y todos los guijarros de cal han sido hidratados con agua adicional y distribuidos uniformemente en todo el suelo. No habrá piedras de cal presente antes de que comience la operación de compactación. Compruebe girando la tierra con una pala a intervalos representativos e inspeccione para detectar piedras calcáreas visibles. Se debe tener cuidado en las aplicaciones iniciales en seco para minimizar el polvo ambiental.

5.2. Para las cales hidratadas, se añadirá agua adicional a la mezcla cal-suelo para facilitar la mezcla y distribución uniforme de la cal hidratada en la capa de suelo. No habrá grumos de cal presentes antes de comenzar la operación de compactación. Compruebe volteando la tierra con una pala a intervalos representativos e inspeccione para ver si hay grupos visibles de cal. Se debe tener cuidado en las aplicaciones iniciales en seco para minimizar el polvo ambiental.⁴

⁴Se puede obtener más información sobre la técnica de construcción de estabilización de suelos mediante el Boletín N ° 326, 200 N. Glebe Rd., Arlington, VA, 22203-3728 de la National Lime Association. Esta información se puede acceder en línea en www.lime.org.



6. Aplicaciones de campo

6.1. El análisis químico de la cal viva y la cal hidratada se realizará de acuerdo con los métodos de ensayo C 25.

6.2. El tamaño de partícula de la cal hidratada se determinará de acuerdo con el análisis de tamiz de la cal hidratada en los métodos de ensayo C 110.

6.3. El apéndice de esta especificación contiene una prueba no obligatoria para aproximar la proporción cal-suelo para la estabilización. Una versión más detallada de esta prueba aparece en el Método de Prueba D 6276.

7. Aplicaciones de campo

7.1. La toma de muestras, la inspección, el rechazo, repetición de pruebas, embalaje, y el marcado se hará de acuerdo con la Práctica C 50.

8. Palabras claves

8.1. Construcción de carreteras; cal hidratada; Suelos tratados con cal; cargar los portes; cal viva; suelo; estabilización.

APÉNDICE

(Información no obligatoria)

X.1EADES Y GRIM MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PROPORCIÓN APROXIMADA CAL / SUELO PARA LA ESTABILIZACIÓN

X.1.1 Este método de ensayo suele proporcionar una proporción de cal-suelo para la estabilización. Da una indicación de si el suelo en cuestión puede ser estabilizado. Para la mayoría de los trabajos de estabilización, los resultados de esta prueba deben ser verificados mediante pruebas de rendimiento en un laboratorio de suelo.

XI.1.1 Seque al aire una cantidad suficiente del suelo que se va a ensayar y se tamiza a través de un tamiz N ° 40 (425 µm). Almacenar en un recipiente cerrado para mantener la humedad uniforme. Pesar con una precisión de 0,1 g una serie de muestras de 20 g de suelo y colocarlas en envases de plástico separados de 150 ml con tapas herméticas.

XII.1.1 En el caso de la cal viva, triture rápidamente la cal para pasar un tamiz No. 6 (3.35 mm).

XIII.1.1 Pesar, a 0,01 g, una serie de cantidades de cal equivalente a 2, 3, 4, 5 y 6% de la muestra de suelo.

XIV.1.1 Añada la cantidad de cal a la muestra de suelo, marque el recipiente con el porcentaje apropiado y mezcle bien el contenido seco.

XV.1.1 Agregue los 100 mL de agua destilada libre de dióxido de carbono de 70 ° F o, si es posible, 70 ° F de agua real para ser usada en el trabajo a cada contenedor de tierra y cal. Sellar con tapa de tapa roscada y mezclar los tres componentes agitando las botellas. Agitar cada botella durante 30 s cada diez minutos durante 1 h. Después de 1 h, agitar vigorosamente y transferir parte de la suspensión a un vaso de precipitados. Mida el pH con un electrodo de vidrio de bajo índice de sodio (previamente normalizado a pH 12,45 con una suspensión agitada de hidróxido de calcio). Registre la lectura del pH para cada mezcla.

XVI.1.1 Si las lecturas de pH son 12,40 o más, el porcentaje más bajo que da un pH de 12,40 es el% requerido para estabilizar el suelo. Si las lecturas de pH no van más allá del pH de 12,30 y dos porcentajes dan esta lectura, el% más bajo para dar un pH de 12,30 es el% requerido para estabilizar el suelo. Si la lectura de pH más alta es un pH de 12,30 y sólo el porcentaje más alto de cal utilizado da un pH de 12,30, se requieren pruebas adicionales usando mayores porcentajes de cal.

ASTM International no toma posición respecto a la validez de los derechos de patente que se afirmen en relación con cualquier artículo mencionado en esta norma. Los usuarios de esta norma son advertidos expresamente que la determinación de la validez de tales derechos de patente, y el riesgo de violación de tales derechos, son enteramente de su propia responsabilidad.

Esta norma está sujeta a revisión en cualquier momento por el comité técnico responsable y debe ser revisada cada cinco años y, si no se revisa, reprobada o retirada. Sus comentarios se invitan a la revisión de esta norma o estándares adicionales y deben dirigirse a la sede de ASTM International. Sus comentarios serán cuidadosamente considerados en una reunión del comité técnico responsable, a la cual usted puede asistir. Si considera que sus comentarios no han recibido una audiencia imparcial, debe presentar sus opiniones al Comité de Normas de la ASTM, en la dirección que se muestra a continuación.

Esta norma está protegida por derechos de autor por ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, Estados Unidos. Se pueden obtener reimpresiones individuales (copias únicas o múltiples) de esta norma en contacto con ASTM en la dirección arriba mencionada o al 610-832-9585 (teléfono), 610-832-9555 (fax) o service@astm.org (e-correo). Oa través del sitio web de ASTM (www.astm.org).

ANEXOS 10

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

- APU – Estabilización Física por combinación de suelos
- APU – Estabilización química con óxido de calcio

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201002 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIHUANCA - C.P. OJARO,
Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN FÍSICA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE SUELOS

Partida	01.01.01	(010796010504-0201002-01)	ES CARIFICADO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	Costo unitario directo por:	m2	2.12	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0101010004	OFICIAL			hh	0.0050	15.30	0.08
0101010005	PEON			hh	0.0150	13.84	0.21
							0.29
			Materiales				
0290130022	AGUA			m3	0.0250	0.85	0.02
							0.02
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.01	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO			hm	0.0050	130.00	0.65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP			hm	0.0050	170.00	0.85
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)			hm	0.0025	120.00	0.30
							1.81
Partida	02.01.01	(010716010104-0201002-01)	MATERIAL PIMEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Costo unitario directo por:	m3	12.00	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Materiales				
0207040002	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA			m3	1.0000	12.00	12.00
							12.00
Partida	02.01.02	(010451010106-0201002-01)	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR evariable	Costo unitario directo por:	m2	2.10	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0101010004	OFICIAL			hh	0.0050	15.39	0.08
0101010005	PEON			hh	0.0150	13.84	0.21
							0.29
			Materiales				
0290130022	AGUA			m3	0.0023	0.85	
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.01	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO			hm	0.0050	130.00	0.65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP			hm	0.0050	170.00	0.85
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)			hm	0.0025	120.00	0.30
							1.81
Partida	02.01.03	(010716010404-0201002-01)	PIEDRA DE 6" PIMEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Costo unitario directo por:	m3	32.00	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Materiales				
02070100050002	PIEDRA MEDIANA DE 6"			m3	1.0000	32.00	32.00
							32.00

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201002 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIHUANCA - C.P. OJARO,
Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN FÍSICA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE SUELOS

Partida	02.01.04	(010451010108-0201002-01)	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE PIEDRA P/MEJORAMIENTO e=variable	Costo unitario directo por:	m2	2.60
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0,0050	15,39	0,08
0101010005	PEON		hh	0,0150	13,84	0,21
						0,29
Materiales						
0290130022	AGUA		m3	0,0023	0,85	
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0,01	0,01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	0,0050	130,00	0,65
0301160001	CARGADOR FRONTAL		hm	0,0050	100,00	0,50
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0,0050	170,00	0,85
03012200050001	CAMION CISTERNA (2.500 GLNS.)		hm	0,0025	120,00	0,30
						2,31

Partida	02.02.01	(010104010602-0201002-01)	MATERIAL DE AFIRMADO	Costo unitario directo por:	m3	19.45
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0,0214	19,56	0,42
0101010005	PEON		hh	0,0629	13,84	0,87
						1,29
Materiales						
0207040002	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA		m3	1,0000	12,00	12,00
						12,00
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0,02	0,02
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 y 9'		hm	0,0200	150,00	3,00
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS		hm	0,0114	250,00	2,85
0301400005	ZARANDA METÁLICA		hm	0,0200	15,00	0,30
						6,17

Partida	02.02.02	(010451010114-0201002-01)	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR e=0.15 cm.	Costo unitario directo por:	m2	2.10
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL		hh	0,0050	15,39	0,08
0101010005	PEON		hh	0,0150	13,84	0,21
						0,29
Materiales						
0290130022	AGUA		m3	0,0023	0,85	
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		0,01	0,01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO		hm	0,0050	130,00	0,65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP		hm	0,0050	170,00	0,85
03012200050001	CAMION CISTERNA (2.500 GLNS.)		hm	0,0025	120,00	0,30
						1,81

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 0201002 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIHUANCA - C.P. OJARO, L=3.100 KM.
 Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN FÍSICA POR EL MÉTODO DE COMBINACIÓN DE SUELOS Fecha presupuesto 15/03/2017

Partida		(010451010110-0201002-01) EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO MATERIAL DE AFIRMADO					Costo unitario directo por : m3		15.41
Rendimiento	m3/DIA	MO.700.00	EQ.700.00						
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0114	19.56	0.22		
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0229	13.84	0.32		
							0.54		
		Materiales							
0207040002	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA		m3		1.0000	12.00	12.00		
							12.00		
		Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.54	0.02		
0301180002	TRACTOR DE ORUGAS		fm	1.0000	0.0114	250.00	2.85		
							2.87		

Partida		(010451010302-0201002-01) ZARANDEO DE MATERIAL DE AFIRMADO					Costo unitario directo por : m3		4.05
Rendimiento	m3/DIA	MO.400.00	EQ.400.00						
Código	Descripción Recurso	Mano de Obra	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
0101010002	CAPATAZ		hh	0.5000	0.0100	19.56	0.20		
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0400	13.84	0.55		
							0.75		
		Equipos							
0301400005	ZARANDA METÁLICA		hm	1.0000	0.0200	15.00	0.30		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3		hm	1.0000	0.0200	150.00	3.00		
							3.30		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIJAHUANCA - C.P. OJARO,
Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO

Partida	01.01.01	(010706010504-0201001-01)	ESCARIFICADO, PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	Costo unitario directo por:	m2	2.12	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010004	OFICIAL			hh	0.0050	15.39	0.08
0101010005	PEON			hh	0.0150	13.84	0.21
							0.29
			Materiales				
0280130022	AGUA			m3	0.0250	0.85	0.02
							0.02
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.01	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO			hm	0.0050	130.00	0.65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP			hm	0.0050	170.00	0.85
03012200060001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)			hm	0.0025	120.00	0.30
							1.81
Partida	02.01.01	(010481010108-0201001-01)	EXTENDIDO, RIEGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR e=variable	Costo unitario directo por:	m2	6.78	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010004	OFICIAL			hh	0.0050	15.39	0.08
0101010005	PEON			hh	0.0150	13.84	0.21
							0.29
			Materiales				
0280130022	AGUA			m3	0.0023	0.85	
02802400030008	ESTABILIZANTE QUÍMICO (ÓXIDO DE CALCIO) BOLSA DE 30 KG.			bnl	0.3467	13.50	4.68
							4.68
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.01	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO			hm	0.0050	130.00	0.65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP			hm	0.0050	170.00	0.85
03012200060001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)			hm	0.0025	120.00	0.30
							1.81
Partida	02.02.01	(010104010602-0201001-01)	MATERIAL DE AFIRMADO	Costo unitario directo por:	m3	19.46	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
			Mano de Obra				
0101010002	CAPATAZ			hh	0.0214	19.66	0.42
0101010005	PEON			hh	0.0629	13.84	0.87
							1.29
			Materiales				
0207040002	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA			m3	1.0000	12.00	12.00
							12.00
			Equipos				
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.02	0.02
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3			hm	0.0200	150.00	3.00
0301180002	TRACTOR DE GRUAS			hm	0.0114	250.00	2.85
0301400005	ZARANDA METALICA			hm	0.0200	15.00	0.30
							6.17

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0201001 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-108, TRAMO: C.P. PARIHUANCA - C.P. OJARO,
 Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO

Partida 02.02.02 (010451010114-0201001-01) EXTENDIDO, REGO Y COMP. DE MATERIAL GRANULAR esp.15 cm.		Costo unitario directo por:		m2	2.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
0101010004	OFICIAL	hh	0.0050	15.39	0.08
0101010005	PEON	hh	0.0150	13.64	0.21
0.29					
Materiales					
0200130022	AGUA	m3	0.0023	0.85	
Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.01	0.01
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	ten	0.0050	130.00	0.65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	ten	0.0050	170.00	0.85
03012200060001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	ten	0.0025	120.00	0.30
1.81					

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto 0201001 MEJORAMIENTO DE CAMINO NO PAVIMENTADO RUTA DEPARTAMENTAL JU-106, TRAMO: C.P. PARIAHUANCA - C.P. OJARO, L=3.100 KM.
 Subpresupuesto 001 ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO Fecha presupuesto 01/03/2017

Partida	(010451010110-0201001-01) EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO MATERIAL DE AFIRMADO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.700.00	EQ.700.00	Costo unitario directo por : m3			15.41
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0114	19.56	0.22	
010101005	PECN	hh	2.0000	0.0229	13.84	0.32	
							0.54
Materiales							
020704002	MATERIAL GRANULAR DE CANTERA	m3		1.0000	12.00	12.00	
							12.00
Equipos							
030101000	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.54	0.02	
030116002	TRACTOR DE ORUGAS	hm	1.0000	0.0114	250.00	2.85	
							2.87
Partida	(010451010302-0201001-01) ZARANDEO DE MATERIAL DE AFIRMADO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.400.00	EQ.400.00	Costo unitario directo por : m3			4.05
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
010101002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0100	19.56	0.20	
010101005	PECN	hh	2.0000	0.0400	13.84	0.55	
							0.75
Equipos							
030140005	ZARANDA METÁLICA	hm	1.0000	0.0200	15.00	0.30	
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	1.0000	0.0200	150.00	3.00	
							3.30

ANEXOS 11

OTROS DOCUMENTOS DE IMPORTANCIA

YESO "Gómez"

DE: MARGARITA MILAGROS GÓMEZ YATACO

Av. Huancavelica N° 156
Dist. Chilca - Prov. Huancayo - Dpto. Junín
Cel. 964969610 - 996451042 - RPM: #808155

R.U.C. 10153574087

BOLETA DE VENTA

001- **Nº 011897**

Sr.(es):

CLAUDIA CUADROS S.

DÍA	MES	AÑO
02	02	2017

Dirección:

D.N.I.:

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT.	IMPORTE
01	Bk. x 30 kg. CAL	0.45	13.50

~~CANCELADO~~
E:

TOTAL S/. 13.50

USUARIO

GRÁFICA CALDERÓN E.I.R.L. - RUC 20568376004
JR. ANEQUIPA N° 379 - HYD. ☎ 215609
F1. 23-02-16 N° Aut. 0947525133
Serie 001 Del 11001 al 12000