



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial  
empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto  
Bermúdez - San Alejandro - 2018”

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

**AUTOR:**

ALCOCER ZEGARRA, GUSTAVO ELEAZAR

**ASESOR:**

MG. ING. LUIS VARGAS CHACALTANA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA – PERÚ

2018

# PÁGINA DEL JURADO



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

### DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 275-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1557/EP/ING.CIVIL.UCV LIMA N** de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

#### PRIMERO.

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntos	( )
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	(+)
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	( )
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	( )

La Tesis denominada " **REHABILITACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA CONSERVACION VIAL EMPLEANDO MEZCLAS ASFALTICAS EN CALIENTE EN LA CARRETERRA PUERTO BERMUDEZ. SAN ALEJANDRO - 2018** " presentado por el (la) estudiante **ALCOCER ZEGARRA, GUSTAVO ELEAZAR**

SEGUNDO. Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
<b>ALCOCER ZEGARRA, GUSTAVO ELEAZAR</b>	15	quince

Los Olivos, 18 de diciembre del 2018

Presidente(a): **MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS**  
Nombre Completo

Secretario(a): **MAG. LUCAS LUDEÑA GUTIERREZ**  
Nombre Completo

Vocal: **MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA**  
Nombre Completo

Firma  
Firma  
Firma





## **Dedicatoria**

A DIOS Todopoderoso, por darme salud, fuerza y guiarme todo este tiempo por el camino correcto para poder cumplir mi meta.

A mi padre francisco Alcocer, a mi madre Dora Zegarra (Q.E.P.D), por haberme formado como un hombre de bien, por haberme enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios concejos.

A mi esposa Corina Nole y mi hijo Jesús por darme su entera confianza en cada reto que se me presentaba y por el gran amor que me brindan.

## **Agradecimientos**

A mi asesor mg. Ing. Luis Vargas Chacaltana, y a todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por cuanto nos impartieron sus enseñanzas y experiencias para nuestra formación como profesional.

A la empresa Enegoprojekt Niskograndja por apoyarme en mi carrera, y darme las facilidades de usar el laboratorio de suelos para poder realizar mis ensayos.

Al Ing. Milko Jonovic por su apoyo que me brinda en la empresa y en la realización de la presente tesis, por su apoyo incondicional y su aliento verdadero para no poder decaer.

Al Ing. Enrique Ángeles por el apoyo que me brindo para la realización de los ensayos en el laboratorio de suelos.

A mis amistades de la Universidad, por nuestros andares estos 5 años siempre unidos.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Gustavo Eleazar Alcocer Zegarra con DNI N.º 03646576, en la senda de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que los documentos que se adjuntan son fidedignos.

Asimismo, indico bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigativos y sanciones de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 07 de junio del 2019.



---

Alcocer Zegarra Gustavo Eleazar  
D.N.I. 03646576

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro - 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

Alcocer Zegarra, Gustavo Eleazar

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
I. INTRODUCCIÓN. ....	15
1.1 Realidad problemática. ....	15
1.2 Trabajos previos.....	16
1.2.1 Antecedentes Internacionales .....	16
1.2.2 Antecedentes nacionales.....	19
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	22
1.3.1 Conservación Vial. ....	22
1.3.2 Enfoque moderno de conservación vial.....	22
1.3.3 Descripción de conservación vial. ....	22
1.3.3.1 Ciclo de vida “fatal” de los caminos.....	22
1.3.3.2 Fases de deterioro de la vía.....	23
1.3.3.3 Ciclo de vida deseable .....	24
1.3.3.4 Ciclo de vida fatal y deseable de una carretera.....	25
1.3.3.5 Inventario y Evaluación Vial. ....	27
1.3.3.6 Tráfico.....	27
1.3.3.7 Aspectos que influyen en el deterioro de la vía.....	28
1.3.4 Niveles de intervención en la conservación vial.....	28
1.3.4.1 Conservación rutinaria.....	28
1.3.4.2 Conservación periódica .....	28
1.3.4.2.1 Rehabilitación .....	29
1.3.4.2.2 Mejoramiento.....	29
1.3.4.2.3 Reparaciones de emergencia.....	29
1.3.5 Pavimentos.....	30
1.3.5.1 Factores que determinan el diseño de los pavimentos.....	30
1.3.5.1.1 Tránsito .....	30
1.3.5.1.2 Tiempo de diseño.....	30

1.3.5.1.3	Materiales .....	31
1.3.5.1.4	Subrasante.....	31
1.3.5.1.5	Drenaje.....	31
1.3.5.2	Comportamiento funcional y estructural del pavimento .....	31
1.3.5.3	Elementos estructurales que integran el pavimento.....	32
1.3.5.4	Pavimentos Flexibles .....	33
1.3.6	Rehabilitación de pavimentos flexibles.....	34
1.3.7	Mejoramientos en terreno de fundación .....	34
1.3.8	Estabilización de suelos.....	35
1.3.8.1	Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos.....	35
1.3.9	Estabilización mecánica de suelos.....	36
1.3.10	Estabilización por combinación de suelos.....	37
1.3.11	Estabilización por sustitución de los suelos.....	37
1.3.12	Procedimiento para determinar el espesor de reemplazo en función al valor soporte o resistencia del suelo.....	37
1.3.13	Suelos estabilizados con cal .....	39
1.3.14	Suelos estabilizados con cemento.....	39
1.3.15	Suelos estabilizados con escoria.....	40
1.3.16	Estabilización con cloruro de sodio.....	41
1.3.17	Estabilización con cloruro de calcio.....	41
1.3.18	Estabilización con cloruro de magnesio .....	41
1.3.19	Estabilización con productos asfálticos .....	42
1.3.20	Estabilización con geosintéticos .....	43
1.4	Formulación del problema.....	43
1.4.1	Problema general. ....	43
1.4.2	Problemas específicos.....	43
1.5	Justificación del estudio.....	44
1.6	Hipótesis. ....	44
1.6.1	Hipótesis general. ....	44
1.6.2	Hipótesis específicos. ....	45
1.6.3	Objetivos.....	45
1.6.4	Objetivo general.....	45
1.6.5	Objetivos específicos.....	45



II.	METODOLOGÍA .....	46
2.1.	Diseño de Investigación.....	46
2.1.1.	Tipo de investigación.....	46
2.1.2.	Nivel de investigación. ....	46
2.1.3.	Diseño de investigación.....	46
2.1.4.	Enfoque de investigación.....	47
2.2.	Variables, Operacionalización.....	47
2.2.1.	Variables .....	47
2.2.2.	Operacionalización de las variables.....	48
2.3.	Población y muestra Población.....	49
2.3.1.	Población .....	49
2.3.2.	Muestra .....	49
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	49
2.4.1.	Técnicas .....	49
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos .....	50
2.4.3.	Validez.....	50
2.4.4.	Confiabilidad .....	51
2.5.	Métodos de análisis de datos .....	51
2.6.	Aspectos éticos .....	51
III.	RESULTADOS.....	52
3.1	DATOS DEL PROYECTO .....	52
3.1.1	Ubicación y accesibilidad del proyecto. ....	52
3.1.2	Estado actual de la vía y descripción de la ruta. ....	52
3.1.3	Clasificación de la vía.....	52
3.1.4	Características técnicas del proyecto .....	52
3.2	ESTUDIO DE CANTERAS.....	54
3.2.1	Cantera PICHIS. ....	54
3.2.1.1	Ubicación: Km 0+000. Lado Derecho.....	54
3.2.1.2	Ensayos de laboratorio.....	56
3.2.1.2.1	Propiedades Físicas.....	57
3.2.1.2.1.1	Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO .	57
3.2.1.2.2	Propiedades Mecánicas.....	57
3.2.1.2.2.1	Ensayo de Equivalente de Arena (MTC E-114, ASTM D-2419).....	57

3.2.1.2.2.2	Ensayo de Abrasión los Ángeles (MTC E-207, ASTM C-131).....	57
3.2.1.2.2.3	Gravedad Específica y Absorción de Agregados .....	58
3.2.1.2.3	Propiedades Químicas .....	58
3.2.1.2.3.1	Impurezas Orgánicas .....	58
3.3	ESTUDIO DE SUELOS.....	61
3.3.1	Trabajos de campo.....	61
3.3.2	Resumen de trabajos de campo.....	62
3.3.3	Ensayos a las muestras de suelos.....	63
3.3.3.1	Propiedades físicas.....	63
3.3.3.1.1	Análisis Granulométrico por tamizado (MTC E 107) .....	63
3.3.3.1.2	Limite líquido (MTC E 110) y Límite plástico (MTC E 111).....	64
3.3.3.1.3	Contenido de Humedad Natural (MTC E 108).....	65
3.3.3.1.4	Clasificación de Suelos por el Método SUCS y Método AASHTO .....	66
3.3.3.2	Propiedades mecánicas .....	68
3.3.3.2.1	Proctor Estándar (MTC E 116).....	68
3.3.3.2.2	California Bearing Ratio-CBR (MTC E 132).....	70
3.3.4	Características del terreno de fundación.....	72
3.3.4.1	Perfil Estratigráfico.....	72
3.3.5	Mejoramiento de suelos .....	74
3.3.5.1	Esquema de Evaluación.....	74
3.3.5.2	Criterios para Mejoramiento de Suelos .....	74
3.3.5.2.1	Criterio de Estado del Suelo según el Índice de Consistencia.....	74
3.3.5.2.2	Criterio de Compresibilidad del Suelo .....	76
3.3.5.2.3	Criterio contenido de humedad del suelo y su compactación (OCH): .....	79
3.2.1.2.3.2	Criterio de CBR menores a 6%: .....	80
3.3.6	Subdrenaje .....	86
IV.	ENSAYOS DE CALICATAS.....	88
V.	DISCUSIÓN.....	187
VI.	CONCLUSIONES .....	190
VII.	RECOMENDACIONES .....	192
VIII.	REFERENCIAS .....	193
IX.	ANEXOS.....	198

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Carta de plasticidad SUCS .....	66
Gráfico 2: Carta de plasticidad AASHTO .....	67
Gráfico 3: Perfil Estratigráfico .....	73
Gráfico 4: Suelo de (Clasificación SUCS) .....	73
Gráfico 5: Sección Típica Subdren.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Condición de la vía sin mantenimiento.....	23
Figura 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento .....	25
Figura 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable” .....	26
Figura 4: Diagrama del ciclo de vida “fatal” del camino .....	26
Figura 5: Diagrama del ciclo de vida “deseable” .....	27
Figura 6: Tipos de pavimento.....	30
Figura 7: Etapas para la preparación de la base.....	32
Figura 8: Estructura de un pavimento flexible .....	34

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Plano de Ubicación.....	53
Imagen 2: Cantera Pichis – Ubicación .....	54
Imagen 3: Cantera Pichis – Excavación de calicatas.....	55
Imagen 4: Ensayo de Abrasión los Ángeles .....	58
Imagen 5: Análisis Granulométrico por Tamizado .....	64
Imagen 6: Ensayos limites Atterberg Limite Líquido – Límite Plástico.....	65
Imagen 7: Secado de muestras .....	65
Imagen 8: Ensayo Proctor Estándar.....	70
Imagen 9: Ensayo CBR compactación .....	71
Imagen 10: Prueba de penetración CBR.....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Espesores Recomendados para Estabilización por Sustitución de Suelos.....	38
Tabla 2: Operacionalización de las variables .....	48
Tabla 3: Rangos y magnitudes de validez .....	50
Tabla 4: Coeficiente de validez por juicio de expertos .....	50
Tabla 5: Rango y magnitudes de confiabilidad .....	51
Tabla 6: Características principales.....	53
Tabla 7: Procesamiento de muestra.....	56
Tabla 8: Resultados ensayos de granulometría cantera Pichis .....	59
Tabla 9: Resultados ensayos cantera Pichis Límites de consistencia – Clasificación - Abrasión – Equiv Arena Gravedad específica – Impurezas orgánicas.....	60
Tabla 10: Relación de Calicatas Efectuadas.....	62
Tabla 11: Clasificación de suelos AASHTO.....	67
Tabla 12: Resumen de datos de laboratorio.....	68
Tabla 13: Relación de Ensayos Mecánicos en Plataforma .....	72
Tabla 14: Estado de suelo según Índice de Consistencia .....	74
Tabla 15: Recomendaciones para el mejoramiento por criterio CAPA .....	75
Tabla 16: Sectores de Mejoramiento por Criterio de Índice de Consistencia .....	76
Tabla 17: Grado de Compresibilidad del Suelo.....	77
Tabla 18: Mejoramiento de Suelos por Criterio de Compresibilidad.....	79
Tabla 19: Coeficientes de drenaje .....	80
Tabla 20: Parámetros para cálculo de mejoramiento.....	82
Tabla 21: Requerimiento de potencial de expansión de suelos .....	83
Tabla 22: Sectores con CBR bajos, de acuerdo a los ensayos de laboratorio .....	84
Tabla 23: Método empleado para cálculo de mejoramiento, Índice de consistencia, Coeficiente de compresibilidad, CH, CBR.....	85
Tabla 24: Sectores que requieren drenaje.....	86
Tabla 25: Matriz de Consistencia .....	229

## RESUMEN

Considerando el desarrollo de un país contando con diferentes medios de comunicación y unión de los pueblos, es necesario contar vías en buenas condiciones de tránsito por lo que el mantenimiento de la infraestructura, y especialmente el de las carreteras, adquiere suma importancia, ante tal situación en este caso la presente investigación está dirigida a la Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez, San Alejandro, a fin de devolverle sus características originales y adecuarla a su nuevo período de servicio, mediante actividades que requieran realizarse de manera preventiva para evitar el deterioro prematuro de los elementos que conforman esta vía.

En el trabajo de campo se obtuvo información sobre el estado actual de la carretera, su clasificación, así como las características técnicas. Asimismo, para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, se realizó los ensayos correspondientes para la clasificación de suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO, así como los ensayos que permitan determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de carga.

Para poder realizar el mejoramiento, se realizó análisis de los suelos en ambos lados de la vía a ampliar, las calicatas fueron a ejecución de “pozos a cielo abierto” con un espaciamiento de 250 m y a una profundidad mínima de 1.5 m, llegando mayormente a los 1.70, debido a que se realizaron con equipo mecánico (retroexcavadora), identificando los estratos, sus espesores y algunas propiedades físicas, identificándose suelos finos blandos. Encontrándose, además que el terreno de fundación está conformado por suelos finos con CBR menores al 6%, por lo cual requieren mejoramiento, por ser suelos pobres a muy pobres de capacidad portante, habiéndose considerado un coeficiente de drenaje ( $m_4$ ) de 0.9 debido a que las características físico mecánicas de los materiales que compone la capa de mejoramiento son de menor calidad que las requeridas por las capas de sub base y base granular, siendo el número estructural requerido para el pavimento con sub rasante muy pobre, regular, buena o buena el calculado con el Método AASHTO 1993 – 20 años.

Finalmente, mediante la presente investigación se logró determinar que es necesario realizar mejoramientos en casi todo el tramo en un espesor promedio de 0.90 m, por haberse encontrado material inadecuado para la conformación de la sub rasante.

**Palabras claves:** Pavimento flexible, SUCS, AASHTO, calicatas, CBR.

## ABSTRACT

Considering the development of a country with different means of communication and union of the peoples, it is necessary to have roads in good conditions of transit, so the maintenance of the infrastructure, and especially that of the roads, acquires great importance, given such situation. In this case, the present investigation is aimed at the rehabilitation of flexible road pavements using hot asphalt mixtures on the Puerto Bermúdez road, San Alejandro, in order to restore its original characteristics and adapt it to its new service period, through activities that require to be carried out in a preventive manner to avoid premature deterioration of the elements that make up this route.

In the fieldwork, information was obtained on the current state of the road, its classification as well as the technical characteristics. Likewise, to determine their physical and mechanical properties, the corresponding tests were carried out for the classification of soils by the SUCS Method and by the AASHTO Method, as well as the tests that allow to determine the resistance of the soils or behavior in front of load stresses.

In order to carry out the improvement, soil analysis was carried out on both sides of the road to be expanded, the pits were for the execution of "open pit" with a spacing of 250 m and a minimum depth of 1.5 m, reaching mainly the 1.70, because they were made with mechanical equipment (backhoe), identifying the strata, their thicknesses and some physical properties, identifying soft soils. Finding, in addition that the ground of foundation is conformed by fine soils with CBR smaller than 6%, for which they require improvement, for being poor soils to very poor of bearing capacity, having considered a drainage coefficient ( $m^4$ ) of 0.9 due to that the physical and mechanical characteristics of the materials that make up the improvement layer are of lower quality than those required by the subbase and granular base layers, being the structural number required for the pavement with subgrade very poor, regular, good or good the one calculated with the AASHTO Method 1993 - 20 years.

Finally, by means of the present investigation it was possible to determine that it is necessary to make improvements in almost the entire section in an average thickness of 0.90 m, because inadequate material was found for shaping the subgrade.

**Keywords:** Flexible pavement, SUCS, AASHTO, pits, CBR.

## **I. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1 Realidad problemática.**

En la actualidad un problema social y de la nación es que las carreteras estén deterioradas y eso impide que existan un progreso en el pueblo e impida el desarrollo del país. En este caso la carretera de Puerto Bermúdez - San Alejandro Tramo: Dv. Puerto Bermúdez KM. 00+00 - Ciudad Constitución KM. 57+241.60, que estudiará la tesis a desarrollarse, se encuentra afirmada en su totalidad, en un regular estado de conservación. Sin embargo, las partes más críticas son los lugares cruzados por las quebradas a lo largo de la carretera y el sector plano comprendido en los primeros 20 Km. de carretera, cercanos a Puerto Bermúdez. Así mismo, la sección de la vía varía de 4.00 a 5.50 m., carece de cunetas longitudinales, existen alcantarillas obstruidas y/o colmatadas, muchas de ellas sin cabezales de ingreso y salida.

La rehabilitación de carreteras con asfalto en caliente, en muchos países ha conllevado mejoras económicas como en el caso de Brasil donde la rehabilitación de las pistas mejoro considerablemente el estándar de vida de los pueblos aledaños.

De esta manera se busca conservar las carreteras nacionales con un óptimo de servicio, interviniendo las vías de una manera oportuna mediante actividades de mantenimiento tanto rutinaria, periódica y emergencias viales.

En el Perú la rehabilitación de carreteras está a cargo del MTC, según las políticas del gobierno central que buscan en integrar económica, social y cultural los diferentes pueblos.

Se pretende difundir una cultura de prevención que impida el deterioro temprano de las vías, mediante actividades rutinarias y periódicas de manera oportuna, de tal manera que se debe actuar con permanencia para tener las carreteras en óptimo estado de serviciabilidad.

Con esta investigación se pretende establecer los lineamientos iniciales para establecer de qué manera influye la conservación vial en las propiedades física, mecánicas y criterios para el mejoramiento de suelos para la rehabilitación de pavimentos flexibles, con ello se podrá lograr el manejo adecuado de operación de las vías y la continuidad del uso eficiente de la misma.

## **1.2 Trabajos previos.**

### **1.2.1 Antecedentes Internacionales**

ROCA, karol (2016), en el proyecto titulado “Validación de la Metodología Aplicada, Para Intervenciones de Tipo Mantenimiento Periódico y Posterior Rehabilitación Sobre los Pavimentos Flexibles, en el Distrito Occidente de la IDU de Bogotá”, para obtener el título profesional de Magister en Ingeniería – Geotécnica, de la Universidad de Colombia.

El objetivo de la mencionada tesis, fue estudiar y evaluar la metodología aplicada por el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU, en la zona occidental de Bogotá, tomando las intervenciones de tipo mantenimiento periódico y rehabilitación sobre los pavimentos flexibles.

Las conclusiones fueron:

- En dicho trabajo se tuvo una evaluación desarrollada por el Instituto Urbano en el Distrito Capital en la cual se comparó con la experiencia de todo tipo de países de Latinoamérica , por la cual representa mayores avances en dicha materia con la obtención de las siguientes diferencias y similitudes:
  - a) Referente a la evaluación superficial, señala que se observa en México, Chile y Colombia, usan el mismo principio, correspondiente a la inspección visual, utilizado por la metodología MANVUSIMP, pero en México y Chile el referente principal es la medición del IRI, que es un indicador del estado del pavimento, en Colombia, esto es evaluado de forma de mantenimiento periódico, que esto también contempla en coeficiente de fricción.
  - b) Sobre la evaluaciones estructural, en Chile, no se evalúa de manera independiente, sino por la medición de deflexiones, que tienen en la evaluación superficial, de esto se determina la estructura estructural. México igual que Colombia, realiza la evaluación estructural mediante la medican deflexiones, con ensayos no destructivos, de impacto FWD, el cual permite establecer las normas de manera eficaz para la capacidad estructural del pavimento.
  - c) Para la Evaluación Estructural, en ciertos casos como Chile no dan una evaluación de manera independiente mediante la medición de deflexiones, para este país solo tienes la evaluación superficial y en la cual se deduce la condición estructural. Colombia al igual que en Mexico si encuentras que realizan la evaluación estructural mediante la medición de deflexiones, que son métodos no destructivos como el Deflectometro de Impacto –



FWD, bajo el criterio del ejecutor del proyecto presente, permite tener una mejor manera para establecer de manera eficaz la capacidad estructural.

- Con los resultados obtenidos en la presente investigación se observa que los métodos utilizados por el IDU son equilibrados valiéndose del comportamiento estructural del pavimento evaluado, el cual se ajusta a los estudios proyectados iniciales donde muestra un deterioro progresivo que esta de acorde con los años desde su intervención y manteniendo su soporte estructural para un tráfico futuro, pese a haber culminado el período para el cual fueron diseñadas.
- Dentro del estudio que realizado el autor, evidencio en cuanto a las limitaciones de verificación fidedigna que en algunos tramos, es limitante a los procesos constructivos de la misma.
- El autor, hace un comparativo con otros países en cuando a la medición del IRI, de los procesos de evaluación de pavimentos, y señala que el IRI, es un buen indicador de confort, que ayuda a establece los puntos de control a la hora de definir las prioridades en las vías a interferir.

DÍAZ, Sara, (2015-2016) en la investigación “Factores Que Influyen En El Deterioro Del Pavimento Flexible De La Avenida Universitaria Del Cantón Babahoyo De La Provincia De Los Ríos””, en la tesis para conseguir el grado de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias matemáticas y físicas carrera de ingeniería civil , universidad de Guayaquil, Ecuador, esta investigación es de carácter descriptiva, y su objetivo principal es desarrollar un estudio integral de pavimento para conocer los factores que influyen en el deterioro del pavimento existente de la Av. Universitaria, teniendo las siguientes conclusiones:

- La condición funcional de la superficie de rodadura representada por el Índice de Estado de la vía indica la falla de la capa de rodadura existente; el 50% de la longitud de la vía se encuentra en condición regular y mala, indicativo de un agotamiento estructural de la capa de rodadura asfáltica, debido a sus pocas capas que conforman la estructura de pavimento que sirven para soportar las crecientes cargas de tráfico que actualmente soporta la vía.
- En tráfico existente que soporta la Av. Universitaria demuestra que es el principal factor que está deteriorando la estructura del pavimento, ya que se demostró que la estructura existente está en pésimas condiciones.

- Mediante ensayos de suelos aplicados al terreno de fundación de la estructura de pavimento existente, se demostró que la capacidad de soporte del suelo de fundación es casi nula, ya que los valores del CBR de campo van de 1% a 3%.
- Con el cálculo de las deflexiones y módulos elásticos que se midieron con el deflectómetro “viga Benkelman”, se demostró que la estructura existente no está apta para soportar la demanda del tráfico actual.
- Si comparamos las 2 alternativas desarrolladas para la rehabilitación de la Av. Universitaria podemos concluir que si en un diseño de pavimento corregimos los factores de drenaje, los espesores de las capas que conforman la nueva estructura diseñada se aumentan al doble, es más recomendable hacer un diseño de subdren ya que este nos garantiza el drenaje interno de la estructura y la evacuación del nivel freático que ascienden por capilaridad, y por lo tanto los espesores de las capas son más razonables.

LÓPEZ, Juan, (2016), indica en su estudio científico “El diseño de pavimentos flexibles, su comportamiento estructural, e incidencia en el deterioro temprano de la red vial en la provincia de Tungurahua”, para obtener el grado de Maestría en vías terrestres, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica De Ambato, Ecuador, El presente trabajo es cuantitativo y cualitativo y tuvo como objetivo general:

- Elaborar un modelo de diseño de pavimentos para mejorar su comportamiento estructural, y evitar el deterioro temprano de la red vial en la provincia de Tungurahua, y tuvo las siguientes conclusiones:
- Como posibles conclusiones en dichas vías que en las cuales están cuentan con una estructura de pavimento: consiste en una capa de sub – base o base y carpeta asfáltica, en la cual deberán ser sometidas a procesos de rehabilitación en la cual que cuentan con un refuerzo de su estructura o una sobre capa.
- En las vías que únicamente no cuenten con una estructura de pavimento, es decir que estas poseen únicamente capas de recubrimiento: en empedrados y carpeta asfáltica, que estas serán sometidas a diferentes procesos de reconstrucción general y así no poder desperdiciar recursos económicos.
- Para las vías que se encuentran en tierra estas deberán ser técnicamente evaluadas para que así puedan ser sometidas a una imagen, un diseño para finalmente hacer el proceso de construcción.

### 1.2.2 Antecedentes nacionales.

VERGARA, Antony (2015) en su propia investigación de “Evaluación del estado funcional y estructural del pavimento flexible mediante la metodología PCI tramo quichuay -ingenio del km 0+000 al km 1+000 2014”, realizó la tesis para optar el título profesional del Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

En la tesis mencionada el autor usó la metodología de tipo descriptivo, que ayudó a determinar el objetivo de su tesis, que fue: ¿Cómo influye en la determinación de los pavimentos, la evaluación de la estructura de un pavimento flexible usando la metodología PCI.

Las conclusiones fueron:

- Para determinar el estudio, el autor exploró un total de 28 unidades de muestra, estos resultados fueron de: 36% que presentan un estado de pavimento malo (PCI de 25 -40); un 32% de unidades presentó un estado regular de (PCI de 40-55); y un 25% presentó un estado muy malo de (PCI de 10 y 25), finalmente un 7% de las unidades arrojaron un resultado de bueno que representó (55 y 70). Según todas las unidades se mostró un cálculo del PCI promedio del Km 0+000 al km 1 + 000 en el tramo investigado, este resultado arrojó un 35 y de escala de índice, los 1+000 se encuentran en un estado malo, el autor señala que estos resultados ayudaron a determinar el tipo de mantenimiento y rehabilitación del pavimento.
- Según la incidencia de fallas por densidad, son las fallas funcionales con 63%. Las cuales fueron por intemperismo y corrugación.
- Según las fallas estructurales fueron las más incidentes con un 79%, se encontraron baches, que son fallas estructurales originadas por el mal estado de todo el paquete estructural originados por muchos factores, al encontrarse un alto grado de severidad en el pavimento ocasionado por los baches se pudo determinar que el pavimento se encuentra en un mal estado el cual perjudica al estado funcional del pavimento.
- Las fallas funcionales o superficiales representan un 21%, estas fallas no determinan un área considerable, y para que ocasione un daño significativo debe ser una falla de alta severidad.

Según los porcentajes evaluados del pavimento y contrastados con la curva de deterioro del pavimento nos da como resultado que el pavimento se encuentra en un estado crítico en tanto funcional como estructural, en este estado se va a requerir trabajos de

conservación vial mayor, rehabilitación o reconstrucción total el cual se gastaría un promedio de \$61 m<sup>2</sup> aproximadamente, el cual se llegó a una conclusión que necesita un tratamiento superficial con riego asfáltico por ser el más económico, pero antes se debe mejorar la resistencia estructural del pavimento haciendo parches en las zonas más profundas identificadas.

HERNÁNDEZ, Gino y TORRES, Juan, (2016) en su investigación de la tesis “Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, tramo carretero Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre” la tesis para el Título de Ingeniero Civil, de la Facultad de Ingeniería, en la Universidad Señor de Sipán.

Su objetivo se fundó en identificar cuáles son las causas que ocasionan fallas/deterioros que tiene la estructura investigada en su estructura asfáltica en los últimos 20 años, donde estuvo en constante actividades rutinarias y periódicas por parte de la municipalidad provincial de Chiclayo donde lamentablemente no se encontró resultados satisfactorios.

El tramo realizado, tiene una longitud de 1,255.75 m y de ancho de carretera un 8.50m, el cual es de dos carriles del mismo sentido, su IMDA es igual a 6141 vehículos/día, para ello el tráfico liviano presenta el 91.11%, mientras el tráfico pesado presenta un 5.56%, para ello se hizo una evaluación basada en la “Metodología Vizir, según el Manual de Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicas”. El tipo de conservación fue para los primeros 800m, que es de una rehabilitación compleja y para el tramo restante se aplicó un mantenimiento periódico.

En la presente investigación se encontró densidades menores al 95% y los espesores diferían con respecto al expediente técnico, los cuales no cumplían con lo requerido por el “Manual del MTC - Especificaciones técnicas para la construcción EG 2013”.

También se localizó un nivel freático muy alto debido al canal Yortuque que filtra el agua por sus juntas del mismo.

OLARTE, Jorge, (2015), presento el proyecto titulado “Proceso Innovado, Para Determinar el Espesor Subrasante Mejorara, Para Suelos Limo-Arcillosos en la Carretera Puente Raither de Paucartambo”, realizo la tesis para optar el título profesional de Maestro en Ciencias, con mención en Ingeniería de Transportes, de la Universidad Nacional de Ingeniería del Perú – UNI.

En la cual tuvo como objetivo general, innovar el procedimiento para obtener los resultados en cuanto al espesor de la capa subrasante, en pavimentos flexibles de los suelos de tipo limo. Acilla. En el procedimiento evaluado se determinó que la capacidad de soporte en los suelos es deficiente ( $CBR < 7\%$ ).

Este objetivo fue para proponerles un manual de procedimiento de tipo analítico – calibrado, que dimensiona el espesor de la subrasante, esto a fin de mejorar las pruebas de in-situ.

Ya que la institución no tiene un manual de procedimientos analítico -calibrado para los suelos, por ello recomienda que en los espesores se debe dimensionar de acuerdo al diseño, para no elevar los costos o presupuestos por deterioro prematuro del pavimento o suelo.

El manual de procedimientos que tiene el MTC para las carreteras, tiene un procedimiento que determina el espesor de reemplazo en función al valor soportado en las carreteras, para ello asigna un coeficiente estructural de  $4 = 0.021$  como generalidad.

El autor también señala que para validar el procedimiento planteado en la tesis desarrollada, realizo una secuencia ordenada y sistemática de las actividades metodológicas que se establecido en la ingeniería de los pavimentos, las cuales mejorar los pavimentos flexibles.

Ya que la bibliografía vial, muestra una gran cantidad de ecuaciones en correlación a la CBR con el módulo Resiliente, lo que es para recordar las ecuaciones en cuanto a la correlación empírica, del 100% aplicable, al momento de ejecutar el manual de procedimientos.

Para la estimación del módulo Resiliente en los suelos de funciones, de una capa de mejoramiento, se debe recurrir a las técnicas de retro calculo “Método de Hogg y AASHTO - 1993”

- Según el análisis de los resultados, concluye que según se mayor el espesor en el módulo resiliente, en la capa de mejoramiento disminuirá el cual parece contradictorio, pero se explica por los terraplenes, se distinguen en base, cuerpo y corona en el mejoramiento, según las normas técnicas del terralen en el modulo
- Según la comparación de los resultados de la tesis, los procesos de metodología recomendad por la MTC, concluye que en los resultados evidencio que el manual de

carreteras MTC, no tiene sustento técnico en toda clase de vías que inciden en el dimensionamiento del espesor, subrasante adecuados para mejorar los pavimentos flexibles

### **1.3 Teorías relacionadas al tema.**

#### **1.3.1 Conservación Vial.**

Se define por un mantenimiento vial al grupo de actividades y técnicas, de naturaleza periódica o rutinaria, que se deben plasmar los organismos responsables del trabajo vial para asistir a las vías y así mantenerlas en situaciones recomendables de intervención. Estas dichas acciones tienen como finalidad inmediata ofrecer facilidad a la circulación vehicular en todas las épocas del año, pero, asimismo, en un sentido más general, se busca facilitar bienestar y confianza a los usuarios y salvaguardar las inversiones efectuadas en la construcción o rehabilitación de los caminos (Rodríguez, 2011, pp-9-10).

#### **1.3.2 Enfoque moderno de conservación vial**

Durante mucho tiempo, en la mayoría de los países latinoamericanos se creyó que el cargo principal de las entidades del Estado responsables de las vías, era construir vías con el dinero presupuestal concedidos. La eficacia de tales entidades se calculaba por medio de los kilometrajes construidos de carreteras y la conservación vial quedaba en segundo plano. A medida que se construían más carreteras se fueron incrementando las necesidades de conservarlas para que estén en un buen funcionamiento.

En términos generales las personas son conscientes que los caminos al ser construidos con dinero del estado son de su propiedad, por lo tanto, la conservación también es de su responsabilidad. (Menéndez, 2003, p-3)

#### **1.3.3 Descripción de conservación vial.**

##### **1.3.3.1 Ciclo de vida “fatal” de los caminos.**

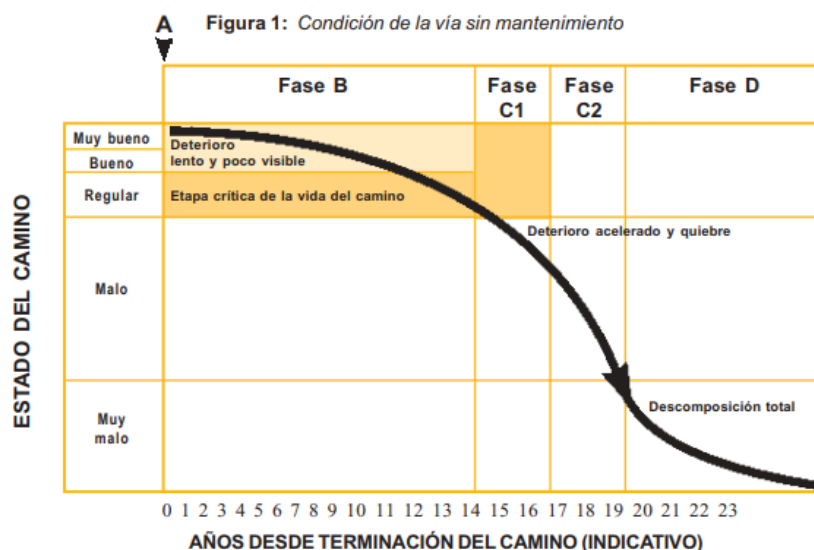
Un ciclo de vida es cuando la vía tiene un periodo de deterioro permanente debido a los aspectos que afectan la vía: como las lluvias, tráfico, mala materia de estructura. Estos factores afectan la vía, según el menos o mayor el cual hace que la vía este en un estado intransitable. (Rodríguez, 2011, pp-10-11).

### 1.3.3.2 Fases de deterioro de la vía.

En ciertos países que están en proceso de desarrollo, las vías están expuestas a ciertos ciclos, que han adquirido la condición de fatal.

Dichos ciclos cuentan con cuatro fases que se describen a continuación:

**Figura 1: Condición de la vía sin mantenimiento**



Fuente: Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas: José Rafael Menéndez, (2003).

#### **Fase A: Construcción.**

Toda vía sea su condición de construcción buena o mala, de todas formas, entra a una etapa de servicio en cuanto se termina su construcción e inclusive esta en servicio cuando se está realizando su rehabilitación o mejoramiento.

Las vías después de su construcción se deben encontrar en excelentes condiciones para así dar mejor servicio a los usuarios. (Rodríguez, 2011, pp. 11-12)

#### **Fase B: Deterioro lento y poco visible.**

Las carreteras a medida que pasan los años van percibiendo un deterioro y debilitamiento lento, especialmente la capa de rodadura y la parte estructural.

Durante esta fase (ver gráfico), aparentemente la vía parece estar en buen estado y los usuarios poco lo pueden percibir, en estas condiciones la vía sigue dando buena serviciabilidad para los usuarios y se encuentra en condiciones de ser conservado.

(Rodríguez, 2011, pp. 11-13)

### **Fase C: Deterioro acelerado.**

Al principio de esta fase los usuarios aun perciben la vía en buen estado, pero lamentablemente no es así, siguiendo más adelante hacia la fase C se va observando más daños en la superficie y a la vez ocasionando daño a la estructura del pavimento el cual aún no es visible por los usuarios, los daños comienzan siendo menores extendiéndose poco a poco hasta malograr el pavimento.

Esta fase tiene un proceso muy corto, al empezar el daño se comienza a generalizar por todo el camino y comienza un deterioro acelerado (Rodríguez, 2011, pp. 12-13)

### **Fase D: Descomposición total.**

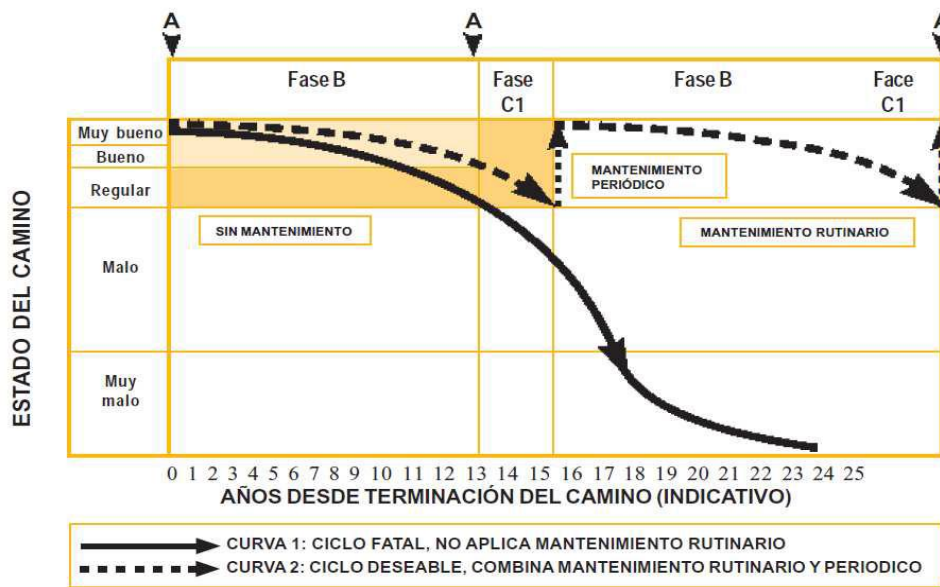
La descomposición total del camino forma parte de la última fase de su vida, el cual se puede prolongar durante muchos años, en esta fase el tránsito de los vehículos baja enormemente y su capacidad de servicio baja hasta el nivel original que tuvo. (Rodríguez, 2011, p. 13)

#### **1.3.3.3 Ciclo de vida deseable**

Los caminos sin mantenimiento llegan a un ciclo de vida que se le puede llamar “fatal” ya que sin conservación vial los caminos se deterioran, en cambio sí hay una oportuna conservación vial adecuada se puede dar servicio a los usuarios dentro de un rango de deterioro aceptable, tal como se aprecia en la siguiente figura.



**Figura 2: Condición de la vía con y sin mantenimiento**



Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)

El ciclo se inicia con una vía nueva o rehabilitada, el cual se estará en un buen estado para dar servicio, pero con el transcurso de los años va creando un desgaste que es natural en toda carretera, estos deterioros naturales se van dando a consecuencia de las solicitudes de tránsito y algunos factores climáticos.

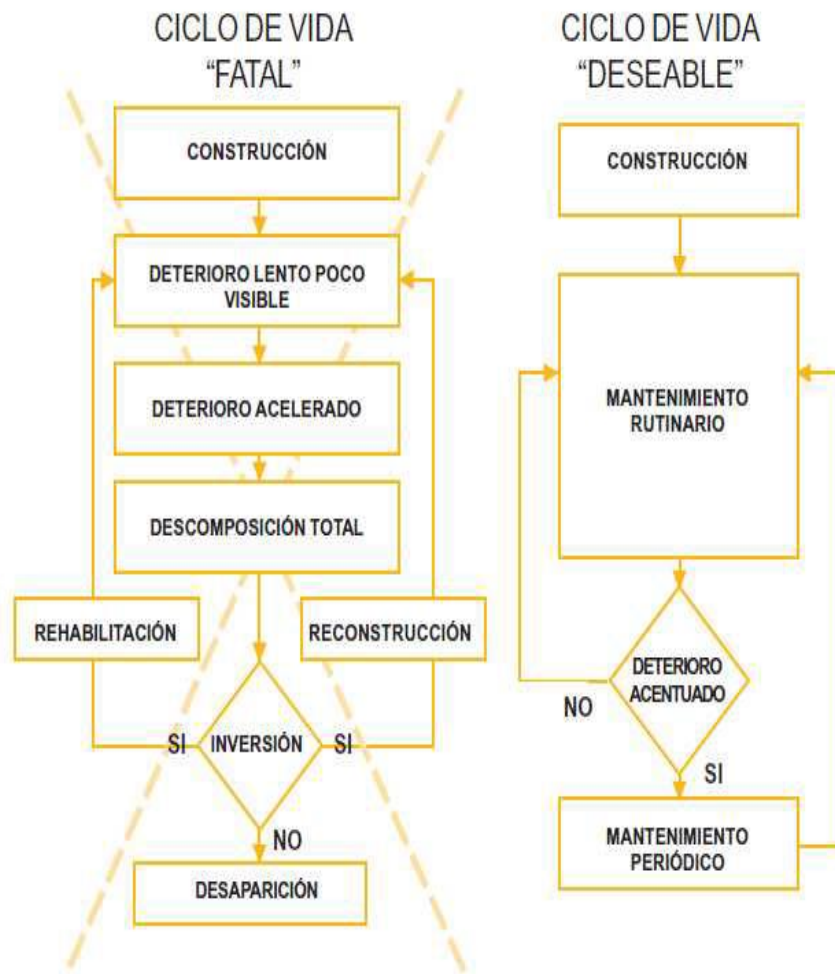
Es importante que las entidades que están a cargo de la conservación vial mantengan un sistema de gestión de conservación Rutinario para así prolongar el deterioro y hacerlo más lento y posteriormente dar una intervención de conservación periódica.

Se puede decir que el mantenimiento rutinario prolonga la vida útil de las carreteras y al llegar a un estado regular es importante aplicar un mantenimiento periódico, de esta manera lograremos que las carreteras se mantengan en un buen estado de conservación. (Rodríguez, 2011, pp. 13-14)

### 1.3.3.4 Ciclo de vida fatal y deseable de una carretera

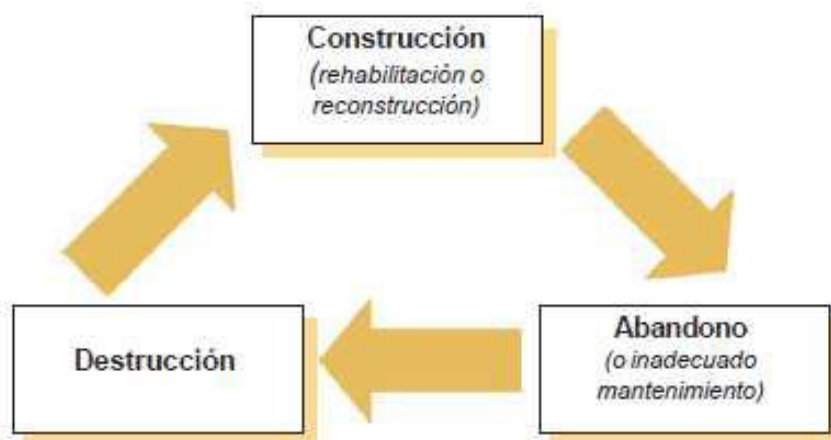
En el diagrama se muestra el flujo del procesos que sigue el ciclo de vida sin manteniendo y el otro muestra con el mantenimiento, en lo cual podemos apreciar que la falta de un mantenimiento permanente conduce a un deterioro mas rápido, mientras que con un mantenimiento adecuado tiene mayor duración y el ciclo de vida es mayor (Rodríguez, 2011, p. 15).

**Figura 3: Diagrama de flujo del ciclo de vida “fatal” y “deseable”**



Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)

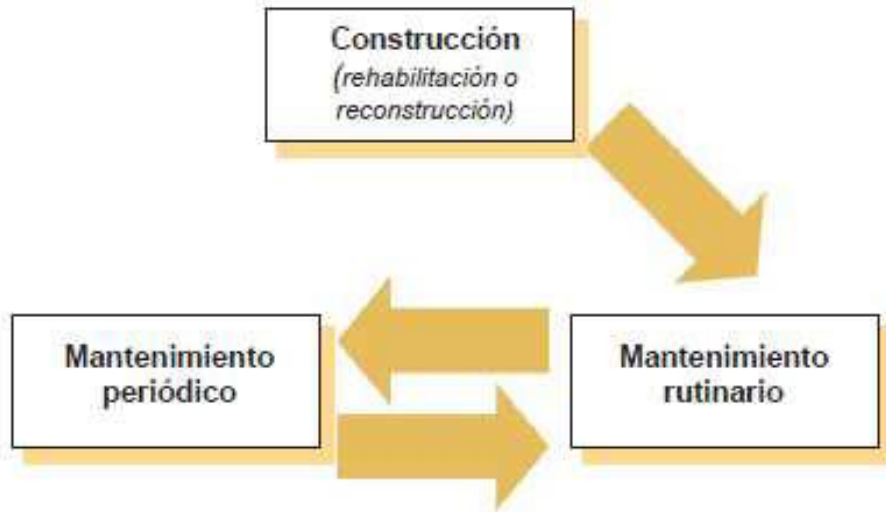
**Figura 4: Diagrama del ciclo de vida “fatal” del camino**



Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)

A continuación, se presenta el esquema perfecto de conservación, que es para combinar el mantenimiento rutinario con el periódico.

**Figura 5: Diagrama del ciclo de vida “deseable”**



*Fuente: (Rodríguez, Rene, 2011)*

#### **1.3.3.5 Inventario y Evaluación Vial.**

La conservación vial se basa en la prevención de las actividades que se pueda realizar para mantener una carretera en buen estado, es importante tener un permanente inventario y evaluación vial, Para determinar labores de conservación.

En el inventario y la evaluación vial para la conservación es una forma de identificar, medir y evaluar el estado de lo estructura del pavimento y todo aquello que lo involucre para así puedan ser previstos mediante un esquema de conservación anual.

El objetivo fundamental del inventario es suministrar información primordial para la proyección, clasificación y preparación del presupuesto de conservación. (Rodríguez, 2011, p.17).

#### **1.3.3.6 Tráfico**

El tráfico es una de las causas de mayor ocurrencia en una vía, tal es así que establece los parámetros diseños geométricos, la parte estructural del mismo y las fases de conservación. Consiste en establecer las solicitudes del tráfico y las características de los vehículos que

transitan por la carretera, este proceso se logra mediante la encuesta de conteo de vehículos que transitan por la vía. (Rodríguez, 2011, p.19).

### **1.3.3.7 Aspectos que influyen en el deterioro de la vía**

Una carretera ya terminada su construcción y seguidamente puesta en servicio, van a estar a continuas cargas vehiculares y expuestas a condiciones climáticas, el cual van a provocar un desgaste de la vía, es así que las carreteras están destinadas a un deterioro en un lapso de tiempo el cual fueron diseñadas, por eso es muy importante desarrollar gestiones de conservación para que la vía alcance su vida de servicio.

En conclusión, si las labores de conservación se realizan rutinariamente y en el tiempo adecuado, estas alargarían la vida útil de la carretera, sin esperar que se llegue a reconstruir. (Ríos y Salcedo, 2013, p. 38)

Aspectos por los que una vía se deteriora:

- Acción del medio sobre la carretera,
- Características del tránsito,
- Defectos en los diseños
- Defectos de construcción (Rodríguez, 2011, p.20).

### **1.3.4 Niveles de intervención en la conservación vial**

#### **1.3.4.1 Conservación rutinaria**

Son las actividades que se realizan de una manera de prevención que se realizan rutinariamente en la carretera y se realizan diariamente para así preservar todos los elementos que puedan afectar a la vía, de esta manera se busca mantener las condiciones una vez puesta en servicio después de la construcción o mantenimiento periódico, rehabilitación o reconstrucción.

#### **1.3.4.2 Conservación periódica**

La conservación periódica son actividades que se realizan en periodos, es decir toma más de un año en su conservación y su finalidad es evitar que aparezcan de manera ascendente daños en las vías, y de mantener integra las características superficiales y estructurales del pavimento.

En esta conservación periódica se realizan trabajos de reforzamiento de en pavimentos asfálticos, reposición y reconformación de carreteras sin afirmar con

tratamiento bituminoso, y todo aquello elemento físico que pueda estar en malas condiciones en el camino.

En la conservación periódica también está considerada actividad socio ambientales de atención de emergencias viales (Ferreira, 2012, pp.33-334).

#### **1.3.4.2.1 Rehabilitación**

La rehabilitación de una carretera es una actividad de la conservación periódica que consiste en la reparación y reforzamiento estructural, esto se lleva a cabo mediante la previa demolición parcial de la estructura existente.

La rehabilitación se da cuando la vía se encuentra en un mal estado de deterioro para que así en el futuro pueda dar mejor servicio a las solicitudes de mayor tránsito, en la rehabilitación se puede generar alguna mejora en los sistemas de drenaje y contención.

Su objetivo principal de la rehabilitación es de reponer la capacidad estructural y dar las características optimas a la superficie de rodadura. (Rodríguez, 2011, p.26).

#### **1.3.4.2.2 Mejoramiento**

El mejoramiento de la vía es para establecer mejoras en las vías, y se puede dar con unos nuevos diseños geométricos incluidos los trabajos de renovación de la superficie y la rehabilitación.

La finalidad del mejoramiento es adicionar capacidad a la vía y mejorar la velocidad de circulación, teniendo en cuenta la seguridad de los vehículos que por él circulan.

Vale aclarar que los trabajos de mejoramiento no son considerados como actividades de conservación, a excepción de la renovación de superficie. (Rodríguez, 2011, p.26).

#### **1.3.4.2.3 Reparaciones de emergencia**

Las reparaciones de emergencia consisten cuando el camino está en mal estado o de manera intransitable, causados por un desastre natural.

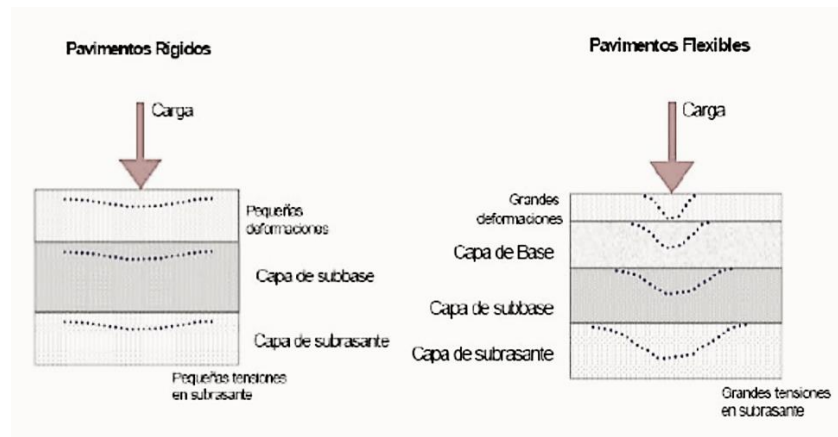
Lo cual requiere una reparación de emergencia, en las fallas estructurales, para que habilitar el flujo de tráfico en el menor tiempo posible.

Generalmente, estas reparación de emergencia se reparan de manera regular, por la habilitación de las vías (Rodríguez, 2011, p.27).

### 1.3.5 Pavimentos

Los pavimentos se pueden dividir en rígidos o flexibles. Según el comportamiento de estos, la tensión de la carga es diferente, tal como se puede apreciar en los siguientes gráficos.

*Figura 6: Tipos de pavimento.*



*Fuente: Miranda, 2010, p.1.*

El pavimento rígido, es según la capa de rodadura en las vías, esto se origina por el tráfico de cargas, lo que ocasiona que los resultados tensiones sean bajas en la subrasante.

Lo contrario al rígido, sucede en los pavimentos flexibles, en estos casos los pavimentos de rodadura al tener menos rigidez, estos llegan a deformarse y presentan una tensión mayor en la subrasante. (Miranda, 2010, p.1)

#### 1.3.5.1 Factores que determinan el diseño de los pavimentos

##### 1.3.5.1.1 Tránsito

El tránsito es muy importante para determinar las solicitudes de cargas que será sometido el pavimento estructural durante un periodo de diseño.

Para esto se debe determinar estadísticamente el valor de cargas mediante un estudio de tráfico donde los resultados estarán cercanos a la realidad proyectada.

El ancho de la carretera, número de carriles y la frecuencia de carga se podrá determina el espesor del pavimento. (Cabello, Sully y Limonchi, David, 2015, pp.70-72)

##### 1.3.5.1.2 Tiempo de diseño

El tiempo que estará en servicio la vía, se establecerá para poder estimar el volumen de carga al que será sujeto el pavimento. (Cabello, Sully y Limonchi, David, 2015, pp.70-72)

#### **1.3.5.1.3 Materiales**

La calidad y características físicas de los materiales serán determinantes para su utilización en la estructura del pavimento.

Para determinar y verificar que tipos de materiales serán utilizados en la estructura del pavimento, se debe utilizar condiciones críticas a las que los materiales serán sometidos durante el tiempo de trabajo como parte de la estructura, ya que estos materiales estarán sujetos a cargas y fenómenos de la naturaleza. (Cabello, Sully y Limonchi, David, 2015, pp.70-72)

#### **1.3.5.1.4 Subrasante**

La subrasante es la capa de soporte estructural del pavimento, a pesar que recibe menor influencia del esfuerzo generado por las solicitudes de carga de tránsito, la subrasante es muy importante y su conformación minimiza todo tipo de riesgo de fallas o asentamientos en la estructura del pavimento.

Se debe hacer una exploración adecuada para determinar qué zonas del terreno de fundación no cumplen con los requisitos mínimos y por lo tanto merezca un mejoramiento de suelos con reemplazo de material o alguna estabilización que mejore las propiedades de soporte. (Cabello, Sully y Limonchi, David, 2015, pp.70-72)

#### **1.3.5.1.5 Drenaje**

Controlar las aguas superficiales y subterráneas nos asegurara un adecuado funcionamiento y durabilidad del pavimento, ya que los niveles de compactación de las capas dependen de su optimo contenido de humedad (OCH); con el cual se llega a la máxima densidad seca (MDS), si no hay un buen drenaje nos llevara a una mala compactación y el pavimento sufrirá asentamientos y una gran pérdida de capacidad de carga. (Cabello, Sully y Limonchi, David, 2015, pp.70-72)

#### **1.3.5.2 Comportamiento funcional y estructural del pavimento**

Un pavimento se comporta funcionalmente cuando su condición es de serviciabilidad y seguridad para los usuarios y estructuralmente cuando está bajo las condiciones de su resistencia o capacidad estructural de soporte frente a las sollicitaciones externas. (Ríos y Salcedo, 2013, p.40)

### A) Comportamiento funcional.

Los deterioros de la calidad de capa de rodadura, su confort y seguridad de los usuarios son definidos por el comportamiento funcional, lo que en el método AASHTO se le denomina serviciabilidad, las fallas más representativas son las deformaciones y los deterioros superficiales (peladuras y baches en pavimentos flexibles). (Ríos y Salcedo, 2013, p.41)

### B) Comportamiento estructural.

Los pavimentos se diseñan para resistir cargas y sollicitaciones de tránsito. Las fallas estructurales se presentan al no tener capacidad para poder soportar las demandas de tránsito, el agrietamiento es un problema típico de falla estructural ya que se da por la fatiga en los pavimentos sean rígidos o flexibles.

Las deformaciones o hundimientos son indicios de problemas estructurales, (Ríos y Salcedo, 2013, p.41)

## 1.3.5.3 Elementos estructurales que integran el pavimento

### a. Base

La base es una capa que está por debajo de la carpeta de rodadura, y sirve para resistir y absorber los esfuerzos verticales y resistencia a la deformación bajo a condiciones de sollicitaciones del tránsito liviano y pesado. La base deber ser un material granular procesado o chancado. (Miranda, 2010, p.2)

*Figura 7: Etapas para la preparación de la base.*



*Fuente: Miranda, 2010, p.2.*



#### **b. Sub- Base.**

Sirve de un apoyo uniforme y permanente al pavimento, en pavimentos flexibles se encuentra entre la subrasante y la base.

Cuando es un pavimento rígido se encuentra debajo de la losa de concreto, cuando la subrasante es de buena capacidad de soporte muchas veces puede ser que no sea necesario utilizarla. Su función es de darle a la capa de base un cimiento uniforme y darle una adecuada plataforma para su compactación.

La sub-base debe ser un material permeable y que cumpla una función de drenaje (Miranda, 2010, p.3)

#### **c. Sub-rasante.**

La subrasante debe ser capaz de resistir los esfuerzos transmitidos por toda la estructura del pavimento, y con ella se determina los espesores de las capas y su influencia en su comportamiento del pavimento.

La subrasante proporciona condiciones de apoyo uniformes y permanentes conservando y protegiendo su integridad al pavimento.

Los materiales a usar deben ser de buena compactación y deben tener por lo menos el 95% DMS (Miranda, 2010, p.3)

### **1.3.5.4 Pavimentos Flexibles**

Los pavimentos flexibles son aquellas cuya estructura se flexiona bajo una determinada carga que son transmitidas sobre ella.

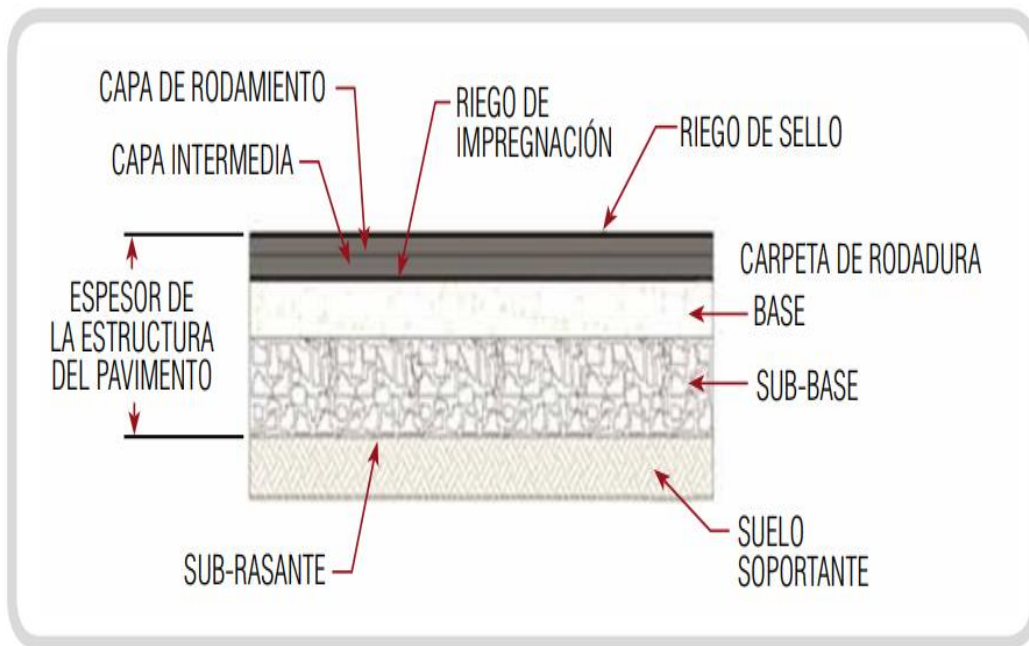
Los pavimentos flexibles están conformados por una capa de rodadura bituminosa que es plástica y fluye bajo cargas repetidas y sostenidas.

De acuerdo al tipo de mezcla bituminosa se puede clasificar la siguiente manera:

- Macadam Asfáltico.
- Mezcla asfáltica en el frío
- Mezcla asfáltica en estado caliente
- Tratamiento superficial

Los pavimentos flexibles están compuestos por la carpetas asfálticas, base y Subbase, las cuales se apoya en la el suelo de fundación de la subrasante.

**Figura 8: Estructura de un pavimento flexible**



*Fuente: Pautas Metodológicas para el Desarrollo de Alternativas de Pavimentos en la Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Inversión Pública de Carreteras 2015, p.14.*

### **1.3.6 Rehabilitación de pavimentos flexibles.**

Rehabilitar los pavimentos flexibles consiste en restituir las propiedades del pavimento estructural para dejarlo en condiciones que puedan dar mejor transitabilidad y serviciabilidad e incluso con mejores condiciones, Se llevan a cabo con la compactación, reconformación, imprimación e escarificación. (Osuna, 2008, p. 164).

### **1.3.7 Mejoramientos en terreno de fundación**

El objetivo es evaluar el terreno de fundación que soportara la estructura del pavimento, ya que de ella dependerá la vida útil del pavimento en el transcurso de los años, en caso que se encuentre mal el terreno se deberá mejorar su soporte estructural mediante

algún tipo de estabilización de suelos, muchas veces esto ocasiona adicionales de obra no contemplados dentro del presupuesto contractual de las obras.

### **1.3.8 Estabilización de suelos**

Estabilizar un suelo es mejorar las propiedades físicas a través de procedimientos mecánicos, químicos o sintéticos. Las estabilizaciones se realizan en suelos inadecuados para conformar la subrasante cuando tiene baja capacidad de soporte  $CBR < 6\%$ .

#### **1.3.8.1 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos**

1. Se considera a los materiales aptos para una capa de subrasante en suelo  $CBR \geq 6\%$ , en casos que se a mejor la subrasante, o este en zonas húmedas, locales, blandas, los materiales serán especiales que serán para estabilizar, mejorar y reemplazar. En esto el ingeniero analizara las alternativas como:

- Estabilizas de forma mecánica, el suelo de cimentación.
- Estabilizar con productos o aditivos, para la mejora de suelos.
- Estabilizar con geosintéticos
- Elevar la rasante o combinar con un trazo vial según las alternativas que se analizó. Estos suelen ser costosas.

2. Se presenta cuando la capa subrasante es arcillosa o limosa, que es provocado por la humedad de las partículas del material, que penetran las capas granulares de un pavimento, haciendo este que se contamine, para ello se deberá evaluar que la capa contaminante tenga 10cm de espesor, según lo justifique un ingeniero.

3. Una superficie de subrasante, debe quedar encima de la capa freática , debe presentar como mínimo 0.60 m. de una subrasante y la buena 0.80 m, cuando se encuentre mejor a 1.00 m.

En el caso contrario deberá colocarle una subdren o capa anticontaminantes o drenaje que elevara la rasante.

4. En las zonas de 4,000 msnm, se deberá evaluar la acción de las helaras en los suelos de las vías, la acción de heladera está asociada a la profundización de la capa freática y susceptibiliza al suelo.

Si la napa de profundidad presenta un mayor índice a 1.20m, la acción de congelamiento no llegara a la capa superior de la subrasante. En el caso de que se presente un capa superior con 0.60 m, se reemplazara el suelo espesor comprometido para dar mantenimiento a la rasante, hasta el nivel necesario.

Un suelo susceptible al congelamiento, tiene un 3% de peso en material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepto las arenas finas que contienen hasta un 10% en materiales de tamaño inferior a los 0.0.2mm.

5. Para establecer un tipo de estabilización en un suelo es necesario determinar el tipo de suelo existente, esto es predominante y se encuentra en sentidos: limos, arcillas, arenas limosas o arcillosas.

6. Los factores necesarios para seleccionar un método conveniente de estabilización son los siguientes:

- a. Determinar el tipo de suelo a estabilizar
- b. Usar el propuesto en el suelo estabilizado
- c. Determinar el tipo de estabilización que se aplicara
- d. La experiencia en estabilización de suelos, determinara la estabilización
- e. Disponibilidad de aditivos
- f. Costos comparativos
- g. Tipo de suelo a estabilizar

### **1.3.9 Estabilización mecánica de suelos**

Una estabilización mecánica del suelo, se inicia con la finalidad de mejorar e incrementar la durabilidad del material de los suelos, esto sin cambiar una estructura y componentes que forman. La estabilización como herramienta logra estabilizar el suelo, esto para que se aplique la compactación y se reduzca el volumen de vacíos en el suelo (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, p.113)

### **1.3.10 Estabilización por combinación de suelos**

Como su nombre lo determina combinación, es el los suelo con la mezcla para estabilizar el suelo.

En esto el suelo existente de disgregará o escarifica en 15 cm y luego se coloca el material de la combinación o de aporte de material, (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, p.113).

### **1.3.11 Estabilización por sustitución de los suelos**

La estabilización por sustitución se da cuando la construcción de la subrasante se construya directamente en el suelo, ya sea en la capa directo o en suelo natural existente, para ello debe ser previamente reemplazado por un material de adición. (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, pp.113-114)

### **1.3.12 Procedimiento para determinar el espesor de reemplazo en función al valor soporte o resistencia del suelo**

Para los procedimientos del cálculo, estas se dan para determinar los sectores de localización, que especifican el espesor, el material a reemplazar, y también en subrasantes pobres, los suelo de plasticidad, entre  $CBR \geq 3\%$  y  $CBR 6\%$ , se determinara y calculara de la siguiente manera en valores y no expansivos:

- a) Se calcula el numero SN del pavimento para 20 años, para lo cual en ello el material para emplearse tendrá un  $CBR \geq 10\%$  , IP menor a 10.
- b) Para el cálculo del SN, se deberá utilizar el valor del CBR de diseño, el número estructura SN, calculado se denota SNm que es mejorado, luego se procede a calcular el SN del pavimento para el CBR del material menor al 6%.
- c) También se realizara la algebraica de numero estructurales que es:

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

- d) Una vez que se esconde el material de reemplazo ( $CBR \geq 10\%$ ), según el  $SN_m$ , se tendrá los resultados en valores, según el coeficiente, drenaje y espesor, para aplicar la siguiente ecuación:

$$E = \frac{\Delta SN_i}{a_i \times m_i}$$

Siendo:

E: Espesor de reemplazo en cm.

$a_i$ : Coeficiente de una estructura del material a colocar / cm

$m_i$ : Coeficiente de un drenaje de material a colocar.

- e) Espesores recomendados de material a reemplazar. (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, pp.114-115)

**Tabla 1: Espesores Recomendados para Estabilización por Sustitución de Suelos**

**$3\% \leq CBR \leq 6\%$**

Tráfico		Espesor de Reemplazo con Material $CBR > 10\%$ (cm)
0	25 000	25.0
25 001	75 000	30.0
75 001	150 000	30.0
150 001	300 000	35.0
300 001	500 000	40.0
500 001	750 000	40.0
750 001	1 000 000	45.0
1 000 001	1 500 000	55.0
1 500 001	3 000 000	55.0
3 000 001	5 000 000	60.0
5 000 001	7 500 000	60.0
7 500 001	10 000 000	65.0
10 000 001	12 500 000	65.0
12 000 001	15 000 000	65.0
15 000 001	20 000 000	70.0
20 000 001	25 000 000	75.0
25 000 001	30 000 000	75.0

Fuente: (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013)

- Notas: 1. Coeficiente estructural del material con  $CBR 10\%$   $a_i=0.021$   
 2. Coeficiente drenaje del material a colocar  $m=1.0$

### **1.3.13 Suelos estabilizados con cal**

Un suelo de cal, se obtiene mediante la mezcla íntima en el suelo, con cal y agua, la cal es utilizada como óxido de calcio, que calcina los materiales calizos o hidróxido de calcio. Esto es utilizado a menudo en los aeropuertos, por la propiedad que tiene en endurecerse al aire, al mezclarse con el agua, es una acción a hídrica carbónica.

La cal se usa para la construcción de suelos, ya que satisface los requisitos establecidos por las normas de construcción MTC, vigente y para las especificaciones de la AASHTO M-216 o ASTM C-977.

Uno de los fenómenos de la cal que es importante en el suelo, es de cambiar de apreciación por la plasticidad que se presenta. Ejemplo, en suelo de plasticidad  $IP < 15$ , aumenta en LL como LP, y muy ligeramente en la IP, en cambio en los suelos de plasticidad  $IP > 15$ , disminuye el IP.

También en suelos húmedos, permite la densificación de los suelos, que permiten la construcción de la capa de rodadura.

Según la National Lime Association, resumen las propiedades, de estabilización y mejora con cal, en lo siguiente:

- a. Reduce el índice de plasticidad, por el límite de líquido en un incremento de límite de plástico
- b. Reduce el ligante natural del suelo
- c. Obtiene un material más trabajable y fiable
- d. Ayuda a secar los suelos húmedos
- e. Reduce la contracción y el hinchamiento de los suelos
- f. Incrementa la resistencia de compresión
- g. Incrementa la capacidad CBR
- h. Incrementa la tracción del suelo
- i. Forma barreras impenetrables que ayudan a que no penetre agua de lluvia en los suelos

### **1.3.14 Suelos estabilizados con cemento**

El suelo – cemento, es un material que se obtiene con la mezcla de disgregado de cemento, agua y otras adiciones, para una compactación y curado, de esta forma el material suelo se

va endureciendo en un tiempo determinado, con una presentación resistente, fiable y duradero.

El cemento suelo, va endureciendo, mostrando partículas de cementación que están unidos entres si, el suelo cemento, tiene una resistente inferior modular, de forma de elasticidad más bajo que el concreto.

El óptimo desagregado del agua determina el ensayo Proctor en la compactación de los suelos

Para ello las propiedades del suelo y cemento, son de acuerdo a:

Las propiedades del suelo-cemento dependen de:

- Tipo, cantidad, cemento y agua
- Ejecución
- Edad de mezcla compactada o curada

Los suelos mejores para estabilizar el cemento son los granuales de tipo A-1, A-2, A-3, que componen finos de plasticidad baja ( $LL < 40$ ,  $IP < 18$ ).

La resistencia del suelo –cemento ayuda amentar el contenido y ciclo de vida en los suelos. Su IP disminuye en suelos húmedos, para ello se debe hacer un seguimiento y mantenimiento periódico.

### **1.3.15 Suelos estabilizados con escoria**

Los suelos a los que se denomina estabilizados con escoria, son funciones en la cual se emplean a varias partes del mundo, su fabricación consiste en cemento más agregados como el hormigos, que se pone para la sub base en los pavimentos, la estabilización de las sub –rasantes, forman partes del ligante bituminoso, para la agricultura es también utilizado de manera frecuente cuando se presenta en los tratamientos de aguas residuales.

Al poder emplearse este sub producto, en la dicha construcción de una infraestructura, con esto se puede evitar explorar nuevas canteras, asi pudiendo mantener un paisaje estable, también ayuda a reducir las emisiones de la denominada CO2. (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, p.119)



### **1.3.16 Estabilización con cloruro de sodio**

Lo más principal es el uso para el control del polvo o el control de las bases superficiales de rodadura de tránsito ligero en una pista. En la cual también es utilizado en las zonas secas, así es de mayor ayuda para la rápida evaporación del agua.

La sal es uno de los estabilizadores naturales, que está compuesto por el 98% de NaCl y un 2% de arcillas y limos. El cual tiene como propiedad fundamental al higroscópico, que nos ayuda a absorber la humedad del aire y los materiales. Su efectividad con lleva a unos menores esfuerzos mecánicos en la densidad deseada.

Ya que los suelos que usen sal deben estar limpios y no debe pasar el 3% de su peso en materia orgánica.

### **1.3.17 Estabilización con cloruro de calcio**

Este producto trabaja similar a la sal común que se conoce, pero es mejor porque tiene oxidante de cloruro de sodio, este cloruro de sodio ayuda rotundamente en el proceso de compactación y contribuye en la resistencia de las vías, también previene las desmonorizacion de la superficie según el . (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, p.122)

Sus características higroscópicas que tiene, ayuda a mantener una humedad balanceada en la superficie.

El suelo a estabilizar deberá presenta las siguientes características:

- Agregado grueso (1" – N° 4) de 10 – 60%
- Agregado fino menor que la malla N° 200 de 10 – 30%
- Índice plástico IP = 4 – 15%
- Sulfatos 001% máximo. (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, p.122)

### **1.3.18 Estabilización con cloruro de magnesio**

Una estabilización con cloruro de magnesio, tiene la presentación de forma de cristal de color blanco, que es efectivo para incrementar la parte superficial de la estructura, además de ello produce una superficie rodante más pura y dureza. En la química el cloruro está compuesto por un 10.5% de magnesio, 33.5% de cloro, 52% de agua y solo un 4% de impurezas. Lo cual son necesarios para mantener la estabilización, según sus propiedades útiles son las siguientes:

- Higroscopica, esta propiedad tiene la capacidad de absorber el húmedo del medio ambiente, hasta en zonas áridas.
- Ligante, su función es de cohesionar particular finas, para permitir consolidar una carpeta de estado rodado.
- Resistente en la evaporación, esta tiene una baja tensión al vapor, esto permite que no se pierda una humedad.
- Baja de temperatura de congelamiento. 32.8 C
- Alta soluble de agua, esta permite dar una solución de forma rápida y practica en las vías del pavimento, para ello el cloruro de magnecion es utilizado para prevenir la formación de hielo en la calzada, o también es utilizado para derretir el hielo.

Para caminos no pavimentados, se utiliza las siguientes aplicaciones:

- Tratamiento para supresor de polvo, es para caminos no pavimentados.
- Estabilizador superficial, es para mezclar la parte superficial de la capa, afirmando el producto con agua, en un espesor de 7 y 15 cm, según el diseño efectuado por el Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, pp.122-123)

### **1.3.19 Estabilización con productos asfálticos**

Esta mezcla es para suelos asfálticos, que tienen como finalidad:

1. Aumentar la estabilidad por las características aglomerantes de un ligante, que normalmente envuelve la partícula del suelo.
2. La impermeabilización del suelo, hace menos sensible un cambio de humedad, por lo siguiente más estable.

La dosificación necesaria para un ligante, es de acuerdo las principales granulometrías que presenta en la parte de suelo. Estos suelos son adecuados con pocos finos, y presentan menos del 20% de plasticidad.

Normalmente el material asfáltico, es empujado para emulsiones asfálticas y fluidificadas de viscosidad media. La mezcla hace que se presente in situ, ya que ello dependerá la humedad de los pavimentos. La granulometría puede ser de forma abierta o cerrada con finos, esto permitirá curar de forma adecuada en las zonas con temperatura alta que se evalué. Para la estabilización con emulsiones asfálticas se usa un emulsificante que se presenta como un agente químico, que es definido como tenso activo o surfactante, que ayudara a

determinar el nivel y clasificación de emulsiones asfálticas, como aniómicas, catiónicas o las no iónicas.

Sobre las emulsiones de fraguado ya sea lento, medio o rápido, se forman emulsiones de acuerdo al cemento asfáltico, que este es una dispersión de asfalto en forma de partículas de 3 y 9 micras.

Sobre las aglutinantes, es empleada para cualquier tipo de materias aunque lo ingenieros recomiendan para suelos gruesos o materiales triturados, que no presenten alta elasticidad, esto también puede utilizarse en arcillas. (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, pp.124-125)

### **1.3.20 Estabilización con geosintéticos**

Los geo sintéticos son compuestos que mejoran la resistencia de tracción y rendimiento de construcción de los pavimentos.

Según la experiencia internacional los geo sintéticos, tiene un comportamiento a menudo para agentes agresivos en resistencia mecánica. La geo sintética también al permitido la diversificación funcional en el drenaje y anticontaminante (Manual de carreteras, suelos y pavimentos, 2013, p.125)

## **1.4 Formulación del problema.**

### **1.4.1 Problema general.**

¿De qué manera la conservación vial influye en la rehabilitación de pavimentos flexibles en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?

### **1.4.2 Problemas específicos.**

#### **Problema específico 1:**

¿De qué manera la conservación vial influye en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?

#### **Problema específico 2:**

¿De qué manera la conservación vial influye en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?

### **Problema específico 3:**

¿De qué manera la conservación vial influye en los criterios para el mejoramiento del suelo en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?

### **1.5 Justificación del estudio.**

La presente investigación nos ayudara con los estudios realizados por otros referentes al tema, y así llegar a una buena investigación de conservación vial.

La presente se justificará con lo siguiente:

#### **Justificación de conveniencia:**

La presente investigación nos ayudará a establecer los parámetros para la rehabilitación de pavimentos flexibles y así determinar un adecuado diseño para la rehabilitación del pavimento, reducir los gastos por mantenimiento y reducir el contraste contaminación.

#### **Justificación de relevancia social:**

Mediante el planteamiento de rehabilitación a realizarse en dicha carretera se optimizará la transitabilidad vehicular en condiciones de eficiencia y seguridad, manteniendo una velocidad acorde con las condiciones orográficas y reduciendo los costos de operación de los vehículos.

#### **Justificación de económica:**

Con la rehabilitación de la presente carretera los pobladores podrán sacar a tiempo sus productos agrícolas y ganaderos para llevarlos a los mercados regionales y nacionales y lograr mejor rentabilidad de sus productos.

### **1.6 Hipótesis.**

#### **1.6.1 Hipótesis general.**

La conservación vial influye de manera significativamente en la rehabilitación de pavimentos flexibles en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

## **1.6.2 Hipótesis específicos.**

### **Hipótesis específicos 1:**

La conservación vial influye de manera significativamente en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

### **Hipótesis específicos 2:**

Analizar de qué manera la conservación vial influye de manera significativamente en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

### **Hipótesis específicos 3:**

Evaluar de qué manera la conservación vial influye de manera significativamente en los criterios para el mejoramiento de suelos en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

## **1.6.3 Objetivos.**

### **1.6.4 Objetivo general.**

Determinar de qué manera la conservación vial influye en la rehabilitación de pavimentos flexibles en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

### **1.6.5 Objetivos específicos.**

#### **Objetivos específicos 1:**

Identificar de qué manera la conservación vial influye en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

#### **Objetivos específicos 2:**

Analizar de qué manera la conservación vial influye en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

#### **Objetivos específicos 3:**

Evaluar de qué manera la conservación vial influye en los criterios para el mejoramiento de suelos en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Diseño de Investigación.**

#### **2.1.1. Tipo de investigación.**

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que está orientada a resolver un problema que se da en una realidad específica y en un entorno determinado.

Según (Oseda, 2015, p. 141), la investigación aplicada, tiene la finalidad la resolución de problemas prácticos, según el orden a transformar, en actos sociales y de mejora de calidad.

En la investigación de rehabilitación en asfalto caliente será práctica y contribuirá a la comunidad.

#### **2.1.2. Nivel de investigación.**

El nivel de investigación de la presente tesis es **explicativo**, esto consiste en:” Indicar las causas de sucesos y fenómenos físicos y sociales, con la intención de explicar por ocurre este suceso o fenómeno, para ver las condiciones que se manifiesta y porque relaciona las variables” (Hernández, et al, 2013 p. 76).

En esta investigación será explicativa porque busca las causas y consecuencias del deterioro de las pistas y ayudará a la conservación vial en el buen mantenimiento de ellas para el progreso económico y social de los pueblos afectados. Ya que medirá el grado de influencia del proceso constructivo de la rehabilitación de las pistas asfálticas calientes, en los indicadores de la productividad.

#### **2.1.3. Diseño de investigación.**

En este estudio se utilizará el diseño experimental. Para ello se debe tener en consideración que la investigación experimental es compleja porque utiliza el experimento como método o técnica de investigación (Ñaupas, H, Mejía, E., Novoa, E. y Villagómez, A, 2014, p.331).

Este diseño se llevará a realizar en el mejoramiento de la realidad problemática que ha dado pie a esta investigación.

Así mismo, el diseño es cuasi experimental, ya que como nos indica Borja, (2012, p.4), que denomina así a los experimentos, en los cuales un estudio no ha sido al azar, porque presenta investigaciones anteriores, el cual adopta la misma modalidad en los grupos experimentados.

#### **2.1.4. Enfoque de investigación.**

La elección del enfoque de investigación del presente proyecto, se basa en el enfoque cuantitativo, que mide las variables y lo representan en resultados de medición de valor numérico. Según (Mejía, 2005, p.25), este tipo de enfoque se basa en la medición y cuantificar con mayor precisión, de acuerdo a las variables.

### **2.2. Variables, Operacionalización.**

#### **2.2.1. Variables**

Según Ñaupas (2014, p.186), señala las variables como atributos de cualidades observables que tiene una persona, institución, el cual expresa las magnitudes que varían independientes o continuar según la clasificación de sus variables.

**Variable independiente:** Conservación vial.

**Variable dependiente:** Rehabilitación de pavimentos flexibles

### 2.2.2. Operacionalización de las variables.

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Independiente: Conservación vial	Es el conjunto de actividades técnicas, de naturaleza periódica o rutinaria, que deben realizar los organismos responsables de la gestión vial para cuidar las vías y mantenerlas en estado óptimo de operación. (Rodríguez, 2011, pp-9-10).	Estas acciones buscan realizar la rapidez en las carreteras en todo el año ya su vez realizar la seguridad de las personas y fomentar la inversión económica en los caminos.	Descripción de conservación vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclo de vida fatal de los caminos</li> <li>• Fases de deterioro de la vía</li> <li>• Aspectos que influyen el deterioro de una vía</li> </ul>	Ficha de recolección de datos
			Evaluación de la capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafico</li> <li>• Suelo de fundación</li> <li>• Drenaje</li> </ul>	
Variable Dependiente: Rehabilitación de pavimentos flexibles	Rehabilitar los pavimentos flexibles consiste en restituir las propiedades del pavimento estructural para dejarlo en condiciones que puedan dar mejor transitabilidad y serviciabilidad e incluso con mejores condiciones, Se llevan a cabo con la compactación, reconformación, imprimación e escarificación. (Osuna, 2008, p. 164).	Se logra la rehabilitación asfáltica en caliente con nuevas propiedades para el mantenimiento de los pavimentos.	Ensayos Propiedades Físicas del terreno de fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis granulométrico por tamizado.</li> <li>• Límite líquido y límite plástico</li> <li>• Contenido de humedad natural.</li> <li>• Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.</li> </ul>	Ficha de recolección de datos
			Ensayos Propiedades Mecánicas del terreno de fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proctor Estándar</li> <li>• California Bearing ratio CBR</li> <li>• Compresibilidad</li> </ul>	Ficha de recolección de datos
			Criterios para el mejoramiento de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de consistencia</li> <li>• Compresibilidad del suelo</li> <li>• Contenido de humedad y compactación</li> </ul>	Ficha de recolección de datos

**Tabla 2: Operacionalización de las variables**

Fuente: Elaboración propia.



## **2.3.Población y muestra Población**

### **2.3.1. Población**

Según Ñaupas (2014, p.246), denomina al conjunto de objetos o eventos a estudiar mediante técnicas que se ha analizado. De acuerdo a las ciencias sociales, la población conformaría, un grupo de individuos o personas que representen a la investigación, en cual se denomina población objetiva y el otro es la población accesible, que es compone las personas disponibles para la investigación.

La población estará conformada por la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.

### **2.3.2. Muestra**

Es un subgrupo de la población, por lo que debe ser representativo de dicha población para que podamos generalizar los resultados (Hernández, et al, 2014 p. 120). En la presente investigación se toma como muestra la carretera comprendido en el tramo: Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución, ya que la tesis a desarrollarse se centrará en este tramo de la carretera, la cual se ubica en la Región Pasco.

- **Muestra no probabilística**

De acuerdo a Hernández (2014, p.176), señala la muestra no probalística, como la elección de elementos que no dependen de una probabilidad, sino de todas las causas relacionadas a la problemática de investigación.

Siendo una muestra no probabilística por conveniencia se tomará para la presente investigación Los primeros 2 Kms.

## **2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas**

Como menciona Meza (2006, p.151), una técnica es un medio en la cual el investigador procede a elegir la información a recabar, en función de los objetivos de la investigación. Estas técnicas son importantes ya que pueden emplearse en la investigación científica, las técnicas son para:

- Recopilar información documental
- Recolectar datos
- Datos de laboratorio
- Estadística Spss u otros

Se realizará la observación en el cual como refiere Carrasco (2013, p. 283), esta técnica permite tener información precisa y objetiva, que permitirá solucionar la problemática, mediante la medición de los rasgos y características en datos de resultados, asimismo la observación se estructura, deriva en campo.

#### 2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron fichas de recolección de datos para la selección y características de los pavimentos.

#### 2.4.3. Validez

Constituye el instrumento en el cual se cuantifica mide la variable en estudio. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.399). La revisión de validez será realizada por tres expertos en el área de Ingeniería Civil.

**Tabla 3: Rangos y magnitudes de validez**

Rango	Magnitudes
0.53 a menos	Validez Nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera, 2013, p. 13.

**Tabla 4: Coeficiente de validez por juicio de expertos**

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable Independiente	1	1	1	1
Variabes Dependiente	1	1	1	1
	Índice de Validez			1

Fuente: elaboración Propia.

Dando como resultado un rango 1, que es una validez perfecta.

#### 2.4.4. Confiabilidad

Es la capacidad de un instrumento para emitir resultados concretos y coherentes, según las veces que sea aplicado. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 399)

*Tabla 5: Rango y magnitudes de confiabilidad*

<b>Rango</b>	<b>Magnitudes</b>
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Validez perfecta

*Fuente: Herrera, 2013, p.5.*

#### 2.5. Métodos de análisis de datos

La investigación se llevará a cabo a través de la ficha de recolección de datos y empleara el programa Excel, lo cual nos va a permitir desarrollar nuestra base de datos, del vaciado de nuestras observaciones y nos va brindara resultados estadísticos para la interpretación.

#### 2.6. Aspectos éticos

La presente tesis, se elaboró respetando los principios y normas de la Universidad Cesar Vallejo, información que servirá para empresas públicas y privadas, de disponer la información para precisión de sus proyectos, asimismo la investigación se basó en la ética profesional, respetando todos los lineamientos del autor.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 DATOS DEL PROYECTO**

##### **3.1.1 Ubicación y accesibilidad del proyecto.**

La carretera en estudio, Desvío Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución, pertenece a la Ruta Nacional PE-5N y se ubica en la Región Pasco. El tramo se inicia en el Desvío hacia Puerto Bermúdez.

Por vía terrestre se puede acceder al tramo en estudio desde Lima por medio de la Carretera Central, vía por la cual se llega a La Oroya, luego se continua hacia el norte, hasta el Desvío La Vegas, a continuación, Tarma, La Merced, Villa Rica hasta arribar al Desvío a Puerto Bermúdez, lugar donde se encuentra ubicada la progresiva Km. 00+000.

##### **3.1.2 Estado actual de la vía y descripción de la ruta.**

La vía actual es afirmada en su totalidad, se encuentra en regular estado de conservación, las partes más críticas son los lugares cruzados por las quebradas a lo largo de la carretera y el sector plano comprendido en los primeros 20 Km. de carretera, cercanos a Puerto Bermúdez.

##### **3.1.3 Clasificación de la vía**

Según lo estipulado en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2013), la clasificación de la carretera en estudio se describe a continuación.

Por su función, la carretera pertenece al Sistema Nacional y, por lo tanto, a la Red Vial Primaria.

De acuerdo a la demanda, es decir según el IMDA y ser una vía de dos carriles, se clasifica como carretera de 2<sup>a</sup> clase.

Según las condiciones geográficas predominantes, la carretera se clasifica como Tipo 2.

##### **3.1.4 Características técnicas del proyecto**

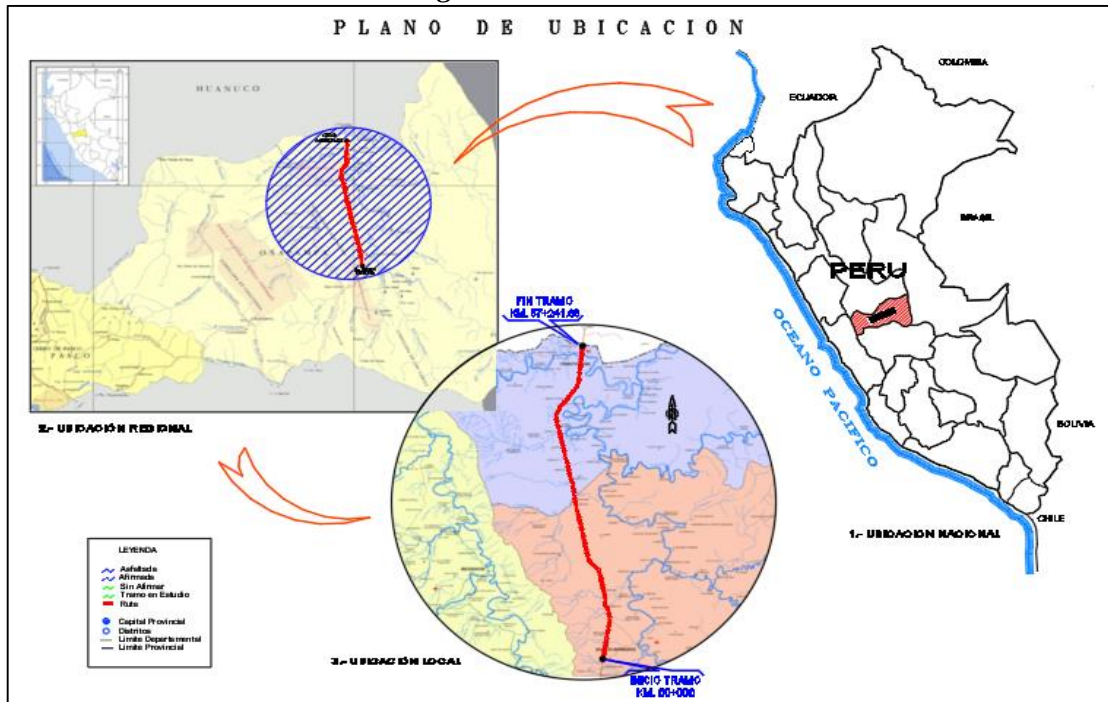
Las características principales del diseño geométrico adoptado para el tramo de carretera en estudio son las siguientes:

**Tabla 6: Características principales**

<b>Característica</b>	<b>Tramo: Dv. Pto. Bermúdez - Ciudad Constitución</b>
Clasificación Vial	Segunda Clase: Una vía con Dos Carriles
Velocidad Directriz	60 Km./h
Ancho de Superficie de Rodadura	7.00 m.
Tipo de Superficie de Rodadura	Carpeta asfáltica
Berma de Diseño	1.50 m.
Orografía Representativa	Tipo II
IMD(año 2031)	862 veh/día
Pendiente Máxima	6.96%
Pendiente Mínima	0.5%
Bombeo	2.0%
Bermas	1.50 m.
Peralte	De acuerdo a las Normas DG-2013 (3% -8%)
Sobre ancho	De acuerdo a las Normas DG-2013
Curvas verticales	De acuerdo a las Normas DG-2013
Número de carriles	2

Fuente: Elaboración propia

**Imagen 1: Plano de Ubicación**



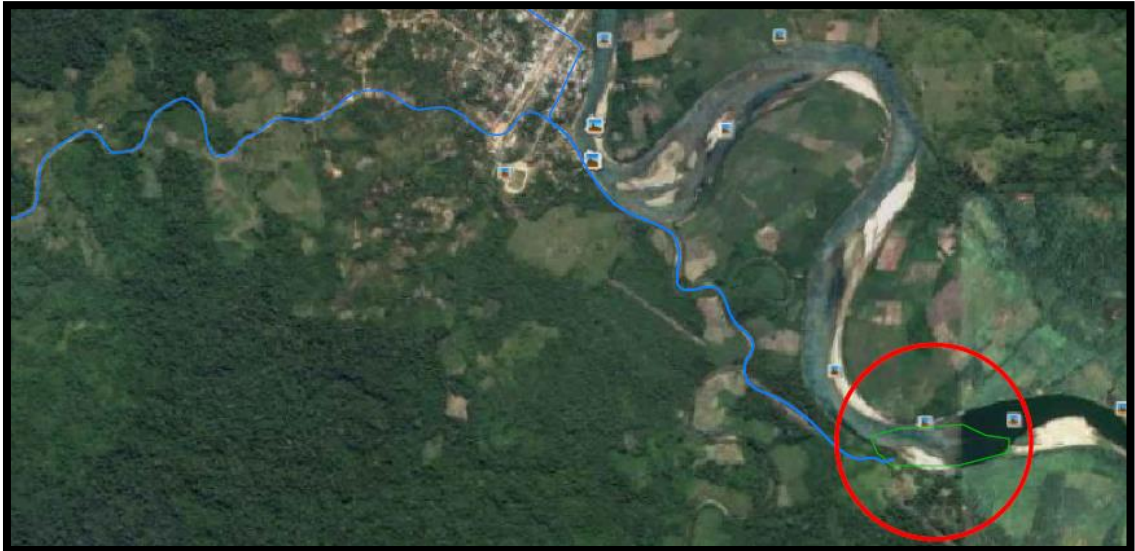
Fuente: Elaboración: Propia

### 3.2 ESTUDIO DE CANTERAS.

#### 3.2.1 Cantera PICHIS.

##### 3.2.1.1 Ubicación: Km 0+000. Lado Derecho

*Imagen 2: Cantera Pichis – Ubicación*



*Fuente: Elaboración Propia*

**Imagen 3: Cantera Pichis – Excavación de calicatas**



*Fuente: Elaboración propia*

- a. **Accesibilidad:** 11.5 Km de trocha en regular a mal estado, requiere mantenimiento.
- b. **Propietario:** Particular.
- c. **Periodo de explotación:** Época de Estiaje (abril - noviembre)
- d. **Potencia:** Tiene una potencia estimada de 203 268.3 m<sup>3</sup>.
- e. **Usos propuestos:** Relleno, Mejoramiento, Subbase, Base, Mezcla Asfáltica (Arena) y Concreto Portland ( $f'c < 210 \text{ Kg/cm}^2$ ).
- f. **Rendimiento:** Tiene los siguientes rendimientos estimados:
  - Relleno y Mejoramiento : 100%
  - Subbase : 80%
  - Base : 80%
  - Mezcla Asfáltica (Arena) : 60%
  - Concreto Portland  $f'c < 210 \text{ Kg/cm}^2$  : 90%
- g. **Tratamiento:**
  - Relleno y Mejoramiento : Extracción Directa
  - Sub base : Zarandeo
  - Base : Chancado
  - MAC : Zarandeo y Mezclado (arena)
  - CCP : Zarandeo y Mezclado
- h. **Evaluación:** Es un depósito fluvial perteneciente al Río Pichis, el material presenta tamaño máximo promedio de 8" a 3" en un 25% conformados por

cantos rodados y de tamaños menores de 3” están conformados por gravas y arenas limpias de grano medio a fino; teniendo la característica de duras con un buen peso específico, siendo el material un depósito Fluvial del Río pichis.

- i. **Procesamiento:** La extracción y explotación se realizará con cargador frontal, tractor, volquetes y retroexcavadora.

**Tabla 7: Procesamiento de muestra**

<b>Muestra</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Numero De Calicata</b>
<b>Fecha</b>		
02/09/2018	2.0 m	1.0
02/09/2018	2.0 m.	2.0
02/09/2018	2.0 m.	3.0

*Fuente: Elaboración Propia*

La explotación se podrá realizar durante los meses de estiaje es decir entre los meses de abril a noviembre.

Como parte del estudio de canteras, se procedió a ubicar las probables fuentes de materiales disponibles en la zona, identificando seis (03) bancos de materiales, los mismos que fueron analizados preliminarmente en laboratorio Enegoprojekt. En base a estos resultados, a la distancia de las mismas al proyecto, rendimientos, tratamientos y principalmente a los requerimientos del proyecto.

La metodología de exploración fue mediante prospecciones a cielo abierto (calicata), a razón de tres (03) por hectárea, extrayéndose los materiales y realizando los ensayos en laboratorio.

La cantera cubre los requerimientos del proyecto de investigación, debiendo ser explotada de acuerdo a los usos asignados en cada caso.

### **3.2.1.2 Ensayos de laboratorio**

Con la finalidad de determinar las características físico-mecánicas de los materiales encontrados en la cantera se procedió a ejecutar los siguientes ensayos:



### **3.2.1.2.1 Propiedades Físicas**

Estas hechas por ensayos que ayudan a determinar las propiedades de índices en los suelos, los cuales permiten su clasificación en:

#### **3.2.1.2.1.1 Clasificación de Suelos por el Método SUCS y por el Método AASHTO**

Uno de los sistemas mayores usamos para suelos es el Sistema Unificado de Clasificación de suelos – SUCS, este sistema clasifica el suelo en 15 partes, codificados por nombres y términos simbólicos.

El sistema de clasificación para construcción de carreteras AASHTO, es uno de los sistemas también mas utilizados, con este sistema se puede clasificar en grandes grupos o partes, ya sea poroso, de grano grueso, fino, granular, no granular, cohesivo. Semi cohesivo y no cohesivo.

### **3.2.1.2.2 Propiedades Mecánicas**

Lo realizan los ensayos, que permiten ver la determinación de resistencia de los suelos y su respectivo comportamiento frente a una carga.

#### **3.2.1.2.2.1 Ensayo de Equivalente de Arena (MTC E-114, ASTM D-2419)**

Este tipo de ensayos, de equivalencia de área, es para ver un prueba rápida, que determina la proporción relativa del polvo fino, nocivo, arcilla o en agregados finos. Esta prueba de ensayo determina una lectura comparativa entre la greda y la arena asentada en el cilindro de medición. Estos ensayos normalmente se hacen en laboratorio o terrenos donde se ha evaluado.

#### **3.2.1.2.2.2 Ensayo de Abrasión los Ángeles (MTC E-207, ASTM C-131)**

Esta realizado por un procedimientos que se debe realizar en el ensayo de desgaste de agregados hasta 37.5 mm (1½”), por una máquina de Ángeles, este método es para mayormente determinar la resistencia de desgaste.

#### ***Imagen 4: Ensayo de Abrasión los Ángeles***



*Fuente: Elaboración Propia*

#### **3.2.1.2.2.3 Gravedad Específica y Absorción de Agregados**

Este ensayo determina el peso específico aparente y peso específico real en los agregados, así como la absorción de una muestra de árido fino o agregados con tamaño igual o mayor a 4.75 mm (tamiz N° 4); después de 24 horas de sumergidos en agua.

El peso de este se determina mediante la relación del peso aire solido con el peso agua, de un volumen aparente, de forma nominal que es la relación del aire solido con el agua a su volumen nominal.

#### **3.2.1.2.3 Propiedades Químicas**

Los ensayos químicos que se efectuarán en las Canteras seleccionadas serán:

##### **3.2.1.2.3.1 Impurezas Orgánicas**

La materia organica, que presenta en los agregados, como los finos, consiste en tejidos animales y vegetales, que están formados por carbono, nitrógeno y agua. Al encontrarse este tipo de materia en grandes volúmenes, ocasiona las propiedades del concreto, como también resistencia, durabilidad y otros. Por ello es importante controlar que se forma la materia organica en una arena, sino sería perjudicial.

Este ensayo tiene por objeto la determinación aproximada de la presencia de impurezas orgánicas dañinas en el agregado fino que va a ser usado en concretos asfálticos.

**Tabla 8: Resultados ensayos de granulometría cantera Pichis**

MUESTRA	PROFUND.	N° DE CALICATA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - % QUE PASA TAMIZ N.º													
FECHA			5"	4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200
02/09/2018	2.0 m	1.0	100.0	97.4	91.4	90.2	89.9	82.9	72.5	66.2	56.4	50.1	42.2	34.5	10.1	1.6
02/09/2018	2.0 m.	2.0	100.0	100.0	96.9	91.4	87.6	79.9	67.5	60.5	49.6	42.5	31.8	25.3	8.6	2.4
02/09/2018	2.0 m.	3.0	100.0	100.0	100.0	94.6	90.3	83.3	70.8	63.0	53.9	46.2	35.6	27.0	9.0	1.8
N			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SUMA			300.0	297.4	288.3	276.2	267.8	246.1	210.8	189.7	159.9	138.8	109.6	86.8	27.7	5.8
Xp			100.0	99.1	96.1	92.1	89.3	82.0	70.3	63.2	53.3	46.3	36.5	28.9	9.2	1.9
MIN			100.0	97.4	91.4	90.2	87.6	79.9	67.5	60.5	49.6	42.5	31.8	25.3	8.6	1.6
MAX			100.0	100.0	100.0	94.6	90.3	83.3	72.5	66.2	56.4	50.1	42.2	34.5	10.1	2.4
ESPECIFICACIONES			--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
DESV. ESTÁNDAR			0.00	1.50	4.36	2.27	1.46	1.86	2.54	2.86	3.44	3.80	5.26	4.90	0.78	0.42
VARIANZA			0.0	2.3	19.0	5.2	2.1	3.5	6.5	8.2	11.8	14.4	27.7	24.0	0.6	0.2
COEF. DE VARIACIÓN			0.00	1.51	4.53	2.47	1.63	2.27	3.62	4.52	6.45	8.21	14.40	16.92	8.41	21.53

Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación:

La medición y la graduación que se llevó a cabo de los granos de una formación sedimentaria son uniformes la cual permite visualizar la tendencia homogénea teniendo como resultado un material bien adecuado para la elaboración de los materiales que se requieren en la ejecución de la obra

Los resultados de ensayos de la cantera Pichis fueron verificados y analizados con las especificaciones para uso de rellenos, sub base granular, base granular, mezcla asfáltica, establecidas en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**Tabla 9: Resultados ensayos cantera Pichis Límites de consistencia – Clasificación - Abrasión – Equiv Arena Gravedad específica – Impurezas orgánicas**

MUESTRA	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS		ABRASIÓN (%)	EQUIVALENTE DE ARENA (%)	GRAVEDAD ESPECÍFICA (g/cm <sup>3</sup> )	IMPUREZAS ORGÁNICAS
	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO				
02/09/2018	NT	NP	NP	GP	A-1-a (0)	27.68	80.0	2.603	GRADO 1
02/09/2018	NT	NP	NP	GP	A-1-a (0)		--	--	--
02/09/2018	NT	NP	NP	GP	A-1-a (0)	27.00	--	--	--
<i>N</i>	<i>4</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>SUMA</i>	--	--	--	--	--	54.7			--
<i>Xp</i>	--	--	--	--	--	27.3	80.0	2.603	--
<i>MIN</i>	--	--	--	--	--	27.0			--
<i>MAX</i>	--	--	--	--	--	27.7			--
<i>ESPECIFICACIONES</i>	--	--	--	--	--	--	--	--	--
<i>DESV. ESTANDAR</i>	--	--	--	--	--	0.48	--	--	--
<i>VARIANZA</i>	--	--	--	--	--	0.23	--	--	--
<i>COEF. DE VARIACION</i>	--	--	--	--	--	1.76	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

### **Interpretación:**

El ensayo de abrasión nos permite medir el desgaste producido por una combinación de impacto y rozamiento superficial en la muestra de agregado grueso teniendo resultados satisfactorios al material ensayado de cantera.

Ensayo de equivalente tiene como objetivo determinar la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo, o material arcilloso, en los suelos o agregado fino teniendo resultados que satisfacen a los parámetros determinados en nuestra especificación técnica.

Sobre el ensayo de peso específico y absorción, representa el volumen aparente y nominal de la muestra. El sólido permeable incluye en su volumen puntos de agua que son accesibles, por ello no se excluye en el volumen del agua, ya se resulta nominal a la absorción de una capacidad de agua.

Impurezas orgánicas las cuales menoscaban la hidratación del cemento y el desarrollo consecuente de la resistencia del concreto siendo indispensable realizar este ensayo al material explotado la cual obtuvimos resultados satisfactorios.

### **3.3 ESTUDIO DE SUELOS**

#### **3.3.1 Trabajos de campo**

Los trabajos de campo consistieron en la toma de muestras y datos de los suelos mediante ejecución de calicatas a cielo abierto (en este caso empleando una retroexcavadora) definiendo los estratos del terreno natural sobre el que se proyectará el nuevo segmento vial, teniendo como referencia el eje de la actual carretera, con la finalidad de evaluar y establecer las características físico-mecánicas de la subrasante sobre la cual se apoyará la estructura de pavimento.

El presente estudio para el mejoramiento de la vía ha contemplado la realización de un análisis de los suelos en ambos lados de la vía a ampliar, las calicatas (C) fueron ejecutadas con un espaciamiento de 250 m y a una profundidad mínima de 1.5 m, llegando mayormente a los 1.70 m dado que se efectuaron con equipo mecánico (retroexcavadora); de esta manera se identificaron los estratos, sus espesores y algunas propiedades físicas, siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM D-2488 establecida en los TdR.

Con referencia a lo solicitado en el presente estudio se estableció un programa de campo de modo que nos permita “mapear” los suelos sobre los que discurre la vía de manera eficiente, este programa consistió en:

- Ejecución de “pozos a cielo abierto”, calicatas distanciadas en promedio cada 250 m. a ambos lados de la vía (carriles izquierdo y derecho), no se ubicó sectores con presencia de turbas o bofedales deficientes para la fundación de pavimentos, pero sí se identificaron suelos finos blandos.
- Los sondajes se denominaron correlativamente C-1 al C-9, utilizándose la misma nomenclatura para el carril Izquierdo y carril derecho, en el cuadro N°1, se indica la ubicación de las calicatas, su denominación, su ubicación, la profundidad de la excavación y el número de muestras tomadas en cada una de las excavaciones.
- En el muestreo de la calicatas efectuadas, se hizo una descripción visual del comportamiento del suelo, tal como lo determina la norma ASTM D-2488, en cada calicata efectuada, por ello en estas se definió el estado de los estratos que conforma cada perfil de los suelo en fundación. En ello se terminaron las muestras

de cada uno de los estratos evaluados, con la finalidad de efectuar los ensayos que requiere la clasificación de los suelos.

La muestra realizada permitió hacer un registro de la excavación para cada calicata, para que fuesen completadas con ensayos de laboratorio, seguidamente se consignó los registros de forma visual manual, en la clasificación AASHTO y SUCS, se tomó para cada suelo encontrado, según la normas MTC E-101-2000.

Las muestras fueron convenientemente identificadas y rotuladas para su posterior traslado a laboratorio.

### 3.3.2 Resumen de trabajos de campo

- Calicatas cada 250 m. aproximadamente, intercalados en ambos sentidos y muestreo de los suelos de cada estrato encontrado (terreno de fundación).
- Toma de muestras de suelos para el ensayo en cada calicata muestreada.
- Identificación de la presencia de napa freática a la profundidad de explotación.
- Otros.

Se muestra a continuación la relación de calicatas efectuadas y las muestra obtenidas en cada prospección.

**Tabla 10: Relación de Calicatas Efectuadas**

N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	PUNTO DE MUESTREO	LADO
	INICIO	FIN				
(C - 1)	Km 00+000	Km 00+230	230	Toda la Plat.	Km 00+040	Der
(C - 2)	Km 00+230	Km 00+420	190	Toda la Plat.	Km 00+250	Izq.
(C - 3)	Km 00+420	Km 00+700	280	Toda la Plat.	Km 00+500	Der
(C - 4)	Km 00+700	Km 00+950	250	Toda la Plat.	Km 00+750	Izq.
(C - 5)	Km 00+950	Km 01+190	240	Toda la Plat.	Km 01+080	Der
(C - 6)	Km 01+190	Km 01+430	240	Toda la Plat.	Km 01+390	Der
(C - 7)	Km 01+430	Km 01+700	270	Toda la Plat.	Km 01+540	Der
(C - 8)	Km 01+700	Km 01+900	200	Toda la Plat.	Km 01+880	Izq.
(C - 9)	Km 01+900	Km 02+120	220	Toda la Plat.	Km 02+000	Der

*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.3 Ensayos a las muestras de suelos**

Las muestras fueron objeto de ensayos en conformidad con las normas vigentes descritas en el manual de ensayos de materiales para carreteras del MTC (EM 2000), o sus equivalentes de ASTM y AASHTO.

El programa de ensayos comprendió en lo siguiente:

- Contenido de la humedad – MTC E 108 (ASTM D - 2216)
- Límite de líquido – MTC E 110 (ASTM D - 4318)
- CBR – MTC E 132 (ASTM D - 1883)
- Clasificación SUCS –ASTM D - 2487
- Clasificación AASHTO - ASTM D - 3282
- Límite del plástico – MTC E 111 (ASTM D - 4318)
- Proctor estándar – MTC E 116

#### **3.3.3.1 Propiedades físicas**

A continuación, se describe brevemente los ensayos y los objetivos que se persigue con la ejecución de cada uno de ellos.

##### **3.3.3.1.1 Análisis Granulométrico por tamizado (MTC E 107)**

La distribución del tamaño de las partículas para los suelos estudiados ha sido hallada mecánicamente mediante la realización del Análisis Granulométrico por Tamizado, el ensayo ha sido efectuado para todos los suelos encontrados, el tamizado es el paso del suelo por mallas de distinto diámetro hasta el tamiz N° 200 (de diámetro 0.074 milímetros).

Un análisis granulométrico, se utiliza en una curva granulométrica, su función es plotar cada diámetro de tamiz, que representa en un porcentaje, esta curva es representada en una gráfica logarítmica.

### ***Imagen 5: Análisis Granulométrico por Tamizado***



*Fuente: Elaboración Propia*

#### **3.3.3.1.2 Límite líquido (MTC E 110) y Límite plástico (MTC E 111)**

Es conocido como plasticidad de un suelo, esto para ser moldeable. También esta depende de la cantidad de arcilla que se presente, porque este materia actúa de forma ligante en el material.

Este material debe estar de acuerdo a la evaluación de la humedad, y esto pasa por tres estados las cuales son: líquido, plástico y seco. Cuando se presenta un determinado contenido en la humedad, se dice que esta de forma semilíquido, esto según el agua que se va quitando, hasta que llegue a un momento donde el agua sea lo mas mínimo, y pueda trabajar en consistencia moldeada, también se cuartea al tratar de moldear, estos se dice que está en estado semi seco.

Al contenido de humedad en el cual el agregado pasa del estado semilíquido al plástico se le denomina *Límite Líquido* (MTC E 110), el contenido de humedad para el que el suelo pasa del estado plástico al semi seco se denomina *Límite Plástico* (MTC E 111).



***Imagen 6: Ensayos límites Atterberg Limite Líquido – Límite Plástico***



*Fuente: Elaboración Propia*

### **3.3.3.1.3 Contenido de Humedad Natural (MTC E 108)**

Es una muestra, que indica la cantidad de agua según el estado natural que contiene, esto se expresa bajo el porcentaje del peso de agua, y según el material seco. Si en cierto modo se presenta como valor relativo, es representado según las condiciones atmosféricas que cambian por las variables.

El contenido de la humedad que se tiene en la muestra de suelo, señala la cantidad de agua que tiene en un estado natural, el cual se representa en el peso de agua y el peso del material seco obtenido. Si bien es cierto que este valor es relativo, pero dependerá mucho de su condición atmosférica que pueda tener cada variable.

***Imagen 7: Secado de muestras***



*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.3.3.1.4 Clasificación de Suelos por el Método SUCS y Método AASHTO

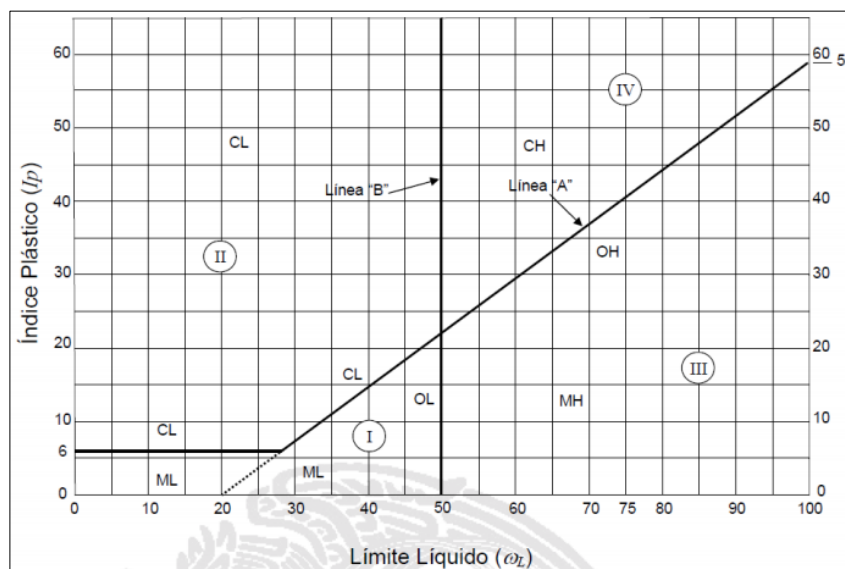
Según el estudio de los suelos, son distintos que se encuentran en un estudio, los cuales son definidos por su tamaño de partículas, asimismo según su plasticidad que tiene, esto sirve para determinar la humedad natural en el suelo. Con frecuencia se encuentra combinaciones de dos o más tipos de suelos en cada estudio. Por ejemplo tenemos: arenosos, gravas, arcillosos, limo arcillosos y otros.

Para la clasificación de los suelos, se usa a menudo el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), este sistema permite determinar y clasificar el suelo en 15 grupos, y los determina con nombres y símbolos.

Del mismo modo el sistema de clasificación para Construcción de Carreteras AASHTO, es mayormente usado de manera general para este fin (identificación de suelos confines de uso en construcción de carreteras) y es el solicitado en el actual proyecto de investigación con mayor énfasis que el sistema SUCS.

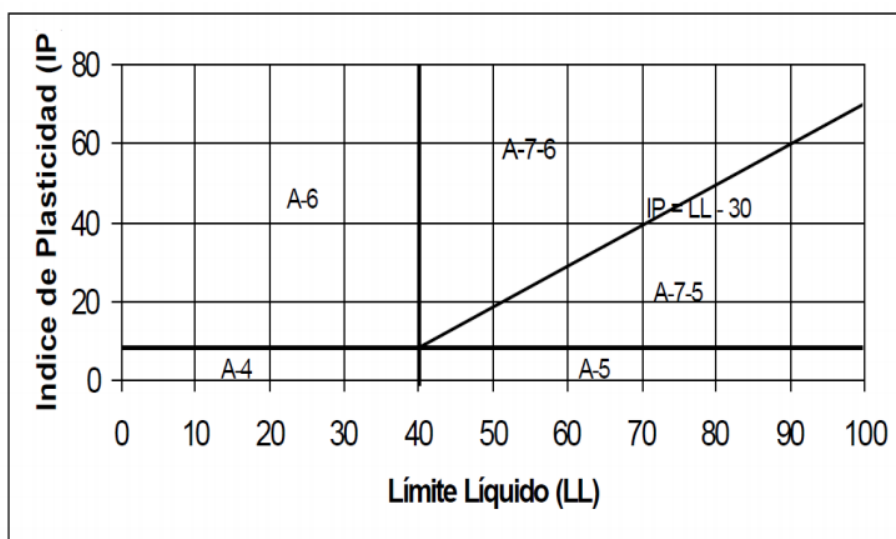
Asimismo los suelos también son clasificados en grandes grupos, según cada estudio, entre estos pueden ser, porosos de grano grueso y fino, granulares y no, cohesivos y semi cohesivos.

*Gráfico 1: Carta de plasticidad SUCS*



*Fuente: Miguel A. Díaz Pardavé*

**Gráfico 2: Carta de plasticidad AASHTO**



Fuente: Miguel A. Díaz Pardavé

**Tabla 11: Clasificación de suelos AASHTO**

Clasificación general	Materiales Granulares 35% o menos del total de la muestra pasa el tamiz N° 200						
	A-1			A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por tamices (Porcentaje que pasa por los tamices):							
N° 10 (2.00 mm.)	50 max						
N° 40 (0.425 mm.)	30 max	50 max	51 min				
N° 200 (0.075 mm.)	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40							
Límite líquido				40 max	41 min	40 max	41 min
Índice de plasticidad	7 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min
Tipos de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de piedra, grava y arena			Arena fina	Grava o arena limosa o arcilla		
<b>(a)</b>							
Clasificación general	Materiales limo - arcilla Mas del 35% del total de la muestra pasa por el tamiz N° 200						
Clasificación de grupo	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 <sup>a</sup> A-7-6 <sup>b</sup>			
Análisis por tamices (porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 (0.075 mm.))	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.			
Características de fracción que pasa por N° 40 (0.425 mm.)							
Límite líquido	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.			
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 min	11 min.			
Tipos de materiales constituyentes significativos	Suelos limoso		Suelo arcillo				
Relación general como subgrado	Regular a pobre						
<sup>a</sup> Para A-7-5, $I_p \leq L_L - 30$							
<sup>b</sup> Para A-7-6, $I_p > L_L - 30$							
<b>(b)</b>							

**Tabla 2.7.** Clasificación de suelos sistema AASHTO. (a) Material granular; (b) Material fino.

Fuente: Vargas, 2009.

**Tabla 12: Resumen de datos de laboratorio.**

RESUMEN DE DATOS DE LABORATORIO												
N°	TRAMO		LONG (m)	ANCHO (m)	PUNTO DE MUESTREO	LADO	HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACIÓN	
	INICIO	FIN									SUC S	AASHTO
(C - 1)	Km 00+000	Km 00+230	230	Toda la Plat.	Km 00+040	Der	34.5	36.0	17.6	18.4	CL	A-6 ( 11 )
(C - 2)	Km 00+230	Km 00+420	190	Toda la Plat.	Km 00+250	Izq.	40.0	39.0	23.3	15.7	CL	A-6 ( 10 )
(C - 3)	Km 00+420	Km 00+700	280	Toda la Plat.	Km 00+500	Der	33.3	34.0	17.3	16.7	CL	A-6 ( 11 )
(C - 4)	Km 00+700	Km 00+950	250	Toda la Plat.	Km 00+750	Izq.	33.0	35.0	26.7	8.3	ML	A-4 ( 8 )
(C - 5)	Km 00+950	Km 01+190	240	Toda la Plat.	Km 01+080	Der	41.7	44.0	29.6	14.4	ML	A-7-6 ( 11 )
(C - 6)	Km 01+190	Km 01+430	240	Toda la Plat.	Km 01+390	Der	38.8	37.0	18.4	18.6	CL	A-6 ( 11 )
(C - 7)	Km 01+430	Km 01+700	270	Toda la Plat.	Km 01+540	Der	28.4	24.0	16.7	7.3	SC	A-2-4 ( 0 )
(C - 8)	Km 01+700	Km 01+900	200	Toda la Plat.	Km 01+880	Izq.	49.3	34.0	20.0	14.0	CL	A-6 ( 10 )
(C - 9)	Km 01+900	Km 02+120	220	Toda la Plat.	Km 02+000	Der	38.1	19.0	0.0	19.0	SM	A-2-4 ( 0 )

Fuente: Elaboración propia

### **Interpretación:**

Bajo los criterios empleados líneas arriba la determinación del estado del material natural en la plataforma existente nos indica que es necesario realizar mejoramiento en casi todo el tramo ya que el diseño de pavimento nos solicita un material de buen comportamiento estructural.

### **3.3.3.2 Propiedades mecánicas**

Los ensayos que permiten definir las propiedades mecánicas del suelo frente a sollicitaciones mecánicas, determinando su condición de resistencia, en nuestro caso para el diseño de espesores de pavimentos son: el CBR y el ensayo de Densidad – Humedad (Proctor) de Suelos los cuales se describen brevemente:

#### **3.3.3.2.1 Proctor Estándar (MTC E 116)**

Establecer el Método de Ensayo para la Compactación del Suelo en Laboratorio utilizando una Energía Estándar (600 kN-m/m<sup>3</sup> (12 400 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)).

Este tipo de ensayo, cumple el procedimiento de compactación en el laboratorio, que se utilizada para ver la relación entre el contenido de agua y peso unitario del suelo seco, (curva de compactación), esto en un molde de diámetro de 101.6mm (12,400 pielbf/pie<sup>3</sup>) según el proctor.

**Nota 1.** El equipo y procedimiento es igual a la propuesta de R.R Proctor, con excepción de la principal, que con golpes de pisón fueron referidos con 12 pulgadas

de golpes, esto en lugar de una caída libre que produjo un esfuerzo variable al momento de compactar, pero probablemente en el rango de 700 a 1,200 kN-m/m<sup>3</sup> (15 000 a 25 000 pie-lbf/ft<sup>3</sup>). El ensayo de esfuerzo estándar es a veces referido como el Ensayo de compactación Proctor Estándar.

**Nota 2.** En la mezcla del suelo con agregados, se considera como suelo fino o grano grueso, compuesto o mezcla de suelo natural, mezcla natural o procesado de agregado limo, piedra partida.

Para este ensayo se debe aplicar en suelos que tienen 30% menos de peso según sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾" pulg).

**Nota 3.** Tienen relación entre un peso unitarios y contenido de humedad en el suelo que tenga más de 30% menos de peso según sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾" pulg). ver ensayo ASTM D 4718.

- 
- Se usa 3 métodos alternos, donde el método que se usa debe indicar sus especificaciones de material a ser ensayado. Si el método no tiene especificación, su elección se basará en la gradación de material según el METODO "A"
- Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg).
- Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4). 2.3.1.3 Número de capas: 3 2.3.1.4 Golpes por capa: 25
- Uso: Se utiliza cuando el 20% ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
- Otros: Si un método no tiene sus especificaciones, el material que cumple con los requerimiento de gradación, serán ensayados usando el método "B" o "C"

***Imagen 8: Ensayo Proctor Estándar***



*Fuente: Elaboración propia.*

### **3.3.3.2.2 California Bearing Ratio-CBR (MTC E 132)**

Sobre la relación de soporte California – CBR, esto se utiliza con fin de medir la Resistencia al esfuerzo cortante que tiene un suelo, bajo una condición de densidad y humedad, esto controlado que permite ver las características que tiene dicho suelo.

También es usado para proyectos de pavimentos flexibles, en curvas empíricas, esto se expresa en porcentajes con el fin de determinar la carga unitaria, que se requiere para introducir un pistón de la misma profundidad.

El CBR también usado para proyectos, ya que con su valor se tiene el informe de profundidad de 0.1 pulgadas. Donde el CBR de un agregado varía de acuerdo a la compactación y humedad, para ello se debe repetir en el laboratorio las condiciones del campo de forma minuciosa.

Si sería que el suelo que no acumularía humedad, durante la etapa de construcción, el ensayo CBR, se llevaría sobre la muestra saturada.

Las características mecánicas de los suelos provenientes del ensayo de Proctor se emplean para ejecutar el ensayo de valor relativo de soporte que permitirá el diseño de la estructura de pavimento.

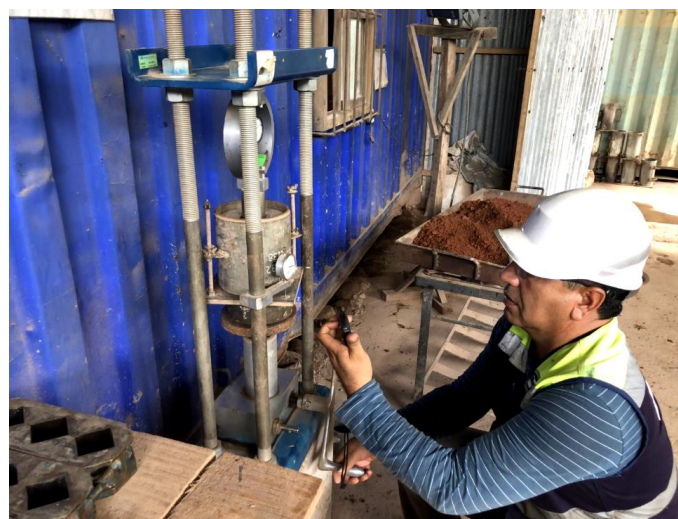
Los ensayos de CBR efectuados en el tramo en estudio son en total nueve (09) con lo cual se cumplen los términos de la presente investigación; en este caso particular de acuerdo con el perfil estratigráfico se efectuó el muestreo mayormente en progresivas similares donde el suelo es representativo del tramo.

***Imagen 9: Ensayo CBR compactación***



*Fuente: Elaboración Propia*

***Imagen 10: Prueba de penetración CBR***



*Fuente: Elaboración Propia*

La siguiente tabla (13) caracteriza los suelos hallados en función de este valor para su uso como fundación del pavimento a proyectar.

**Tabla 13: Relación de Ensayos Mecánicos en Plataforma**

Progresiva	Prof. (m)	L.L.	I.P.	% Hum.	AASHTO	M.D.S	O.C.H	95%	100%
00+040	0 – 1.70 m.	36.0	17.6	34.5	A-6 (11)	1.704	20.7	2.1	3.5
0+250	0 – 1.60 m.	39.0	23.3	40	A-6 (10)	1.683	22.0	1.1	3.3
0+500	0 – 1.50 m.	34.0	17.3	33.5	A-6 (11)	1.766	18.1	0.9	3.6
0+750	0 – 1.70 m.	35.0	26.7	33	A-4 (8)	1.716	19.5	13.6	17.8
1+080	0.15 – 1.50 m.	44.0	29.6	41.7	A-7-6 (11)	1.672	22.9	5.9	8.9
1+390	0 – 1.20 m.	37.0	18.4	38.8	A-6 (11)	1.734	21.1	6.3	9.2
1+540	0 – 1.00 m.	24.0	16.7	28.4	A-2-4 (0)	1.771	13.9	8.2	11.7
1+880	0 – 1.70 m.	34.0	20.0	49.3	A-6 (10)	1.797	20.4	5.0	7.0
2+000	0 – 1.40 m.	19.0	0	38.10	A-2-4 (0)	1.777	16.0	12.1	17.4

Fuente: Elaboración Propia

### **Interpretación:**

*El ensayo de Proctor estándar nos determina la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos la cual se genera una curva de compactación siendo las medidas del molde de 4 pulgadas de diámetro con un pisón de 24.4 N que cae de una altura de 12 pulgadas.*

*El ensayo CBR, es medido según la resistencia y esfuerzo cortante del suelo, esto permite determinar y evaluar la calidad del terreno, tanto en la sub rasante y sub base, de los pavimentos efectuados, que se determinan según su condición de humedad y densidad controlada.*

### **3.3.4 Características del terreno de fundación**

Esta compone la información del campo del laboratorio, que se ha establecido según los materiales y vías proyectadas. Esta exploración genera una descripción exacta de los suelos, estratos, que se define a continuación.

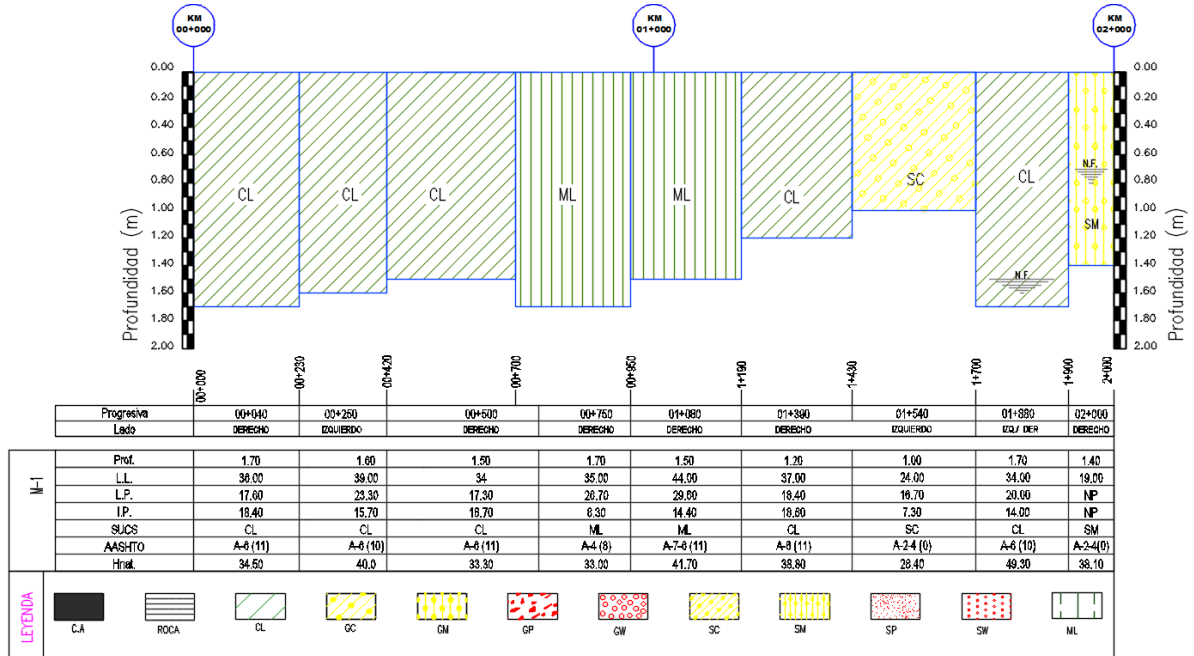
#### **3.3.4.1 Perfil Estratigráfico**

El perfil estratigráfico muestra la presencia de una capa superficial de material granular de características no plásticas a baja plasticidad que actualmente funciona como



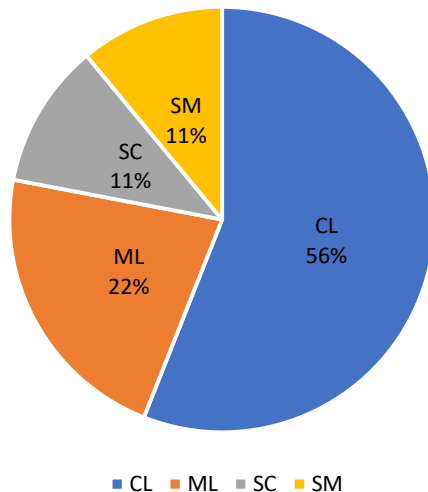
superficie de rodadura, y que el terreno de fundación presenta predominio de grupos arcillosos compuestos de la siguiente manera:

**Gráfico 3: Perfil Estratigráfico**



Fuente: Elaboración Propia.

**Gráfico 4: Suelo de (Clasificación SUCS)**



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa predomina como suelos de fundación los tipos CL, ML, SC Y SM, caracterizados por poseer un bajo valor relativo de soporte (CBR).

Durante los trabajos de calicatero y a la profundidad estudiada no se detectó la presencia de napa freática y bofedales.

### 3.3.5 Mejoramiento de suelos

#### 3.3.5.1 Esquema de Evaluación

Para el análisis de los mejoramientos en la sección final de diseño se ha tenido en cuenta que el terreno de fundación está conformado por suelos finos con CBR menores al 6% por lo cual requieren mejoramiento, así como las características geométricas de la sección que muestran los siguientes casos.

#### 3.3.5.2 Criterios para Mejoramiento de Suelos

Dado que en el tramo en estudio se registraron suelos predominantemente finos blandos, de plasticidad media a elevada como materiales de fundación, se presenta a continuación los criterios de mejoramiento de suelos aplicables. Los sectores en los cuales se mejorará la subrasante se definieron teniendo en cuenta los siguientes criterios:

##### 3.3.5.2.1 Criterio de Estado del Suelo según el Índice de Consistencia

El criterio de estado o índice de consistencia en el suelo, es para determinar el estado del suelo mediante valores de consistencia. Estos resultados puede ser tomado como medida de consistencia del suelo, relacionado a la cantidad de agua que puede absorber, si es negativo el resultado es líquido y en otros casi puede ser semi-líquido, plástico blando, muy blando o estado líquido.

A continuación se presenta una escala de consideración bajo un índice de consistencia en el suelo:

*Tabla 14: Estado de suelo según Índice de Consistencia*

ÍNDICE DE CONSISTENCIA	ESTADO DE SUELO
< 0.00	Líquido
0.00 – 0.25	Semi líquido
0.25 – 0.50	Plástico muy blando
0.50 – 0.75	Plástico blando
0.75 – 1.00	Plástico duro
> 1.00	Sólido

*Fuente: EG-2013*

El índice de Consistencia se determina mediante la siguiente fórmula:

$$I_c = (LL - W) / IP$$

Donde:

LL: Límite Líquido

W: Contenido de Humedad

IP: Índice de Plasticidad

En general si el Índice de consistencia (IC) está por debajo de 0.5 el suelo tiene una consistencia de un barro líquido y prácticamente no es posible compactarlo; cuando está entre 0.50 y 0.75 la compactación es muy difícil; y cuando está por debajo por encima de 0.75 la compactación es posible, pero poco eficaz. Se requiere alcanzar como mínimo un valor de 1.0 para decir que la compactación será eficaz.

Tomando en cuenta estas premisas mencionadas, utilizamos los siguientes criterios de acuerdo a lo encontrado en campo.

- Si el suelo natural está en estado semilíquido o es un barro líquido; con un índice de consistencia menor de 0.5, es necesario reemplazar todo el estrato blando, hasta encontrar suelo natural de mejor consistencia sin tomar en cuenta el diseño geométrico definido.
- Si el suelo natural tiene un índice de consistencia mayor a 0.5, en este caso nos basamos en el diseño geométrico para definir el material necesario que será reemplazado, de acuerdo con un análisis de esfuerzo y deformación.
- De acuerdo con esto se establece que se necesita mejoramiento aquellos sectores que presenten  $IC < 1$ , los cuales se presentan a continuación.

**Tabla 15: Recomendaciones para el mejoramiento por criterio CAPA**

<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD SUELO SUBRASANTE</b>	<b>PROFUNDIDAD DE SOBRE EXCAVACIÓN DEBAJO DEL NIVEL DE SUBRASANTE</b>
10 -20	0.7 metros (2 ft)
20 - 30	1.0 metros (3 ft)
30 - 40	1.3 metros (4 ft)
40 - 50	1.7 metros (5 ft)
Más de 50	2.0 metros (6 ft)

Fuente: Colorado Asphalt Pavement Association.

**Tabla 16: Sectores de Mejoramiento por Criterio de Índice de Consistencia**

Prog.	Ic	Condición	Tratamiento
00+040	0.1	Semi Líquido	Mejorar
0+250	-0.10	Líquido	Mejorar
0+500	0	Semi Líquido	Mejorar
0+750	0.20	Semi Líquido	Mejorar
1+080	0.20	Semi Líquido	Mejorar
1+390	-0.10.	Líquido	Mejorar
1+540	-0.60	Líquido	Mejorar
1+880	-1.10	Líquido	Mejorar
2+000	-1.0	Líquido	Mejorar

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Con el ensayo de límites de atterberg – índice en las condiciones podemos definir los límites como: Limite Líquido, es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo – agua pasa a un estado líquido.

### 3.3.5.2.2 Criterio de Compresibilidad del Suelo

#### Suelos blandos

Una deformación de un suelo cohesivo, aunque sea de carga baja relativa, es concido como un problema fundamental para analizar su mejoramiento.

El problema mas grave cuando la entraña del suelo de cimentación ya sea fina o comprensible, refiere asentamiento que pueden producirme al recibir una sobre cagra que representa los terraplenes.

Cabe señala que en los suelos de cimentación compuestos por Limos plásticos y arcillas se debe distinguir según sea el caso:

- Cuando la comprensibilidad sea relativa baja (Suelos CL, ML, OL)
- Cuando sea francamente comprensible (Suelo CH, MH, OH, PT)

Sobre los suelos comprensibles relativos bajos, CL, como se presenta en la mayoría de un estudio vial, no se plantea problemas específicos. Estos pequeños asentamiento puede llegar a producir a ser absorbidos.

Según el texto de mecánica de suelos y cementaciones de Carlos Crespo, el grado de comprensibilidad en función a su índice.

Este parámetro nos permite, establecer la capacidad de un suelo para comprimirse (asentarse) bajo la acción de sobrecargas permanentes como son los terraplenes.

Normalmente las arcillas se caracterizan por su compresibilidad y retención de agua, esta propiedad de arcilla puede ocasionar problemas de deformación en una estructura de pavimento. Su probabilidad de que el suelo sea cohesivo, es mediante la evaluación del índice de compresión con la fórmula Terzagui y Peck, que se muestra en la siguiente fórmula:

$$C_c = 0.009 (LL-10)$$

Donde:

LL: Límite Líquido

**Tabla 17: Grado de Compresibilidad del Suelo**

Cc.	Compresibilidad
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
> 0.40	Alta

*Fuente: Carlos Crespo, mecánica de Suelos y Cimentaciones*

Solamente se puede usar en carreteras, suelos con un Cc. Menor (<) a 0.20, es decir de Compresibilidad baja. Los que no cumplan este requerimiento tendrán que ser reemplazados.

Con esta expresión podemos calcular inmediatamente la compresibilidad de un suelo en el cual se considera como inadecuado cuando el índice de compresibilidad es mayor o igual a 0.20 indicativo de que el suelo es de alto grado de compresibilidad, por tanto el espesor del mejoramiento será el máximo determinado con la distribución de esfuerzos verticales (0.90m).

Por otro lado la caracterización del comportamiento de pavimento flexible, bajo una carga de rueda, es denominada como semi-espacio homogéneo, esto tiene un área infinita y una profundidad infinita en la carpeta donde se aplica la carga.

Como un primer análisis para determinar la distribución de esfuerzos de un pavimento se aplicó el modelo propuesto por los matemáticos Foster y Ahlvin (1954), estado de esfuerzos en una masa de suelo a cualquier profundidad; el estudio de los matemáticos se basa en una carga circular uniformemente distribuida aplicada en un semi espacio lineal, elástico, isótropo y homogéneo.

El espesor de mejoramiento en los sectores con coeficiente de compresibilidad (Cc) medio-alto e Índice de Consistencia (Ic) bajo, se establecerá a partir de los esfuerzos en compresión que inducirían al pavimento y la capa de mejoramiento al terreno, para esto aplicaremos el concepto de Boussinesq. Este criterio general consiste en predeterminar un espesor de mejoramiento y verificar que las cargas aplicadas en la superficie no excedan un valor máximo permisible de esfuerzo a la profundidad de análisis, empleándose la siguiente expresión.

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left(1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

Asimismo, el radio (a) es calculado con la siguiente fórmula:

$$a = \sqrt{\frac{P/4}{\pi p}} ; \quad a=10.8 \text{ cm, Radio Estándar}$$

$$P = 8.2 \text{ Tn}$$

$$q_0 = 5.6 \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

$\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm

$q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>

Z: Profundidad, en cm

a: radio, en cm

Carga de Aplicación  $q_0 = 5.6 \text{ Kg/cm}^2$

Radio  $a = 10.8 \text{ cm.}$

Profundidad z (variable) = espesor del pavimento + espesor de mejoramiento

Cabe indicar que el criterio nos proporciona el espesor requerido para llegar a un nivel de esfuerzos preestablecido (en este caso  $0.1 \text{ Kg/cm}^2$ ), posteriormente se efectuará el cálculo

del módulo resiliente compuesto donde se contempla la incidencia de las propiedades del material a emplear.

**Tabla 18: Mejoramiento de Suelos por Criterio de Compresibilidad**

Prog.	Cc	Condición	Tratamiento
0+040	0.23	Media	Mejorar
0+250	0.26	Media	Mejorar
0+500	0.22	Media	Mejorar
0+750	0.23	Media	Mejorar
1+080	0.31	Media	Mejorar
1+390	0.24	Media	Mejorar
1+540	0.13	Baja	Mejorar
1+880	0.22	Media	Mejorar
2+000	0.08	Baja	Mejorar

*Fuente: Elaboración propia.*

**Interpretación:**

*La compresibilidad se puede determinar la proporción de partículas pequeñas y llega al máximo en los finos la cual es muy dañina para la conformación a nivel de sub rasante.*

**3.3.5.2.3 Criterio contenido de humedad del suelo y su compactación (OCH):**

El proceso de compactación, depende mucho de factores como la: naturaleza del suelo, energía, contenido de agua entre otros puntos. Esto es el factor que determina la humedad para hacer que logre densidades según la especificación técnica (95% es la densidad máxima en un ensayo de un laboratorio).

El criterio que se emplea es el contenido de la humedad, este es mayor al contenido óptimo de la humedad OCH. EL cual será necesario mejorarlo

### 3.2.1.2.3.2 Criterio de CBR menores a 6%:

Se realizará mejoramiento en aquellos tramos que presenten suelos con CBR menores al 6%, es decir, suelos de pobre a muy pobre capacidad portante.

#### Determinación del espesor de mejoramiento a realizar

La determinación de la altura del mejoramiento se hará de acuerdo a lo indicado en el Manual para el Diseño de Caminos Pavimentados de Bajo Volumen de Transito, el cual emplea la siguiente formula:

$$D_4 = \frac{(SN_r - SN_0)}{(a_4 \times m_4)}$$

Siendo:

$D_4$  = Espesor efectivo de la Sub-rasante mejorada en pulg.

$SN_r$  = Número Estructural requerido del pavimento con sub-rasante muy pobre a pobre.

$SN_0$  = Número Estructural requerido del pavimento con sub-rasante regular, buena o muy buena.

$a_4$  = Coeficiente estructural de capa de la sub-rasante mejorada.

$m_4$  = Coeficiente de drenaje

El coeficiente de drenaje ( $m_4$ ) utilizado es 0.9, correspondiente a una capa con calidad de drenaje regular y porcentajes de exposición a la saturación de 5% - 25%

**Tabla 19: Coeficientes de drenaje**

Calidad de Drenaje	% de Tiempo de exposición de la estructura del pavimento a nivel de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1%-5%	5%-25%	>25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy Pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: Guía AASHTO 1993

Se ha considerado un coeficiente de drenaje ( $m_4$ ) de 0.9 debido a que las características físico mecánicas de los materiales que compone la capa de mejoramientos son de menor calidad que las requeridas por las capas de Subbase y Base Granular.



El Número Estructural requerido para el pavimento con subrasante muy pobre, regular, buena o muy buena es calculado con el Método AASHTO 1993 – 20 años.

### **Diseño de Espesores Pavimento Flexible Método AASHTO 1993 – 20 AÑOS**

La Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte de los EE.UU, conocida como AASHTO, por sus siglas en inglés (American Associations of State Highway and Transportation Officials), ha publicado en 1993 la guía para el diseño de estructura de pavimentos (Guide For Design of Pavement structures 1993) con base en los resultados empíricos obtenidos en la carretera de Prueba AASHTO.

El método AASHTO utiliza la siguiente fórmula:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + (2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07)$$

Donde:

$W_{18}$ = Trafico equivalente o ESAL

$Z_R$ = Factor de desviación normal para un nivel de confiabilidad R

$S_0$ = Desviación Estándar

$\Delta PSI$ = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

$MR$  = Módulo resiliente

$SN$ = Numero estructural

○ **Para el Proyecto: Dv. Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución:**

● **Características de los materiales**

- CBR Subrasante existente (CBR de muestras obtenidas de campo)
- CBR Subrasante mejorada s/ especificación (30% mínimo)
- Módulo de resiliencia de la subrasante existente. La guía AASHTO acepta la conversión de CBR a MR utilizando la siguiente formula:

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 * CBR^{0.64} \text{-----} CBR < 6\%$$

$$Mr \text{ (psi)} = 3205.33 * CBR^{0.55} \text{-----} CBR > 20\%$$

○ **Datos del Tráfico y Estadísticos**

**Tabla 20: Parámetros para cálculo de mejoramiento**

<b>Parámetros De Diseño</b>	<b>0 – 20 Años</b>
Numero de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente Mr. (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
$\Delta$ PSI	1.5

*Fuente: Estudio definitivo para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro*

- **Números estructurales: Resultados obtenidos con la guía AASHTO**
  - Número Estructural con Subrasante Existente (SNr)
  - Número Estructural con Subrasante Mejorada (SNo)

El espesor mínimo de mejoramiento seleccionado para la subrasante por baja capacidad portante se determinará para cada subtramo y para el periodo de diseño de 20 años, con la finalidad de asegurar un mejor comportamiento de la estructura del pavimento. Este, será comparado con los demás criterios de determinación de espesores considerados en el presente informe, para de esta forma seleccionar el criterio más crítico.

### **Suelos expansivos**

La expansibilidad de un suelo, causa problemas muy serios que llevan al colapso de las estructuras de pavimento. La utilización de suelos expansivos no está permitida en general, en las obras de ingeniería. Su verificación en campo es recomendada mediante la ejecución de calicatas de 1.50 mt de profundidad como mínimo.

Para la estimación del potencial de expansión de los suelos que conforman la vía, se ha utilizado medidas indirectas como la propuesta por Holtz y Gibbs-1956, los cuales califican el grado de expansibilidad en función de la plasticidad del suelo. En el siguiente cuadro se presenta dicha relación:

**Tabla 21: Requerimiento de potencial de expansión de suelos**

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	ÍNDICE DE PLASTICIDAD %	LIMITE LIQUIDO %
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 - 35

Fuente: Holtz y Gibbs-1956,

En Suelos con Índices de Plasticidad de medio, alto y muy alto (>12); se recomienda reemplazo con material adecuado.

Asimismo existen métodos empíricos para predecir el potencial de expansión. Para el presente estudio utilizaremos el método aconsejado por la U.S Army Corps of Engineers recomendado en el expediente técnico para calcular la expansión libre:

$$S_f (\%) = 2.27 + 0.131 LL - 0.27 W\%$$

Donde:

- **Sf** = Expansión libre (%)
- **LL** = Limite Liquido (%)
- **W%** = Humedad Natural (%)

Además, se recomienda utilizar la ecuación propuesta por Gogoll, sustentado en el Expediente Técnico, para determinar el porcentaje de expansión final bajo sobrecarga o confinamiento con la siguiente ecuación:

$$S (\%) = S_f (\%) (1 - 0.72 \times ps^{0.5})$$

Donde:

- **S** = Expansión Final (%)
- **Sf** = Expansión Libre (%)
- **ps** = Presión de sobrecarga (Kg/cm<sup>2</sup>)

**Tabla 222: Sectores con CBR bajos, de acuerdo a los ensayos de laboratorio**

TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	Prof. (m.)	SUCS	CBR 95%
INICIO	FIN				
Km 00+000	Km 00+230	Km 00+040	0 – 1.70 m.	CL	2.1
Km 00+230	Km 00+420	Km 00+250	0 – 1.60 m.	CL	1.1
Km 00+420	Km 00+700	Km 00+500	0 – 1.50 m.	CL	0.9
Km 00+950	Km 01+190	Km 01+080	0.15 – 1.50 m.	ML	5.9
Km 01+700	Km 01+900	Km 01+880	0 – 1.70 m.	CL	5.0

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

*Los resultados de clasificación de suelos como los resultados de CBR son coherentes donde nos indica que el material evaluado es de mala calidad para realizar la conformación de la sub rasante.*

*Los CBR empleados en cada caso fueron asignados en función al tipo de suelos existentes. El cálculo del espesor de mejoramiento se presenta en los el siguiente cuadro.*

TRAMO		PUNTO DE MESTREO	Prof (m.)	SUCS	CBR 95%			EVALUAC.	RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
INICIO	FIN					COEFIC. DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD		SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	SUELOS PLASTICOS	SUELOS BLANDOS	
Km 00+000	Km 00+230	Km 00+040	0 – 1.70 m.	CL	2.1	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	0.80	No Requiere	0.70	0.90	0.90
Km 00+230	Km 00+420	Km 00+250	0 – 1.60 m.	CL	1.1	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	1.05	No Requiere	0.70	0.90	1.05
Km 00+420	Km 00+700	Km 00+500	0 – 1.50 m.	CL	0.9	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	1.10	No Requiere	0.70	0.90	1.10
Km 00+700	Km 00+950	Km 00+750	0 – 1.70 m.	ML	13.6	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	No Requiere	No Requiere	0.70	0.90	0.90
Km 00+950	Km 01+190	Km 01+080	0.15 – 1.50 m.	ML	5.9	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	0.5	No Requiere	0.70	0.90	0.90
Km 01+190	Km 01+430	Km 01+390	0 – 1.20 m.	CL	6.3	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	No Requiere	No Requiere	0.70	0.90	0.90
Km 01+430	Km 01+700	Km 01+540	0 – 1.00 m.	SC	8.2	Suelo adecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	No Requiere	No Requiere	0.70	No Requiere	0.70
Km 01+700	Km 01+900	Km 01+880	0 – 1.70 m.	CL	5.0	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	0.5	0.70	0.70	0.90	0.90
Km 01+900	Km 02+120	Km 02+000	0 – 1.40 m.	SM	12.1	Suelo adecuado	Suelo inadecuado	Mejorar	No Requiere	0.70	0.70	No Requiere	0.70

Tabla 23: Método empleado para cálculo de mejoramiento, Índice de consistencia, Coeficiente de comprensibilidad, CH, CBR

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Con los resultados obtenidos en el siguiente cuadro se puede determinar que es necesario realizar mejoramientos en casi todo el tramo en un espesor promedio de 0.90 m., por haber encontrado material inadecuado para la conformación de la sub rasante.

### 3.3.6 Subdrenaje

En la carretera se han observado problemas de drenaje subterráneo en varios lugares, principalmente en sectores donde existen pequeñas lagunas adyacentes a la carretera, por ello mediante observación visual y luego comprobado con trabajos de mecánica de suelos, que ejecutaron calicatas en la vía, se ubicaron los lugares con estos problemas, aunque la carretera desarrolla casi todo el recorrido en relieve plano a ondulado y el suelo tiene buena permeabilidad, sin embargo cabe señalar que los lugares con este problema son los que presentan deterioro de la plataforma y hundimientos de la misma con presencia de agua o saturación del suelo, ocurriendo esto, generalmente, en suelos finos plásticos como CH, CL y P, ya que los suelos de naturaleza granular no requieren de sub drenes por su propia capacidad de percolación.

Los puntos con problemas de drenaje se muestran en la relación siguiente:

**Tabla 24: Sectores que requieren drenaje**

De Km.	A Km.	L. izquierdo	L. derecho	Entrega
0+150	0+210.5	-----	60.5	Alcantarilla 0+210.5
0+280	0+367	-----	87.0	Alcantarilla 0+367

Fuente: Elaboración propia.

La estructura de drenaje que se puede utilizar para evacuar el agua subterránea, es el tipo tubo perforado, el cual consiste en colocar dentro de una zanja de 1.50 m. de profundidad y 0.60 m. de ancho, gravas de 3/8” a 1” como diámetro promedio, envueltas en un geotextil, hasta una altura de 0.60 m., colocando dentro un tubo de 6” perforado y en la altura restante, los 0.60 m. superiores llevará material filtrante, todo ello debajo de la cuneta que se ubica adyacente al talud.

El tipo de geotextil a emplearse depende de las siguientes condiciones:

Suelos -----	finos
Sección del sub dren -----	0.60 x 1.20
Permeabilidad -----	mayor o igual a 0.25
Porosidad -----	mayor a 50%

Resistencia a la tensión -----	700 N (método de Grab, ASTM D4632-INVE-901)
Resistencia al punzonamiento ---	250 N (ASTM D4833-INVE-904)
Resistencia al estallido Mullen----	1300 k Pa (ASTM D3786-INVE-904)
Resistencia al rasgado -----	250 N (ASTM D4533)
TAA -----	menor a 0.255 mm

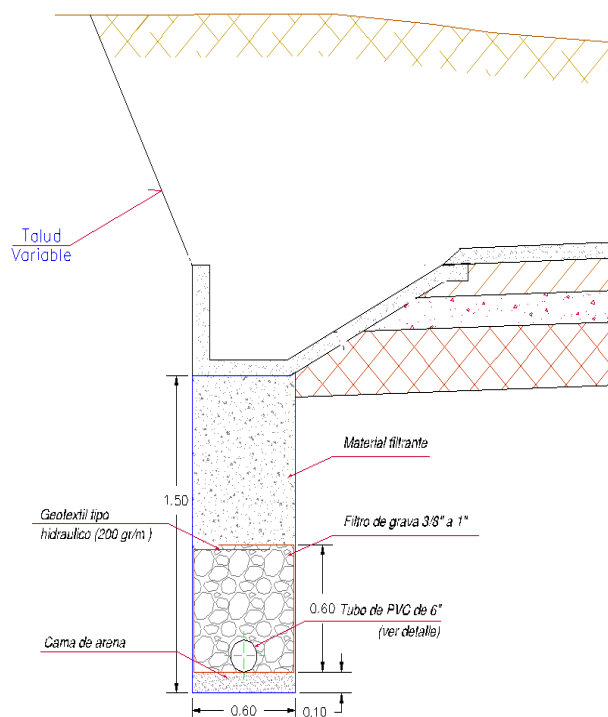
Los geotextiles que cumplen con estos requisitos son:

NT 3000, NT 4000, NT5000, NT 6000 y NT 7000

Además, deben cumplir con las especificaciones AASHTO – M288-96

Un tipo puede ser el TS-30, que tiene 0.08 mm de poros y permeabilidad planar de 13 lt/mh (10-3m/s), otro puede ser el CLASE 2 con permitividad mayor a 0.5 s-1 y TAA menor a 2.50 veces el D 85. O cualquier otro que cumpla las condiciones apropiadas; de acuerdo al perfil estratigráfico, el diseño es el siguiente:

**Gráfico 5: Sección Típica Subdren**



Fuente: Elaboración propia.

#### IV. ENSAYOS DE CALICATAS



<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro	
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Hecho por:</b> A.C.S.
<b>Material:</b>	Río Pichis	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
		<b>Fecha:</b> 28/08/2018

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### REGISTRO DE CALICATA

MATERIAL	:	Integral	M-1			
PROGRESIVA	:	--	SUCS	GP		
CALICATA	:	Calicata: 02	AASHTO	A-1-a ( 0 )		
LADO	:	Derecho	L.L	NT		
PROFUNDIDAD (m)	:	2.00	I.P	NP		
ANCHO (mts)	:	0.80	H.N%	9.1		

PROFUNDIDAD (metros)	0.00			
	0.10			
	0.20			
	0.30			
	0.50			
	0.60			
	0.70			
	0.80			
	0.90			
	1.10			
	1.30			
	1.50			
	--			
2.00				
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	2	GP	Gravas pobremente graduadas de color beige oscuro el material es de buen peso específico y de dureza alta

*Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en este depósito sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos*



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.

**Cantera:** Río Pichis

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Lado:** Derecho

**Fecha:** #####

**Material:** Integral

**Calicata: 01 Profundidad: 2.0**

**Tamaño Máximo :** 5"

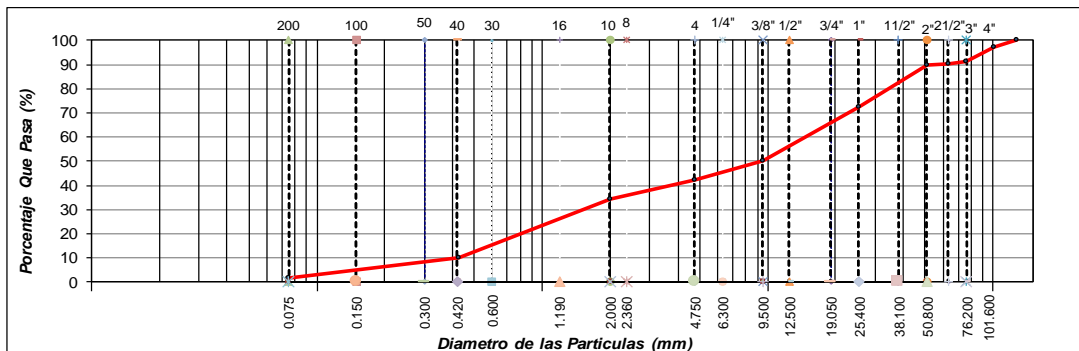
**Peso Inicial Seco :** 57761.0 g

**Fracción :** 830.3 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
ULGADA	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
5"	127.000				100.0	<b>Límite Líquido (LL) :</b> NT <b>Límite Plástico (LP) :</b> NP <b>Índice Plástico (IP) :</b> NP <b>Clasificación (SUCS) :</b> GP <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-1-a (0) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 9.1	
4"	101.600	1489.0	2.6	2.6	97.4		
3"	76.200	3453.0	6.0	8.6	91.4		
2 1/2"	63.300	718.0	1.2	9.8	90.2		
2"	50.800	173	0.3	10.1	89.9		--
1 1/2"	38.100	4027	7.0	17.1	82.9		
1"	25.400	5998	10.4	27.5	72.5		
3/4"	19.000	3686	6.4	33.8	66.2		
1/2"	12.500	5660	9.8	43.6	56.4		
3/8"	9.500	3617	6.3	49.9	50.1		--
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	4558	7.9	57.8	42.2	--	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	151.0	7.7	65.5	34.5	--	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	480.2	24.4	89.9	10.1	--	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075	167.7	8.5	98.4	1.6	--	
< Nº 200	FONDO	31.4	1.6	100.0			

**OBSERVACIONES :**

### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación: Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 57.8% de grava y arena en un 40.6% y material pasante la malla Nº 200 1.6% teniendo una clasificación SUCS= GP, grava mal graduada y clasificación AASHTO= A-1-a (0), que el material es adecuado para el empleo en conformación de pavimento teniendo una humedad de 9.1% el material no presenta límites de consistencia.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

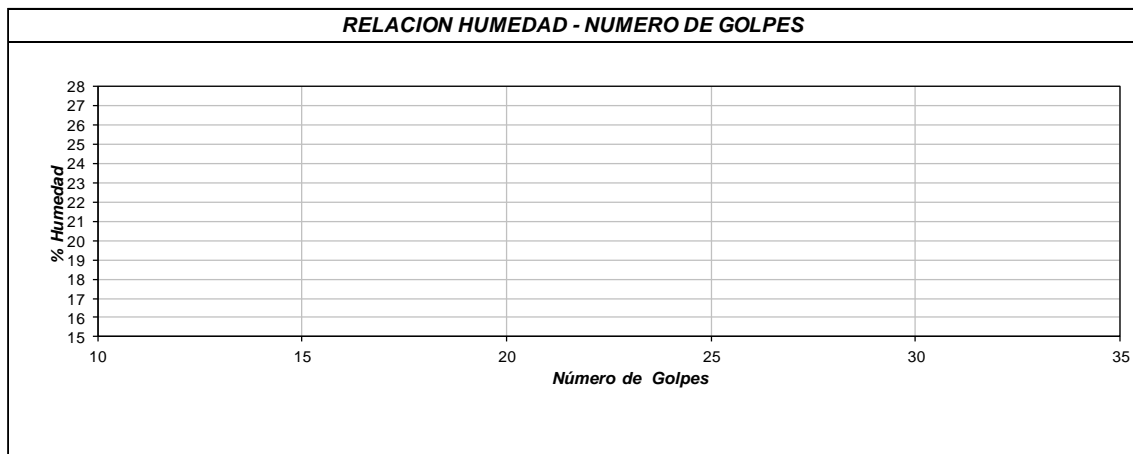
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro **Hecho por:** A.C.S.  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Ing. Responsable:** E.A.C  
**Cantera:** Río Pichis **Fecha:** 28/08/2018  
**Lado:** Derecho

**Calicata: 01 Profundidad 2.00**

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40	
		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Nro. de Recipiente	Nº		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	NT	NP
Peso de Recipiente (C)	g		
Peso del Agua (A-B)	g		
Peso del Suelo Seco (B-C)	g		
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%		
Nº De Golpes			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		NT	NP



*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material no presenta límites de consistencia por ser material muy limpio*

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 01      Profundidad: 2.00**

<b>Nº TARA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	621.00	
Peso de Material Seco + Tara	g	569.00	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	52.00	
Peso Material Seco	g	569.00	
Humedad Natural	%	9.14	
Promedio de Humedad	%		<b>9.1</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E- 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado semi saturado por ser material de río.*

**ABRASIÓN LOS ANGELES**

(MTC E - 207 - ASTM C 131 - AASTHO T 96)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 01 Profundidad: 2.0**

<b>GRADACIÓN</b>	<b>"A"</b>			
<b>ESFERAS</b>	<b>12</b>			
1.1/2" - 1"	1252			
1" - 3/4"	1251			
3/4" - 1/2"	1250			
1/2" - 3/8"	1250			
3/8" - 1/4"				
1/4" - Nº4	-			
Nº4 - Nº8	-			
<b>Peso Muestra</b>	<b>5003</b>			
Peso Retenido Tamiz Nº 12	3618			
Peso Pasante Tamiz Nº 12	1385			
<b>% DESGASTE</b>	<b>27.68</b>			
<b>PROMEDIO</b>		<b>27.7%</b>		

*Interpretación: Ensayo con norma ASTM T 96 y norma MTC E - 207 el desgaste de los Ángeles es para estimar el efecto perjudicial que origina a los materiales su grado de alteración, su baja resistencia estructural mediante el impacto de billas metálicas se determina el desgaste, el resultado obtenido del promedio de abrasión fue de 27.7% siendo un parámetro permisible, para el empleo de conformación de pavimentos la tolerancia permisibles es < 40.0%*

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
(MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T 176)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Cantera:** Río Pichis  
**Lado:** Derecho  
**Material:** Integral

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 01 Profundidad:**

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4.76	4.76	4.76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	16:20	16:22	16:24
4	Hora de Salida	16:30	16:32	16:34
5	Hora de Entrada	16:32	16:34	16:36
6	Hora de Salida	16:52	16:54	16:56
7	Altura Maxima de Material Fino	<b>4.00</b>	<b>4.20</b>	<b>4.50</b>
8	Altura Maxima de la Arena	<b>3.40</b>	<b>3.30</b>	<b>3.40</b>
9	<b>Equivalente de Arena (%)</b>	85.0	78.6	75.6
10	<b>Equivalente de Arena Promedio (%)</b>	<b>80.0</b>		

*Interpretación: normado por la ASTM D- 2419 y norma del MTC E – 114 este ensayo va a determinar la porosidad y permeabilidad del suelo por lo que es importante saber su capacidad de infiltrar agua a su aireación en nuestro caso el porcentaje obtenido fue de 80% estando dentro de las normas que lo especifica para el empleo de conformación de pavimentos el mínimo permisible de equivalente de arena es de >35%*

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESOS**

**MTC E 206 - ASTM C 127 - AASHTO T 85**

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Material:** Integral

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 01**

**Profundidad: 2.0**

**PIEDRA REDONDEADA**

RECIPIENTE	UNIDAD	1	2	3	PROMEDIO
A). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	g	2755.0	2688.0		
B). Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	g	1700.0	1652.0		
C). Vol. de Masa + Vol de Vacios = A-B	g	1055.0	1036.0		
D). Peso Material Seco en Estufa (105 °C)	g	2725.0	2658.0		
E). Vol. de Masa = C- (A - D)	g	1025.0	1006.0		
Peso Bulk (Base Seca) = D/C	g/cm <sup>3</sup>	2.583	2.566		2.574
Peso Bulk ( Base Saturada) = A/C	g/cm <sup>3</sup>	2.611	2.595		<b>2.603</b>
Peso Aparente ( Base Seca ) = D/E	g/cm <sup>3</sup>	2.659	2.642		2.650
% de Absorción = ((A - D)/D * 100 ))	%	1.101	1.129		1.1

*Interpretación: Norma ASTM C – 127 y norma MTC E – 206 determina la masa (peso unitario) de los agregados con el fin de utilizarlos en la selección de proporciones para el mezclado de un material a preparar la densidad del material agregado grueso está en el orden de un buen material con peso específico bien aceptable 2.603 gr/cm<sup>3</sup>*

**IMPUREZAS ORGÁNICAS**

MTC E 213 - ASTM C 40 - AASHTO T 21

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Material:** Integral

**Hecho Por:** A.C.S.

**Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 28/08/2018

Calicata: 01 Profundidad: 2.00

	TABLA DE COLORES ESTANDAR		RESULTADO DE LA PRUEBA			
			COLOR DEL LIQUIDO DE LA MUESTRA	INTERPRETACION	CONCLUSION	
<b>P R U E B A</b>	↑ MAS CLARO	1	<b>X</b>	POCO O NINGUN CONTENIDO DE COMPONENTE ORGÁNICO DANIÑO	APROBADO PARA USO	
		2				
	COLOR ESTANDAR DE REFERENCIA	3		CONTENIDO DE COMPONENTE ORGÁNICO ACEPTABLE		
	↓ MAS OSCURO	4		POSIBILIDAD DE CONTENIDO DE COMPONENTE ORGÁNICO DANIÑO		REQUIERE OTRAS PRUEBAS DE VERIFICACION
		5				



*Interpretación: Norma ASTM C – 40 y norma MTC E 213 nos hace referencia que la presencia de material orgánico en un material fino puede retrasar el fraguado y endurecimiento del concreto, además disminuye el desarrollo de la resistencia del concreto en otros caso deteriora la estructura trabajada el resultado obtenido nos indica que tiene poco o ninguno de contenido orgánico siendo un material aceptable para la elaboración de concreto.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Río Pichis  
**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 28/08/2018

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

#### REGISTRO DE CALICATA

MATERIAL	:	Integral	M-1				
PROGRESIVA	:	--	SUCS	GP			
CALICATA	:	Calicata: 02	AASHTO	A-1-a (0)			
LADO	:	Derecho	L.L	NT			
PROFUNDIDAD (m)	:	2.00	I.P	NP			
ANCHO (mts)	:	0.80	H.N%	9.3			

PROFUNDIDAD (metros)	0.00			
	0.10			
	0.20			
	0.30			
	0.50			
	0.60			
	0.70			
	0.80			
	0.90			
	1.10			
	1.30			
	1.50			
	--			
2.00				
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	2	GP	Gravas pobremente graduadas de color beige oscuro el material es de buen peso específico y de dureza alta

*Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Material:** Integral


**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

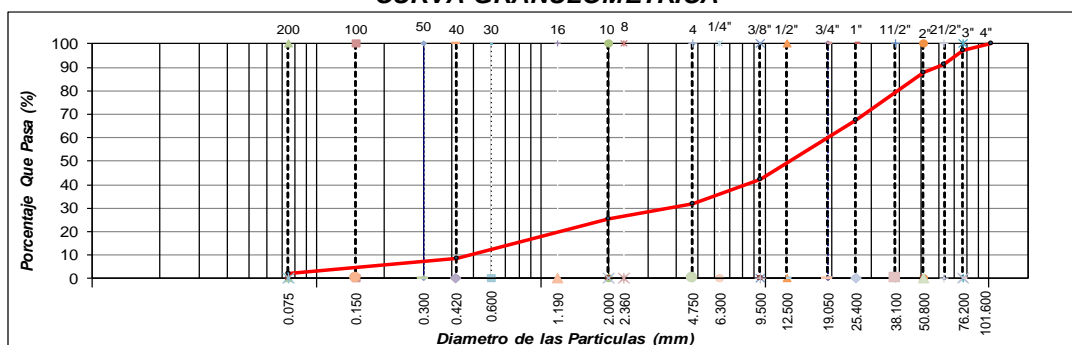
**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata:** 02 **Profundidad:** 2.0

**Tamaño Máximo :** 4"  
**Peso Inicial Seco :** 61562.0 g  
**Fracción :** 800.0 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ULGADA (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
5"	127.000					<b>Límite Líquido (LL) :</b> NT <b>Límite Plástico (LP) :</b> N <b>Índice Plástico (IP) :</b> N <b>Clasificación (SUCS) :</b> GP <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-1-a (0) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 9.3
4"	101.600			100.0		
3"	76.200	1879.0	3.1	3.1	96.9	
2 1/2"	63.300	3410.0	5.5	8.6	91.4	
2"	50.800	2375	3.9	12.4	87.6	
1 1/2"	38.100	4690	7.6	20.1	79.9	
1"	25.400	7639	12.4	32.5	67.5	
3/4"	19.000	4310	7.0	39.5	60.5	
1/2"	12.500	6755	11.0	50.4	49.6	
3/8"	9.500	4353	7.1	57.5	42.5	
1/4"	6.300					<b>OBSERVACIONES :</b> 
Nº 4	4.750	6600	10.7	68.2	31.8	
Nº 8	2.360					
Nº 10	2.000	162.0	6.4	74.7	25.3	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	421.0	16.7	91.4	8.6	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150					
Nº 200	0.075	155.3	6.2	97.6	2.4	
Nº 200 FONDO	61.7	2.4	100.0			

### CURVA GRANULOMETRICA



**Interpretación:** Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 68.2% de grava y arena en un 29.4% y material pasante la malla Nº 200 2.4% teniendo una clasificación SUCS= GP, grava mal graduada y clasificación AASHTO= A-1-a (0), que el material es adecuado para el empleo en conformación de pavimento teniendo una humedad de 9.1% el material no presenta límites de consistencia.

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

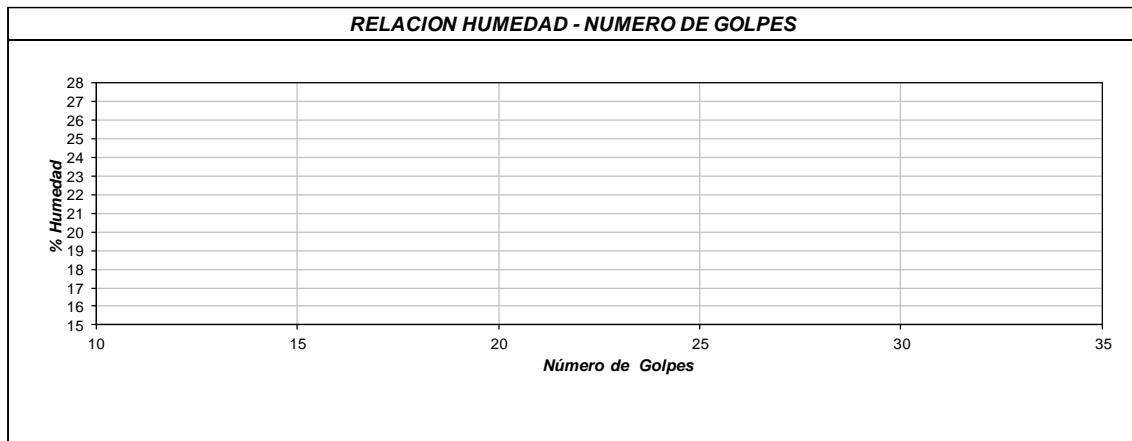
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

<b>Obra:</b> Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro	<b>Hecho por:</b> A.C.S.
<b>Tramo:</b> Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
<b>Cantera:</b> Río Pichis	<b>Fecha:</b> 28/08/2018
<b>Lado:</b> Derecho	<b>Código:</b> F2P-10-07-892
	<b>Versión:</b> 0

Calicata: 02 Profundidad 2

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40			
		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
Nro. de Recipiente	Nº				
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g				
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g				
Peso de Recipiente (C)	g				
Peso del Agua (A-B)	g				
Peso del Suelo Seco (B-C)	g				
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%				
Nº De Golpes					

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		NT	NP



Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material no presenta límites de consistencia por ser material muy limpio

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 02    Profundidad: 2**

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	555.00	
Peso de Material Seco + Tara	g	508.00	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	47.00	
Peso Material Seco	g	508.00	
Humedad Natural	%	9.25	
Promedio de Humedad	%		<b>9.3</b>



*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en 9.3% siendo su estado en semi saturado por ser material de río*

<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro	<b>Hecho por:</b> E.A.C
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
<b>Material:</b>	Río Pichis	<b>Fecha:</b> 28/08/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

<b>MATERIAL</b>	:	Integral	M-1				
<b>PROGRESIVA</b>	:	--	SUCS	GP			
<b>CALICATA</b>	:	Calicata: 03	AASHTO	A-1-a ( 0 )			
<b>LADO</b>	:	Derecho	L.L	NT			
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	:	2.00	I.P	NP			
<b>ANCHO (mts)</b>	:	0.80	H.N %	8.8			

PROFUNDIDAD (metros)	0.00			
	0.10			
	0.20			
	0.30			
	0.50			
	0.60			
	0.70			
	0.80			
	0.90			
	1.10			
	1.30			
	1.50			
	--			
2.00				
<b>REFERENCIA</b>	<b>DESCRIPCION DEL MATERIAL</b>	2	GP	Gravas pobremente graduadas de color beige oscuro el material es de buen peso especifico y de dureza alta

*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.

**Cantera:** Río Pichis

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Lado:** Derecho

**Fecha:** 28/08/2018

**Material:** Integral

**Calicata:** 03 **Profundidad:** 2.0

**Tamaño Máximo :** 3"

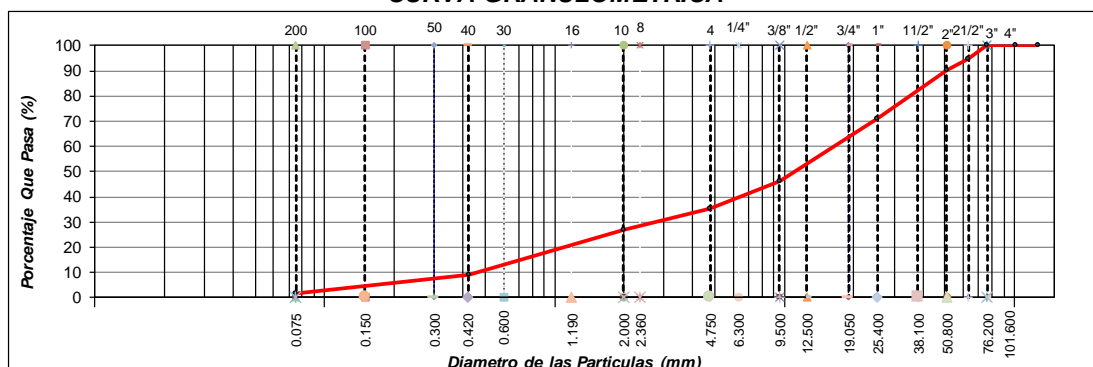
**Peso Inicial Seco :** 58432.0 g

**Fracción :** 812.5 g

TAMIZ		PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
5"	127.000						<b>Límite Líquido (LL) :</b> NT <b>Límite Plástico (LP) :</b> NP <b>Índice Plástico (IP) :</b> NP <b>Clasificación (SUCS) :</b> GP <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-1-a (0) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 8.8
4"	101.600						
3"	76.200				100.0		
2 1/2"	63.300	3162.0	5.4	5.4	94.6		
2"	50.800	2532	4.3	9.7	90.3	--	
1 1/2"	38.100	4060	6.9	16.7	83.3		
1"	25.400	7324	12.5	29.2	70.8		
3/4"	19.000	4520	7.7	37.0	63.0		
1/2"	12.500	5344	9.1	46.1	53.9		
3/8"	9.500	4520	7.7	53.8	46.2	--	
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	6172	10.6	64.4	35.6	--	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	197.1	8.6	73.0	27.0	--	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	410.5	18.0	91.0	9.0	--	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075	162.7	7.1	98.2	1.8	--	
< Nº 200	FONDO	42.2	1.8	100.0			


**OBSERVACIONES :**

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 64.4% de grava y arena en un 33.8% y material pasante la malla Nº 200 1.8% teniendo una clasificación SUCS= GP, grava mal graduada y clasificación AASHTO= A-

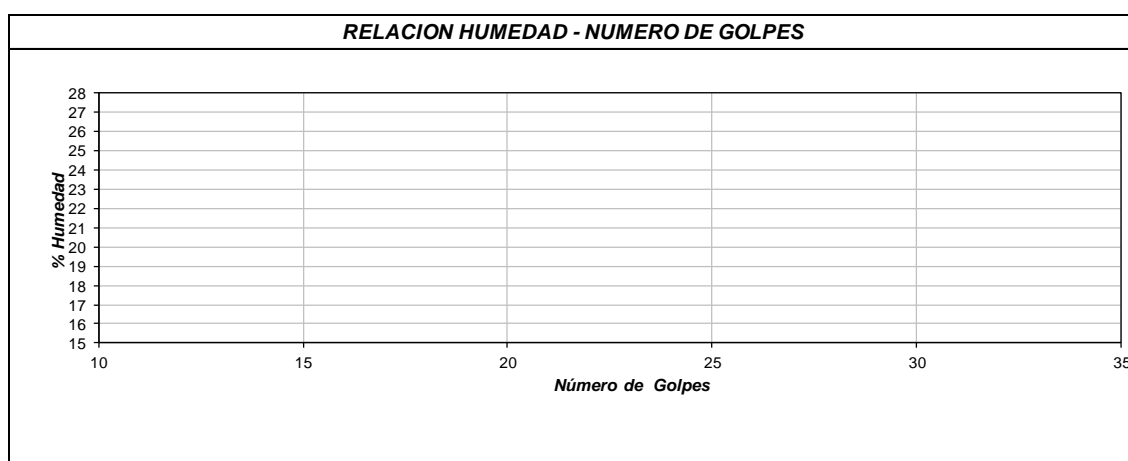
1-a (0), que el material es adecuado para el empleo en conformación de pavimento teniendo una humedad de 9.1% el material no presenta límites de consistencia.

								
<b>LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</b> (MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)								
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</b>								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%; border: none;"> <b>Obra:</b> Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro         </td> <td style="width: 40%; border: none; text-align: right;"> <b>Hecho por:</b> A.C.S.         </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <b>Tramo:</b> Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución         </td> <td style="border: none; text-align: right;"> <b>Ing. Responsable:</b> E.A.C         </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <b>Cantera:</b> Río Pichis         </td> <td style="border: none; text-align: right;"> <b>Fecha:</b> 28/08/2018         </td> </tr> <tr> <td style="border: none;"> <b>Lado:</b> Derecho         </td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	<b>Obra:</b> Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro	<b>Hecho por:</b> A.C.S.	<b>Tramo:</b> Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C	<b>Cantera:</b> Río Pichis	<b>Fecha:</b> 28/08/2018	<b>Lado:</b> Derecho	
<b>Obra:</b> Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro	<b>Hecho por:</b> A.C.S.							
<b>Tramo:</b> Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C							
<b>Cantera:</b> Río Pichis	<b>Fecha:</b> 28/08/2018							
<b>Lado:</b> Derecho								

Calicata: 03 Profundidad 2

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40			
		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
Nro. de Recipiente	Nº				
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g				
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g		NT		NP
Peso de Recipiente (C)	g				
Peso del Agua (A-B)	g				
Peso del Suelo Seco (B-C)	g				
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%				
Nº De Golpes					

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
		NT	NP



Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material no presenta límites de consistencia por ser material muy limpio

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 03    Profundidad: 2**

<b>Nº TARA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	532.00	
Peso de Material Seco + Tara	g	489.00	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	43.00	
Peso Material Seco	g	489.00	
Humedad Natural	%	8.79	
Promedio de Humedad	%		<b>8.8</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra con 8.8% se encuentra en estado semi saturado por ser material de río*

**ABRASIÓN LOS ANGELES**

(MTC E - 207 - ASTM C 131 - AASTHO T 96)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Cantera:** Río Pichis

**Lado:** Derecho

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 28/08/2018

**Calicata: 03 Profundidad: 2**

GRADACIÓN	"A"			
<b>ESFERAS</b>	<b>12</b>			
1.1/2" - 1"	1252			
1" - 3/4"	1251			
3/4" - 1/2"	1250			
1/2" - 3/8"	1249			
3/8" - 1/4"				
1/4" - N°4	-			
N°4 - N°8	-			
<b>Peso Muestra</b>	<b>5002</b>			
Peso Retenido Tamiz N° 12	3652			
Peso Pasante Tamiz N° 12	1350			
<b>% DESGASTE</b>	<b>26.99</b>			
<b>PROMEDIO</b>	<b>27.0%</b>			

*Interpretación: Ensayo con norma ASTM T 96 y norma MTC E - 207 el desgaste de los Ángeles es para estimar el efecto perjudicial que origina a los materiales su grado de alteración, su baja resistencia estructural mediante el impacto de billas metálicas se determina el desgaste, el resultado obtenido del promedio de abrasión fue de 27.0% siendo un parámetro permisible, para el empleo de conformación de pavimentos la tolerancia permisible es < 40.0%*



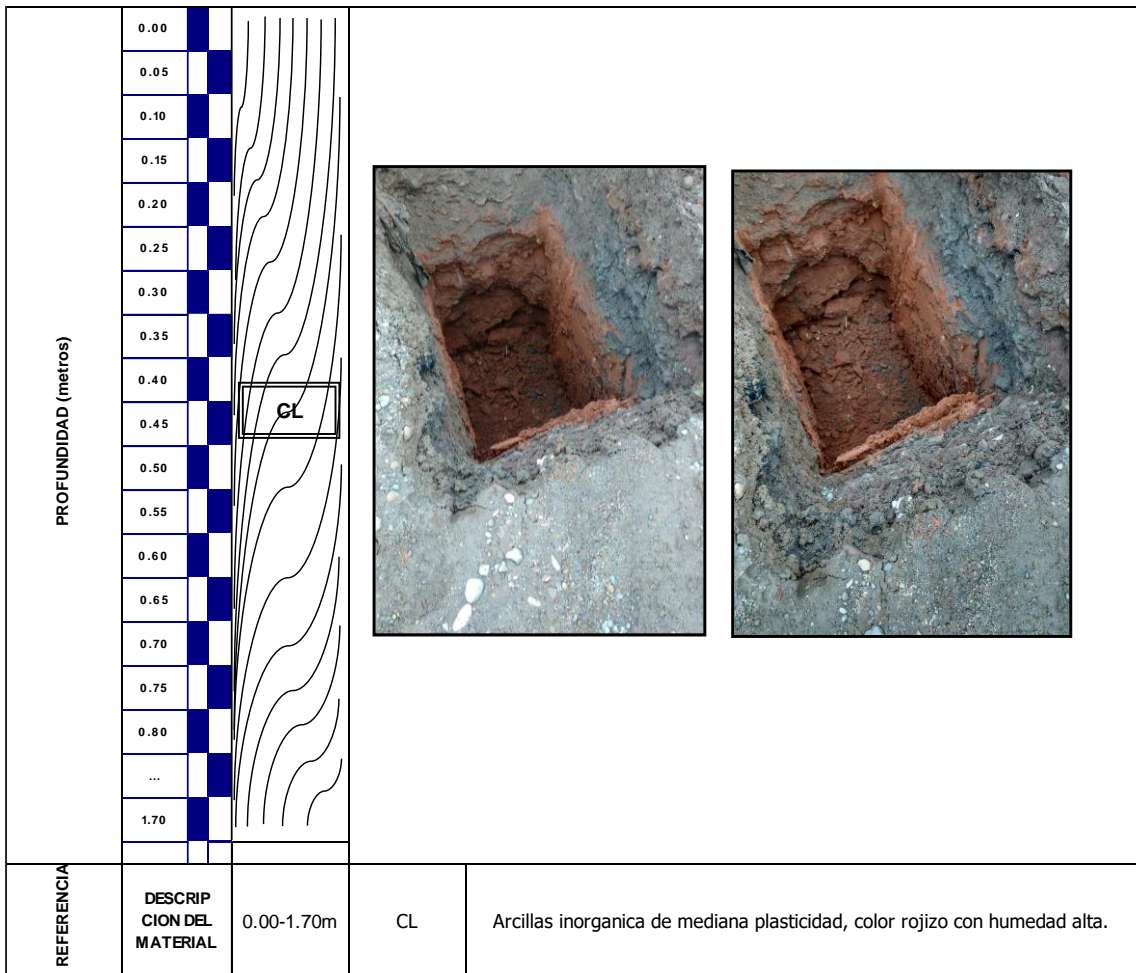
**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Calicata:** 1

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 01/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

MATERIAL	:	Terreno existente	M-1				
PROGRESIVA	:	km 00+000 - 00+230	SUCS	CL			
CALICATA	:	C-1	AASHTO	A-6 ( 11 )			
LADO	:	Derecho	L.L	36.00			
PROFUNDIDAD (m)	:	1.70	I.P	18.4			
ANCHO (mts)	:	0.80	H.N %	34.5			



*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+000 - 00+230

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 01/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+040 Der

**Tamaño Máximo :** 3/8"

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.7 m

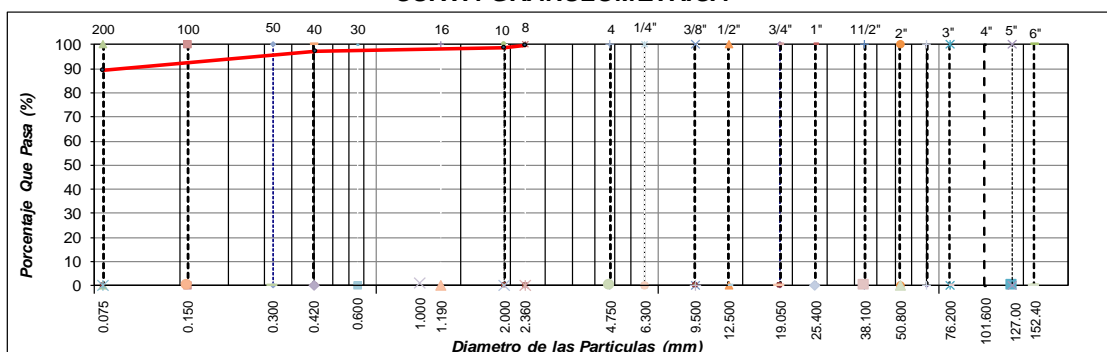
**Peso Inicial Seco :** 318.8 g

**Fracción :** 318.8 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 36.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 17.6 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 18.4 <b>Clasificación (SUCS) :</b> CL <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-6 ( 11 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 34.5
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	--
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	1.7	0.5	0.5	99.5	--
Nº 8	2.360			0.5	99.5	--
Nº 10	2.000	3.0	0.9	1.5	98.5	--
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	4.6	1.4	2.9	97.1	--
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	10.0	3.1	6.1	93.9	
Nº 200	0.075	14.8	4.6	10.7	89.3	--
< Nº 200	FONDO	284.7	89.3	100.0		

OBSERVACIONES :

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.5% de grava y arena en un 10.2% y material pasante la malla Nº 200= 89.3% teniendo una clasificación SUCS= CL, Arcilla limosa y clasificación AASHTO= A-6 (11), material inadecuado para el empleo como terreno de sostenimiento para pavimento, teniendo una humedad natural de 34.5% estando en estado saturado.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+000 - 00+230

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 01/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+040 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	1917.00	
Peso de Material Seco + Tara	g	1424.90	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	492.10	
Peso Material Seco	g	1424.90	
Humedad Natural	%	34.54	
Promedio de Humedad	%		<b>34.5</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado con 34.5% de humedad natural*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+000 - 00+230

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

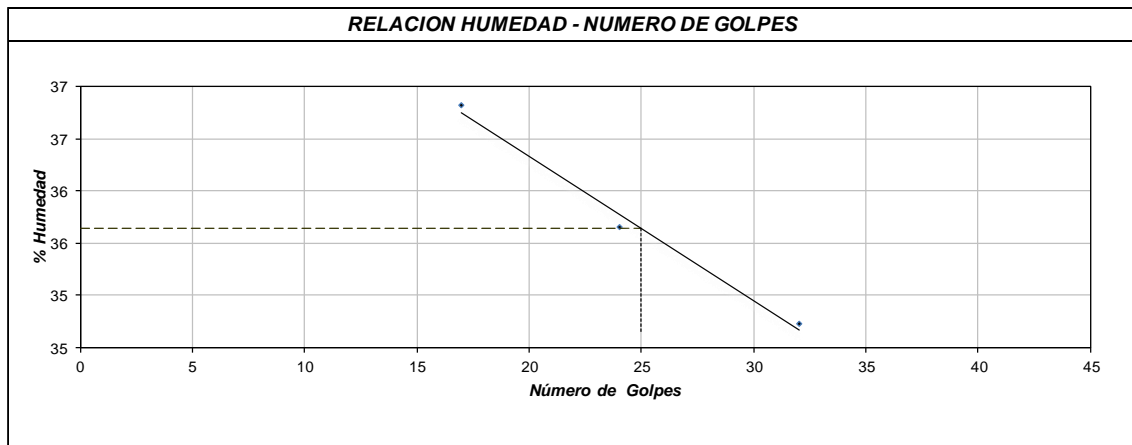
**Fecha:** 01/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+040 Der

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente	N°	21	20	19	29	30	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	23.57	28.15	28.33	10.96	10.43	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	19.27	22.66	22.95	10.12	9.68	
Peso de Recipiente (C)	g	7.59	7.26	7.46	5.29	5.45	
Peso del Agua (A-B)	g	4.3	5.49	5.38	0.84	0.75	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.68	15.4	15.49	4.83	4.23	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	36.8	35.6	34.7	17.4	17.7	
N° De Golpes		17	24	32			

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	36.0	17.6	

*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material presenta límites de consistencia siendo muy susceptible al acolchamiento el material.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 00+000 - 00+230

**Fecha:** 01/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 001

**Punto de muestreo:** km 00+040 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m

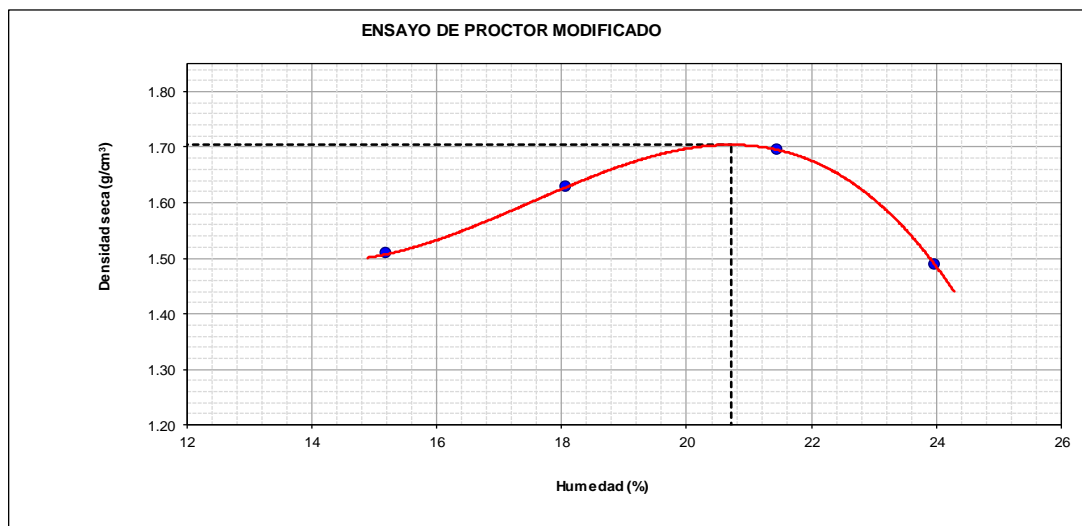
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	5,945	6,120	6,247	6,046	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,625	1,800	1,927	1,726	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.736	1.923	2.059	1.844	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	369.3	415.9	484.5	436.3	
Peso Suelo Seco + Tara	g	320.6	352.2	398.9	351.9	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	48.7	63.7	85.6	84.4	
Peso del Suelo Seco	g	321	352	399	352	
Contenido de Agua	%	15.2	18.1	21.5	24.0	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.507	1.629	1.695	1.487	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.704 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>20.7 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standart” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía utilizada.*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+000 - 00+230

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO							
		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	1		11		18			
Capas	Nº	5		5		5			
Golpes por capa	Nº	56		25		12			
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo	g	12896	13077	12657	12924	12205	12589		
Peso de molde	g	8556	8556	8545	8545	8282	8282		
Peso del suelo húmedo	g	4340	4521	4112	4379	3923	4307		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2110	2110	2110	2110	2122	2122		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.057	2.143	1.949	2.075	1.849	2.030		
Tara	Nº	1		2		3		4	
Peso suelo húmedo + tara	g	316.5	438.0	408.3	516.0	495.5	453.0		
Peso suelo seco + tara	g	262.3	348.2	338.6	402.0	410.7	346.0		
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	g	54.2	89.8	69.7	114.0	84.8	107.0		
Peso de suelo seco	g	262.3	348.2	338.6	402.0	410.7	346.0		
Contenido de humedad	%	20.7	25.8	20.6	28.4	20.6	30.9		
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.705	1.703	1.616	1.617	1.532	1.550		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/09/2018	14:00:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
03/09/2018	14:00:00	24	0.099	2.515	2.0	0.109	2.769	2.2	0.129	3.277	2.6
04/09/2018	14:00:00	24	0.132	3.353	0.7	0.159	4.039	1.0	0.165	4.191	0.7
05/09/2018	14:00:00	24	0.158	4.013	0.5	0.198	5.029	0.8	0.232	5.893	1.3
06/09/2018	14:00:00	24	0.179	4.547	0.4	0.217	5.512	0.4	0.274	6.960	0.8
					3.6			4.3			5.5

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA Dial(div)	kg	kg	%	CARGA Dial(div)	kg	kg	%	CARGA Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0		0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.250		6.0	10.6		5.0	6.1			4.0	1.7			
1.270	0.500		9.0	24.1		6.0	10.6			5.0	6.1			
1.905	0.750		12.0	37.6		9.0	24.1			6.0	10.6			
2.540	1.000	70.455	15.0	51.1	50.8	3.5	10.0	28.6	30.6	2.1	8.0	19.6	22.0	1.5
3.180	1.252		17.0	60.1		12.0	37.6			9.0	24.1			
3.810	1.500		19.0	69.1		13.0	42.1			11.0	33.1			
5.080	2.000	105.68	23.0	87.1	87.3	4.0	14.0	46.6	48.3	2.2	13.0	42.1	41.2	1.9
7.620	3.000		29.0	114.0		16.0	55.6			15.0	51.1			
10.160	4.000		32.0	127.5		18.0	64.6			18.0	64.6			
12.700	5.000		37.0	149.9		20.0	73.6			19.0	69.1			

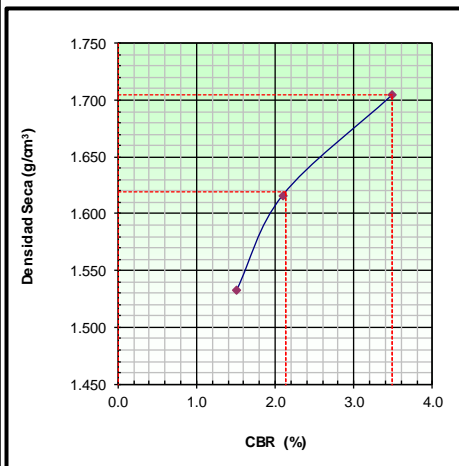
*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de rellenos, explanadas así como clasificación de terreno*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 00+000 - 00+230  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 06/09/2018



**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.704  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 20.7  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.619

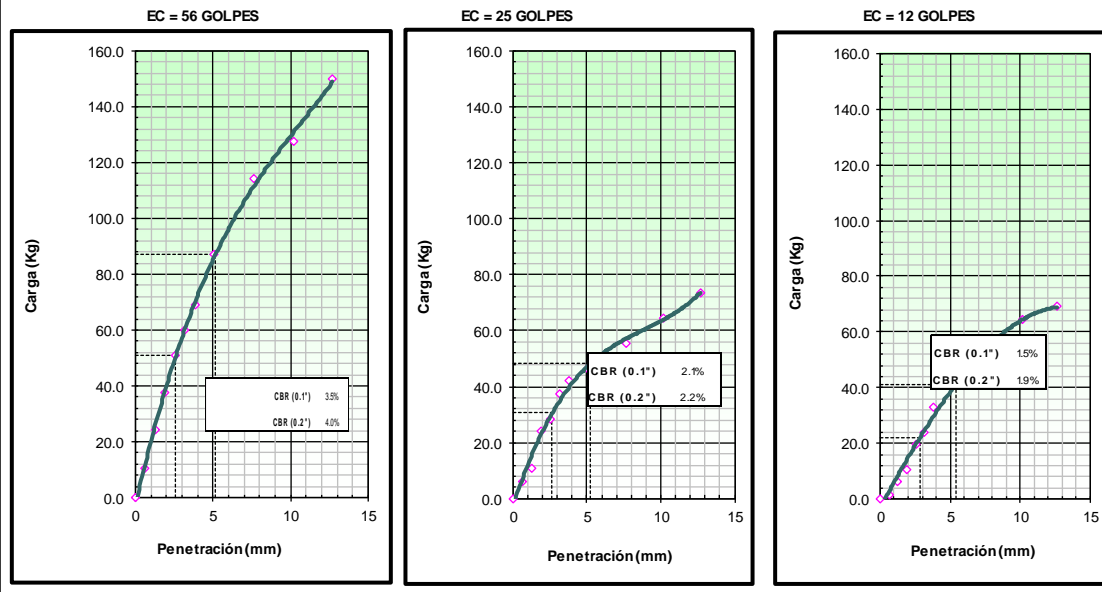
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	<b>0.1"</b> :	3.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	<b>0.1"</b> :	2.1

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 2.1 %  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.5 %**

**OBSERVACIONES:**

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR : **No cumple** con el Requerimiento.



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

Hecho por: A.C.S.  
 Ing. Responsable: E.A.C  
 Fecha: 06/09/2018

ESPORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE										LADO: Derecho/Izquierdo				
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD														
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-1	Km 00+000	Km 00+230	Km 00+040	C-1	1.70	34.5	36.0	17.6	18.4	CL	A-6 (11)	2.1	20.7	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION	Suelo inadecuado					
C-1	A-6 (11)	Suelo inadecuado	0.1	Suelo inadecuado	0.23	Suelo inadecuado	34.5	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-1	1.704	20.7	3.5	2.1

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

CBR > 20%	CBR < 6% (1)
7.38E+06 W18	7380000 W18
-1.282 Zr	-1.282 Zr
0.45 So	0.45 So
1.5 Δ PSI	1.5 Δ PSI
30.0 CBR	2.1 CBR
20810.8 Mr	4146.1 Mr
SN <sub>e</sub> = 3.34	SN <sub>e</sub> = 5.97
6.87	(1) 6.87
6.87	(2) 6.87
m <sub>a</sub> = 0.9	Variar SN, hasta que (1)=(2)
a <sub>a</sub> = 0.094	
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a <sub>4</sub> x m <sub>4</sub> )	D <sub>r</sub> (Pulg) = 31.1
	D <sub>r</sub> (cm) = 79.0
Adoptado =>>>>	D <sub>4</sub> (m) = 0.80

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y DE LA EXPANSION LIBRE**

Cuadro N° 4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0

**Expansión libre (%)**

Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL - 0.27x w<sub>o</sub>

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- w<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

Expansion Final    S (%) = Sf [ 1 - 0.72 √ p<sub>s</sub> ]

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- p<sub>s</sub> = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holztz hy Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(1)	1.70	CL	A-6 (11)	34.5	36.0	17.6	18.4	Medio	2.34	0.2422	1.51	No Requiere



4) SUELOS BLANDOS

Cuadro N°4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que está dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left(1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

MODELO DE BOUSSINESQ

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-1	0.234	Medio	0.90

Datos:

$q_0 = 5.6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $a = 10.8$  cm  
 $z = 135$  cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:  
 Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

Resultados:

$\sigma_z = 0.1$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado  $\Rightarrow$  90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

Criterios:

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
 OK

CRITERIOS

0.10 Kg/cm<sup>2</sup>

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos)

Análisis e interpretación:

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor: 0.1  $\leq$  0.1 kg/cm<sup>2</sup> ok

DATOS DE LABORATORIO											LADO: Derecho/Izquierdo			
N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		INDICE DE CONSISTENCIA	VALORES INDICE		EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS		COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-1	km 00+000	km 00+230	34.5	36.0	17.6	18.4	1.704	20.7	3.5	2.1	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

ESPESORES DE MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo		
N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)		
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS			
C-1	Km. 00+000	Km. 00+230	230.00	Toda la Plat.	CL	A-6 (11)	0.80	No Requiere	0.70	0.90	0.90		

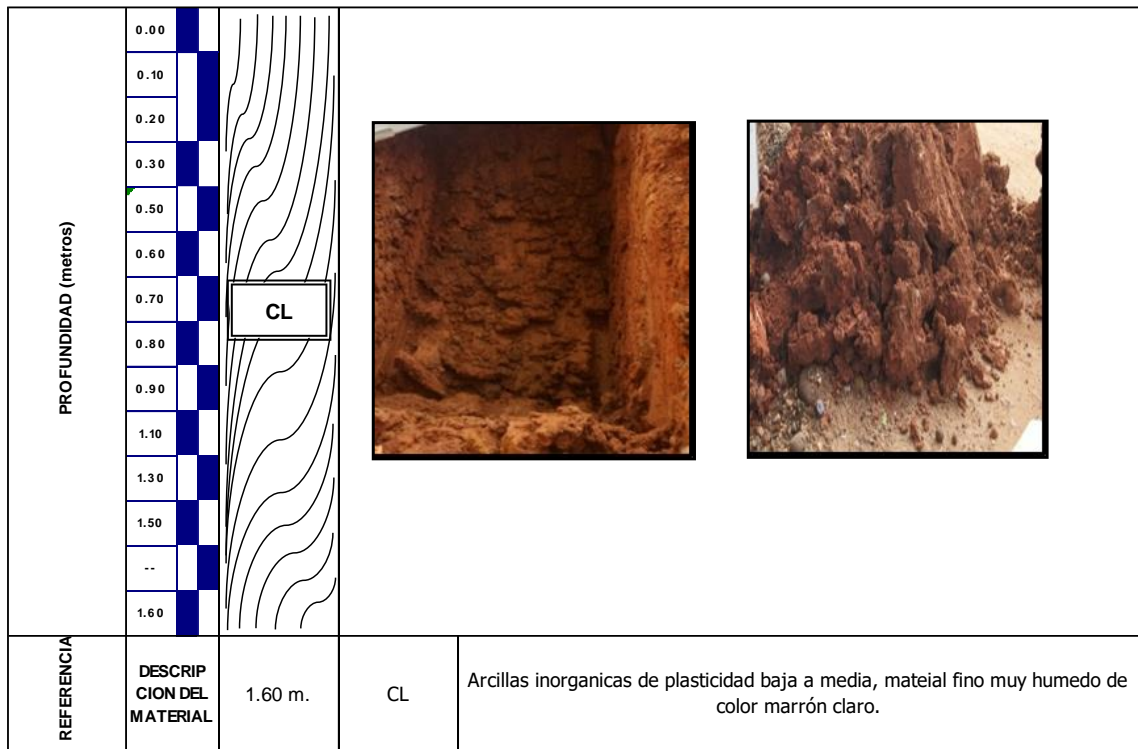
Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodología de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de compresibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro	<b>Hecho por:</b> A.C.S
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
<b>Material:</b>	Terreno existente	<b>Fecha:</b> 02/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

MATERIAL	:	Terreno existente	M-1				
PROGRESIVA	:	km 00+230 - 00+420	SUCS	CL			
CALICATA	:	C-002	AASHTO	A-6 ( 10 )			
LADO	:	Izquierdo	L.L	39.00			
PROFUNDIDAD (m)	:	1.60 m.	I.P	15.7			
ANCHO (mts)	:	0.80	H.N %	40.0			



*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+230 - 00+420

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** C-002

**Hecho por:** A.C.S

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+250 Izq.

**Tamaño Máximo :** Nº 8

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.60 m.

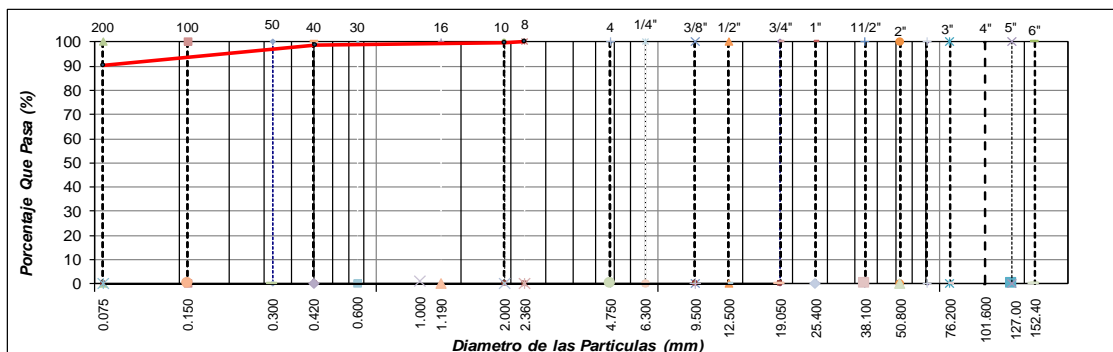
**Peso Inicial Seco :** 395.6 g

**Fracción :** 395.6 g

TAMIZ PULGADAS	PESO (mm)	PESO RETENIDO	%	%	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
6"	152.400						<b>Límite Líquido (LL) :</b> 39.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 23.3 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 15.7 <b>Clasificación (SUCS) :</b> CL <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-6 ( 10 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 40.0
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.300						
2"	50.800					--	
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500					--	
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750					--	
Nº 8	2.360				100.0		
Nº 10	2.000	0.4	0.1	0.1	99.9	--	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	5.2	1.3	1.4	98.6	--	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	16.0	4.0	5.5	94.5		
Nº 200	0.075	17.0	4.3	9.8	90.2	--	
< Nº 200	FONDO	357.0	90.2	100.0			

OBSERVACIONES :

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación: Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.00% de grava y arena en un 9.8% y material pasante la malla Nº200 = 90.2% teniendo una clasificación SUCS= CL, Arcilla limosa y clasificación AASHTO= A-6 (10), que el material es inadecuado para capa de sostenimiento de pavimento teniendo una humedad de 40.0% estando en estado de saturado..*

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 00+230 - 00+420

**Fecha:** 02/09/2018

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** C-002

**Punto de muestreo:** km 00+250 Izq.

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.60 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	476.90	
Peso de Material Seco + Tara	g	340.70	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	136.20	
Peso Material Seco	g	340.70	
Humedad Natural	%	39.98	
Promedio de Humedad	%	<b>40.0</b>	

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+230 - 00+420

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** C-002

**Hecho por:** A.C.S

**Ing. Responsable:** E.A.C

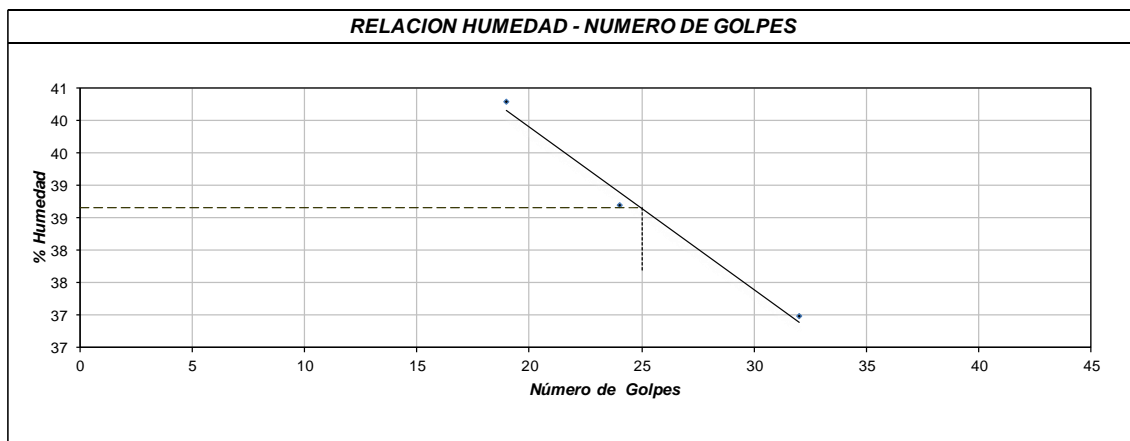
**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+250 Izq.

**Muestra:** Tomada de calicata profundidad 1.60 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40				
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. de Recipiente	N°	2	12	15	6	14
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	54.71	55.09	50.74	16.45	16.57
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	50.95	51.50	47.75	15.88	15.98
Peso de Recipiente (C)	g	40.78	42.22	40.33	13.40	13.48
Peso del Agua (A-B)	g	3.76	3.59	2.99	0.57	0.59
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	10.17	9.28	7.42	2.48	2.50
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	37.0	38.7	40.3	23.0	23.6
N° De Golpes		32	24	19		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		39.0	23.3

*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material tiene un alto a mediano su contenido de plasticidad.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+000 - 00+230

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 01/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+250 Izq.

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.60 m.

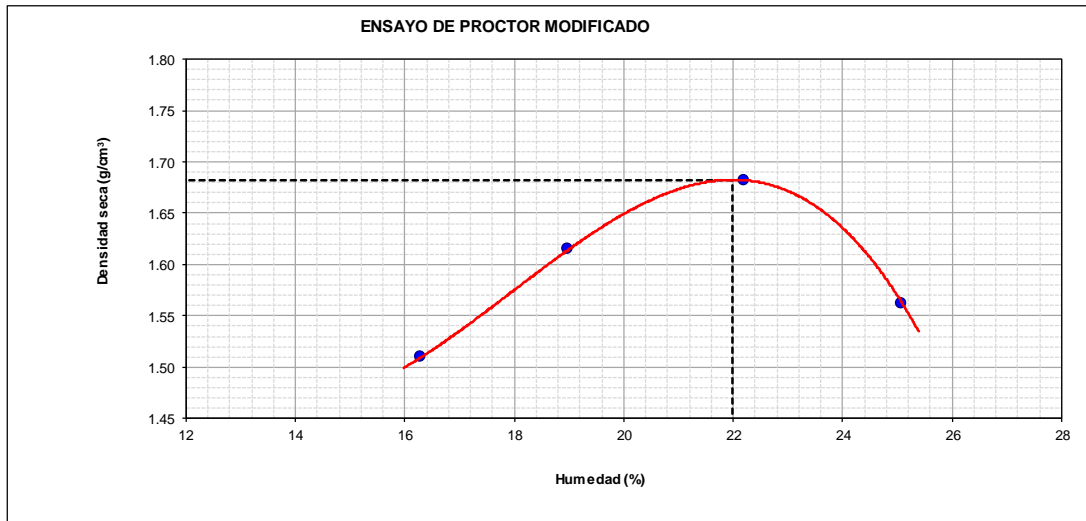
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	5,963	6,118	6,244	6,149	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,643	1,798	1,924	1,829	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.755	1.921	2.056	1.954	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	470.4	433.0	415.0	426.8	
Peso Suelo Seco + Tara	g	404.5	363.9	339.6	341.2	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	65.9	69.1	75.4	85.6	
Peso del Suelo Seco	g	405	364	340	341	
Contenido de Agua	%	16.3	19.0	22.2	25.1	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.509	1.614	1.682	1.562	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.683 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>22.0 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standart” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía utilizada.*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 00+000 - 00+230  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 03/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO							
		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	1		2		3			
Capas	Nº	5		5		5			
Golpes por capa	Nº	56		25		12			
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo	g	12234	12430	12420	12642	12352	12745		
Peso de molde	g	7872	7872	8273	8273	8537	8537		
Peso del suelo húmedo	g	4362	4558	4147	4369	3815	4208		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2121	2121	2122	2122		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.054</b>	<b>2.146</b>	<b>1.955</b>	<b>2.060</b>	<b>1.798</b>	<b>1.983</b>		
Tara	Nº	1		2		3		4	
Peso suelo húmedo + tara	g	403.5	462.5	416.3	422.0	464.4	436.2		
Peso suelo seco + tara	g	330.6	375.3	340.7	340.3	379.8	348.5		
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	g	72.9	87.2	75.6	81.7	84.6	87.7		
Peso de suelo seco	g	330.6	375.3	340.7	340.3	379.8	348.5		
Contenido de humedad	%	22.1	23.2	22.2	24.0	22.3	25.2		
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.683</b>	<b>1.741</b>	<b>1.600</b>	<b>1.661</b>	<b>1.470</b>	<b>1.584</b>		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
03/09/2018	14:20:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
04/09/2018	14:20:00	24	0.166	4.216	3.3	0.203	5.156	4.1	0.255	6.477	5.1
05/09/2018	14:20:00	24	0.233	5.918	1.3	0.275	6.985	1.4	0.299	7.595	0.9
06/09/2018	14:20:00	24	0.266	6.756	0.7	0.322	8.186	0.9	0.355	9.017	1.1
07/09/2018	14:20:00	24	0.295	7.493	0.6	0.335	8.509	0.3	0.388	9.855	0.7
					5.9			6.7			7.8

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	Pulgadas	kg/cm <sup>2</sup>	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		4.1	9.6			2.4	1.8			2.0	0.0		
1.270	0.500		7.0	22.9			3.0	4.6			2.4	1.6		
1.905	0.750		9.6	34.8			3.7	7.8			2.9	3.9		
2.540	1.000	70.455	11.5	43.4	47.9	3.3	4.7	12.4	16.3	1.1	3.3	5.7	9.1	0.6
3.180	1.252		14.0	54.9			5.9	17.8			4.1	9.4		
3.810	1.500		16.5	66.3			7.8	26.5			5.1	14.0		
5.080	2.000	105.68	23.3	97.4	89.8	4.2	10.0	36.6	37.7	1.7	6.3	19.7	19.1	0.9
7.620	3.000		28.3	120.2			14.5	57.2			7.5	24.9		
10.160	4.000		32.3	138.5			17.5	70.9			9.3	33.2		
12.700	5.000		35.3	152.2			20.2	83.2			10.2	37.5		

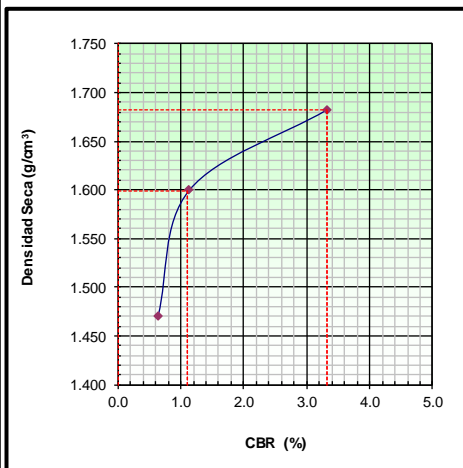
*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como rellenos, capas de rellenos, banquetas así como clasificación de terreno*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 00+000 - 00+230  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** N° 001

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 07/09/2018



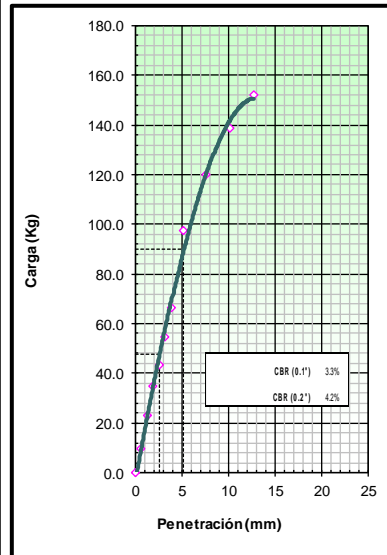
**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.683  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 22.0  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.598

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	3.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	1.1

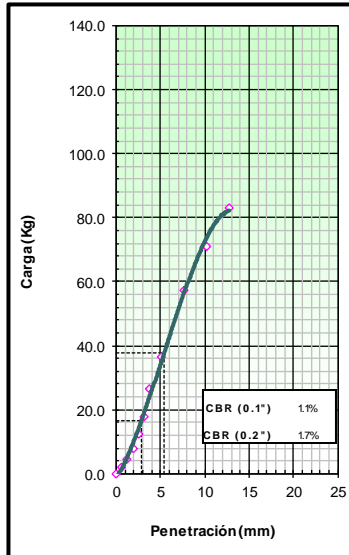
**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 1.1 %  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.3 %**

**OBSERVACIONES:**  
 De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR : **No cumple** con el Requerimiento.

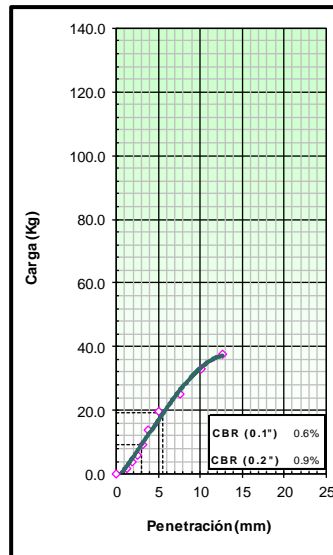
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*



**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 07/09/2018

ESPORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD											CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION	
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-002	Km 00+230	Km 00+420	Km 00+250	C-002	1.60 m.	40.0	39.0	23.3	15.7	CL	A-6 (10)	1.1	22.0	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION						
C-002	A-6 (10)	Suelo inadecuado	-0.1	Suelo inadecuado	0.26	Suelo inadecuado	40.0	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm3)	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-002	1.683	22.0	3.3	1.1

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

CBR > 20%		CBR < 6%		C-002
7.38E+06	W18	7380000	W18	
-1.282	Zr	-1.282	Zr	
0.45	So	0.45	So	
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI	
30.0	CBR	1.1	CBR	
20810.8	Mr	2724.0	Mr	
SN <sub>o</sub> = 3.34		SN <sub>r</sub> = 6.79		
6.87	(1)	6.87		
6.87	(2)	6.87		
m <sub>s</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)		
a <sub>s</sub> = 0.094				
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a4 x m4)		D <sub>2</sub> (Pulg) = 40.7		
		D <sub>4</sub> (cm) = 103.5		
Adaptado =>>>>		D <sub>4</sub> (m) = 1.05		

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y DE LA EXPANSION LIBRE**

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 – 35.0

**Expansión libre (%)**

Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL – 0.27x w<sub>o</sub>

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- W<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

Expansion Final S (%) = Sf [ 1-0.72 √ p<sub>s</sub> ]

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- p<sub>s</sub> = Presión de sobrecarga (kg/cm2) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holttz hy Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
C-002	1.60 m.	CL	A-6 (10)	40.0	39.0	23.3	15.7	Medio	3.41	0.2422	2.20	No Requiere

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N° 4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-002	0.261	Medio	0.90

**Datos:**

$q_0 =$  5.6 kg/cm<sup>2</sup>  
 $a =$  10.8 cm  
 $z =$  135 cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

**Resultados:**

$\sigma_z =$  0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado =>>> 90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
**OK**

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) 0.10 Kg/cm<sup>2</sup>

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor: 0.1  $\leq$  0.1 kg/cm<sup>2</sup> ok

N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-002	Km 00+230	Km 00+420	40.0	39.0	23.3	15.7	1.683	22.0	3.3	1.1	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-002	Km 00+230	Km 00+420	190.00	Toda la Plat.	CL	A-6 (10)	1.05	No Requiere	0.70	0.90	1.05

Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodología de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

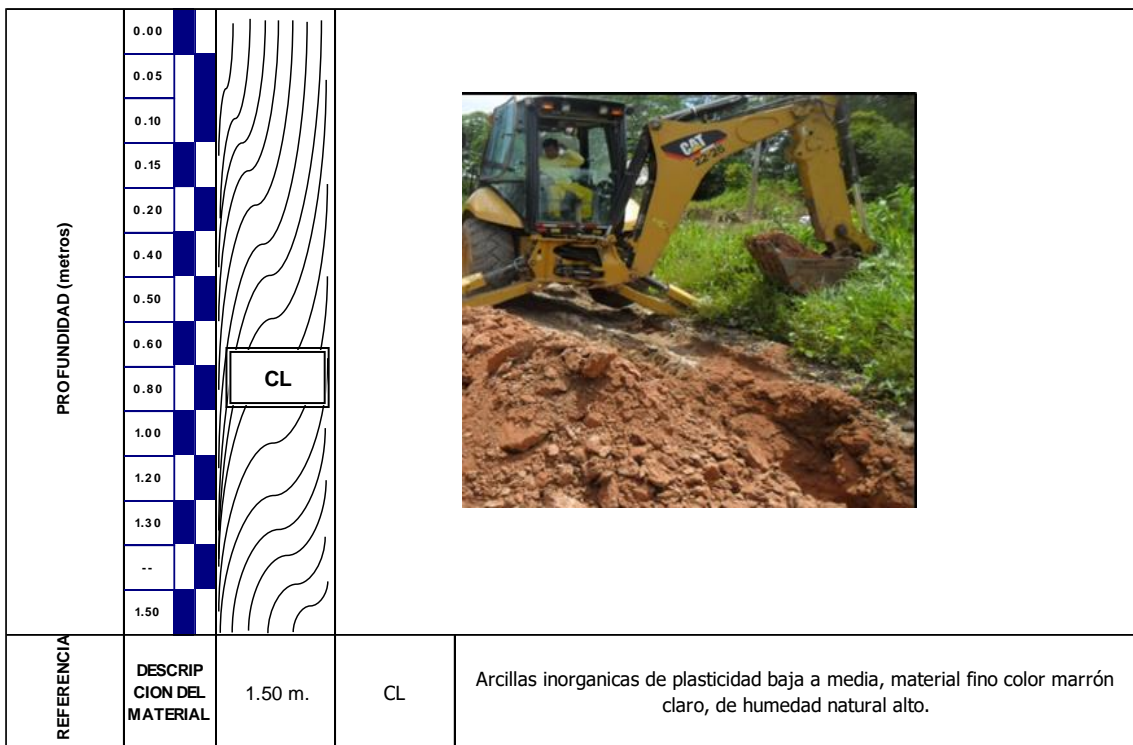
**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente

**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 02/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

MATERIAL	:	Terreno existente	M-1				
PROGRESIVA	:	km 00+420 - 00+700	SUCS	CL			
CALICATA	:	C-003	AASHTO	A-6 ( 11 )			
LADO	:	Derecho	L.L	34.00			
PROFUNDIDAD (m)	:	1.50 m.	I.P	16.7			
ANCHO (mts)	:	0.80	H.N %	33.3			



*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+420 - 00+700

**Carril:** Derecho

**Calicata:** C-003

**Hecho por:** A.C.S

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+500 Der

**Muestra:** Tomada de calicata profundidad 1.50 m.

**Tamaño Máximo:** 3/8"

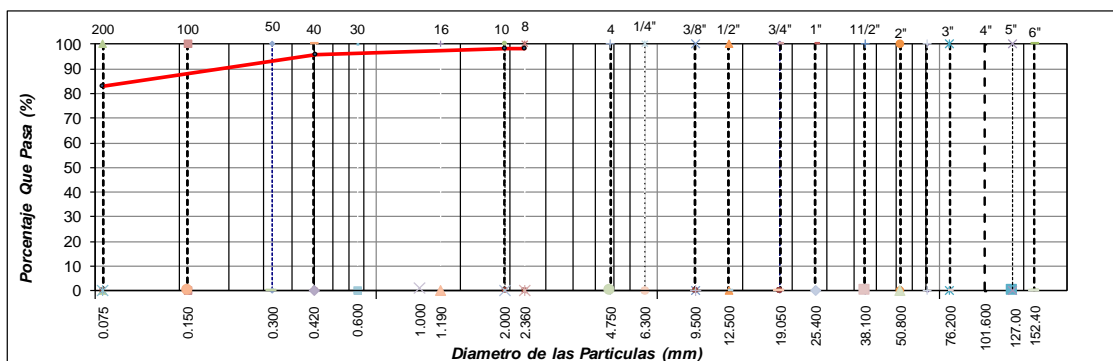
**Peso Inicial Seco:** 813.9 g

**Fracción:** 813.9 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL):</b> 34.0 <b>Límite Plástico (LP):</b> 17.3 <b>Índice Plástico (IP):</b> 16.7 <b>Clasificación (SUCS):</b> CL <b>Clasificación (AASHTO):</b> A-6 ( 11 ) <b>Contenido Humedad (%):</b> 33.3
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	13.0	1.6	1.6	98.4	
Nº 8	2.360			1.6	98.4	
Nº 10	2.000	2.0	0.2	1.8	98.2	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	21.2	2.6	4.4	95.6	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	67.5	8.3	12.7	87.3	
Nº 200	0.075	35.0	4.3	17.0	83.0	
< Nº 200	FONDO	675.2	83.0	100.0		

OBSERVACIONES :

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 1.6% de grava y arena en un 15.4% y material pasante la malla

Nº 200= 83.0% teniendo una clasificación SUCS= CL, Arcilla limosa y clasificación AASHTO= A-6 (11), siendo un material inadecuado para el empleo como sub rasante en conformación de pavimentos.



### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+420 - 00+700

**Carril:** Derecho

**Calicata:** C-003

**Hecho por:** A.C.S

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+500 Der

**Muestra:** Tomada de calicata profundidad 1.50 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	424.40	
Peso de Material Seco + Tara	g	318.30	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	106.10	
Peso Material Seco	g	318.30	
Humedad Natural	%	33.33	
Promedio de Humedad	%		<b>33.3</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+420 - 00+700

**Carril:** Derecho

**Calicata:** C-003

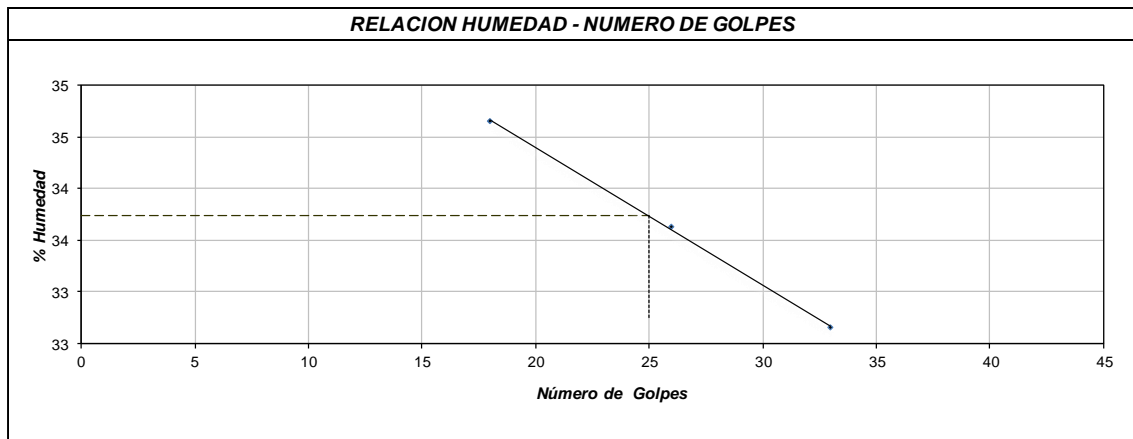
**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+500 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.50 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz Nº 40				
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. de Recipiente	Nº	4	3	2	4	5
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	58.81	48.72	60.13	19.40	18.66
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	54.00	43.38	55.15	18.76	17.90
Peso de Recipiente (C)	g	39.27	27.50	40.78	15.03	13.52
Peso del Agua (A-B)	g	4.81	5.34	4.98	0.64	0.76
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	14.73	15.88	14.37	3.73	4.38
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	32.7	33.6	34.7	17.2	17.4
Nº De Golpes		33	26	18		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		34.0	17.3


**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material el material presenta un contenido de plasticidad mediana mente alto siendo muy susceptible al acolchonamiento.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+420 - 00+700

**Carril:** Derecho

**Calicata:** C-003

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+500 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.50 m.

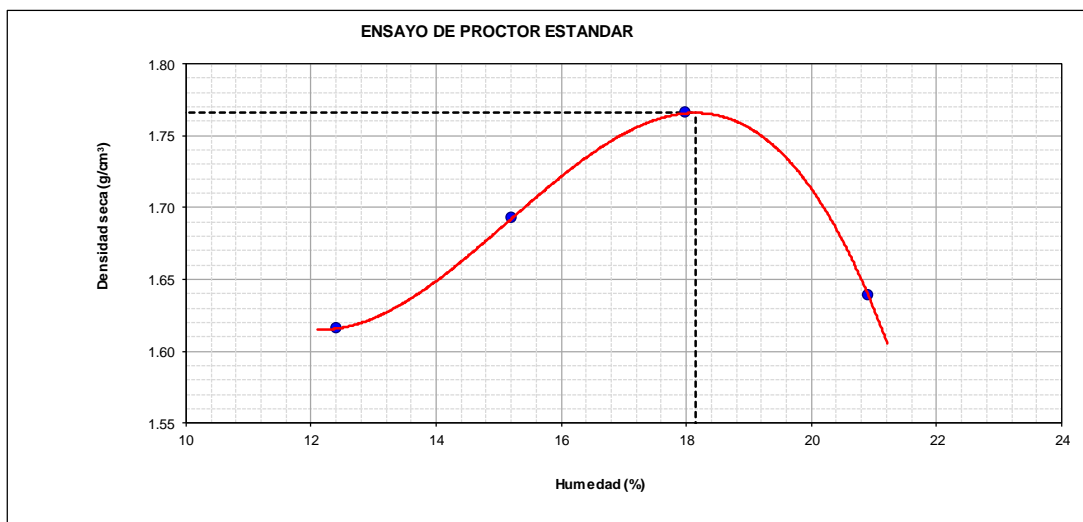
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	6,020	6,145	6,270	6,174	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,700	1,825	1,950	1,854	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.816	1.950	2.083	1.981	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	496.4	434.8	418.3	425.5	
Peso Suelo Seco + Tara	g	441.6	377.4	354.5	351.9	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	54.8	57.4	63.8	73.6	
Peso del Suelo Seco	g	442	377	355	352	
Contenido de Agua	%	12.4	15.2	18.0	20.9	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.616	1.692	1.766	1.638	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	1.766 g/cm <sup>3</sup>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	18.1 %
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	--------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación*

determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standart” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía

DESCRIPCION		UND	DATOS DE ENSAYO											
Molde		Nº	3			2			5					
Capas		Nº	5			5			5					
Golpes por capa		Nº	56			25			12					
Condición de la muestra			NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo	g		12966	13155	12476	12596	12302	12824						
Peso de molde	g		8537	8537	8273	8273	8592	8592						
Peso del suelo húmedo	g		4429	4618	4203	4323	3710	4232						
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>		2122	2122	2121	2121	2138	2138						
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>		2.087	2.176	1.982	2.038	1.735	1.979						
Tara	Nº		1	2	3	4	5	6						
Peso suelo húmedo + tara	g		360.8	405.3	474.1	422.0	466.0	433.6						
Peso suelo seco + tara	g		305.5	339.2	400.8	344.2	394.0	347.5						
Peso de tara	g		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
Peso de agua	g		55.3	66.1	73.3	77.8	72.0	86.1						
Peso de suelo seco	g		305.5	339.2	400.8	344.2	394.0	347.5						
Contenido de humedad	%		18.1	19.5	18.3	22.6	18.3	24.8						
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>		1.767	1.821	1.675	1.662	1.467	1.586						
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION				
				mm	%		mm	%		mm	%			
02/09/2018	15:01:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0			
03/09/2018	15:01:00	24	0.180	4.572	3.6	0.233	5.918	4.7	0.277	7.036	5.5			
04/09/2018	15:01:00	24	0.223	5.664	0.9	0.285	7.239	1.0	0.333	8.458	1.1			
05/09/2018	15:01:00	24	0.255	6.477	0.6	0.312	7.925	0.5	0.392	9.957	1.2			
06/09/2018	15:01:00	24	0.282	7.163	0.5	0.340	8.636	0.6	0.445	11.303	1.1			
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		5.5	16.0			2.5	2.3			2.0	0.0		
1.270	0.500		7.1	23.3			3.3	6.0			2.4	1.8		
1.905	0.750		9.9	35.9			4.1	9.6			2.7	3.2		
2.540	1.000	70.455	13.3	51.4	52.3	3.6	4.8	12.8	12.9	0.9	3.1	5.0	7.2	0.5
3.180	1.252		16.0	63.8			5.5	16.0			3.9	8.7		
3.810	1.500		20.5	84.6			6.2	19.2			4.9	13.0		
5.080	2.000	105.68	23.0	96.0	95.2	4.4	7.3	24.2	22.9	1.1	6.6	20.8	16.5	0.8
7.620	3.000		28.8	122.5			8.1	27.9			7.3	24.0		
10.160	4.000		35.6	153.5			10.3	38.0			8.1	27.9		
12.700	5.000		39.3	170.4			11.5	43.4			9.3	33.4		

Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas así como clasificación de terreno

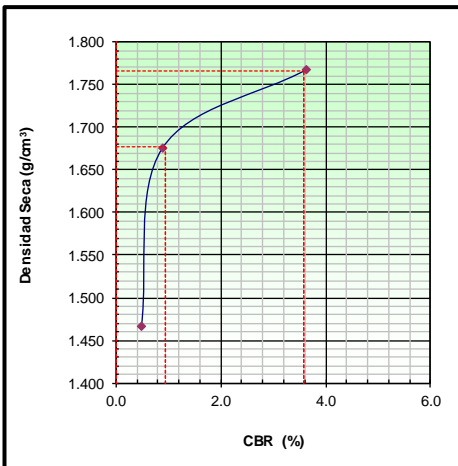


**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 00+420 - 00+700  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** C-003

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 02/09/2018  
 0 F8P-892-26  
 0 00/01/1900



**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.766  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 18.1  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.678

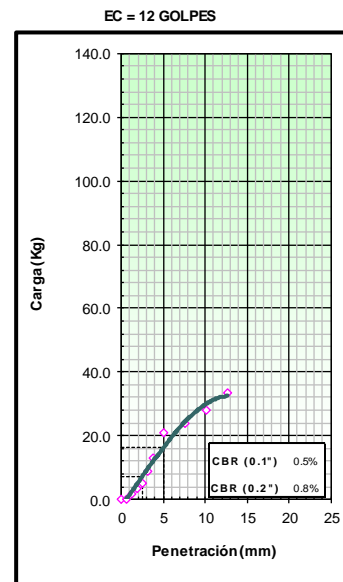
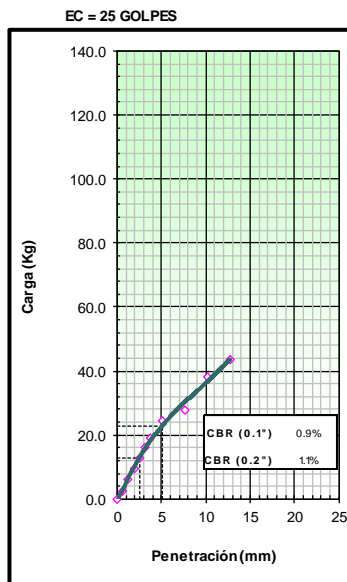
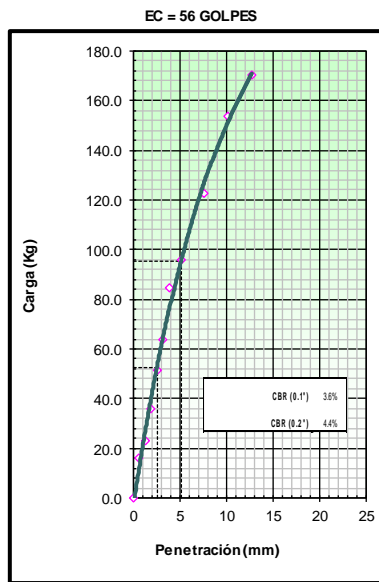
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	3.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	0.9

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 0.9 %  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 3.6 %**

**OBSERVACIONES:**

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR: **No cumple** con el Requerimiento.



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 06/09/2018

ESPESORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE												LADO: Derecho/Izquierdo		
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD												CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION				
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-003	Km 00+420	Km 00+700	Km 00+500	C-003	1.50 m.	33.3	34.0	17.3	16.7	CL	A-6 (11)	0.9	18.1	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION						
C-003	A-6 (11)	Suelo inadecuado	0.0	Suelo inadecuado	0.22	Suelo inadecuado	33.3	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm3)	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-003	1.766	18.1	3.6	0.9

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

CBR > 20%	CBR < 6%	C-003
7.38E+06 W18	7380000 W18	
-1.282 Zr	-1.282 Zr	
0.45 So	0.45 So	
1.5 Δ PSI	1.5 Δ PSI	
30.0 CBR	0.9 CBR	
20810.8 Mr	2460.1 Mr	
SN <sub>2</sub> = 3.34	SN <sub>2</sub> = 7.00	
6.87 (1)	6.87 (1)	
6.87 (2)	6.87 (2)	
m <sub>s</sub> = 0.9	Varian SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>s</sub> = 0.094		
D <sub>4</sub> = (SN <sub>2</sub> - SN <sub>1</sub> ) / (a <sub>4</sub> x m <sub>4</sub> )	D <sub>4</sub> (Pulg) = 43.2	
	D <sub>4</sub> (cm) = 109.8	
Adoptado >>>>>	D <sub>4</sub> (m) = 1.10	

SN<sub>0</sub> = Ctrl+n

SN<sub>r</sub> = Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y DE LA EXPANSION LIBRE**

Cuadro N° 4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0

**Expansión libre (%)**

Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL - 0.27xW<sub>0</sub>

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Limite Liquido (%)
- W<sub>0</sub> = Humedad Natural (%)

Expansion Final S (%) = Sf [ 1 - 0.72 √ ps ]

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- ps = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holztz y Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 m Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
C-003	1.50 m.	CL	A-6 (11)	33.3	34.0	17.3	16.7	Medio	2.28	0.2422	1.47	No Requiere

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N°4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

Cc= 0.009 (LL - 10)

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad > 0.20, entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-003	0.216	Medio	0.90

**Datos:**

$q_0$  = 5.6 kg/cm<sup>2</sup>  
 a = 10.8 cm  
 z = 135 cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado Z = Ctr+tb

**Resultados:**

$\sigma_z$  = 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor = 47 cm  
 Mejorar = 88 cm  
 Adoptado =>> 90 cm

De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Espesor de mejoramiento  
 Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
 OK

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) 0.10 Kg/cm<sup>2</sup>

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor: 0.1 ≤ 0.1 kg/cm<sup>2</sup> ok

DATOS DE LABORATORIO													LADO: Derecho/Izquierdo	
N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		INDICE DE CONSISTENCIA	VALORES INDICE		EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS		COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-003	Km 00+420	Km 00+700	33.3	34.0	17.3	16.7	1.766	18.1	3.6	0.9	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

ESPESORES DE MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE													LADO: Derecho/Izquierdo	
N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)			
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS				
C-003	Km 00+420	Km 00+700	280.00	Toda la Plst.	CL	A-6 (11)	1.10	No Requiere	0.70	0.90	1.10			

Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodología de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)


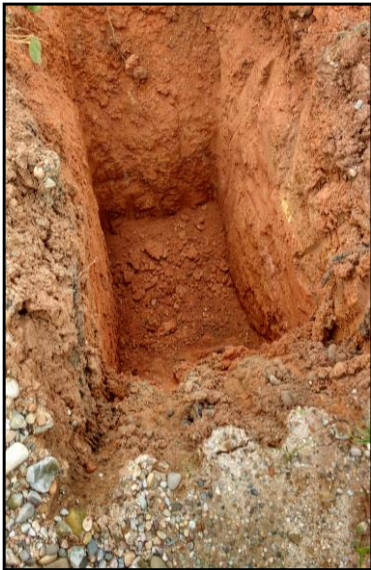
<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro		
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución		<b>Hecho por:</b> A.C.S
<b>Material:</b>	Terreno existente	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C	<b>Fecha:</b> 02/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

<b>MATERIAL</b>	:	Terreno existente	M-1				
<b>PROGRESIVA</b>	:	km 00+700 - 00+950	SUCS	ML			
<b>CALICATA</b>	:	C-4	AASHTO	A-4 ( 8 )			
<b>LADO</b>	:	Derecho	L.L	35.00			
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	:	1.70	I.P	8.3			
<b>ANCHO (mts)</b>	:	0.80	H.N %	33.0			

<b>PROFUNDIDAD (metros)</b>	0.00	ML	ML	ML
	0.05			
	0.10			
	0.15			
	0.20			
	0.25			
	0.30			
	0.35			
	0.40			
	0.45			
	0.50			
	0.55			
	0.60			
	0.65			
	0.70			
0.75				
0.80				
...				
1.70				
<b>REFERENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL</b>	0.00-1.70m	ML	Arcillas inorganica de mediana plasticidad, color rojizo.

*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bemudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bemudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 00+700 - 00+950

**Fecha:** 02/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 004

**Punto de muestreo:** km 00+750 Izq

**Tamaño Máximo :** N° 8

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.7 m

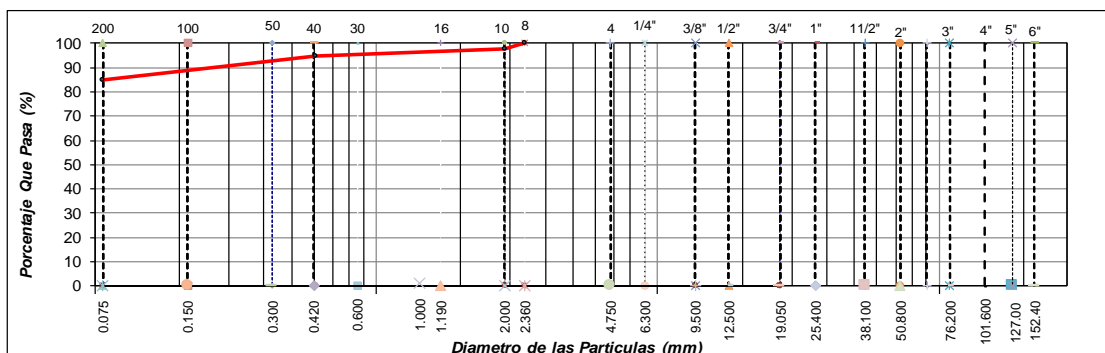
**Peso Inicial Seco :** 330.6 g

**Fracción :** 330.6 g

TAMIZ		PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA		
6"	152.400						<b>Límite Líquido (LL) :</b> 35.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 26.7 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 8.3 <b>Clasificación (SUCS) :</b> ML <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-4 ( 8 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 33.0
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.300						
2"	50.800					--	
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.500						
3/8"	9.500					--	
1/4"	6.300						
N° 4	4.750					--	
N° 8	2.360				100.0		
N° 10	2.000	7.1	2.1	2.1	97.9		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.600						
N° 40	0.425	10.0	3.0	5.2	94.8		
N° 50	0.300						
N° 80	0.177						
N° 100	0.150	12.0	3.6	8.8	91.2		
N° 200	0.075	20.0	6.0	14.9	85.1		
< N° 200	FONDO	281.5	85.1	100.0			

OBSERVACIONES :

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.00% de grava y arena en un 12.8% y material pasante la malla N° 200= 85.1% teniendo una clasificación SUCS= ML, Limo arenoso y clasificación AASHTO= A-4 (8), material inadecuado para el empleo como sub rasante..

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente **Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 00+700 - 00+950 **Fecha:** 02/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 004

**Punto de muestreo:** km 00+750 Izq  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	1406.70	
Peso de Material Seco + Tara	g	1057.70	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	349.00	
Peso Material Seco	g	1057.70	
Humedad Natural	%	33.00	
Promedio de Humedad	%		<b>33.0</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+700 - 00+950

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 004

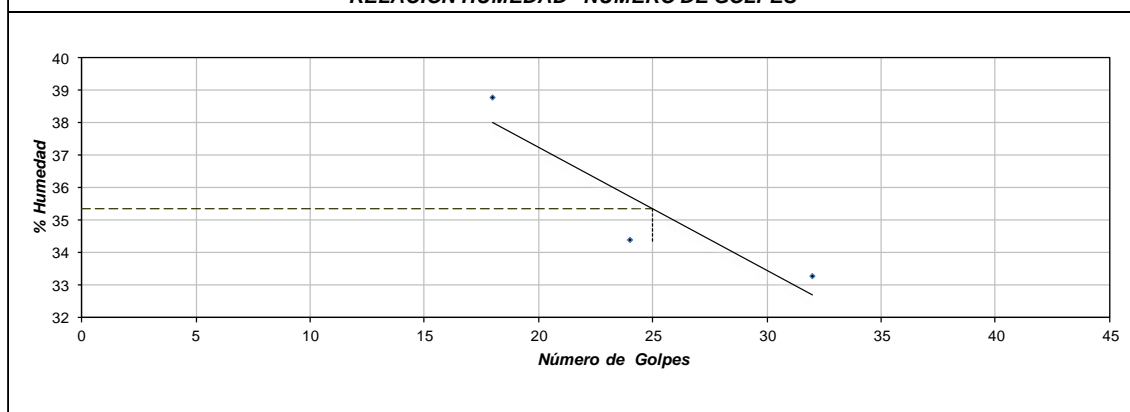
**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+750 Izq  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40				
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
Nro. de Recipiente	N°	31	19	17	11	5
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	59.31	28.66	30.16	17.09	18.26
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	54.10	23.23	24.44	16.05	17.25
Peso de Recipiente (C)	g	40.66	7.44	7.24	12.11	13.50
Peso del Agua (A-B)	g	5.21	5.43	5.72	1.04	1.01
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	13.44	15.79	17.2	3.94	3.75
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	38.8	34.4	33.3	26.4	26.9
N° De Golpes		18	24	32		

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	35.0	26.7	


**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material no presenta límites de consistencia por ser material muy limpio*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+700 - 00+950

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 004

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**Punto de muestreo:** km 00+750 Izq

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m

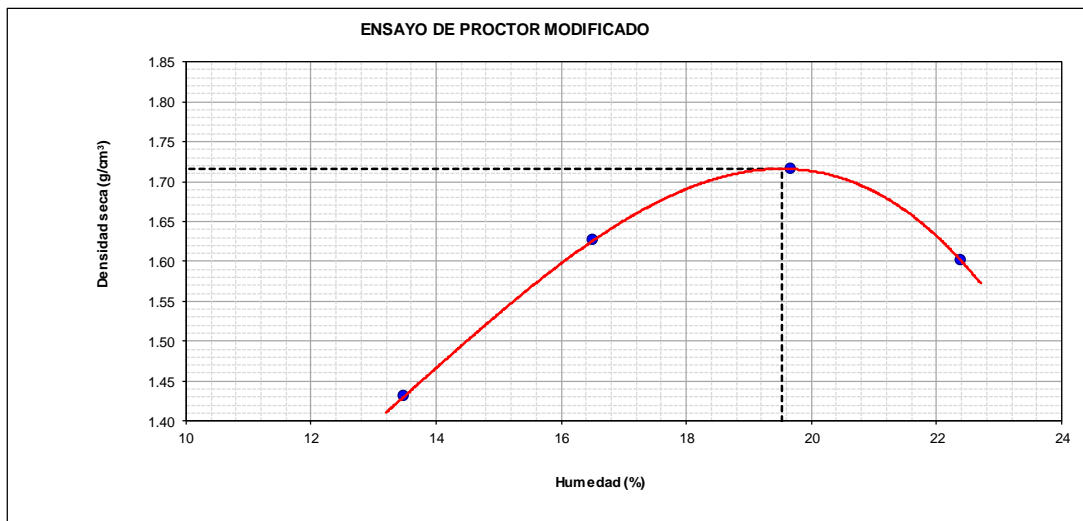
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	5991	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	5,840	6,093	6,242	6,153	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,520	1,773	1,922	1,833	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.624	1.894	2.053	1.958	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	418.1	436.9	445.0	427.8	
Peso Suelo Seco + Tara	g	368.4	375.0	371.8	349.5	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	49.7	61.9	73.2	78.3	
Peso del Suelo Seco	g	368	375	372	350	
Contenido de Agua	%	13.5	16.5	19.7	22.4	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.431	1.626	1.716	1.600	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.716 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>19.5 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standart” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía.*



**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+700 - 00+950

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 004

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 02/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO							
		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	17		23		27			
Capas	Nº	5		5		5			
Golpes por capa	Nº	56		25		12			
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo	g	12215	12350	12068	12241	12085	12865		
Peso de molde	g	7917	7917	7919	7919	8173	8173		
Peso del suelo húmedo	g	4298	4433	4149	4322	3912	4692		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2098	2098	2127	2127	2103	2103		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.049	2.113	1.951	2.032	1.860	2.231		
Tara	Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso suelo húmedo + tara	g	456.4	438.0	418.3	516.0	405.9	453.0		
Peso suelo seco + tara	g	381.9	352.0	350.6	410.3	340.2	355.0		
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	g	74.5	86.0	67.7	105.7	65.7	98.0		
Peso de suelo seco	g	381.9	352.0	350.6	410.3	340.2	355.0		
Contenido de humedad	%	19.5	24.4	19.3	25.8	19.3	27.6		
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.714	1.698	1.635	1.616	1.559	1.748		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
02/09/2018	16:00:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
03/09/2018	16:00:00	24	0.052	1.321	1.0	0.057	1.448	1.1	0.072	1.829	1.4
04/09/2018	16:00:00	24	0.064	1.626	0.2	0.069	1.753	0.2	0.076	1.930	0.1
05/09/2018	16:00:00	24	0.080	2.032	0.3	0.084	2.134	0.3	0.087	2.210	0.2
06/09/2018	16:00:00	24	0.084	2.134	0.1	0.088	2.235	0.1	0.093	2.362	0.1
					1.7			1.8			1.9

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		12.0	37.6			10.0	28.6			8.0	19.6		
1.270	0.500		34.0	136.5			28.0	109.5			18.0	64.6		
1.905	0.750		53.0	221.7			34.0	136.5			34.0	136.5		
2.540	1.000	70.455	64.0	271.1	258.5	17.7	42.0	172.4	200.8	13.8	43.0	176.9	160.7	11.0
3.180	1.252		73.0	311.4			61.0	257.6			48.0	199.3		
3.810	1.500		87.0	374.1			73.0	311.4			55.0	230.7		
5.080	2.000	105.68	106.0	459.1	471.1	21.6	92.0	396.5	370.4	17.0	67.0	284.5	293.1	13.4
7.620	3.000		145.0	633.3			110.0	477.0			92.0	396.5		
10.160	4.000		169.0	740.3			132.0	575.3			105.0	454.6		
12.700	5.000		187.0	820.4			148.0	646.7			120.0	521.7		

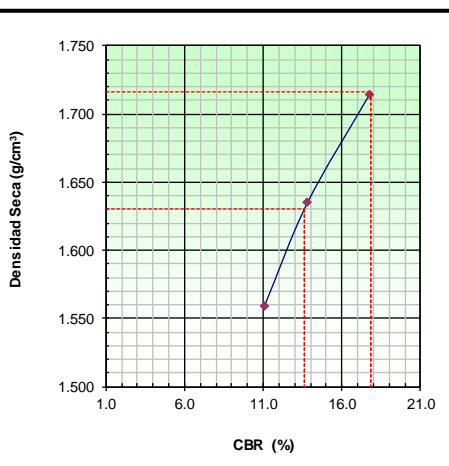
Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas así como clasificación de terreno

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 00+700 - 00+950  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** N° 004

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 06/09/2018

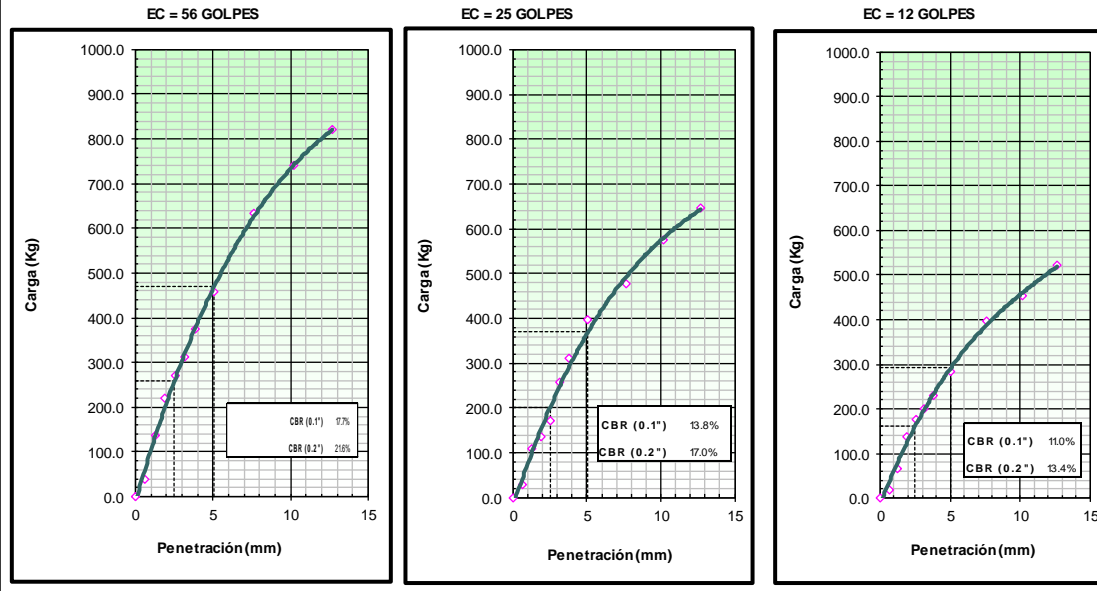


**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.716  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 19.5  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.630

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	17.8
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	13.6

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 13.6 %  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 17.8 %**

**OBSERVACIONES:**  
 De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR: **No Cumple** con el Requerimiento.



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Iejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 06/09/2018

ESPEORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD											CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION	
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-4	Km 00+700	Km 00+950	Km 00+750	C-4	1.70	33.0	35.0	26.7	8.3	ML	A-4 (8)	13.6	19.5	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION	Suelo inadecuado					
C-4	A-4 (8)	Suelo inadecuado	0.2	Suelo inadecuado	0.23	Suelo inadecuado	33.0	Suelo inadecuado	Suelo adecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm3)	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-4	1.716	19.5	17.8	13.6

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

CBR > 20%		CBR < 6% (4)	
7.38E+06	W18	7380000	W18
-1.282	Zr	-1.282	Zr
0.45	So	0.45	So
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI
30.0	CBR	13.6	CBR
20810.8	Mr	13570.4	Mr
SN <sub>o</sub> = 3.34		SN <sub>r</sub> = 3.96	
6.87	(1)	6.87	
6.87	(2)	6.87	
m <sub>s</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>s</sub> = 0.094			
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a4 x m4)		D <sub>s</sub> (Pulg) = No Requiere	
		D <sub>s</sub> (cm) = No Requiere	
Adoptado =>>>>		D <sub>4</sub> (m) = No Requiere	

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y DE LA EXPANSIÓN LIBRE**

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0

**Expansión libre (%)**

$$Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL - 0.27x w_o$$

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- W<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

Expansion Final S (%) = Sf [ 1-0.72 √ ps ]

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- ps = Presión de sobrecarga (kg/cm2) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holttz y Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(4)	1.70	ML	A-4 (8)	33.0	35.0	26.7	8.3	Bajo	2.05	0.2422	1.33	No Requiere

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N° 4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-4	0.225	Medio	0.90

**Datos:**

$q_0 = 5.6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $a = 10.8$  cm  
 $z = 135$  cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

**Resultados:**

$\sigma_z = 0.1$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado =>> 90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
**OK**

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) **0.10 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor:  $0.1 \leq 0.1$  kg/cm<sup>2</sup> ok

N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-4	Km 00+700	Km 00+950	33.0	35.0	26.7	8.3	1.716	19.5	17.8	13.6	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-4	Km 00+700	Km 00+950	250.00	Toda la Plat.	ML	A-4 (8)	No Requiere	No Requiere	0.70	0.90	0.90

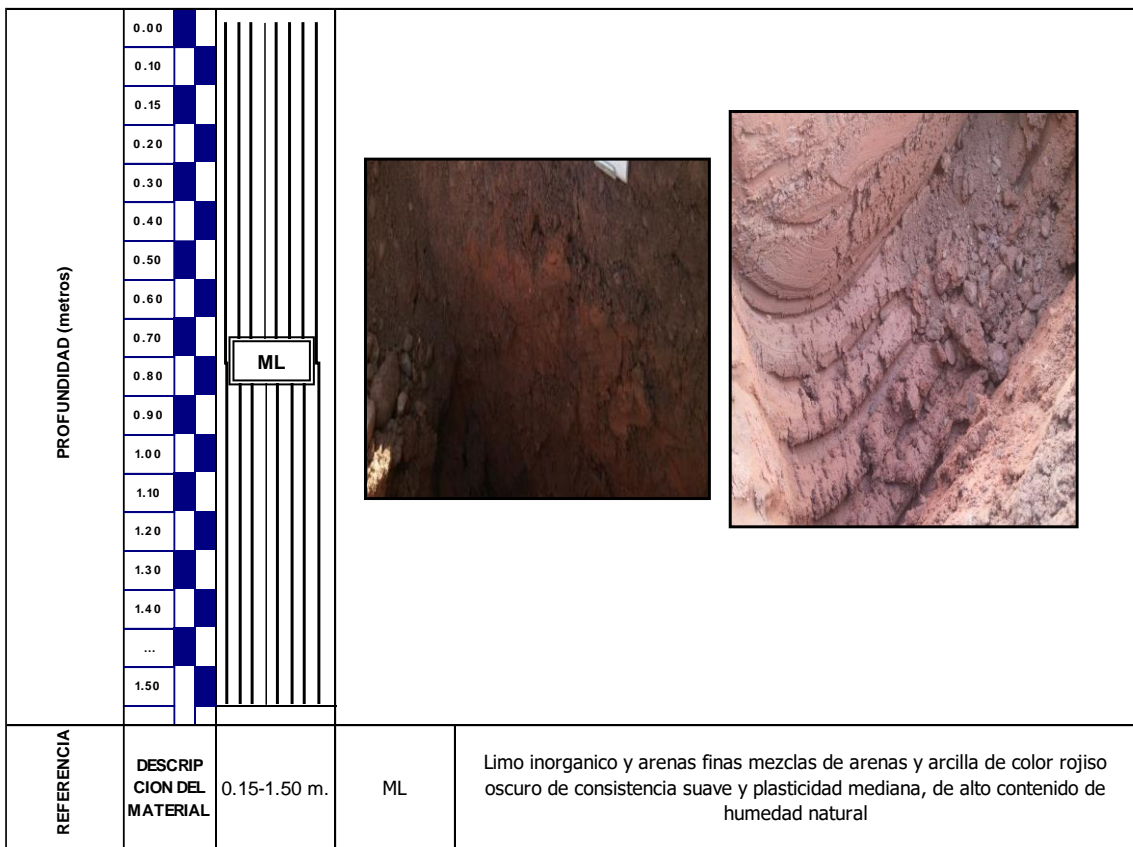
Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodologías de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro	
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Hecho por:</b> A.C.S
<b>Material:</b>	Terreno existente	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
		<b>Fecha:</b> 03/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

MATERIAL	:	Terreno existente	M-1				
PROGRESIVA	:	km 00+950 - 01+190	SUCS	ML			
CALICATA	:	C-5	AASHTO	A-7-6 (11)			
LADO	:	Derecho	L.L	44.00			
PROFUNDIDAD (m)	:	0.15-1.50 m.	I.P	14.4			
ANCHO (mts)	:	0.60	H.N %	41.7			



*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 00+950 - 01+190

**Fecha:** 03/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** C - 005

**Punto de muestreo:** km 01+080 Der

**Tamaño Máximo :** N° 8

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 0.15-1.50 m.

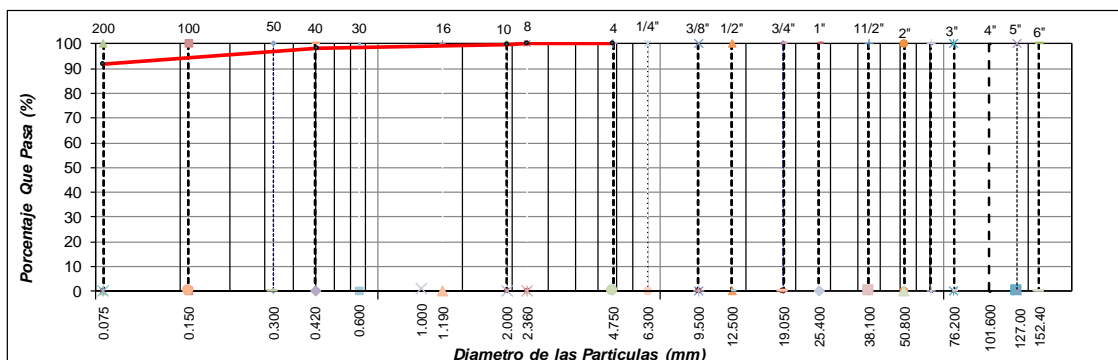
**Peso Inicial Seco :** 664.8 g

**Fracción :** 664.8 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 44.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 29.6 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 14.4 <b>Clasificación (SUCS) :</b> ML <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-7-6 ( 11 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 41.7
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				--	
1/4"	6.300					
N° 4	4.750				100.0	
N° 8	2.360				100.0	
N° 10	2.000	3.1	0.5	0.5	99.5	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840					
N° 30	0.600					
N° 40	0.425	7.2	1.1	1.5	98.5	
N° 50	0.300					
N° 80	0.177					
N° 100	0.150	16.9	2.5	4.1	95.9	
N° 200	0.075	28.4	4.3	8.4	91.6	
< N° 200	FONDO	609.2	91.6	100.0		

**OBSERVACIONES :**

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.5% de grava y arena en un 7.9% y material pasante la malla N° 200= 91.6% teniendo una clasificación SUCS= ML Arena limoso y clasificación AASHTO= A-7-6 (11), siendo un material inadecuado para la conformación de la sub rasante.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 00+950 - 01+190

**Fecha:** 03/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 005

**Punto de muestreo:** km 01+080 Der

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 0.15-1.50 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	425.00	
Peso de Material Seco + Tara	g	300.00	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	125.00	
Peso Material Seco	g	300.00	
Humedad Natural	%	41.67	
Promedio de Humedad	%		<b>41.7</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+950 - 01+190

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 005

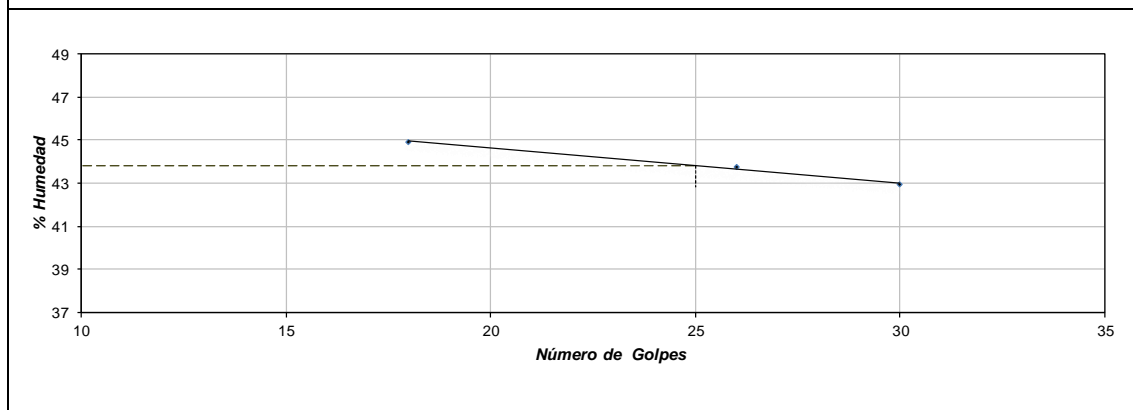
**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 03/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+080 Der  
**Muestra:** Tomada de calicata profundidad 0.15-1.50 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40				
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. de Recipiente	N°	1	3	4	3	5
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	61.3	50.46	59.09	16.89	17.38
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	54.96	43.47	52.94	16.05	16.50
Peso de Recipiente (C)	g	40.19	27.49	39.25	13.20	13.53
Peso del Agua (A-B)	g	6.34	6.99	6.15	0.84	0.88
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	14.77	15.98	13.69	2.85	2.97
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	42.9	43.7	44.9	29.47	29.63
N° De Golpes		30	26	18		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	44.0	29.6	


**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material presenta índice de plasticidad mediana mente alto.*



**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+950 - 01+190

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 005

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 03/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+080 Der

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.15-1.50 m

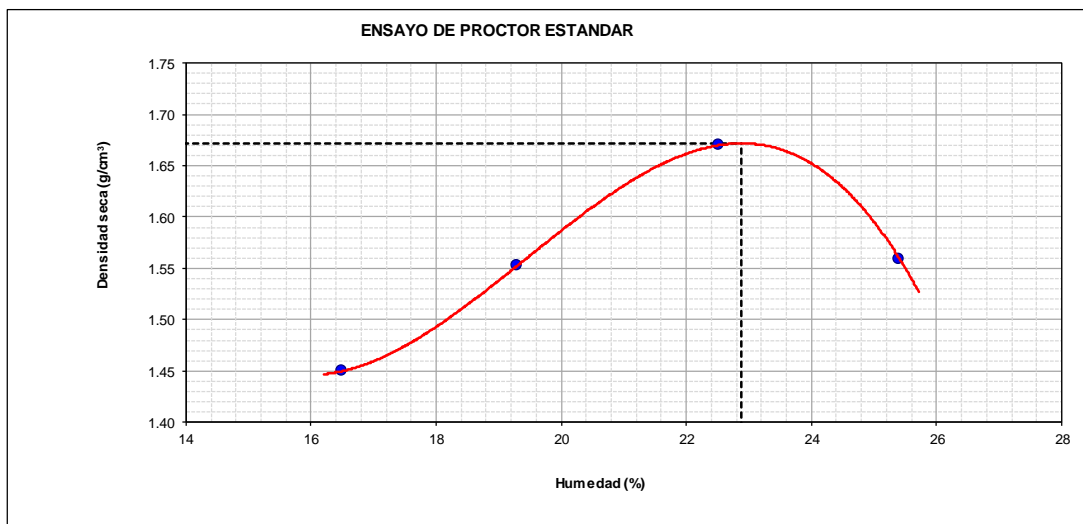
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	5,901	6,054	6,235	6,150	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,581	1,734	1,915	1,830	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.689	1.853	2.046	1.955	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	438.4	456.1	429.3	418.0	
Peso Suelo Seco + Tara	g	376.3	382.3	350.4	333.3	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	62.1	73.8	78.9	84.7	
Peso del Suelo Seco	g	376	382	350	333	
Contenido de Agua	%	16.5	19.3	22.5	25.4	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.450	1.553	1.670	1.559	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	1.672 g/cm <sup>3</sup>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	22.9 %
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------	--------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standart” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía.*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 00+950 - 01+190

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 005

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 03/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO							
		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	3		4		5			
Capas	Nº	5		5		5			
Golpes por capa	Nº	56		25		12			
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo	g	12875	13144	12622	12844	12658	12911		
Peso de molde	g	8537	8537	8538	8538	8592	8592		
Peso del suelo húmedo	g	4338	4607	4084	4306	4066	4319		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2122	2122	2104	2104	2138	2138		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.044	2.171	1.941	2.047	1.902	2.020		
Tara	Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso suelo húmedo + tara	g	471.0	366.3	448.9	316.3	419.6	335.3		
Peso suelo seco + tara	g	385.8	295.3	368.3	254.3	341.5	268.3		
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	g	85.2	71.0	80.6	62.0	78.1	67.0		
Peso de suelo seco	g	385.8	295.3	368.3	254.3	341.5	268.3		
Contenido de humedad	%	22.1	24.0	21.9	24.4	22.9	25.0		
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.675	1.750	1.593	1.645	1.548	1.616		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
03/09/2018	14:20:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
04/09/2018	14:20:00	24	0.070	1.778	1.5	0.093	2.362	2.0	0.108	2.743	2.4
05/09/2018	14:20:00	48	0.113	2.870	0.9	0.145	3.683	1.1	0.177	4.496	1.5
06/09/2018	14:20:00	72	0.145	3.683	0.7	0.175	4.445	0.7	0.220	5.588	0.9
07/09/2018	14:20:00	96	0.155	3.937	0.2	0.203	5.156	0.6	0.235	5.969	0.3
					3.4			4.5			5.2

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
			Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		12.1	46.2			9.0	32.0			7.0	22.9		
1.270	0.500		20.5	84.6			12.0	45.7			10.1	37.0		
1.905	0.750		25.6	107.9			16.5	66.3			14.3	56.2		
2.540	1.000	70.455	29.5	125.7	129.4	9.0	20.8	85.9	87.2	6.1	17.6	71.3	67.5	4.7
3.180	1.252		34.0	146.2			25.0	105.1			19.6	80.5		
3.810	1.500		41.1	178.6			29.4	125.2			22.0	91.4		
5.080	2.000	105.68	45.0	196.4	199.7	9.2	31.5	134.8	138.0	6.4	23.8	99.7	104.7	4.8
7.620	3.000		52.5	230.6			38.0	164.5			29.2	124.3		
10.160	4.000		57.5	253.4			43.3	188.7			35.5	153.1		
12.700	5.000		61.3	270.7			50.3	220.6			43.0	187.3		

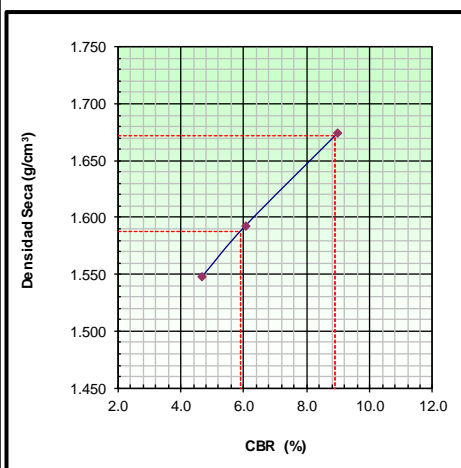
Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas, así como clasificación de terreno

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 00+950 - 01+190  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** N° 005

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 07/09/2018

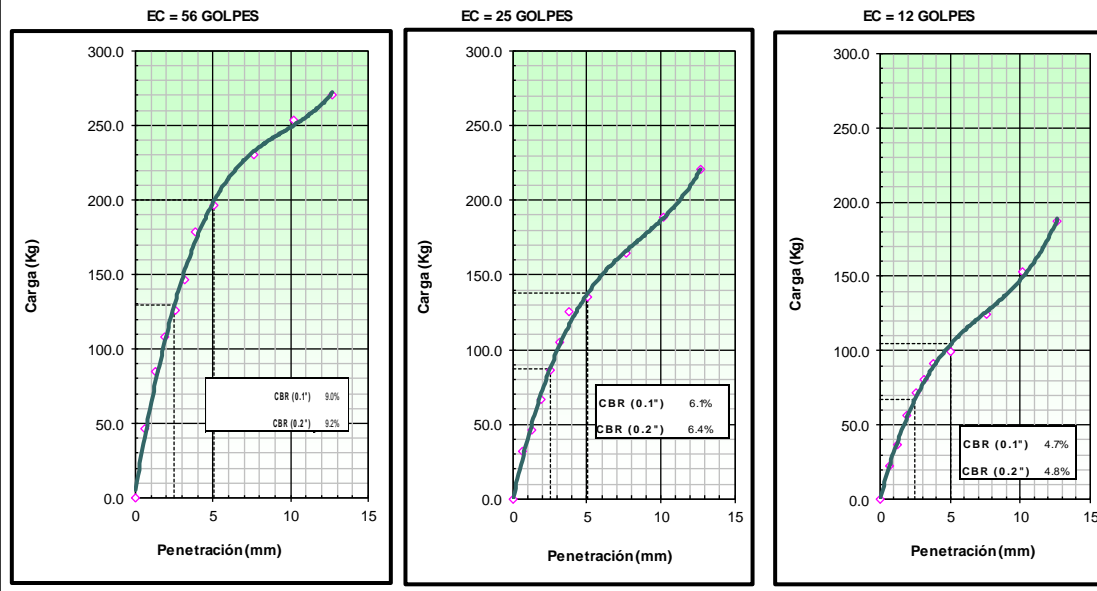


**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.672  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 22.9  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.588

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	8.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	5.9

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.9 %  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.9 %**

**OBSERVACIONES:**  
 De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR: **No cumple** con el Requerimiento.



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 07/09/2018

ESPEORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
<b>1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>														
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-5	Km 00+950	Km 01+190	Km 01+080	C-5	0.15-1.50 m.	41.7	44.0	29.6	14.4	ML	A-7-6 (11)	5.9	22.9	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION						
C-5	A-7-6 (11)	Suelo inadecuado	0.2	Suelo inadecuado	0.31	Suelo inadecuado	41.7	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-5	1.672	22.9	8.9	5.9

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{1094} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

CBR > 20%		CBR < 6% (S)	
7.38E+06	W18	7380000	W18
-1.282	Zr	-1.282	Zr
0.45	So	0.45	So
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI
30.0	CBR	5.9	CBR
20810.8	Mr	7971.5	Mr
SN <sub>o</sub> = 3.34		SN <sub>r</sub> = 4.82	
6.87	(1)	6.87	
6.87	(2)	6.87	
m <sub>s</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>s</sub> = 0.094			
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a4 x m4)		D <sub>s</sub> (Pulg) = 17.4	
		D <sub>s</sub> (cm) = 44.2	
Adoptado =>>>>		D <sub>4</sub> (m) = 0.45	

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y DE LA EXPANSION LIBRE**

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 - 32.0	50.0 - 70.0
Medio	12.0 - 23.0	35.0 - 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 - 35.0

**Expansión libre (%)**

$$Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL - 0.27x w_o$$

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- W<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

$$\text{Expansion Final } S (%) = Sf [ 1 - 0.72 \sqrt{p_s} ]$$

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- p<sub>s</sub> = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holttz y Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(S)	0.15-1.50 m.	ML	A-7-6 (11)	41.7	44.0	29.6	14.4	Medio	3.22	0.2422	2.08	No Requiere

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N° 4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-5	0.306	Medio	0.90

**Datos:**

$q_0 = 5.6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $a = 10.8$  cm  
 $z = 135$  cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

**Resultados:**

$\sigma_z = 0.1$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado =>>> 90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
**OK**

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) **0.10 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor:  $0.1 \leq 0.1$  kg/cm<sup>2</sup> ok

N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-5	Km 00+950	Km 01+190	41.7	44.0	29.6	14.4	1.672	22.9	8.9	5.9	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-5	Km 00+950	Km 01+190	240.00	Toda la Plat.	ML	A-7-6 (11)	0.45	No Requiere	0.70	0.90	0.90

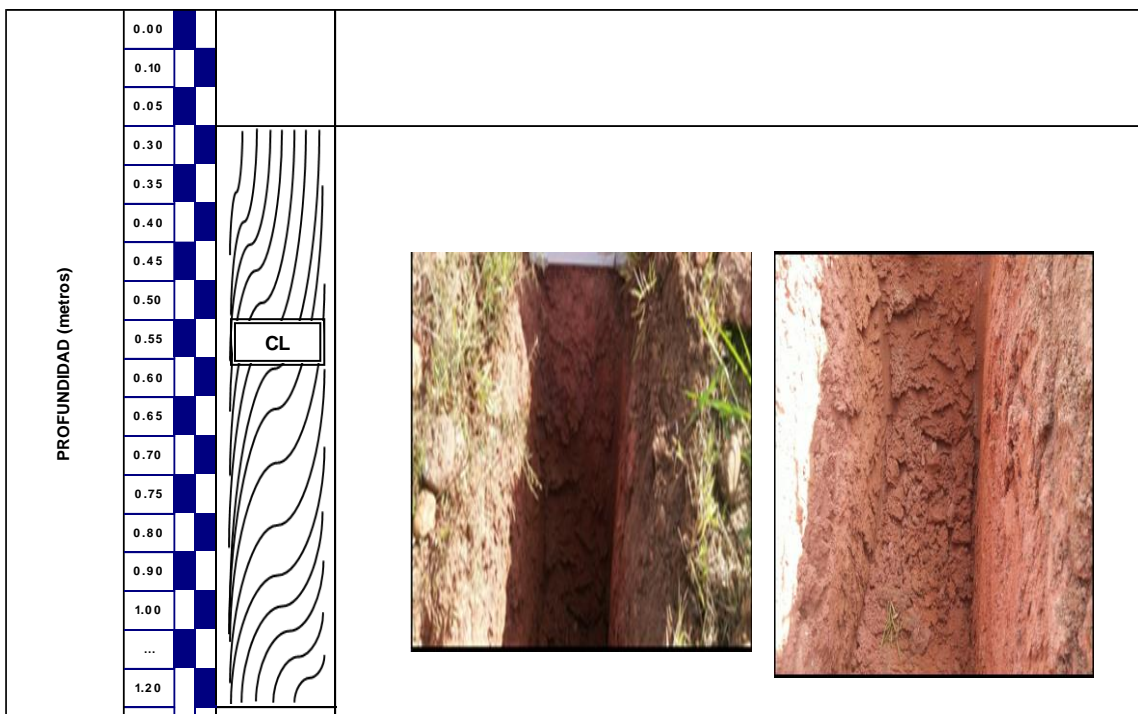
Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodologías de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 04/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

MATERIAL	:	Terreno existente	M-1				
PROGRESIVA	:	km 01+190 - 01+430	SUCS	CL			
CALICATA	:	C-6	AASHTO	A-6 ( 11 )			
LADO	:	Derecho	L.L	37.00			
PROFUNDIDAD (m)	:	1.20 m.	I.P	18.6			
ANCHO (mts)	:	0.60	H.N %	38.8			

REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	1.20 m.	CL	Arcillas inorganicas arenas finas y limosas de plasticidad baja de color rojizo claro, consistencia blanda
				

*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos.*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Aleandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 01+190 - 01+430  
**Carril:** Derecho  
**Calicata:** C - 006

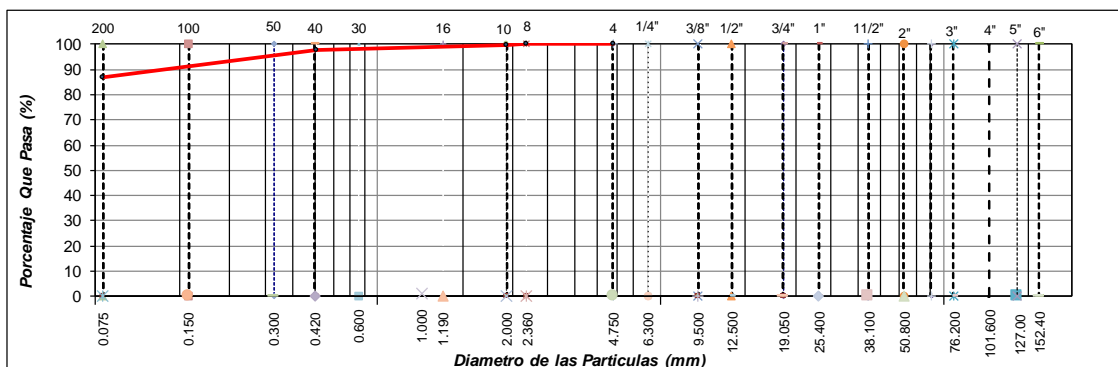
**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 04/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+390 Der **Tamaño Máximo :** Nº 8  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.20 m. **Peso Inicial Seco :** 511.3 g  
**Fracción :** 511.3 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 37.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 18.4 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 18.6 <b>Clasificación (SUCS) :</b> CL <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-6 ( 11 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 38.8
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				--	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750				100.0	
Nº 8	2.360				100.0	
Nº 10	2.000	2.6	0.5	0.5	99.5	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	8.6	1.7	2.2	97.8	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	23.3	4.6	6.7	93.3	
Nº 200	0.075	33.3	6.5	13.3	86.7	
< Nº 200	FONDO	443.5	86.7	100.0		

**OBSERVACIONES :**

#### CURVA GRANULOMETRICA



**Interpretación:** Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.00% de grava y arena en un 12.8% y material pasante la malla Nº 200= 86.7% teniendo una clasificación SUCS= CL, Arcilla limosa y clasificación AASHTO= A-6 (11), el material no es adecuado como sub rasante.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente **Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+190 - 01+430 **Fecha:** 04/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 006

**Punto de muestreo:** km 01+390 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.20 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	402.30	
Peso de Material Seco + Tara	g	289.80	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	112.50	
Peso Material Seco	g	289.80	
Humedad Natural	%	38.82	
Promedio de Humedad	%	<b>38.8</b>	

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado.*



**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+190 - 01+430

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 006

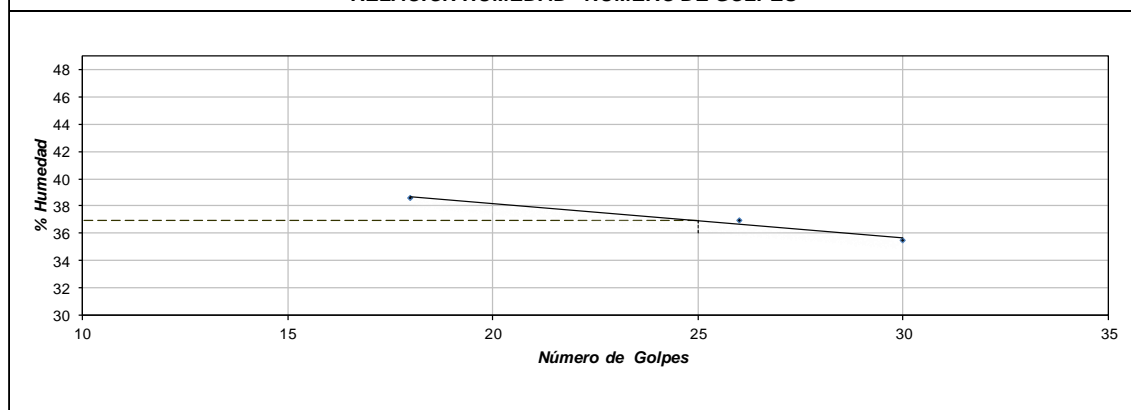
**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 04/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+390 Der  
**Muestra:** Tomada de calicata profundidad 1.20 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40				
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nro. de Recipiente	N°	7	11	15	4	7
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	60.22	57.11	61.22	18.33	18.11
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	54.33	49.10	55.4	17.83	17.36
Peso de Recipiente (C)	g	37.72	27.40	40.33	15.03	13.40
Peso del Agua (A-B)	g	5.89	8.01	5.82	0.50	0.75
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	16.61	21.7	15.07	2.80	3.96
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	35.5	36.9	38.6	17.86	18.94
N° De Golpes		30	26	18		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	37.0	18.4	18.6


**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material tiene un contenido de plasticidad medianamente alta.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+190 - 01+430

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 006

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 04/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+390 Der

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.20 m.

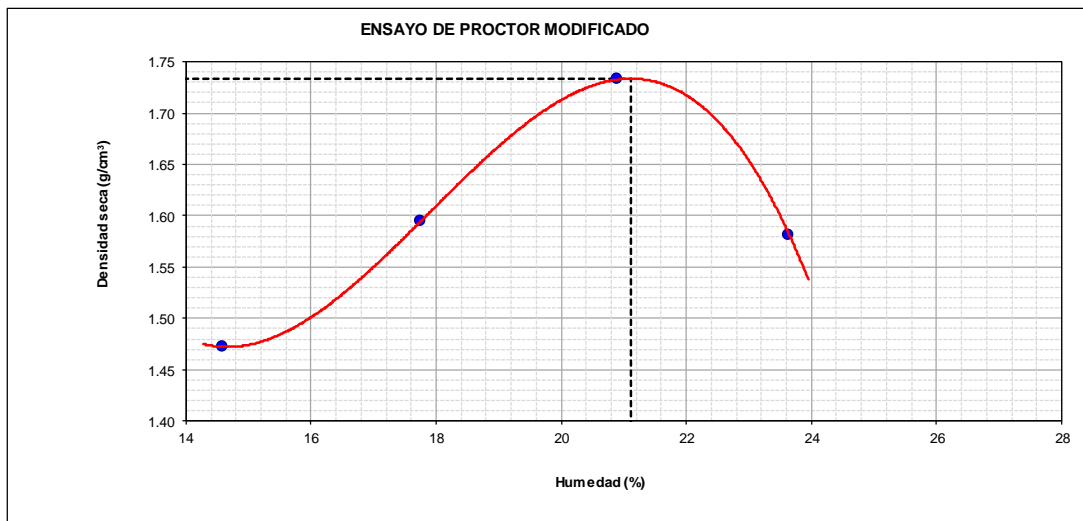
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	5,899	6,077	6,281	6,150	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,579	1,757	1,961	1,830	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.687	1.877	2.095	1.955	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	369.3	348.3	378.2	315.3	
Peso Suelo Seco + Tara	g	322.3	295.8	312.8	255.0	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	47.0	52.5	65.4	60.3	
Peso del Suelo Seco	g	322	296	313	255	
Contenido de Agua	%	14.6	17.7	20.9	23.6	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.472	1.594	1.733	1.581	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.734 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>21.1 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standart” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+190 - 01+430

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 006

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 04/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO							
		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	15		16		17			
Capas	Nº	5		5		5			
Golpes por capa	Nº	56		25		12			
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo	g	12712	12911	12766	12911	12533	12822		
Peso de molde	g	8273	8273	8537	8537	8535	8535		
Peso del suelo húmedo	g	4439	4638	4229	4374	3998	4287		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2121	2121	2122	2122	2113	2113		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2.093	2.187	1.993	2.061	1.892	2.029		
Tara	Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso suelo húmedo + tara	g	425.3	366.3	447.3	316.3	374.3	335.3		
Peso suelo seco + tara	g	352.3	299.3	370.3	255.3	310.5	268.3		
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	g	73.0	67.0	77.0	61.0	63.8	67.0		
Peso de suelo seco	g	352.3	299.3	370.3	255.3	310.5	268.3		
Contenido de humedad	%	20.7	22.4	20.8	23.9	20.5	25.0		
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1.734	1.787	1.650	1.664	1.570	1.623		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
04/09/2018	14:20:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
05/09/2018	14:20:00	24	0.066	1.676	1.5	0.085	2.159	1.9	0.111	2.819	2.4
06/09/2018	14:20:00	48	0.088	2.235	0.5	0.135	3.429	1.1	0.153	3.886	0.9
07/09/2018	14:20:00	72	0.115	2.921	0.6	0.155	3.937	0.4	0.177	4.496	0.5
08/09/2018	14:20:00	96	0.133	3.378	0.4	0.177	4.496	0.5	0.199	5.055	0.5
					2.9			3.9			4.4

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA Dial(div)	CORRECCION kg	CORRECCION kg	%	CARGA Dial(div)	CORRECCION kg	CORRECCION kg	%	CARGA Dial(div)	CORRECCION kg	CORRECCION kg	%
0.000	0		0.0	0.0		0.0	0.0			0.0	0.0			
0.635	0.250		10.2	37.5		7.2	23.8			5.3	15.1			
1.270	0.500		19.3	79.1		13.3	51.7			8.2	28.4			
1.905	0.750		23.0	96.0		17.3	70.0			11.5	43.4			
2.540	1.000	70.455	30.5	130.3	132.6	9.2	21.6	89.6	91.4	6.4	14.7	58.1	60.3	4.2
3.180	1.252		36.3	156.7			26.8	113.4			17.9	72.7		
3.810	1.500		43.6	190.0			30.5	130.3			21.5	89.1		
5.080	2.000	105.68	51.2	224.7	222.0	10.3	35.3	152.2	151.1	7.0	25.4	107.0	102.1	4.7
7.620	3.000		63.3	279.8			41.0	178.2			29.5	125.7		
10.160	4.000		68.1	301.7			49.3	216.0			33.3	143.0		
12.700	5.000		76.3	339.1			53.3	234.3			38.2	165.4		

Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas, así como clasificación de terreno

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas

Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+190 - 01+430

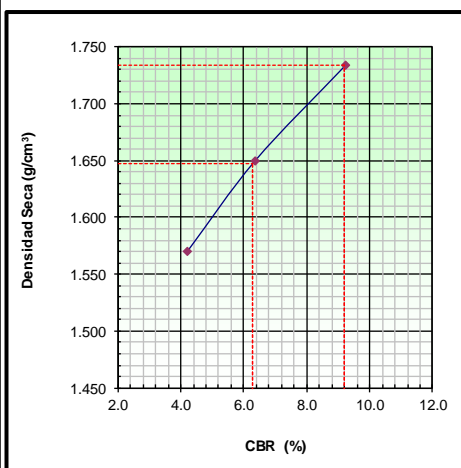
**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 006

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 08/09/2018



**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.734  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 21.1  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>)** : 1.647

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	9.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	6.3

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.3 %

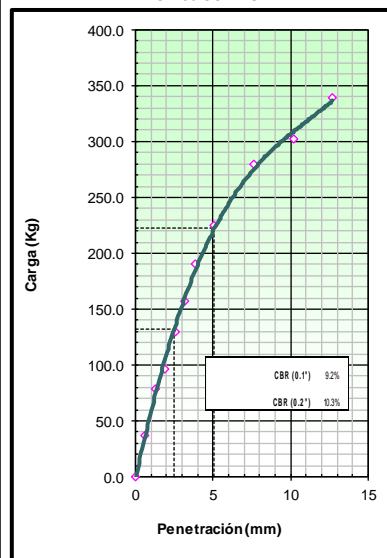
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 9.2 %**

**OBSERVACIONES:**

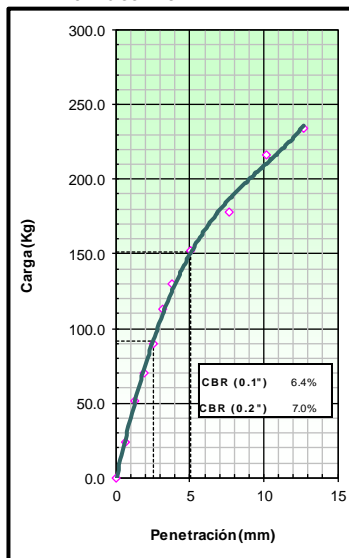
De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min.: 6 %

Por lo tanto el CBR : **Cumple** con el Requerimiento.

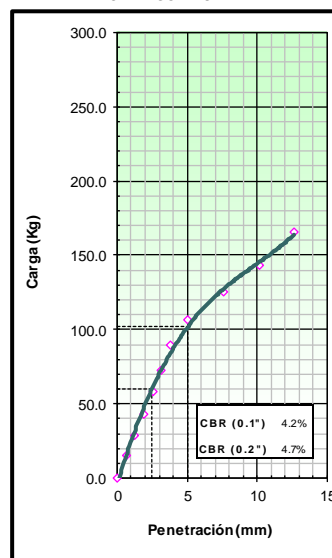
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 08/09/2018

ESPEORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
<b>1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>														
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-6	Km 01+190	Km 01+430	Km 01+390	C-6	1.20 m.	38.8	37.0	18.4	18.6	CL	A-6(11)	6.3	21.1	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION						
C-6	A-6 (11)	Suelo inadecuado	-0.1	Suelo inadecuado	0.24	Suelo inadecuado	38.8	Suelo inadecuado	Suelo adecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-6	1.734	21.1	9.2	6.3

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{1094} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

CBR > 20%		CBR < 6% (6)	
7.38E+06	W18	7380000	W18
-1.282	Zr	-1.282	Zr
0.45	So	0.45	So
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI
30.0	CBR	6.3	CBR
20810.8	Mr	8266.3	Mr
SN <sub>o</sub> = 3.34		SN <sub>r</sub> = 4.75	
6.87	(1)	6.87	
6.87	(2)	6.87	
m <sub>s</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>s</sub> = 0.094			
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a4 x m4)		D <sub>s</sub> (Pulg) = No Requiere	
		D <sub>s</sub> (cm) = No Requiere	
Adoptado =>>>>		D <sub>4</sub> (m) = No Requiere	

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y DE LA EXPANSIÓN LIBRE**

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 – 35.0

**Expansión libre (%)**

$$Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL - 0.27x w_o$$

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- w<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

$$\text{Expansion Final } S (%) = Sf [ 1 - 0.72 \sqrt{p_s} ]$$

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- p<sub>s</sub> = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holttz y Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(6)	1.20 m.	CL	A-6 (11)	38.8	37.0	18.4	18.6	Medio	3.36	0.2422	2.17	No Requiere

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N° 4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-6	0.243	Medio	0.90

**Datos:**

$q_0 = 5.6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $a = 10.8$  cm  
 $z = 135$  cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

**Resultados:**

$\sigma_z = 0.1$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado =>> 90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
**OK**

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) **0.10 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor:  $0.1 \leq 0.1$  kg/cm<sup>2</sup> ok

N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-6	Km 01+190	Km 01+430	38.8	37.0	18.4	18.6	1.734	21.1	9.2	6.3	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-6	Km 01+190	Km 01+430	240.00	Toda la Plat.	CL	A-6 (11)	No Requiere	No Requiere	0.70	0.90	0.90



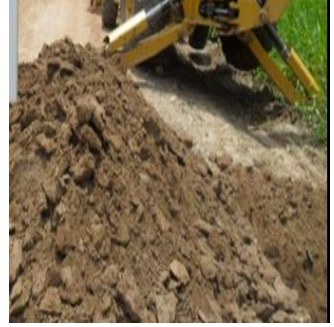
Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodologías de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro		
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Hecho por:</b>	A.C.S
<b>Material:</b>	Terreno existente	<b>Ing. Responsable:</b>	E.A.C
		<b>Fecha:</b>	05/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

MATERIAL	:	Terreno existente	M-1				
PROGRESIVA	:	km 01+430 - 01+700	SUCS	SC			
CALICATA	:	C-7	AASHTO	A-2-4 ( 0 )			
LADO	:	Izquierdo	L.L	24.00			
PROFUNDIDAD (m)	:	1.00 m.	I.P	7.3			
ANCHO (mts)	:	0.60	H.N %	28.4			

PROFUNDIDAD (metros)	0.00			
	0.10			
	0.15			
	0.30			
	0.35			
	0.40			
	0.45			
	0.50			
	0.55			
	0.60			
	0.65			
	0.70			
	0.75			
	0.80			
0.85				
0.90				
...				
1.00				
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	1.00 m.	SC	Limo inorganico y arenas finas mezclas de arenas y arcilla de color gris oscuro, de alto contenido de humedad.

*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+430 - 01+700

**Fecha:** 05/09/2018

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** N° 007

**Punto de muestreo:** km 01+540 Der

**Tamaño Máximo :** 3/8"

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.00 m.

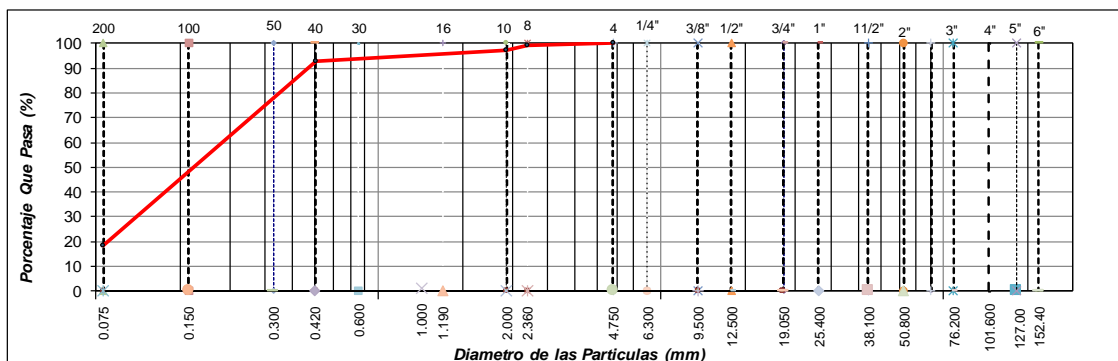
**Peso Inicial Seco :** 589.6 g

**Fracción :** 589.6 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 24.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 16.7 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 7.3 <b>Clasificación (SUCS) :</b> SC <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-2-4 ( 0 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 28.4
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	4.8	0.8	0.8	100.0	
Nº 8	2.360			0.8	99.2	
Nº 10	2.000	12.9	2.2	3.0	97.0	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	23.4	4.0	7.0	93.0	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	357.4	60.6	67.6	32.4	
Nº 200	0.075	82.6	14.0	81.6	18.4	
< Nº 200	FONDO	108.5	18.4	100.0		

OBSERVACIONES :

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.8% de grava y arena en un 80.8% y material pasante la malla Nº 200= 18.4% teniendo una clasificación SUCS= SC, Arena arcillosa y clasificación AASHTO= A-2-4 (0), el material es adecuado para la conformación de la sub rasante.



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente **Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+430 - 01+700 **Fecha:** 5/09/2018

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** N° 007

**Punto de muestreo:** km 01+540 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.00 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	424.20	
Peso de Material Seco + Tara	g	330.30	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	93.90	
Peso Material Seco	g	330.30	
Humedad Natural	%	28.43	
Promedio de Humedad	%		<b>28.4</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado semi saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+430 - 01+700

**Fecha:** 05/09/2018

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** N° 007

**Punto de muestreo:** km 01+540 Der

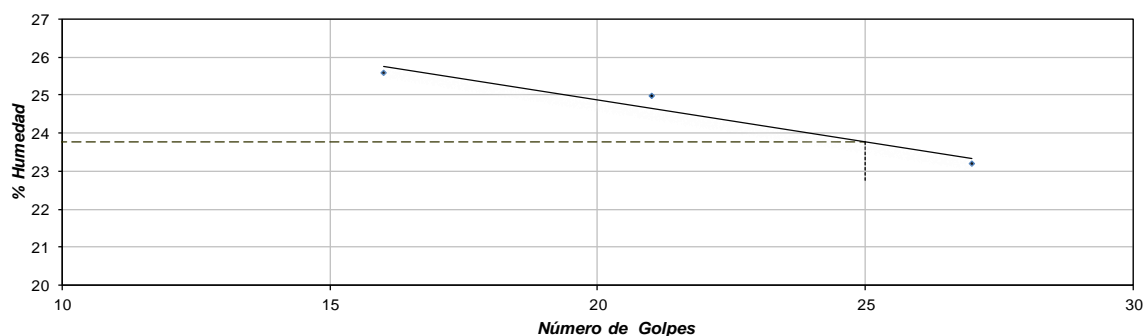
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.00 m.

**Material Pasante Tamiz N° 40**

DESCRIPCION	UNIDAD	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		10	11	14	12	6
Nro. de Recipiente	N°					
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	60.18	57.72	61.53	15.28	16.32
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	56.04	53.65	57.18	14.95	15.90
Peso de Recipiente (C)	g	38.18	37.35	40.18	12.97	13.39
Peso del Agua (A-B)	g	4.14	4.07	4.35	0.33	0.42
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	17.86	16.3	17	1.98	2.51
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	23.2	25.0	25.6	16.67	16.73
N° De Golpes		27	21	16		

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
		24.0	16.7


**RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES**



*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material tiene una plasticidad muy baja y adecuado para conformación de sub rasante.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+430 - 01+700

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** N° 007

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 05/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+540 Der

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.00 m.

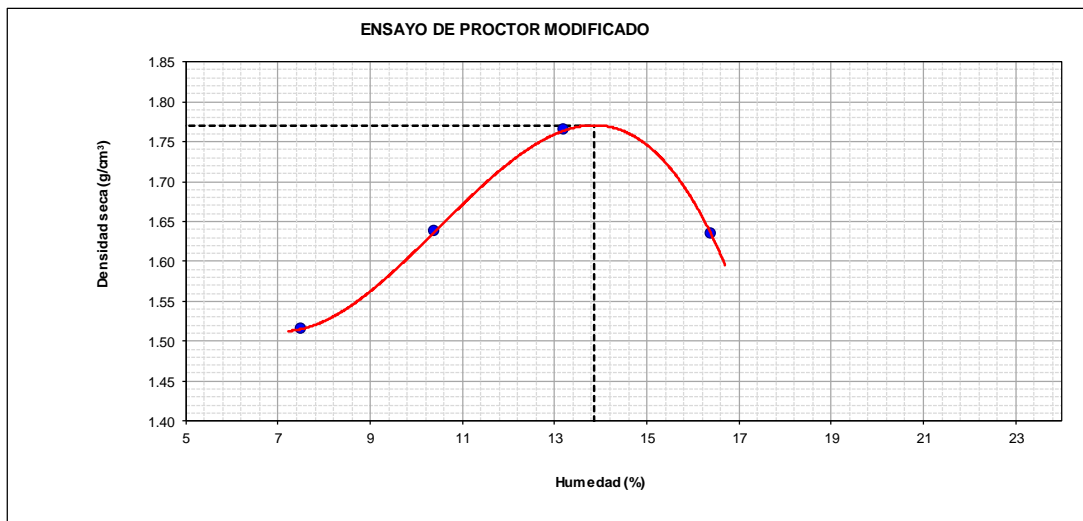
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	5,845	6,012	6,189	6,100	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,525	1,692	1,869	1,780	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.629	1.808	1.997	1.902	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	311.7	364.0	366.1	306.6	
Peso Suelo Seco + Tara	g	289.9	329.7	323.4	263.4	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	21.8	34.3	42.7	43.2	
Peso del Suelo Seco	g	290	330	323	263	
Contenido de Agua	%	7.5	10.4	13.2	16.4	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.515	1.637	1.764	1.634	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.771 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>13.9 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standard” y el Ensayo Proctor Modificado”. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+430 - 01+700

**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** N° 007

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 05/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO					
		NO SATURADO		SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	16		4		5	
Capas	Nº	5		5		5	
Golpes por capa	Nº	56		25		12	
Condición de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	g	11432	11541	12547	12698	12415	12654
Peso de molde	g	7185	7185	8538	8538	8592	8592
Peso del suelo húmedo	g	4247	4356	4009	4160	3823	4062
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2111	2111	2104	2104	2138	2138
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.012</b>	<b>2.063</b>	<b>1.905</b>	<b>1.977</b>	<b>1.788</b>	<b>1.900</b>
Tara	Nº	1	2	3	4	5	6
Peso suelo húmedo + tara	g	512.0	520.0	547.0	477.0	505.0	482.0
Peso suelo seco + tara	g	451.0	451.0	481.0	411.0	446.0	410.0
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g	61.0	69.0	66.0	66.0	59.0	72.0
Peso de suelo seco	g	451.0	451.0	481.0	411.0	446.0	410.0
Contenido de humedad	%	13.5	15.3	13.7	16.1	13.2	17.6
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.772</b>	<b>1.790</b>	<b>1.676</b>	<b>1.704</b>	<b>1.579</b>	<b>1.616</b>

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/09/2018	11:10:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
06/09/2018	11:10:00	24	0.010	0.254	0.2	0.014	0.356	0.3	0.054	1.372	1.2
07/09/2018	11:10:00	48	0.023	0.584	0.3	0.031	0.787	0.4	0.069	1.753	0.3
08/09/2018	11:10:00	72	0.044	1.118	0.5	0.053	1.346	0.5	0.088	2.235	0.4
09/09/2018	11:10:00	96	0.059	1.499	0.3	0.072	1.829	0.4	0.094	2.388	0.1
					1.3			1.6			2.1

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
			Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		16.1	64.5			10.2	37.5			7.5	25.2		
1.270	0.500		24.5	102.9			14.0	54.9			11.2	42.1		
1.905	0.750		29.5	125.7			19.2	78.6			13.3	51.7		
2.540	1.000	70.455	36.6	158.1	168.6	11.7	25.8	108.8	115.3	8.0	17.8	72.2	76.0	5.3
3.180	1.252		48.0	210.1			31.2	133.4			22.8	95.1		
3.810	1.500		57.1	251.6			41.2	179.1			26.5	112.0		
5.080	2.000	105.68	73.3	325.4	320.6	14.8	52.5	230.6	210.6	9.8	33.3	143.0	137.6	6.4
7.620	3.000		99.3	443.7			63.3	279.8			42.3	184.1		
10.160	4.000		123.3	552.7			83.3	370.9			50.5	221.5		
12.700	5.000		135.0	605.8			105.3	470.9			58.6	258.4		

Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas, así como clasificación de terreno.

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+430 - 01+700

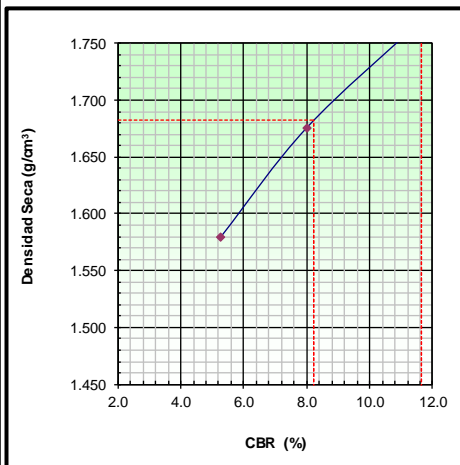
**Carril:** Izquierdo

**Calicata:** N° 007

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 09/09/2018



**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.771  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 13.9  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.682

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	11.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	8.2

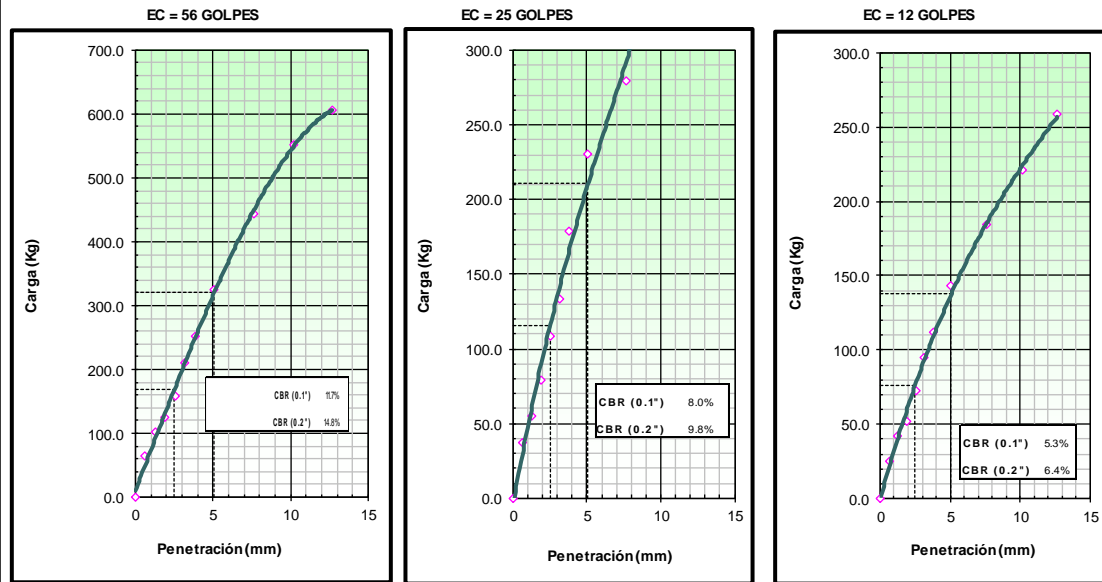
**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.2 %

**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.7 %**

**OBSERVACIONES:**

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR: **No Cumple** con el Requerimiento.



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Iejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 09/09/2018

ESPOSORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD											CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION	
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION				
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-7	Km 01+430	Km 01+700	Km 01+540	C-7	1.00 m.	28.4	24.0	16.7	7.3	SC	A-2-4 (0)	8.2	13.9	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION						
C-7	A-2-4 (0)	Suelo inadecuado	-0.6	Suelo inadecuado	0.13	Suelo adecuado	28.4	Suelo inadecuado	Suelo adecuado					

## 2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

### CBR AL 95% DE SU MDS < 6%

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm3)	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-7	1.771	13.9	11.7	8.2

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{1094} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

CBR > 20%		CBR < 6% (7)	
7.38E+06	W18	7380000	W18
-1.282	Zr	-1.282	Zr
0.45	So	0.45	So
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI
30.0	CBR	8.2	CBR
20810.8	Mr	9849.3	Mr
SN <sub>o</sub> = 3.34		SN <sub>r</sub> = 4.47	
6.87	(1)	6.87	
6.87	(2)	6.87	
m <sub>a</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>a</sub> = 0.094			
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a4 x m4)		D <sub>4</sub> (Pulg) =	No Requiere
		D <sub>4</sub> (cm) =	No Requiere
Adoptado =>>>>		D <sub>4</sub> (m) =	No Requiere

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

## 3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)

### ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y DE LA EXPANSIÓN LIBRE

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 – 35.0

### Expansión libre (%)

$$Sf (%) = 2.27 + 0.131 \times LL - 0.27 \times w_o$$

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Limite Liquido (%)
- w<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

$$\text{Expansion Final } S (%) = Sf [1 - 0.72 \sqrt{p_s}]$$

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- p<sub>s</sub> = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holitz y Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

### VALORES DE ENSAYOS

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(7)	1.00 m.	SC	A-2-4 (0)	28.4	24.0	16.7	7.3	Bajo	2.26	0.2422	1.46	No Requiere

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N° 4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-7	0.126	Bajo	No Requiere

**Datos:**

$q_0 = 5.6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $a = 10.8$  cm  
 $z = 135$  cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

**Resultados:**

$\sigma_z = 0.1$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado =>> 90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
**OK**

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) **0.10 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor:  $0.1 \leq 0.1$  kg/cm<sup>2</sup> **ok**

DATOS DE LABORATORIO											LADO: Derecho/Izquierdo			
N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-7	Km 01+430	Km 01+700	28.4	24.0	16.7	7.3	1.771	13.9	11.7	8.2	Suelo inadecuado	Suelo adecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

ESPESORES DE MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE										LADO: Derecho/Izquierdo	
N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-7	Km 01+430	Km 01+700	270.00	Toda la Plat.	SC	A-2-4 (0)	No Requiere	No Requiere	0.70	No Requiere	0.70



*Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodologías de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de compresibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)*

<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro		<b>Hecho por:</b> A.C.S
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución		<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
<b>Material:</b>	Terreno existente		<b>Fecha:</b> 05/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

<b>MATERIAL</b>	:	Terreno existente	M-1				
<b>PROGRESIVA</b>	:	km 01+700 - 01+900	SUCS	CL			
<b>CALICATA</b>	:	C-8	AASHTO	A-6 ( 10 )			
<b>LADO</b>	:	Derecho/Izquierdo	L.L	34.00			
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	:	1.70 m.	I.P	14.0			
<b>ANCHO (mts)</b>	:	0.60	H.N %	49.3			

PROFUNDIDAD (metros)	0.00			
	0.20			
	0.40			
	0.60			
	0.70			
	0.80			
	0.90			
	1.10			
	1.20			
	1.30			
1.40				
1.50				
1.55				
1.60				
--				
1.70				
<b>REFERENCIA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL</b>	1.70 m.	CL	Arcilla inorgánica de plasticidad media de color rojizo oscuro de consistencia suave, presenta napa freática a 1.20m.

*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos*



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+700 - 01+900

**Fecha:** 05/09/2018

**Carril:** Derecho/Izquierdo

**Calicata:** N° 008

**Punto de muestreo:** km 01+880 Izq.

**Tamaño Máximo :** 3/8"

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m.

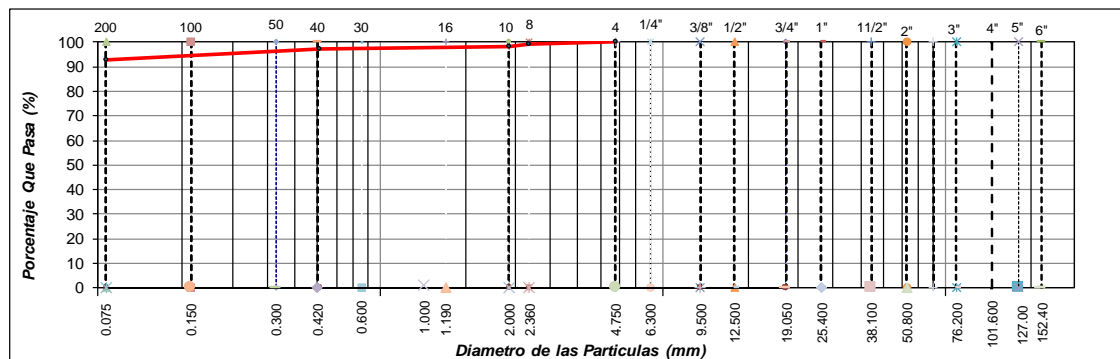
**Peso Inicial Seco :** 583.5 g

**Fracción :** 583.5 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 34.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 20.0 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 14.0 <b>Clasificación (SUCS) :</b> CL <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-6 ( 10 ) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 49.3
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500				100.0	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	4.2	0.7	0.7	100.0	
Nº 8	2.360			0.7	99.3	
Nº 10	2.000	6.0	1.0	1.7	98.3	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	6.2	1.1	2.8	97.2	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	9.5	1.6	4.4	95.6	
Nº 200	0.075	16.8	2.9	7.3	92.7	
< Nº 200	FONDO	540.8	92.7	100.0		

**OBSERVACIONES :**

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.7% de grava y arena en un 6.6% y material pasante la malla Nº 200= 92.7% teniendo una clasificación SUCS= CL, Arcilla limosa y clasificación AASHTO= A-6 (10), el material es inadecuado para la conformación de la sub rasante.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente **Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+700 - 01+900 **Fecha:** 05/09/2018

**Carril:** Derecho/Izquierdo

**Calicata:** N° 008

**Punto de muestreo:** km 01+880 Izq.  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	439.10	
Peso de Material Seco + Tara	g	294.10	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	145.00	
Peso Material Seco	g	294.10	
Humedad Natural	%	49.30	
Promedio de Humedad	%	<b>49.3</b>	

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+700 - 01+900

**Carril:** Derecho/Izquierdo

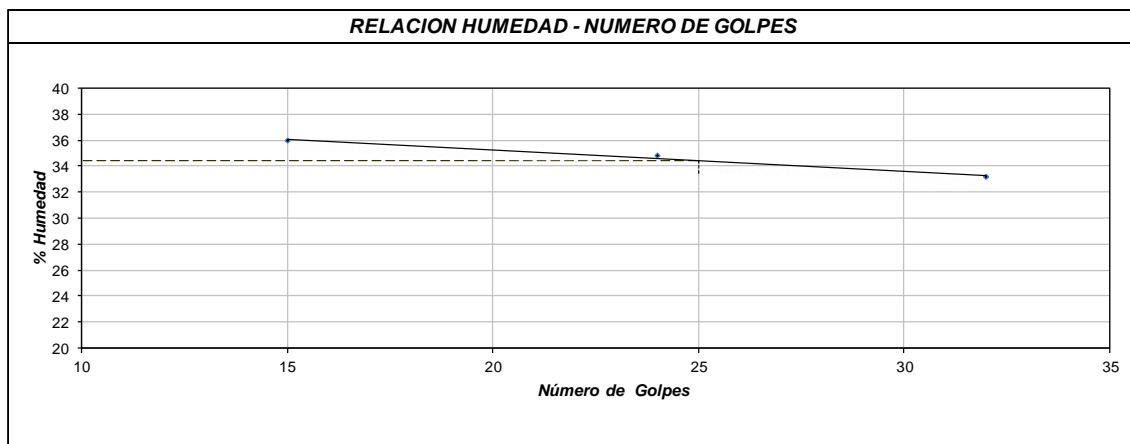
**Calicata:** N° 008

**Hecho por:** A.C.S  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 05/09/2018

**Punto de muestreo:** km 01+880 Izq.  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40					
		LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
Nro. de Recipiente	N°	3	4	5	3	4	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	43.08	55.41	57.45	17.10	18.79	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	39.2	51.24	53.01	16.44	18.17	
Peso de Recipiente (C)	g	27.49	39.25	40.68	13.20	15.02	
Peso del Agua (A-B)	g	3.88	4.17	4.44	0.66	0.62	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	11.71	11.99	12.33	3.24	3.15	
Contenido Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	33.1	34.8	36.0	20.37	19.68	
N° De Golpes		32	24	15			

RESULTADOS OBTENIDOS	LIMITES DE CONSISTENCIA		INDICE PLASTICO
	LIQUIDO	PLASTICO	
	34.0	20.0	

*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material tiene una plasticidad moderadamente semi plástico.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+700 - 01+900

**Fecha:** 05/09/2018

**Carril:** Derecho/Izquierdo

**Calicata:** N° 008

**Punto de muestreo:** km 01+880 Izq.

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.70 m.

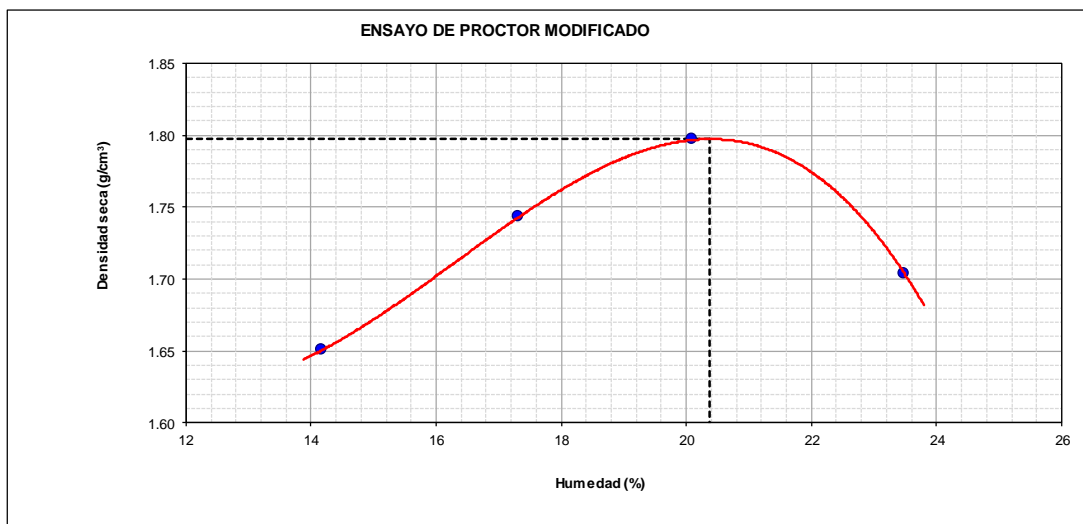
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

Volumen Molde	936	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	4320	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	g	6,084	6,234	6,340	6,289	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,764	1,914	2,020	1,969	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.885	2.045	2.158	2.104	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	306.8	311.6	361.4	356.4	
Peso Suelo Seco + Tara	g	268.7	265.6	300.9	288.6	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	38.1	46.0	60.5	67.8	
Peso del Suelo Seco	g	269	266	301	289	
Contenido de Agua	%	14.2	17.3	20.1	23.5	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.651	1.743	1.797	1.703	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.797 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Óptimo Contenido de Humedad</b>	<b>20.4 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



*Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados Ensayo Proctor Standard y el Ensayo Proctor Modificado. La diferencia entre ambos se encuentra en la energía.*

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+700 - 01+900

**Carril:** Derecho/Izquierdo

**Calicata:** N° 008

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 05/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO							
		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Molde	Nº	9		10		11			
Capas	Nº	5		5		5			
Golpes por capa	Nº	56		25		12			
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo	g	13069	13205	12722	12745	12512	12800		
Peso de molde	g	8503	8503	8397	8397	8543	8543		
Peso del suelo húmedo	g	4566	4702	4325	4348	3969	4257		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2115	2115	2116	2116	2110	2110		
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.159</b>	<b>2.223</b>	<b>2.044</b>	<b>2.055</b>	<b>1.881</b>	<b>2.018</b>		
Tara	Nº	1	2	3	4	5	6		
Peso suelo húmedo + tara	g	512.0	498.0	554.0	511.0	540.0	522.0		
Peso suelo seco + tara	g	425.0	408.0	460.0	415.0	450.0	416.0		
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Peso de agua	g	87.0	90.0	94.0	96.0	90.0	106.0		
Peso de suelo seco	g	425.0	408.0	460.0	415.0	450.0	416.0		
Contenido de humedad	%	20.5	22.1	20.4	23.1	20.0	25.5		
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.792</b>	<b>1.821</b>	<b>1.697</b>	<b>1.669</b>	<b>1.568</b>	<b>1.608</b>		

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
05/09/2018	11:10:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
06/09/2018	11:10:00	24	0.056	1.422	1.2	0.088	2.235	1.9	0.112	2.845	2.5
07/09/2018	11:10:00	48	0.086	2.184	0.7	0.102	2.591	0.3	0.118	2.997	0.1
08/09/2018	11:10:00	72	0.115	2.921	0.6	0.189	4.801	1.9	0.205	5.207	1.9
09/09/2018	11:10:00	96	0.128	3.251	0.3	0.199	5.055	0.2	0.261	6.629	1.2
					2.8			4.4			5.7

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION		CARGA	CORRECCION	
			Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		8.7	30.6			6.8	22.0			4.6	11.9		
1.270	0.500		14.2	55.8			10.1	37.0			7.0	22.9		
1.905	0.750		18.3	74.5			13.5	52.6			8.5	29.7		
2.540	1.000	70.455	22.0	91.4	98.2	6.8	16.8	67.7	69.0	4.8	12.3	47.1	55.1	3.8
3.180	1.252		27.2	115.2			19.9	81.8			15.2	60.4		
3.810	1.500		36.4	157.2			25.3	106.5			19.9	81.8		
5.080	2.000	105.68	42.6	185.5	181.9	8.4	33.0	141.7	136.5	6.3	25.6	107.9	99.3	4.6
7.620	3.000		55.6	244.8			46.0	201.0			30.2	128.9		
10.160	4.000		66.3	293.5			54.0	237.5			36.3	156.7		
12.700	5.000		73.3	325.4			63.3	279.8			44.2	192.8		

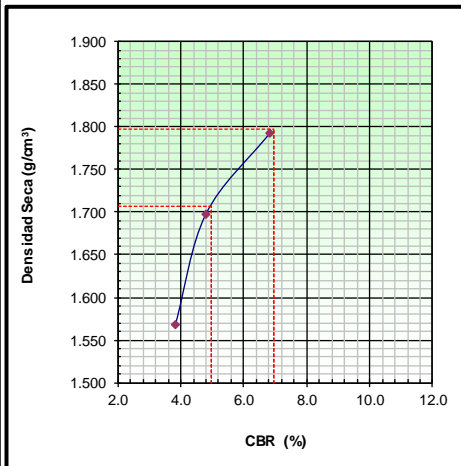
Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas, así como clasificación de terreno

**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Isidro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución  
**Material:** Terreno existente  
**Tramo:** km 01+700 - 01+900  
**Carril:** Derecho/Izquierdo  
**Calicata:** N° 008

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 09/09/2018



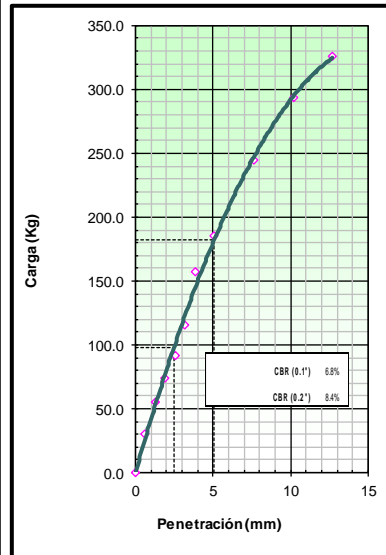
**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.797  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 20.4  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.708

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	7.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.0

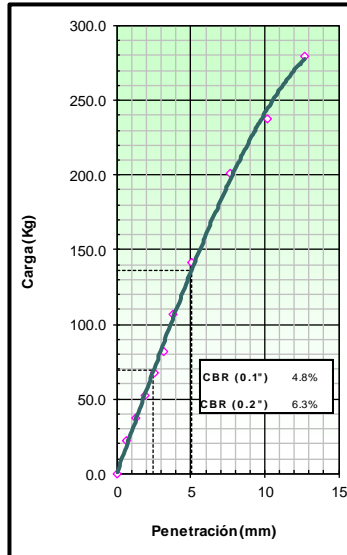
**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.0 %  
**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 7.0 %**

**OBSERVACIONES:**  
 De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Mín.: 6 %  
 Por lo tanto el CBR : **No cumple** con el Requerimiento.

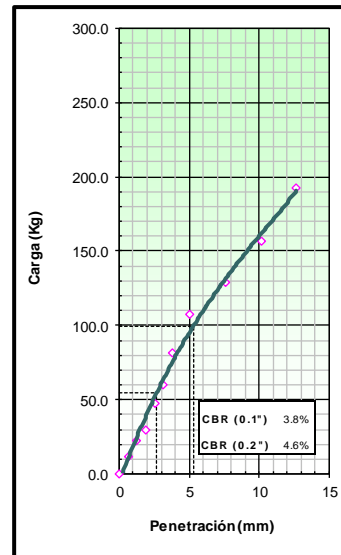
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*

**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Lejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 09/09/2018

ESPEORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD											CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION	
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-8	Km 01+700	Km 01+900	Km 01+880	C-8	1.70 m.	49.3	34.0	20.0	14.0	CL	A-6 (10)	5.0	20.4	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION						
C-8	A-6 (10)	Suelo inadecuado	-1.1	Suelo inadecuado	0.22	Suelo inadecuado	49.3	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado					

**2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)**

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

**CBR AL 95% DE SU MDS < 6%**

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm3)	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-8	1.797	20.4	7.0	5.0

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

CBR > 20%		CBR < 6% (8)	
7.38E+06	W18	7380000	W18
-1.282	Zr	-1.282	Zr
0.45	So	0.45	So
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI
30.0	CBR	5.0	CBR
20810.8	Mr	7124.5	Mr
SN <sub>e</sub> = 3.34		SN <sub>e</sub> = 5.00	
6.87	(1)	6.87	
6.87	(2)	6.87	
m <sub>s</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>s</sub> = 0.094			
D4 = (SNr-SNo)/(a4 x m4)		D <sub>s</sub> (Pulg) = 19.6	
		D <sub>s</sub> (cm) = 49.9	
Adoptado =>>>>		D4 (m) = 0.50	

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

**3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)**

**ESTIMACION DEL POTENCIAL DE EXPANSION Y DE LA EXPANSION LIBRE**

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSION	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 – 35.0

**Expansión libre (%)**

$$Sf (%) = 2.27 + 0.131xLL - 0.27xw_o$$

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- W<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

$$\text{Expansion Final } S (%) = Sf [ 1 - 0.72 \sqrt{ps} ]$$

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- ps = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holttz y Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

**VALORES DE ENSAYOS**

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(8)	1.70 m.	CL	A-6 (10)	49.3	34.0	20.0	14.0	Medio	6.59	0.2422	4.25	0.70

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N° 4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

$Cc = 0.009 (LL - 10)$

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 - 0.19	Baja
0.20 - 0.39	Media
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2} \right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-8	0.216	Medio	0.90

**Datos:**

$q_0 = 5.6$  kg/cm<sup>2</sup>  
 $a = 10.8$  cm  
 $z = 135$  cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr + b$

**Resultados:**

$\sigma_z = 0.1$  kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado =>> 90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
**OK**

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) **0.10 Kg/cm<sup>2</sup>**

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor:  $0.1 \leq 0.1$  kg/cm<sup>2</sup> ok

N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-8	Km 01+700	Km 01+900	49.3	34.0	20.0	14.0	1.797	20.4	7.0	5.0	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-8	Km 01+700	Km 01+900	200.00	Toda la Plat.	CL	A-6 (10)	0.50	0.70	0.70	0.90	0.90

Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodologías de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

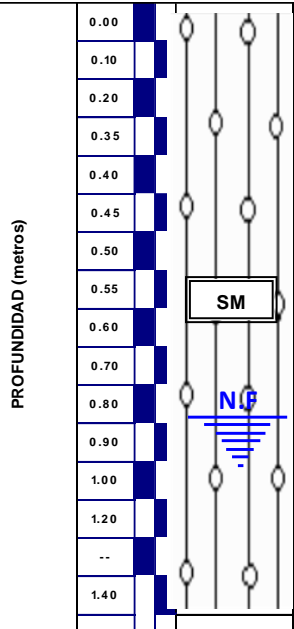



<b>Obra:</b>	Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro	<b>Hecho por:</b> A.C.S
<b>Tramo:</b>	Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución	<b>Ing. Responsable:</b> E.A.C
<b>Material:</b>	Terreno existente	<b>Fecha:</b> 06/09/2018

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**REGISTRO DE CALICATA**

<b>MATERIAL</b>	:	Terreno existente	M-1				
<b>PROGRESIVA</b>	:	km 01+900 - 02+120	SUCS	SM			
<b>CALICATA</b>	:	C-9	AASHTO	A-2-4 ( 0 )			
<b>LADO</b>	:	Derecho	L.L	19.00			
<b>PROFUNDIDAD (m)</b>	:	1.40 m.	I.P	0.0			
<b>ANCHO (mts)</b>	:	0.60	H.N%	38.1			

<b>REFERENCIA</b>			SM	
	<b>DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL</b>	1.40 m.		

*Interpretación: Interpretación: Interpretación: Un perfil estratigráfico es para poder observar y reconocer los estratos o capas que se encuentran en esta calicata sus objetivos: poder identificar las capas o estratos de una calicata, Identificar cuando la muestra de la calicata es alterada o inalterada, saber cuánto de muestra se debe sacar de cada capa de estrato, conocer el significado de una calicata y de los estratos*

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+900 - 02+120

**Fecha:** 06/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 009

**Punto de muestreo:** km 02+000 Der

**Tamaño Máximo :** 1/2"

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.40 m.

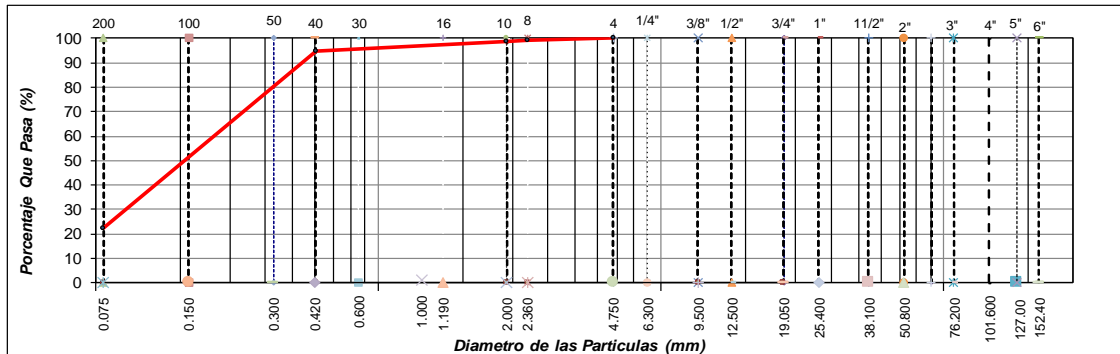
**Peso Inicial Seco :** 675.5 g

**Fracción :** 675.5 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
6"	152.400					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 19.0 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 0.0 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 0.0 <b>Clasificación (SUCS) :</b> SM <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-2-4 (0) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 38.1
5"	127.000					
4"	101.600					
3"	76.200					
2 1/2"	63.300					
2"	50.800				--	
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500				100.0	
3/8"	9.500	3.2	0.5	0.5	99.5	
1/4"	6.300					
Nº 4	4.750	2.0	0.3	0.8	100.0	
Nº 8	2.360			0.8	99.2	
Nº 10	2.000	4.2	0.6	1.4	98.6	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.600					
Nº 40	0.425	26.0	3.8	5.2	94.8	
Nº 50	0.300					
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	376.6	55.8	61.0	39.0	
Nº 200	0.075	113.1	16.7	77.7	22.3	
< Nº 200	FONDO	150.4	22.3	100.0		

**OBSERVACIONES :**

#### CURVA GRANULOMETRICA



*Interpretación:* Según el ensayo de análisis granulométrico con norma ASTM C 136 y norma del MTC E-107, nos indica que el material está constituido por 0.5% de grava y arena en un 76.9% y material pasante la malla Nº 200= 22.3% teniendo una clasificación SUCS= SM, Arena limosa y clasificación AASHTO= A-2-4 (0), que el material es adecuado para la conformación de la sub rasante.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

(MTC E 108 - ASTM D 2216)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente **Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+900 - 02+120 **Fecha:** 06/09/2018

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 009

**Punto de muestreo:** km 02+000 Der

**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.40 m.

Nº TARA	UNIDAD	1	
Peso de Material Húmedo + Tara	g	456.00	
Peso de Material Seco + Tara	g	330.10	
Peso de Tara	g	0.00	
Peso de Agua	g	125.90	
Peso Material Seco	g	330.10	
Humedad Natural	%	38.14	
Promedio de Humedad	%		<b>38.1</b>

*Interpretación: Este ensayo esta normado por la ASTM D 2216 y la norma del MTC E – 108, se denomina humedad natural o contenido de agua de un suelo a la relación entre el peso de agua contenido en el mismo y el peso de su fase sólida, el contenido de humedad del material se encuentra en estado semi saturado.*

**LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD**  
(MTC E 110 - ASTM D 4318 - MTC E 111 - AASHTO T 90)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución **Hecho por:** A.C.S

**Material:** Terreno existente **Ing. Responsable:** E.A.C

**Tramo:** km 01+900 - 02+120 **Fecha:** 06/09/2018

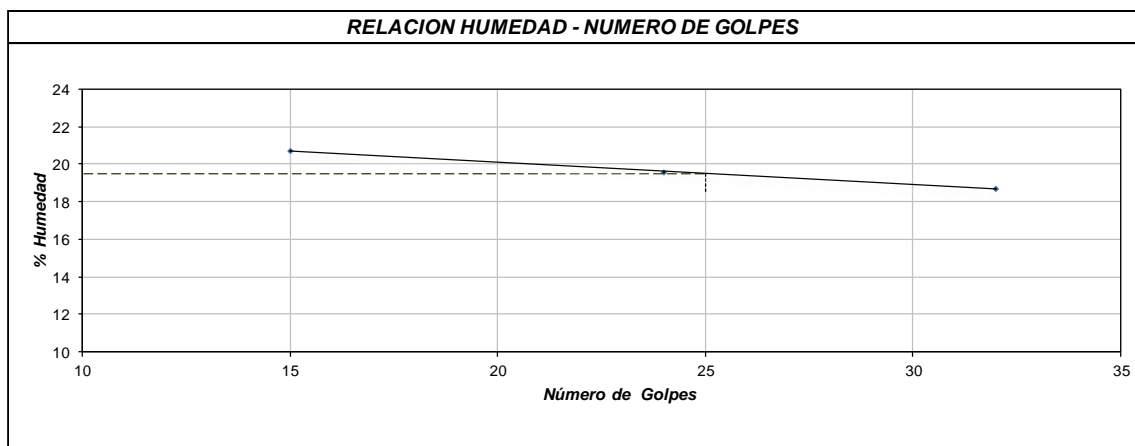
**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 009

**Punto de muestreo:** km 02+000 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.40 m.

DESCRIPCION	UNIDAD	Material Pasante Tamiz N° 40			LÍMITE PLÁSTICO
		LÍMITE LÍQUIDO			
Nro. de Recipiente	N°	13	14	15	NP
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	g	65.95	64.52	63.9	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	g	61.8	60.54	59.15	
Peso de Recipiente (C)	g	39.60	40.18	36.21	
Peso del Agua (A-B)	g	4.15	3.98	4.75	
Peso del Suelo Seco (B-C)	g	22.2	20.36	22.94	
Contenido Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	18.7	19.5	20.7	
N° De Golpes		32	24	15	

RESULTADOS OBTENIDOS	LÍMITES DE CONSISTENCIA		ÍNDICE PLÁSTICO
	LÍQUIDO	PLÁSTICO	
	19.0	NP	

*Interpretación: Límites de consistencia normado por la ASTM D – 4318 y norma MTC E – 111, mediante este ensayo determinamos el estado que pueda encontrarse el material fino como sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, el material presenta límites líquidos y no teniendo plasticidad.*

**PROCTOR ESTANDAR**  
(MTC E - 116 - ASTM D 698 )

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+900 - 02+120

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 009

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 06/09/2018

**Punto de muestreo:** km 02+000 Der  
**Muestra :** Tomada de calicata profundidad 1.40 m.

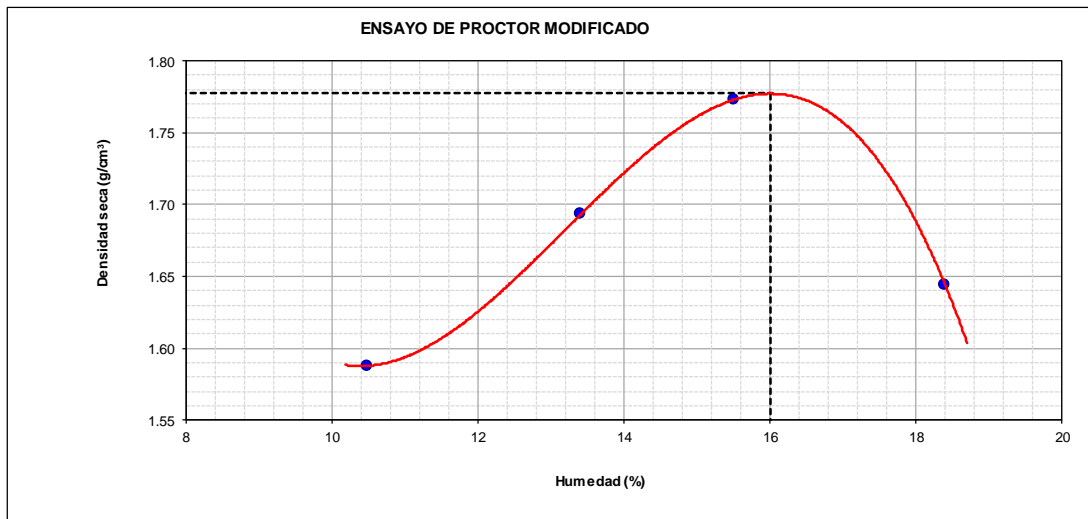
<b>METODO</b>	<b>A</b>
---------------	----------

<b>Volumen Molde</b>	936	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Molde</b>	4320	g

<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Peso Suelo + Molde	g	5,962	6,117	6,237	6,142	
Peso Suelo Humedo Compactado	g	1,642	1,797	1,917	1,822	
Peso Volumetrico Humedo	g	1.754	1.920	2.048	1.947	
Recipiente Numero	N°	-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	g	425.5	434.8	466.9	458.7	
Peso Suelo Seco + Tara	g	385.1	383.4	404.2	387.4	
Peso de la Tara	g					
Peso del Agua	g	40.4	51.4	62.7	71.3	
Peso del Suelo Seco	g	385	383	404	387	
Contenido de Agua	%	10.5	13.4	15.5	18.4	
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	1.588	1.693	1.773	1.644	

<b>Densidad Máxima Seca</b>	<b>1.777 g/cm<sup>3</sup></b>	<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>16.0 %</b>
-----------------------------	-------------------------------	------------------------------------	---------------

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



Interpretación: Norma ASTM D 698 y Norma MTC E – 116 a través de este ensayo es posible determinar la densidad seca máxima de un terreno en relación con su grado de humedad, a una energía de compactación determinada, existen dos tipos de ensayo Proctor Normalizados "Ensayo Proctor Standard" y el Ensayo Proctor Modificado". La diferencia entre ambos se encuentra en la energía.



**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Alejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+900 - 02+120

**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 009

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 06/09/2018

**COMPACTACION**

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO					
		15		16		17	
Molde	Nº	15		16		17	
Capas	Nº	5		5		5	
Golpes por capa	Nº	56		25		12	
Condición de la muestra		<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>	<b>NO SATURADO</b>	<b>SATURADO</b>
Peso de molde + Suelo húmedo	g	11439	11545	11305	11498	12355	12566
Peso de molde	g	7098	7098	7185	7185	8535	8535
Peso del suelo húmedo	g	4341	4447	4120	4313	3820	4031
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2111	2111	2111	2111	2113	2113
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>2.056</b>	<b>2.107</b>	<b>1.952</b>	<b>2.043</b>	<b>1.808</b>	<b>1.908</b>
Tara	Nº	1	2	3	4	5	6
Peso suelo húmedo + tara	g	418.4	532.0	436.1	501.0	473.8	527.0
Peso suelo seco + tara	g	361.6	452.0	376.6	424.0	410.0	440.0
Peso de tara	g	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	g	56.8	80.0	59.5	77.0	63.8	87.0
Peso de suelo seco	g	361.6	452.0	376.6	424.0	410.0	440.0
Contenido de humedad	%	15.7	17.7	15.8	18.2	15.6	19.8
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1.777</b>	<b>1.790</b>	<b>1.685</b>	<b>1.729</b>	<b>1.564</b>	<b>1.593</b>

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/09/2018	11:10:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0
07/09/2018	11:10:00	24	0.013	0.330	0.3	0.017	0.432	0.4	0.020	0.508	0.4
08/09/2018	11:10:00	48	0.017	0.432	0.1	0.020	0.508	0.1	0.026	0.660	0.1
09/09/2018	11:10:00	72	0.019	0.483	0.0	0.025	0.635	0.1	0.030	0.762	0.1
10/09/2018	11:10:00	96	0.021	0.533	0.0	0.028	0.711	0.1	0.035	0.889	0.1
					0.5			0.6			0.8

**PENETRACION**

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	Pulgadas		Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%	Dial(div)	kg	kg	%
0.000	0		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635	0.250		15.0	59.4			9.3	33.4			7.5	25.2		
1.270	0.500		23.5	98.3			16.3	65.4			12.5	48.0		
1.905	0.750		30.5	130.3			22.3	92.8			17.5	70.9		
2.540	1.000	70.455	40.4	175.4	249.8	17.4	32.3	138.5	172.0	12.0	22.3	92.8	158.8	11.0
3.180	1.252		65.2	288.5			43.8	190.9			36.3	156.7		
3.810	1.500		91.5	408.2			60.5	267.1			59.8	263.9		
5.080	2.000	105.68	119.3	534.5	487.3	22.6	85.3	380.0	362.6	16.8	78.5	349.1	319.4	14.8
7.620	3.000		140.5	630.7			119.3	534.5			96.3	430.0		
10.160	4.000		189.3	851.6			145.2	652.0			120.2	538.6		
12.700	5.000		219.3	987.0			176.3	792.8			145.3	652.5		

Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante de terrenos compactados como terraplenes, capas de firmes, explanadas así como clasificación de terreno.



**CBR DE LOS SUELOS**  
(MTC E132)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

**Proyecto:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San lejandro

**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Material:** Terreno existente

**Tramo:** km 01+900 - 02+120

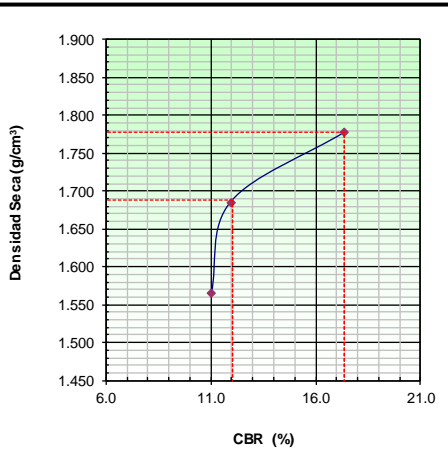
**Carril:** Derecho

**Calicata:** N° 009

**Hecho por:** A.C.S.

**Ing. Responsable:** E.A.C

**Fecha:** 10/09/2018



**METODO DE COMPACTACION** : MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.777  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 16.0  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.688

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	17.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	12.1

**RESULTADOS:**

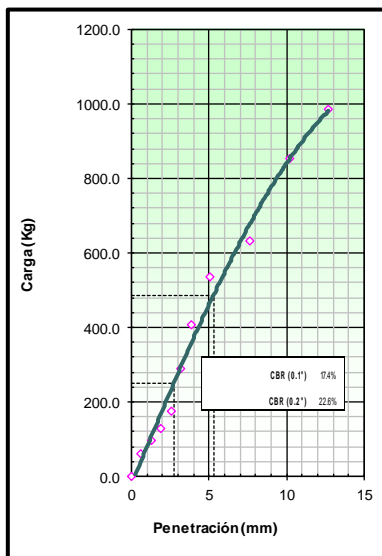
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 12.1 %

**Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 17.4 %**

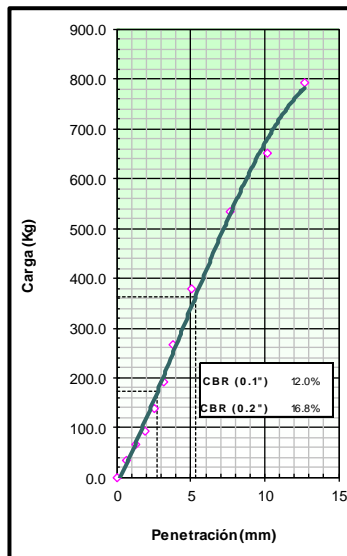
**OBSERVACIONES:**

De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min: 6 %  
 Por lo tanto el CBR: **Cumple** con el Requerimiento.

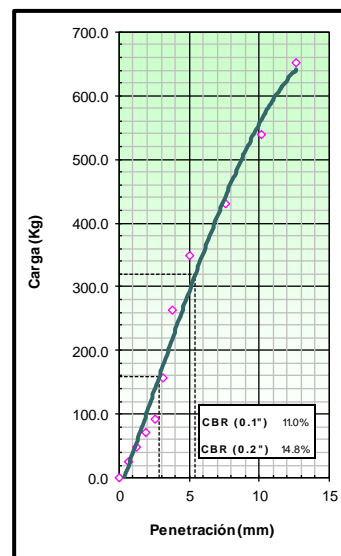
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



*Interpretación: Norma ASTM D 1883 y Norma MTC E 132 los ensayos de deben presentar los resultados en una gráfica densidad seca – índice CBR, también se debe mostrar los datos de compactación, humedad, densidad, hinchamiento y absorción.*



**Obra:** Rehabilitación de Pavimentos Flexibles para la Conservación Vial Empleando Mezclas Asfálticas en Caliente en la Carretera Puerto Bermudez - San Iejandro  
**Tramo:** Desvío Puerto Bermudez - Ciudad Constitución

**Hecho por:** A.C.S.  
**Ing. Responsable:** E.A.C  
**Fecha:** 10/09/2018

ESPORES DE MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUBRASANTE											LADO: Derecho/Izquierdo			
1) CALIDAD DEL SUELO SEGÚN SU CLASIFICACION, INDICE DE CONSISTENCIA, COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD Y PORCENTAJE DE HUMEDAD														
N°	TRAMO		PUNTO DE MUESTREO	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	HUMEDAD NATURAL (%)	LL	LP	IP (%)	CLASIFICACION		CBR (95% MDS)	OCH (%)	EVALUACION
	INICIO	FIN								SUCS	AASHTO			
C-9	Km 01+900	Km 02+120	Km 02+000	C-9	1.40 m.	38.1	19.0	0.0	19.0	SM	A-2-4 (0)	12.1	16.0	Mejorar: 0.7
N°	CLASIFICACION		INDICE DE CONSISTENCIA		COEF. DE COMPRESIBILIDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD		CBR					
	AASHTO	EVALUACION	Ic	EVALUACION	Cc	EVALUACION	HUMEDAD %	EVALUACION	Suelo adecuado					
C-9	A-2-4 (0)	Suelo inadecuado	-1.0	Suelo inadecuado	0.1	Suelo adecuado	38.1	Suelo inadecuado	Suelo adecuado					

## 2) CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO (CBR)

CUADRO N° 8: Parámetros de Diseño empleados

Parámetros de Diseño	0-20 años
Número de ejes equivalentes	7.38x10 <sup>6</sup>
Módulo Resiliente, Mr (psi)	13675.0
Nivel de Confianza, R (%)	90%
Factor de confiabilidad, Zr	-1.282
Desviación estándar, So	0.45

Parámetros de Diseño	0-20 años
Serviciabilidad Inicial	3.5
Serviciabilidad Final	2.0
Δ PSI	1.5

### CBR AL 95% DE SU MDS < 6%

N°	PROCTOR ESTANDAR		CBR (%)	
	MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS
C-9	1.777	16.0	17.4	12.1

$$\log_{10} W_{18} = Z_R * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{1094} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07$$

$$0.40 + \frac{1}{(SN + 1)^{5.19}}$$

CBR > 20%		CBR < 6% (9)	
7.38E+06	W18	7380000	W18
-1.282	Zr	-1.282	Zr
0.45	So	0.45	So
1.5	Δ PSI	1.5	Δ PSI
30.0	CBR	12.1	CBR
20810.8	Mr	12575.9	Mr
SN <sub>o</sub> = 3.34		SN <sub>r</sub> = 4.08	
6.87	(1)	6.87	
6.87	(2)	6.87	
m <sub>a</sub> = 0.9		Variar SN, hasta que (1)=(2)	
a <sub>a</sub> = 0.094			
D <sub>4</sub> = (SNr-SNo)/(a <sub>4</sub> x m <sub>4</sub> )		D <sub>4</sub> (Pulg) = No Requiere	
		D <sub>4</sub> (cm) = No Requiere	
Adoptado =>>>>		D <sub>4</sub> (m) = No Requiere	

SNo = Ctrl+n      SNr=Ctrl+r

## 3) SUELOS EXPANSIVOS (SUELOS DE MEDIANA Y ALTA EXPANSION)

### ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN Y DE LA EXPANSIÓN LIBRE

Cuadro N°4.24: Requerimientos de potencial de expansión de suelos

POTENCIAL DE EXPANSIÓN	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	LIMITE LIQUIDO (%)
Muy Alto	> 32.0	> 70.0
Alto	23.0 – 32.0	50.0 – 70.0
Medio	12.0 – 23.0	35.0 – 50.0
Bajo	< 12.0	20.0 – 35.0

### Expansión libre (%)

$$Sf (%) = 2.27 + 0.131 \times LL - 0.27 \times w_o$$

- Sf = Expansión libre (%)
- LL = Límite Líquido (%)
- W<sub>o</sub> = Humedad Natural (%)

$$\text{Expansion Final } S (%) = Sf [ 1 - 0.72 \sqrt{p_s} ]$$

Donde:

- S = Expansión final (%)
- Sf = Expansión libre (%)
- p<sub>s</sub> = Presión de sobrecarga (kg/cm<sup>2</sup>) por material encima del suelo expansivo

En los suelos con Potencial de expansión medio y alto con Sf > 3.5% (Holztz hy Gibbs), recomienda el reemplazo (corte y/o relleno) con materiales de cantera en un espesor de 0.70 Este reemplazo será mayor hasta mantener una presión de sobrecarga que genere una expansión libre menor de 3.50%

### VALORES DE ENSAYOS

N°	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	POTENCIAL DE EXPANSION	EXPANSION LIBRE	SOBRECARGA	EXPANSION FINAL	ESPESOR (m)
		SUCS	AASHTO									
(9)	1.40 m.	SM	A-2-4 (0)	38.1	19.0	0.0	19.0	Medio	5.54	0.2422	3.58	0.70

**4) SUELOS BLANDOS**

Cuadro N°4.37: Límites de acuerdo a la Compresibilidad (Cc)

Cc= 0.009 (LL – 10)

CC	GRADO COMPRESIBILIDAD
0.00 – 0.19	Baja
0.20 – 0.39	Medía
Mayor a 0.40	Alta

**ESPESOR DE MEJORAMIENTO PARA SUELOS BLANDOS**

Si Coeficiente de Compresibilidad  $\geq 0.20$ , entonces calculamos la altura del mejoramiento de la sub-rasante, considerando la teoría del cálculo de esfuerzos y deformaciones en una masa de suelo para una carga circular, que esta dado por:

$$\sigma_z = q_0 \left[ 1 - \frac{\left(\frac{z}{a}\right)^3}{\left(1 + \left(\frac{z}{a}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

**MODELO DE BOUSSINESQ**

Donde:  
 $\sigma_z$ : esfuerzo con respecto a Z, en cm  
 $q_0$ : Carga de aplicación, en Kg/cm<sup>2</sup>  
 Z: Profundidad, en cm  
 a: radio, en cm

N°	Cc (%)	Grado	ESPESOR (m)
C-9	0.081	Bajo	No Requiere

**Datos:**

$q_0 =$  5.6 kg/cm<sup>2</sup>  
 $a =$  10.8 cm  
 $z =$  135 cm

La deflexión vertical máxima en la superficie:

Estructura del pavimento más espesor mejorado  $Z = Ctr+b$

**Resultados:**

$\sigma_z =$  0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
 Espesor 47 cm De estructura de pavimento (20cm + 18cm + 9cm)  
 Mejorar 88 cm Espesor de mejoramiento  
 Adoptado  $\Rightarrow$  90 cm Espesor de mejoramiento adoptado

**Criterios:**

Permisible 0.1 kg/cm<sup>2</sup>  
 OK

**CRITERIOS**

Esfuerzo a 0.1 de carga de Aplicación (Valle Rodas, Carreteras, Calles y Aeropuertos) 0.10 Kg/cm<sup>2</sup>

**Análisis e interpretación:**

Esfuerzo a la profundidad "z" es menor: 0.1  $\leq$  0.1 kg/cm<sup>2</sup> ok

DATOS DE LABORATORIO												LADO: Derecho/Izquierdo		
N°	TRAMO		HUMEDAD (%)	LL	LP	IP (%)	PROCTOR MODIFICADO		CBR (%)		VALORES INDICE			EVALUACION
	INICIO	FIN					MDS (g/cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	100% MDS	95% MDS	INDICE DE CONSISTENCIA	COEFICIENTE DE COMPRESIBILIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	
C-9	Km 01+900	Km 02+120	38.1	19.0	0.0	19.0	1.777	16.0	17.4	12.1	Suelo inadecuado	Suelo adecuado	Suelo inadecuado	Mejorar

ESPESORES DE MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE SUBRASANTE							LADO: Derecho/Izquierdo				
N°	TRAMO		LONGITUD (m)	ANCHO (m)	CLASIFICACION		RESULTADOS SEGÚN CRITERIO DE ANALISIS				ESPESOR TOTAL A MEJORAR (m)
	INICIO	FIN			SUCS	AASHTO	SUELOS BAJO CBR	SUELOS EXPANSIVOS	CALIDAD DEL MATERIAL	SUELOS BLANDOS	
C-9	Km 01+900	Km 02+120	220.00	Toda la Plat.	SM	A-2-4 (0)	No Requiere	0.70	0.70	No Requiere	0.70

Interpretación: Cuadro de resumen para obtener los espesores de mejoramiento mediante las metodologías de Calidad de suelo según clasificación, índice de consistencia y contenido de humedad, Calidad de suelo con baja capacidad portante, calidad según criterio de comprensibilidad (Suelos Expansivos). Calidad de suelos blandos (Criterio de Boussinesq)

## V. DISCUSIÓN

**H1: La conservación vial influye de manera significativamente en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.**

DÍAZ, Sara, (2015-2016) en la investigación “Factores Que Influyen En El Deterioro Del Pavimento Flexible De La Avenida Universitaria Del Cantón Babahoyo De La Provincia De Los Ríos”, Ecuador.

Mediante ensayos de suelos aplicados al terreno de fundación de la estructura de pavimento existente, se demostró que la capacidad de soporte del suelo de fundación es casi nula, ya que los valores del CBR de campo van de 1% a 3%.

Con el cálculo de las deflexiones y módulos elásticos que se midieron con el deflectómetro “viga Benkelman”, se demostró que la estructura existente no está apta para soportar la demanda del tráfico actual.

Concluyo que, si corregimos los factores de drenaje los espesores de las capas que conforman la nueva estructura diseñada se aumentan al doble, es más recomendable hacer un diseño de subdren ya que este nos garantiza el drenaje interno de la estructura y la evacuación del nivel freático que ascienden por capilaridad, y por lo tanto los espesores de las capas son más razonables.

En la presente investigación donde se realizó un análisis de los suelos, se pudo identificar con los resultados que predomina mayormente suelos arcillosos limosos con índice de plasticidad alto y su contenido de humedad natural es mayor al contenido óptimo de humedad (OCH) y su índice de consistencia (IC) está por debajo de 0.5, donde el suelo tiene una consistencia de un barro líquido y prácticamente no es posible compactarlo.

Con estos resultados de ensayos físicos es imposible poder tener una subrasante con un buen soporte estructural el cual se reflejará en la estructura del pavimento y su vida de serviciabilidad sería corta en términos de conservación vial.

**H2: Analizar de qué manera la conservación vial influye de manera significativamente en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro**

Según la investigación de Hernandez y Torres (2016), “Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación infraestructural en la avenida Ftizcarrald, del tramo de la carretera Pomalca, según la avenida Víctor Raúl Haya de la Torre”, en los resultados de su investigación obtuvieron una densidad menor al 95%, asimismo el espesor de la capa, difiere en el expediente técnico, esto indica que no cumplen con los requerimientos mínimos exigidos por la MTC, “Especificaciones técnicas para la Construcción EG-2013”. Finalmente los autores encontraron un nivel freático alto, esto por el aporte del canal lateral Yortuque, que se ocasiona por las filtraciones de agua en los pavimentos juntos.

La presente investigación donde los resultados de los ensayos que se realizó en las nueve calicatas, se llegó a determinar que es necesario realizar mejoramientos en casi todo el tramo por encontrar un material inadecuado para conformación de la subrasante, se realizó el ensayo de Proctor estándar para determinar su máxima densidad de compactación (MDS) y su óptimo contenido de húmeda (OCH) para así poder tener un patrón de comparación en los suelos a mejorar, también se realizó el ensayo mecánico de CBR que se obtuvo valores  $< 6\%$ , al igual se hizo el ensayo de compresibilidad del suelo obteniendo resultados promedios de 0.24, el cual indica que el suelo es de alto grado de compresibilidad, los ensayos mecánicos antes mencionados nos indican que el suelo de fundación debe mejorarse.

### **H3: Evaluar de qué manera la conservación vial influye de manera significativamente en los criterios para el mejoramiento de suelos en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.**

En la investigación de Olarte, (2015) “Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelos limo-arcillosos aplicado en la carretera puente raither – Puente Paucartambo”. Haciendo el análisis de sus resultados para el mejoramiento de subrasante, determinó las zonas críticas con baja capacidad de soporte y tuvo los siguientes criterios: suelos de baja capacidad de soporte  $CBR < 7\%$ , suelos expansivos, humedades naturales mayores al límite líquido, suelos con  $LL > 50\%$ ,  $IP > 23\%$

El 60% de los suelos de subrasante encontrados están constituidos por arcillas y limos inorgánicos de mediana plasticidad, con humedades mayores a la humedad óptima, sus valores de CBR varían entre 5.5% a 13.80%,

Un segundo grupo de suelos que representan el 20% de los estratos de la subrasante, son suelos también de matriz fina, de mediana a alta plasticidad, medianamente húmedas, de compactación media, los valores de CBR varían entre 13.3% a 28.1%.

El grupo minoritario restante, corresponde a suelos, constituidos por gravas limo arcillosas, poco húmedas, compactas, donde en promedio del valor de CBR es de 15.6%.

Según los criterios expuestos, más la evacuación de los parámetros geotécnicos del (índice de consistencia, compresibilidad y liquidez), nivel freático, contenido de humedad, materia orgánica, deflexión máxima en la subrasante; según sus limitaciones se determinó conformantes de distintos espesores para el mejoramiento, los cuales se encontraron resultado del rango 0.30 a 1.0m, excepcionalmente por ello se realizó un mejoramiento más profundo hasta 2.0m, en las secciones puntuales, según los suelos clasificados como turbas (Pt)

En la presente investigación, donde los ensayos realizados nos permitieron definir los espesores de mejoramiento bajo las normas AASHTO 93 y EG 2013, bajo los criterios de estado del suelo según el Índice de Consistencia, Criterio de Compresibilidad, Criterio contenido de humedad y su compactación (OCH), criterio de CBR menores a 6%, donde según la clasificación SUC, el 56% pertenece a una arcilla inorgánica de plasticidad baja a media (CL), un 22% a un limo inorgánico y arenas muy finas (ML), un 11% a una Arena arcillosa, mezclas arena – arcilla. (SC), un 11% a una Arena limosa, mezclas arena – limo (SM), donde de las calicatas (C1, C2, C3, C5, C8) se encontraron valores de CBR entre 0.90% y 5.9% y las calicatas (C4, C6, C7, C9), se encontraron valores de CBR entre 6.3% y 13.6% , los resultados de CBR son coherentes donde nos indica que el material evaluado es de mala calidad para realizar la conformación de la subrasante, asimismo se llegó a determinar que es necesario realizar mejoramientos en casi todo el tramo en un espesor promedio de 0.90 m, por haber encontrado material inadecuado para la conformación de la subrasante y sería imposible realizar una conservación vial con fines de rehabilitación

## VI. CONCLUSIONES

- En cuanto a sus propiedades físicas, mediante el ensayo de granulometría se determinó que la C1 al C3, C6 y C8 su clasificación CL “Arcilla, baja y media plasticidad”, C4 y C5 su clasificación ML “Limo, baja y media plasticidad, C7 su clasificación SC “Arena, arcillosa”, y C9 su clasificación SM “Arena, limosa”.  
Como se observa predomina como suelos de fundación los tipos CL, ML, SC Y SM, caracterizados por poseer un bajo valor relativo de soporte (CBR).
- Se encontró en el tramo de estudio un promedio de 33.6% de limite líquido y un 18.8% de limite plástico obteniendo un promedio de índice de plasticidad del 14.7%, se concluyó que por su índice de plasticidad se utilizó el método CAPA (Colorado Asphalt Pavement Association) que establece que si el IP se encuentra entre 10% - 20% se recomienda un mejoramiento mínimo del suelo de 0.70 m
- La humedad natural promedio es de 37.46% y el promedio de contenido óptimo de humedad (OCH) es 19.40%, será necesario el mejoramiento del terreno de fundación ya que el criterio a emplear es si el contenido de humedad es mayor al contenido óptimo de humedad (OCH)
- En las calicatas (C2, C6, C7, C8, C9) se encontró su índice de consistencia  $< 0$ , por lo cual el suelo se encuentra en una condición líquida, en la calicata (C1, C3, C4, C5) su índice se encuentra entre 0.00 – 0.25 el cual representa una condición semilíquida. En general si el Índice de consistencia (IC) está por debajo de 0.5 el suelo tiene una consistencia de un barro líquido y prácticamente no es posible compactarlo; cuando está entre 0.50 y 0.75 la compactación es muy difícil; Se requiere alcanzar como mínimo un valor de 1.0 para decir que la compactación será eficaz, de acuerdo con esto se establece que se necesita mejoramiento aquellos sectores que presenten IC  $< 1$ ,
- Se tuvo en cuenta para el mejoramiento del suelo de fundación el criterio de compresibilidad, Carlos Crespo Villalaz, en su texto de mecánica de Suelos y

Cimentaciones, muestra un cuadro en el que determina el grado de compresibilidad de un suelo en función al índice de compresibilidad, el cual el promedio del tramo en estudio se obtuvo un grado de compresibilidad de 0.24 el en las calicatas (C1 – C6 y C8), y 0.10 de baja compresibilidad las calicatas (C7 y C9) el cual se considera como inadecuado cuando el índice de compresibilidad es mayor o igual a 0.20 indicativo de que el suelo es de alto grado de compresibilidad, por tanto el espesor del mejoramiento será el máximo determinado con la distribución de esfuerzos verticales (0.90m).

- El espesor de mejoramiento en los sectores con coeficiente de compresibilidad ( $C_c$ ) medio-alto e Índice de Consistencia ( $I_c$ ) bajo, se establecerá a partir de los esfuerzos en compresión que inducirían al pavimento y la capa de mejoramiento al terreno, para esto aplicaremos el concepto de Boussinesq. Este criterio general consiste en predeterminar un espesor de mejoramiento y verificar que las cargas aplicadas en la superficie no excedan un valor máximo permisible de esfuerzo a la profundidad de análisis.
- Los ensayos de CBR arrojaron valores menores al 6%, el cual nos indica que el suelo es de baja capacidad portante y se debe mejorar.
- Se concluyó que los resultados de proctor estándar dio valores promedios de 1.74 g/cm<sup>3</sup> de su densidad máxima seca (M.D.S) y, 19.40% de su óptimo contenido de humedad (OCH)
- Bajo los criterios empleados líneas arriba la determinación del estado del material natural en la plataforma existente nos indica que es necesario realizar mejoramiento en casi todo el tramo ya que el diseño de pavimento nos solicita un material de buen comportamiento estructural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda que los trabajos de conformación de mejoramientos de suelos, cortes y rellenos, no se efectúen en época de lluvias, dado que en esta época se saturaría la subrasante, lo cual induciría a mejoramientos masivos por exceso de humedad, implementen el drenaje preventivo y la protección de los sectores en construcción en caso de presencia de lluvias.
  
- Los trabajos de mejoramiento deberán ser ejecutadas con material de excavación que cumplan las especificaciones técnicas para Construcción de Carreteras EG-2013 y/o material de cantera que posean un CBR igual o mayor a 25% a 95% de la M.D.S. Por los criterios de esfuerzos mínimos a nivel de subrasante,
  
- En los sectores con nivel freático por encima del fondo del mejoramiento se recomienda un sistema de drenaje.
  
- Se recomienda que se continúen las investigaciones para determinar el tipo de mantenimiento preventivo y/o correctivo a implementar en el diseño de pavimentos flexibles para la rehabilitación de carreteras, a fin de determinar la información en la conservación vial, debido a que este es un primer acercamiento a la solución de una problemática mucho más amplia.



## VIII. REFERENCIAS

ALFARO, Carlos. Metodología de investigación científica aplicado a la ingeniería. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2012.

CABELLO, Sully y LIMONCHI, David. Análisis e implementación del “ccvns” para el proyecto: corredor vial Huancavelica - lircay - emp. Pe-3s (huallapampa) y emp pe-3s (la mejorada) - acobamba - emp. pe 3s (puente alcomachay). Tesis (Título de Ingeniero Civil), Perú: Universidad Ricardo Palma, 2015

AMAYA, Walter y SOTO, Jorge. Evaluación de las propiedades mecánicas de una mezcla de asfalto discontinua con adición de cemento portland. Tesis (Título de Ingeniero Civil), México: Universidad de Cartagena, 2015.

AUCAR, Maila. Comportamiento de una mezcla asfáltica modificada con polímero etileno vinil acetato (EVA). Tesis (Título de Ingeniero Civil), Quito: Universidad Central del Ecuador, 2013.

BERNAL, Cesar. Metodología de la investigación. Bogotá: Orlando Fernández Palma, 2010. ISBN: 9789586991285

BORJA, Manuel. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo. 2012.

D.S. N° 034-MTC, Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” (actualizado), Lima: Perú, octubre del 2014.

ESCOBAR, José y GÓMEZ, Heidi y SANTANA, Luis. Manual para el mantenimiento de carreteras. Tesis (Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 2010.

ESCOBAR, Emmanuel. Vida útil del pavimento. 2016. Disponible en:  
<https://es.scribd.com/document/267992828/Pavimentos-Vida-Util>

FERREYRA, Julio. Actividades de mantenimiento rutinario y periódico en una carretera del Perú. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil). Piura: Universidad de Piura, 2012.

GUTIÉRREZ José. Modelación Geotécnica de Pavimentos Flexibles con Fines de Análisis y Diseño en el Perú. Tesis (Magister en Ciencias con Mención en Ingeniería Geotécnica), Lima: UNÍ, 2007. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/809/1/gutierrez\\_lj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/809/1/gutierrez_lj.pdf)

HERNÁNDEZ, Gino y TORRES, Juan. Evaluación estructural y propuesta de rehabilitación de la infraestructura vial de la Av. Fitzcarrald, tramo carretera Pomalca – Av. Víctor Raúl Haya De La Torre. Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2016.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María. Metodología de la Investigación. 5a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2014. ISBN: 9786071502919

HEALTH TECHNICAL MEMORANDUM 61: FLOORING [en línea]. EE. UU: Department of Health [Fecha de consulta: 25 de abril 2018]. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=StTEDCDWEmoC&printsec=frontcover&dq=Flooring&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjv0fm2jN7RAhWFeSYKHTjBC7YQ6AEILTAB#v=onepage&q=Flooring&f=false>. ISBN: 971132269950

MOROCHO, Mayra. Diseño de un sistema de mantenimiento vial en la circunvalación norte desde la vía a Limón hasta la Calle Buenavista, Ciudad de Machala, provincia de el Oro. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Técnicas de Machala, 2015. Disponible en: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5104/1/TPTUAIC\\_2015\\_IC\\_CD0016.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/5104/1/TPTUAIC_2015_IC_CD0016.pdf)

MEDINA, Armando y DE LA CRUZ, Marcos. Evaluación del pavimento flexible del Jr. José. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Lima: UPC, 2016.

MUIR, David. Civil Engineering. [en línea]. EE.UU:Oxford,2012[Fecha de consulta: 24 de enero de 2017]. Disponible en:

<https://books.google.com.pe/books?id=fSIYelx410C&printsec=frontcover&dq=civil+Engineering&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwi9z72Olt7RAhWHdSYKHeTtAssQ6AEIXjAG#v=onepage&q=civil%20Engineering&f=false>

MENÉNDEZ, José. Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas – Manual técnico, Lima. 2003.

Miranda, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis para optar el título de Ingeniero Constructor. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2010.

MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. Tomo 1. 3ª Edición. Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2008.

ÑAUPAS, Humberto, MEJÍA, Elías, NOVOA, Eliana y VILLAGÓMEZ, Alberto. Metodología de la Investigación. (4ta ed.). Colombia: Ediciones de la V, 2014.

ORTEGA, Osvaldo y PATERNINA. Luis. Propuesta para la implementación de mezclas asfálticas tibias en la ciudad de Medellín. Tesis (Especialista en Vías de transporte), Colombia: Universidad de Medellín, 2012.

OSUNA, Rafael. Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán, sin. Tesis (Maestro de Ingeniería), México: Universidad Autónoma de México, 2008.

PANTA, German. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la av. Chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km. 0+670 del Distrito Veintiséis de Octubre, Provincia de Piura y Departamento de Piura, Octubre 2017, Piura: Universidad Católica de Chimbote, 2017.

PERLECHE, José y VÍLCHEZ, Linda. Diseño de mezclas asfálticas en caliente con adición de cal hidratada en el departamento de Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Lambayeque: Universidad Señor de Sipán, 2015.

DÍAZ, Sara, Factores Que Influyen En El Deterioro Del Pavimento Flexible De La Avenida Universitaria Del Cantón Babahoyo De La Provincia De Los Ríos”, en la tesis para conseguir el grado de Ingeniero Civil, Facultad de ciencias matemáticas y físicas carrera de ingeniería civil , universidad de Guayaquil, Ecuador, 2015-2016

ROCA, karol, Validación de la metodología aplicada en las intervenciones tipo mantenimiento periódico y de rehabilitación sobre pavimentos flexibles realizadas en el distrito occidente del IDU en Bogotá D.C, en la tesis para conseguir el grado de Magister en Ingeniería – Geotecnia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería civil y agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2016

LÓPEZ, Juan, (2016), El diseño de pavimentos flexibles, su comportamiento estructural, e incidencia en el deterioro temprano de la red vial en la provincia de Tungurahua”, para obtener el grado de Maestría en vías terrestres, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Universidad Técnica De Ambato, Ecuador, 2016

RAMOS, Miguel. Experiencias y actividades en los servicios de gestión y conservación por niveles de servicio de una carretera en el Perú. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil: Mención en Ingeniería vial). Piura: Universidad de Piura, 2014.

RÍOS, O Y SALCEDO, O. Los estudios de pre inversión y una propuesta de cálculo del valor residual en proyectos de infraestructura vial en el Perú. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.

RODRÍGUEZ, C y RODRÍGUEZ, J. Evaluación y rehabilitación de pavimentos flexibles por el método del reciclaje. San Salvador: Universidad de el Salvador, 2004.

RODRÍGUEZ. Rene. Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los Costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo. Tesis (Maestría en Ingeniería Civil: Mención en vías terrestres). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2011.

TAFUR, David. Evaluación de la influencia de la granulometría en el desempeño de las mezclas asfálticas en caliente. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014.

TRUJILLO, Maribel. Evaluación de la energía de fractura en mezclas asfálticas con caucho. Tesis (Maestría en ingeniería), México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8416/Tesis.pdf?sequence=1>

VALERIANO, Wilber y CATACTORA, Adhemir. Comportamiento del diseño de mezcla asfáltica tibia, con adición de zeolita para la pavimentación de la ciudad de Juliaca. Tesis (Título de Ingeniero Civil), Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2014.

Jorge Richard Olarte Pinares, “Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelos limo-arcillosos aplicado en la carretera puente raither – Puente Paucartambo”, Tesis (Grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes), Universidad nacional de ingeniería

## **IX. ANEXOS**

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 4”



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 744 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 4  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 4BS8F589962

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCION - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

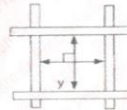
	CONDICIONES AMBIENTALES	
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	32,1	32,1
Humedad %	52	52

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
4,73	4,72	4,69	4,71	4,78	4,76	4,79	4,75	4,72	4,68	4,73	4,75	-0,02	0,131	0,035
4,72	4,76	4,75	4,78	4,72	4,65	4,71	4,69	4,72	4,75					
4,69	4,75	4,68	4,72	4,73	4,68	4,71	4,72	4,78	4,72					



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



FIN DEL DOCUMENTO

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 40”



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 747 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 40  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 40BS8F584313

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 017 - 2017	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	32,1	32,2
Humedad %	52	52

### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 50”



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 736 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 50

Diametro de Tamiz : 8 pulg.

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

#### 4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RÉTICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 017 - 2017	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,2	31,6
Humedad %	54	54

#### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 200



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 748 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CAL-AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 200  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 200BS8F617362

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 017 - 2017	INACAL - DM


### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	32,2	32,3
Humedad %	52	52

### 7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 3/8"



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 727 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/8 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 3/8"BS8F596403

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

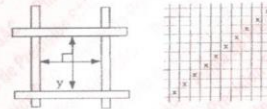
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,1	31,1
Humedad %	54	54

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
9,51	9,49	9,51	9,52	9,51	9,53	9,48	9,51	9,52	9,48	9,50	9,50	0,00	0,237	0,036
9,52	9,54	9,53	9,51	9,48	9,49	9,46	9,42	9,43	9,42					
9,51	9,52	9,53	9,51	9,48	9,47	9,52	9,53	9,41	9,52					



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º ½”



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 728 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 1/2 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 1/2"BS8F614770

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SEPTIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

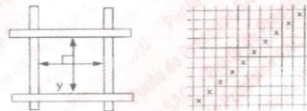
6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,1	31,1
Humedad %	54	54

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm														
12,49	12,48	12,51	12,62	12,51	12,50	12,51	12,62	12,48	12,47	12,50	12,50	0,00	0,302	0,062
12,62	12,47	12,53	12,51	12,62	12,45	12,51	12,61	12,41	12,43					
12,47	12,53	12,44	12,43	12,41	12,48	12,47	12,46	12,51	12,47					



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 1/4"



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N.º LL - 737 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 358-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N.º : 1/4 pulg.  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 1/4"BS8F602546

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

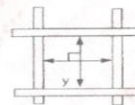
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales		
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,6	31,7
Humedad %	54	54

7. Observaciones  
 ● Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
 ● (\*) Las variaciones no exceden a la variación máxima permisible según la norma ASTM E11-09.

### 8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm										mm	mm	mm	mm	mm
6,29	6,27	6,32	6,28	6,31	6,25	6,31	6,35	6,21	6,23	6,29	6,30	-0,01	0,167	0,052
6,35	6,24	6,25	6,26	6,36	6,25	6,38	6,24	6,29	6,25					
6,32	6,27	6,21	6,32	6,25	6,38	6,24	6,39	6,24	6,25					



FIN DEL DOCUMENTO



*[Signature]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N.º 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 3/4"



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 729 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : TAMIZ  
Tamiz N° : 3/4 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : FORNEY  
Serie : 3/4"BS8F608675

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCION - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,1	31,1
Humedad %	54	54

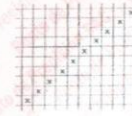
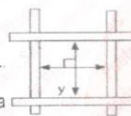
7. Observaciones  
 ● Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
 ● (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm														
19,03	19,13	19,04	19,06	18,86	18,95	19,07	18,95	19,06	19,13	18,97	19,00	-0,03	0,446	0,158
18,76	19,02	19,03	18,75	18,98	18,75	19,11	18,95	19,12	18,62					
19,26	18,75	19,10	18,69	19,06	18,75	19,03	19,11	19,02	19,03					



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



FIN DEL DOCUMENTO

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 1”



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 732 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 1 pulg  
Diámetro de Tamiz : 8 pulg.  
Marca : W.S. TYLER  
Serie : 98130836

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,2	31,2
Humedad %	54	54

7. Observaciones

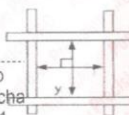
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS									PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
mm									mm	mm	mm	mm	mm	
24,96	25,01	24,86	26,56	24,86	24,85	24,86	24,76	24,58	26,95	25,04	25,00	0,04	-	0,550
25,62	25,42	25,32	25,06	24,71	24,82	24,61	24,59	24,71	25,06					
24,98	25,45	24,76	25,32	25,12	24,86	24,62	24,63	24,85	24,61					
24,76	25,33	24,65	24,96	24,86	25,03	25,12	24,86	24,75	26,51					
24,85	26,53	24,75	24,56	24,53	24,62	24,86	25,13							



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



FIN DEL DOCUMENTO

# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 2 1/2"



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 731 - 2018

Página : 1 de 1

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

**1. Solicitante** : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

Tamiz N° : 2 ½ pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg.

Marca : FORNEY

Serie : 2.5"BS8F607232

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,1	31,2
Humedad %	54	54

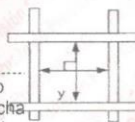
- 7. Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

**8. Resultados**

MEDIDAS TOMADAS									(*)				
mm									PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm									mm	mm	mm	mm	mm
62,33	62,54	63,27	62,58	62,46	62,36	62,46	62,37		62,54	63,00	-0,46	--	0,305



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



FIN DEL DOCUMENTO



# Certificado del tamiz de laboratorio N.º 3”



Punto de Precisión SAC

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 734 - 2018

Página : 1 de 1

**Expediente** : T 359-2018  
**Fecha de Emisión** : 2018-09-17

**1. Solicitante** : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

**Dirección** : CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : TAMIZ

**Tamiz N°** : 3 pulg

**Diametro de Tamiz** : 8 pulg.

**Marca** : FORNEY

**Serie** : 3"BS8F616069

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

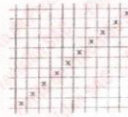
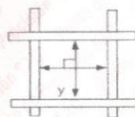
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	31,2	31,2
Humedad %	54	54

- 7. Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.

**8. Resultados**

MEDIDAS TOMADAS					PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTANDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTANDAR
mm					mm	mm	mm	mm	mm
75,09	75,14	75,11	75,16		75,13	75,00	0,13	--	0,031



FIN DEL DOCUMENTO

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

# Certificado de laboratorio Copa Casagrande



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 723 - 2018

Punto de Precisión SAC

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA

Modelo de Copa : NO INDICA

Serie de Copa : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

### 4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.  
Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	32,3	32,5
Humedad %	56	54

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

# Certificado Equipo de abrasión los angeles



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 072 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 -  
SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : ORION

Modelo : AC-01

Serie : MA07-065

Marca de Contómetro : AUTONICS

Modelo de Contómetro : CTA5

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

### 4. Método de Calibración

Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	L - 0756 - 2017	INACAL - DM
REGLA METALICA	LLA - 080 - 2018	INACAL - DM
BALANZA	LM - 002 - 2018	Punto de Precisión SAC

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	36,0	36,2
Humedad %	35	34

### 7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# Certificado Prensa Marshall



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 306 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA MARSHALL

Marca de Prensa : FORNEY

Marca de Celda : ZEMIC

Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B

Serie de Celda : M2Q012821

Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : HIGH WEIGH

Modelo de Indicador : 315-X8

Serie de Indicador : 231262

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ASFALTO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
12 - SETIEMBRE - 2018

### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó por comparación con celda patrón

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33,3	34,0
Humedad %	52	52

### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la Celda se encuentran en la página siguiente.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# Certificado del Anillo de carga para prensa CBR



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 304 - 2018

Página : 1 de 6

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 -  
SAN ISIDRO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA PARA PREENSA CBR

Marca de Prensa : METROTEST

Modelo de Prensa : MS-9

Serie de Prensa : 443

Capacidad del Anillo : 10000 lbs

Marca del Dial : BAKER

Modelo del Dial : J62A

Serie del Dial : K821

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

### 4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	27,2	27,6
Humedad %	76	75

### 7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 304 - 2018

Página : 2 de 6

TABLA N° 1

SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)			PROMEDIO "B" kgf
	SERIE 1	SERIE 2	SERIE 3	
100	423,40	435,80	426,45	428,55
200	880,90	874,65	878,25	877,93
300	1 348,05	1 349,20	1 325,20	1 340,82
400	1 761,35	1 776,20	1 752,80	1 763,45
500	2 237,80	2 244,80	2 242,00	2 241,53
600	2 646,10	2 683,40	2 680,95	2 670,15
700	3 109,35	3 119,75	3 109,75	3 112,95

### NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación:  $R^2 = 0,9999$

Ecuación de ajuste para valores en kgf:  $y = 4,4758x - 14,9148$

Donde: x : Lectura del dial  
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en lbf:  $y = 9,8673x - 32,8814$

Donde: x : Lectura del dial  
y : Fuerza promedio (lbf)



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf

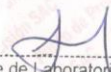
Página 3 de 6

Marca de Prensa	METROTEST	Marca del Dial	BAKER
Serie de Prensa	443	Modelo del Dial	J62A
Capacidad del Anillo	10000 lbs	Serie del Dial	K821

$$y = 4,4758x - 14,9148$$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en kgf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	432,67	437,14	441,62	446,09	450,57	455,04	459,52	464,00	468,47	472,95
110	477,42	481,90	486,37	490,85	495,33	499,80	504,28	508,75	513,23	517,71
120	522,18	526,66	531,13	535,61	540,08	544,56	549,04	553,51	557,99	562,46
130	566,94	571,42	575,89	580,37	584,84	589,32	593,79	598,27	602,75	607,22
140	611,70	616,17	620,65	625,12	629,60	634,08	638,55	643,03	647,50	651,98
150	656,46	660,93	665,41	669,88	674,36	678,83	683,31	687,79	692,26	696,74
160	701,21	705,69	710,16	714,64	719,12	723,59	728,07	732,54	737,02	741,50
170	745,97	750,45	754,92	759,40	763,87	768,35	772,83	777,30	781,78	786,25
180	790,73	795,21	799,68	804,16	808,63	813,11	817,58	822,06	826,54	831,01
190	835,49	839,96	844,44	848,91	853,39	857,87	862,34	866,82	871,29	875,77
200	880,25	884,72	889,20	893,67	898,15	902,62	907,10	911,58	916,05	920,53
210	925,00	929,48	933,95	938,43	942,91	947,38	951,86	956,33	960,81	965,29
220	969,76	974,24	978,71	983,19	987,66	992,14	996,62	1 001,09	1 005,57	1 010,04
230	1 014,52	1 019,00	1 023,47	1 027,95	1 032,42	1 036,90	1 041,37	1 045,85	1 050,33	1 054,80
240	1 059,28	1 063,75	1 068,23	1 072,70	1 077,18	1 081,66	1 086,13	1 090,61	1 095,08	1 099,56
250	1 104,04	1 108,51	1 112,99	1 117,46	1 121,94	1 126,41	1 130,89	1 135,37	1 139,84	1 144,32
260	1 148,79	1 153,27	1 157,74	1 162,22	1 166,70	1 171,17	1 175,65	1 180,12	1 184,60	1 189,08
270	1 193,55	1 198,03	1 202,50	1 206,98	1 211,45	1 215,93	1 220,41	1 224,88	1 229,36	1 233,83
280	1 238,31	1 242,79	1 247,26	1 251,74	1 256,21	1 260,69	1 265,16	1 269,64	1 274,12	1 278,59
290	1 283,07	1 287,54	1 292,02	1 296,49	1 300,97	1 305,45	1 309,92	1 314,40	1 318,87	1 323,35
300	1 327,83	1 332,30	1 336,78	1 341,25	1 345,73	1 350,20	1 354,68	1 359,16	1 363,63	1 368,11
310	1 372,58	1 377,06	1 381,53	1 386,01	1 390,49	1 394,96	1 399,44	1 403,91	1 408,39	1 412,87
320	1 417,34	1 421,82	1 426,29	1 430,77	1 435,24	1 439,72	1 444,20	1 448,67	1 453,15	1 457,62
330	1 462,10	1 466,58	1 471,05	1 475,53	1 480,00	1 484,48	1 488,95	1 493,43	1 497,91	1 502,38
340	1 506,86	1 511,33	1 515,81	1 520,28	1 524,76	1 529,24	1 533,71	1 538,19	1 542,66	1 547,14
350	1 551,62	1 556,09	1 560,57	1 565,04	1 569,52	1 573,99	1 578,47	1 582,95	1 587,42	1 591,90
360	1 596,37	1 600,85	1 605,32	1 609,80	1 614,28	1 618,75	1 623,23	1 627,70	1 632,18	1 636,66
370	1 641,13	1 645,61	1 650,08	1 654,56	1 659,03	1 663,51	1 667,99	1 672,46	1 676,94	1 681,41
380	1 685,89	1 690,37	1 694,84	1 699,32	1 703,79	1 708,27	1 712,74	1 717,22	1 721,70	1 726,17
390	1 730,65	1 735,12	1 739,60	1 744,07	1 748,55	1 753,03	1 757,50	1 761,98	1 766,45	1 770,93
400	1 775,41	1 779,88	1 784,36	1 788,83	1 793,31	1 797,78	1 802,26	1 806,74	1 811,21	1 815,69
410	1 820,16	1 824,64	1 829,11	1 833,59	1 838,07	1 842,54	1 847,02	1 851,49	1 855,97	1 860,45
420	1 864,92	1 869,40	1 873,87	1 878,35	1 882,82	1 887,30	1 891,78	1 896,25	1 900,73	1 905,20
430	1 909,68	1 914,16	1 918,63	1 923,11	1 927,58	1 932,06	1 936,53	1 941,01	1 945,49	1 949,96
440	1 954,44	1 958,91	1 963,39	1 967,86	1 972,34	1 976,82	1 981,29	1 985,77	1 990,24	1 994,72
450	1 999,20	2 003,67	2 008,15	2 012,62	2 017,10	2 021,57	2 026,05	2 030,53	2 035,00	2 039,48
460	2 043,95	2 048,43	2 052,90	2 057,38	2 061,86	2 066,33	2 070,81	2 075,28	2 079,76	2 084,24
470	2 088,71	2 093,19	2 097,66	2 102,14	2 106,61	2 111,09	2 115,57	2 120,04	2 124,52	2 128,99
480	2 133,47	2 137,95	2 142,42	2 146,90	2 151,37	2 155,85	2 160,32	2 164,80	2 169,28	2 173,75
490	2 178,23	2 182,70	2 187,18	2 191,65	2 196,13	2 200,61	2 205,08	2 209,56	2 214,03	2 218,51
500	2 222,99	2 227,46	2 231,94	2 236,41	2 240,89	2 245,36	2 249,84	2 254,32	2 258,79	2 263,27
510	2 267,74	2 272,22	2 276,69	2 281,17	2 285,65	2 290,12	2 294,60	2 299,07	2 303,55	2 308,03



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631





**PUNTO DE PRECISION S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**Punto de Precisión SAC**

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	2 312,50	2 316,98	2 321,45	2 325,93	2 330,40	2 334,88	2 339,36	2 343,83	2 348,31	2 352,78
530	2 357,26	2 361,74	2 366,21	2 370,69	2 375,16	2 379,64	2 384,11	2 388,59	2 393,07	2 397,54
540	2 402,02	2 406,49	2 410,97	2 415,44	2 419,92	2 424,40	2 428,87	2 433,35	2 437,82	2 442,30
550	2 446,78	2 451,25	2 455,73	2 460,20	2 464,68	2 469,15	2 473,63	2 478,11	2 482,58	2 487,06
560	2 491,53	2 496,01	2 500,48	2 504,96	2 509,44	2 513,91	2 518,39	2 522,86	2 527,34	2 531,82
570	2 536,29	2 540,77	2 545,24	2 549,72	2 554,19	2 558,67	2 563,15	2 567,62	2 572,10	2 576,57
580	2 581,05	2 585,53	2 590,00	2 594,48	2 598,95	2 603,43	2 607,90	2 612,38	2 616,86	2 621,33
590	2 625,81	2 630,28	2 634,76	2 639,23	2 643,71	2 648,19	2 652,66	2 657,14	2 661,61	2 666,09
600	2 670,57	2 675,04	2 679,52	2 683,99	2 688,47	2 692,94	2 697,42	2 701,90	2 706,37	2 710,85
610	2 715,32	2 719,80	2 724,27	2 728,75	2 733,23	2 737,70	2 742,18	2 746,65	2 751,13	2 755,61
620	2 760,08	2 764,56	2 769,03	2 773,51	2 777,98	2 782,46	2 786,94	2 791,41	2 795,89	2 800,36
630	2 804,84	2 809,32	2 813,79	2 818,27	2 822,74	2 827,22	2 831,69	2 836,17	2 840,65	2 845,12
640	2 849,60	2 854,07	2 858,55	2 863,02	2 867,50	2 871,98	2 876,45	2 880,93	2 885,40	2 889,88
650	2 894,36	2 898,83	2 903,31	2 907,78	2 912,26	2 916,73	2 921,21	2 925,69	2 930,16	2 934,64
660	2 939,11	2 943,59	2 948,06	2 952,54	2 957,02	2 961,49	2 965,97	2 970,44	2 974,92	2 979,40
670	2 983,87	2 988,35	2 992,82	2 997,30	3 001,77	3 006,25	3 010,73	3 015,20	3 019,68	3 024,15
680	3 028,63	3 033,11	3 037,58	3 042,06	3 046,53	3 051,01	3 055,48	3 059,96	3 064,44	3 068,91
690	3 073,39	3 077,86	3 082,34	3 086,81	3 091,29	3 095,77	3 100,24	3 104,72	3 109,19	3 113,67
700	3 118,15	3 122,62	3 127,10	3 131,57	3 136,05	3 140,52	3 145,00	3 149,48	3 153,95	3 158,43
710	3 162,90	3 167,38	3 171,85	3 176,33	3 180,81	3 185,28	3 189,76	3 194,23	3 198,71	3 203,19
720	3 207,66	3 212,14	3 216,61	3 221,09	3 225,56	3 230,04	3 234,52	3 238,99	3 243,47	3 247,94
730	3 252,42	3 256,90	3 261,37	3 265,85	3 270,32	3 274,80	3 279,27	3 283,75	3 288,23	3 292,70
740	3 297,18	3 301,65	3 306,13	3 310,60	3 315,08	3 319,56	3 324,03	3 328,51	3 332,98	3 337,46
750	3 341,94	3 346,41	3 350,89	3 355,36	3 359,84	3 364,31	3 368,79	3 373,27	3 377,74	3 382,22
760	3 386,69	3 391,17	3 395,64	3 400,12	3 404,60	3 409,07	3 413,55	3 418,02	3 422,50	3 426,98
770	3 431,45	3 435,93	3 440,40	3 444,88	3 449,35	3 453,83	3 458,31	3 462,78	3 467,26	3 471,73
780	3 476,21	3 480,69	3 485,16	3 489,64	3 494,11	3 498,59	3 503,06	3 507,54	3 512,02	3 516,49
790	3 520,97	3 525,44	3 529,92	3 534,39	3 538,87	3 543,35	3 547,82	3 552,30	3 556,77	3 561,25
800	3 565,73	3 570,20	3 574,68	3 579,15	3 583,63	3 588,10	3 592,58	3 597,06	3 601,53	3 606,01
810	3 610,48	3 614,96	3 619,43	3 623,91	3 628,39	3 632,86	3 637,34	3 641,81	3 646,29	3 650,77
820	3 655,24	3 659,72	3 664,19	3 668,67	3 673,14	3 677,62	3 682,10	3 686,57	3 691,05	3 695,52
830	3 700,00	3 704,48	3 708,95	3 713,43	3 717,90	3 722,38	3 726,85	3 731,33	3 735,81	3 740,28
840	3 744,76	3 749,23	3 753,71	3 758,18	3 762,66	3 767,14	3 771,61	3 776,09	3 780,56	3 785,04
850	3 789,52	3 793,99	3 798,47	3 802,94	3 807,42	3 811,89	3 816,37	3 820,85	3 825,32	3 829,80
860	3 834,27	3 838,75	3 843,22	3 847,70	3 852,18	3 856,65	3 861,13	3 865,60	3 870,08	3 874,56
870	3 879,03	3 883,51	3 887,98	3 892,46	3 896,93	3 901,41	3 905,89	3 910,36	3 914,84	3 919,31
880	3 923,79	3 928,27	3 932,74	3 937,22	3 941,69	3 946,17	3 950,64	3 955,12	3 959,60	3 964,07
890	3 968,55	3 973,02	3 977,50	3 981,97	3 986,45	3 990,93	3 995,40	3 999,88	4 004,35	4 008,83
900	4 013,31	4 017,78	4 022,26	4 026,73	4 031,21	4 035,68	4 040,16	4 044,64	4 049,11	4 053,59
910	4 058,06	4 062,54	4 067,01	4 071,49	4 075,97	4 080,44	4 084,92	4 089,39	4 093,87	4 098,35
920	4 102,82	4 107,30	4 111,77	4 116,25	4 120,72	4 125,20	4 129,68	4 134,15	4 138,63	4 143,10
930	4 147,58	4 152,06	4 156,53	4 161,01	4 165,48	4 169,96	4 174,43	4 178,91	4 183,39	4 187,86
940	4 192,34	4 196,81	4 201,29	4 205,76	4 210,24	4 214,72	4 219,19	4 223,67	4 228,14	4 232,62
950	4 237,10	4 241,57	4 246,05	4 250,52	4 255,00	4 259,47	4 263,95	4 268,43	4 272,90	4 277,38
960	4 281,85	4 286,33	4 290,80	4 295,28	4 299,76	4 304,23	4 308,71	4 313,18	4 317,66	4 322,14
970	4 326,61	4 331,09	4 335,56	4 340,04	4 344,51	4 348,99	4 353,47	4 357,94	4 362,42	4 366,89
980	4 371,37	4 375,85	4 380,32	4 384,80	4 389,27	4 393,75	4 398,22	4 402,70	4 407,18	4 411,65
990	4 416,13	4 420,60	4 425,08	4 429,55	4 434,03	4 438,51	4 442,98	4 447,46	4 451,93	4 456,41
1000	4 460,89	4 465,36	4 469,84	4 474,31	4 478,79	4 483,26	4 487,74	4 492,22	4 496,69	4 501,17
1010	4 505,64	4 510,12	4 514,59	4 519,07	4 523,55					



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CARTA DE CALIBRACIÓN EN lbf

Página 5 de 6

Marca de Prensa	METROTEST	Marca del Dial	BAKER
Serie de Prensa	443	Modelo del Dial	J62A
Capacidad del Anillo	10000 lbs	Serie del Dial	K821

$$y = 9,8673x - 32,8814$$

Divisiones del Dial	Valores Ajustados en lbf									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	953,85	963,72	973,58	983,45	993,32	1 003,19	1 013,05	1 022,92	1 032,79	1 042,65
110	1 052,52	1 062,39	1 072,26	1 082,12	1 091,99	1 101,86	1 111,73	1 121,59	1 131,46	1 141,33
120	1 151,19	1 161,06	1 170,93	1 180,80	1 190,66	1 200,53	1 210,40	1 220,27	1 230,13	1 240,00
130	1 249,87	1 259,73	1 269,60	1 279,47	1 289,34	1 299,20	1 309,07	1 318,94	1 328,81	1 338,67
140	1 348,54	1 358,41	1 368,28	1 378,14	1 388,01	1 397,88	1 407,74	1 417,61	1 427,48	1 437,35
150	1 447,21	1 457,08	1 466,95	1 476,82	1 486,68	1 496,55	1 506,42	1 516,28	1 526,15	1 536,02
160	1 545,89	1 555,75	1 565,62	1 575,49	1 585,36	1 595,22	1 605,09	1 614,96	1 624,83	1 634,69
170	1 644,56	1 654,43	1 664,29	1 674,16	1 684,03	1 693,90	1 703,76	1 713,63	1 723,50	1 733,37
180	1 743,23	1 753,10	1 762,97	1 772,83	1 782,70	1 792,57	1 802,44	1 812,30	1 822,17	1 832,04
190	1 841,91	1 851,77	1 861,64	1 871,51	1 881,37	1 891,24	1 901,11	1 910,98	1 920,84	1 930,71
200	1 940,58	1 950,45	1 960,31	1 970,18	1 980,05	1 989,92	1 999,78	2 009,65	2 019,52	2 029,38
210	2 039,25	2 049,12	2 058,99	2 068,85	2 078,72	2 088,59	2 098,46	2 108,32	2 118,19	2 128,06
220	2 137,92	2 147,79	2 157,66	2 167,53	2 177,39	2 187,26	2 197,13	2 207,00	2 216,86	2 226,73
230	2 236,60	2 246,46	2 256,33	2 266,20	2 276,07	2 285,93	2 295,80	2 305,67	2 315,54	2 325,40
240	2 335,27	2 345,14	2 355,01	2 364,87	2 374,74	2 384,61	2 394,47	2 404,34	2 414,21	2 424,08
250	2 433,94	2 443,81	2 453,68	2 463,55	2 473,41	2 483,28	2 493,15	2 503,01	2 512,88	2 522,75
260	2 532,62	2 542,48	2 552,35	2 562,22	2 572,09	2 581,95	2 591,82	2 601,69	2 611,56	2 621,42
270	2 631,29	2 641,16	2 651,02	2 660,89	2 670,76	2 680,63	2 690,49	2 700,36	2 710,23	2 720,10
280	2 729,96	2 739,83	2 749,70	2 759,56	2 769,43	2 779,30	2 789,17	2 799,03	2 808,90	2 818,77
290	2 828,64	2 838,50	2 848,37	2 858,24	2 868,10	2 877,97	2 887,84	2 897,71	2 907,57	2 917,44
300	2 927,31	2 937,18	2 947,04	2 956,91	2 966,78	2 976,65	2 986,51	2 996,38	3 006,25	3 016,11
310	3 025,98	3 035,85	3 045,72	3 055,58	3 065,45	3 075,32	3 085,19	3 095,05	3 104,92	3 114,79
320	3 124,65	3 134,52	3 144,39	3 154,26	3 164,12	3 173,99	3 183,86	3 193,73	3 203,59	3 213,46
330	3 223,33	3 233,19	3 243,06	3 252,93	3 262,80	3 272,66	3 282,53	3 292,40	3 302,27	3 312,13
340	3 322,00	3 331,87	3 341,74	3 351,60	3 361,47	3 371,34	3 381,20	3 391,07	3 400,94	3 410,81
350	3 420,67	3 430,54	3 440,41	3 450,28	3 460,14	3 470,01	3 479,88	3 489,74	3 499,61	3 509,48
360	3 519,35	3 529,21	3 539,08	3 548,95	3 558,82	3 568,68	3 578,55	3 588,42	3 598,29	3 608,15
370	3 618,02	3 627,89	3 637,75	3 647,62	3 657,49	3 667,36	3 677,22	3 687,09	3 696,96	3 706,83
380	3 716,69	3 726,56	3 736,43	3 746,29	3 756,16	3 766,03	3 775,90	3 785,76	3 795,63	3 805,50
390	3 815,37	3 825,23	3 835,10	3 844,97	3 854,83	3 864,70	3 874,57	3 884,44	3 894,30	3 904,17
400	3 914,04	3 923,91	3 933,77	3 943,64	3 953,51	3 963,38	3 973,24	3 983,11	3 992,98	4 002,84
410	4 012,71	4 022,58	4 032,45	4 042,31	4 052,18	4 062,05	4 071,92	4 081,78	4 091,65	4 101,52
420	4 111,38	4 121,25	4 131,12	4 140,99	4 150,85	4 160,72	4 170,59	4 180,46	4 190,32	4 200,19
430	4 210,06	4 219,92	4 229,79	4 239,66	4 249,53	4 259,39	4 269,26	4 279,13	4 289,00	4 298,86
440	4 308,73	4 318,60	4 328,47	4 338,33	4 348,20	4 358,07	4 367,93	4 377,80	4 387,67	4 397,54
450	4 407,40	4 417,27	4 427,14	4 437,01	4 446,87	4 456,74	4 466,61	4 476,47	4 486,34	4 496,21
460	4 506,08	4 515,94	4 525,81	4 535,68	4 545,55	4 555,41	4 565,28	4 575,15	4 585,02	4 594,88
470	4 604,75	4 614,62	4 624,48	4 634,35	4 644,22	4 654,09	4 663,95	4 673,82	4 683,69	4 693,56
480	4 703,42	4 713,29	4 723,16	4 733,02	4 742,89	4 752,76	4 762,63	4 772,49	4 782,36	4 792,23
490	4 802,10	4 811,96	4 821,83	4 831,70	4 841,56	4 851,43	4 861,30	4 871,17	4 881,03	4 890,90
500	4 900,77	4 910,64	4 920,50	4 930,37	4 940,24	4 950,11	4 959,97	4 969,84	4 979,71	4 989,57
510	4 999,44	5 009,31	5 019,18	5 029,04	5 038,91	5 048,78	5 058,65	5 068,51	5 078,38	5 088,25



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Página 6 de 6

Punto de Precisión SAC

Divisiones del Dial	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
520	5 098,11	5 107,98	5 117,85	5 127,72	5 137,58	5 147,45	5 157,32	5 167,19	5 177,05	5 186,92
530	5 196,79	5 206,65	5 216,52	5 226,39	5 236,26	5 246,12	5 255,99	5 265,86	5 275,73	5 285,59
540	5 295,46	5 305,33	5 315,20	5 325,06	5 334,93	5 344,80	5 354,66	5 364,53	5 374,40	5 384,27
550	5 394,13	5 404,00	5 413,87	5 423,74	5 433,60	5 443,47	5 453,34	5 463,20	5 473,07	5 482,94
560	5 492,81	5 502,67	5 512,54	5 522,41	5 532,28	5 542,14	5 552,01	5 561,88	5 571,75	5 581,61
570	5 591,48	5 601,35	5 611,21	5 621,08	5 630,95	5 640,82	5 650,68	5 660,55	5 670,42	5 680,29
580	5 690,15	5 700,02	5 709,89	5 719,75	5 729,62	5 739,49	5 749,36	5 759,22	5 769,09	5 778,96
590	5 788,83	5 798,69	5 808,56	5 818,43	5 828,29	5 838,16	5 848,03	5 857,90	5 867,76	5 877,63
600	5 887,50	5 897,37	5 907,23	5 917,10	5 926,97	5 936,84	5 946,70	5 956,57	5 966,44	5 976,30
610	5 986,17	5 996,04	6 005,91	6 015,77	6 025,64	6 035,51	6 045,38	6 055,24	6 065,11	6 074,98
620	6 084,84	6 094,71	6 104,58	6 114,45	6 124,31	6 134,18	6 144,05	6 153,92	6 163,78	6 173,65
630	6 183,52	6 193,38	6 203,25	6 213,12	6 222,99	6 232,85	6 242,72	6 252,59	6 262,46	6 272,32
640	6 282,19	6 292,06	6 301,93	6 311,79	6 321,66	6 331,53	6 341,39	6 351,26	6 361,13	6 371,00
650	6 380,86	6 390,73	6 400,60	6 410,47	6 420,33	6 430,20	6 440,07	6 449,93	6 459,80	6 469,67
660	6 479,54	6 489,40	6 499,27	6 509,14	6 519,01	6 528,87	6 538,74	6 548,61	6 558,48	6 568,34
670	6 578,21	6 588,08	6 597,94	6 607,81	6 617,68	6 627,55	6 637,41	6 647,28	6 657,15	6 667,02
680	6 676,88	6 686,75	6 696,62	6 706,48	6 716,35	6 726,22	6 736,09	6 745,95	6 755,82	6 765,69
690	6 775,56	6 785,42	6 795,29	6 805,16	6 815,02	6 824,89	6 834,76	6 844,63	6 854,49	6 864,36
700	6 874,23	6 884,10	6 893,96	6 903,83	6 913,70	6 923,57	6 933,43	6 943,30	6 953,17	6 963,03
710	6 972,90	6 982,77	6 992,64	7 002,50	7 012,37	7 022,24	7 032,11	7 041,97	7 051,84	7 061,71
720	7 071,57	7 081,44	7 091,31	7 101,18	7 111,04	7 120,91	7 130,78	7 140,65	7 150,51	7 160,38
730	7 170,25	7 180,11	7 189,98	7 199,85	7 209,72	7 219,58	7 229,45	7 239,32	7 249,19	7 259,05
740	7 268,92	7 278,79	7 288,66	7 298,52	7 308,39	7 318,26	7 328,12	7 337,99	7 347,86	7 357,73
750	7 367,59	7 377,46	7 387,33	7 397,20	7 407,06	7 416,93	7 426,80	7 436,66	7 446,53	7 456,40
760	7 466,27	7 476,13	7 486,00	7 495,87	7 505,74	7 515,60	7 525,47	7 535,34	7 545,21	7 555,07
770	7 564,94	7 574,81	7 584,67	7 594,54	7 604,41	7 614,28	7 624,14	7 634,01	7 643,88	7 653,75
780	7 663,61	7 673,48	7 683,35	7 693,21	7 703,08	7 712,95	7 722,82	7 732,68	7 742,55	7 752,42
790	7 762,29	7 772,15	7 782,02	7 791,89	7 801,75	7 811,62	7 821,49	7 831,36	7 841,22	7 851,09
800	7 860,96	7 870,83	7 880,69	7 890,56	7 900,43	7 910,30	7 920,16	7 930,03	7 939,90	7 949,76
810	7 959,63	7 969,50	7 979,37	7 989,23	7 999,10	8 008,97	8 018,84	8 028,70	8 038,57	8 048,44
820	8 058,30	8 068,17	8 078,04	8 087,91	8 097,77	8 107,64	8 117,51	8 127,38	8 137,24	8 147,11
830	8 156,98	8 166,84	8 176,71	8 186,58	8 196,45	8 206,31	8 216,18	8 226,05	8 235,92	8 245,78
840	8 255,65	8 265,52	8 275,39	8 285,25	8 295,12	8 304,99	8 314,85	8 324,72	8 334,59	8 344,46
850	8 354,32	8 364,19	8 374,06	8 383,93	8 393,79	8 403,66	8 413,53	8 423,39	8 433,26	8 443,13
860	8 453,00	8 462,86	8 472,73	8 482,60	8 492,47	8 502,33	8 512,20	8 522,07	8 531,94	8 541,80
870	8 551,67	8 561,54	8 571,40	8 581,27	8 591,14	8 601,01	8 610,87	8 620,74	8 630,61	8 640,48
880	8 650,34	8 660,21	8 670,08	8 679,94	8 689,81	8 699,68	8 709,55	8 719,41	8 729,28	8 739,15
890	8 749,02	8 758,88	8 768,75	8 778,62	8 788,48	8 798,35	8 808,22	8 818,09	8 827,95	8 837,82
900	8 847,69	8 857,56	8 867,42	8 877,29	8 887,16	8 897,03	8 906,89	8 916,76	8 926,63	8 936,49
910	8 946,36	8 956,23	8 966,10	8 975,96	8 985,83	8 995,70	9 005,57	9 015,43	9 025,30	9 035,17
920	9 045,03	9 054,90	9 064,77	9 074,64	9 084,50	9 094,37	9 104,24	9 114,11	9 123,97	9 133,84
930	9 143,71	9 153,57	9 163,44	9 173,31	9 183,18	9 193,04	9 202,91	9 212,78	9 222,65	9 232,51
940	9 242,38	9 252,25	9 262,12	9 271,98	9 281,85	9 291,72	9 301,58	9 311,45	9 321,32	9 331,19
950	9 341,05	9 350,92	9 360,79	9 370,66	9 380,52	9 390,39	9 400,26	9 410,12	9 419,99	9 429,86
960	9 439,73	9 449,59	9 459,46	9 469,33	9 479,20	9 489,06	9 498,93	9 508,80	9 518,67	9 528,53
970	9 538,40	9 548,27	9 558,13	9 568,00	9 577,87	9 587,74	9 597,60	9 607,47	9 617,34	9 627,21
980	9 637,07	9 646,94	9 656,81	9 666,67	9 676,54	9 686,41	9 696,28	9 706,14	9 716,01	9 725,88
990	9 735,75	9 745,61	9 755,48	9 765,35	9 775,21	9 785,08	9 794,95	9 804,82	9 814,68	9 824,55
1000	9 834,42	9 844,29	9 854,15	9 864,02	9 873,89	9 883,76	9 893,62	9 903,49	9 913,36	9 923,22
1010	9 933,09	9 942,96	9 952,83	9 962,69	9 972,56					

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# Certificado de Balanza 6000 g



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 784 - 2018

Página: 1 de 3

Expediente : T 359-2018  
Fecha de Emisión : 2018-09-17

**1. Solicitante** : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A.  
SUC PERU  
**Dirección** : CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 -  
SAN ISIDRO - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **SE6001F**

**Número de Serie** : **8346710536**

**Alcance de Indicación** : **6000 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **1 g**

**División de Escala Real ( d )** : **0,1 g**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO DE ASFALTO**

**Fecha de Calibración** : **2018-09-12**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO DE ASFALTO de ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M




  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# Certificado de Balanza 30000 g

**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LB - 779 - 2018**


Página: 1 de 3

Expediente	: T 359-2018	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Fecha de Emisión	: 2018-09-17	
<b>1. Solicitante</b>	: <b>ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU</b>	
<b>Dirección</b>	: CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 - SAN ISIDRO - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Marca	: OHAUS	
Modelo	: EB30	
Número de Serie	: 8034090745	
Alcance de Indicación	: 30000 g	
División de Escala de Verificación ( e )	: 10 g	
División de Escala Real ( d )	: 1 g	
Procedencia	: CHINA	
Identificación	: NO INDICA	Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2018-09-11	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**  
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del SNM-INDECOP.

**4. Lugar de Calibración**  
LABORATORIO de ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# Certificado de Estufa de laboratorio



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 341 - 2018

Página : 1 de 4

Expediente : T 359-2018  
Fecha de emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CAL. AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 -  
SAN ISIDRO - LIMA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : A&A INSTRUMENTS

Modelo del Equipo : STHX-2A

Serie del Equipo : 12103

Marca de indicador : AUTCOMP

Modelo de indicador : TCD

Temperatura calibrada : 160 °C

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ASFALTO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
12 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración  
PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0747 - 2017	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	35,0	35,3
Humedad %	52	52

### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 160 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

# Certificado de Martillo Proctor



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 724 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CALAMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 -  
SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

### 4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D-558 , ASTM D-698.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM
REGLA METÁLICA	MITUTOYO	LLA - 080 - 2018	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM-002-2018	PUNTO DE PRECISIÓN SAC

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	33,0	33,1
Humedad %	54	53

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# Certificado de Molde de proctor



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 725 - 2018

Página : 1 de 2

Expediente : T 359-2018  
Fecha de emisión : 2018-09-17

1. Solicitante : ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU

Dirección : CAL AMADOR MERINO REYNA NRO. 460 INT. P-16 -  
SAN ISIDRO - LIMA

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"

Marca : NO INDICA

Material : FIERRO ZINCADO

Color : PLATEADO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE ENERGOPROJEKT NISKOGRADNJA S.A. SUC PERU  
CARRETERA PUERTO BERMUDEZ - CIUDAD CONSTITUCIÓN - KM 7 + 200 M  
11 - SETIEMBRE - 2018

4. Método de Calibración  
Por Comparación, tomando como referencia la Norma MTC E 115 y ASTM D - 1557.

### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0756 - 2017	INACAL - DM

### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	35,3	35,4
Humedad %	45	43

### 7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FICHA DE REGISTRO DE DATOS

PROYECTO	"Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro"			
AUTOR	Gustavo Eleazar Alcocer Zegarra			
UBICACIÓN DEL PROYECTO				
REGIÓN	Pasco	DISTRITO	Puerto Bermúdez	
PROVINCIA	Oxapampa	COORD E	501539.139	
FECHA	08/09/2018	COORD N	8858614.888	
		A	B	C
<b>I</b>	<b>Descripción de conservación vial</b>			1.00
	Ciclo de vida fatal de los caminos			
	Fases de deterioro de la vía			
	Aspectos que influyen el deterioro de una vía			
<b>II</b>	<b>Propiedades físicas del terreno de fundación</b>			1.00
	Análisis granulométrico por tamizado.			
	Límite líquido y límite plástico			
	Contenido de humedad natural.			
	Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.			
<b>III</b>	<b>Propiedades mecánicas del terreno de fundación</b>			1.00
	Proctor Estándar			
	California Bearing ratio CBR			
	Comprensibilidad			
<b>IV</b>	<b>Criterios para el mejoramiento de suelos</b>			1.00
	Índice de consistencia			
	Compresibilidad del suelo			
	Contenido de humedad y Compactación			
Apellidos y Nombres: Alvarado Cabanillas Jorge Ignacio		Totales:		4/4
Profesional: Ingeniero Civil				
CIP: 013565	TELÉFONO: 984942261	PROMEDIO	1.00	
Leyenda	0: Corregir 1: Aceptado			

  
 JORGE IGNACIO ALVARADO CABANILLAS  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 13565





## FICHA DE REGISTRO DE DATOS

PROYECTO	"Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro"			
AUTOR	Gustavo Eleazar Alcocer Zegarra			
UBICACIÓN DEL PROYECTO				
REGIÓN	Pasco	DISTRITO	Puerto Bermúdez	
PROVINCIA	Oxapampa	COORD E	501539.139	
FECHA	08/09/2018	COORD N	8858614.888	
		A	B	C
<b>I</b>	<b>Descripción de conservación vial</b>			1.00
	Ciclo de vida fatal de los caminos			
	Fases de deterioro de la vía			
	Aspectos que influyen el deterioro de una vía			
<b>II</b>	<b>Propiedades físicas del terreno de fundación</b>			1.00
	Análisis granulométrico por tamizado.			
	Límite líquido y límite plástico			
	Contenido de humedad natural.			
	Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.			
<b>III</b>	<b>Propiedades mecánicas del terreno de fundación</b>			1.00
	Proctor Estándar			
	California Bearing ratio CBR			
	Comprensibilidad			
<b>IV</b>	<b>Criterios para el mejoramiento de suelos</b>			1.00
	Índice de consistencia			
	Compresibilidad del suelo			
	Contenido de humedad y Compactación			
Apellidos y Nombres: Ángeles Cárdenas Enrique Luis		Totales:		4/4
Profesional: Ingeniero Civil		PROMEDIO		1.00
CIP: 209283	TELÉFONO: 9857727378			
Leyenda	0: Corregir	1: Aceptado		



ENRIQUE L. ANGELES CÁRDENAS  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 209283

Firma



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FICHA DE REGISTRO DE DATOS

PROYECTO	"Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en caliente en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro"			
AUTOR	Gustavo Eleazar Alcocer Zegarra			
UBICACIÓN DEL PROYECTO				
REGIÓN	Pasco	DISTRITO	Puerto Bermúdez	
PROVINCIA	Oxapampa	COORD E	501539.139	
FECHA	08/09/2018	COORD N	8858614.888	
		A	B	C
<b>I</b>	<b>Descripción de conservación vial</b>			1.00
	Ciclo de vida fatal de los caminos			
	Fases de deterioro de la vía			
	Aspectos que influyen el deterioro de una vía			
<b>II</b>	<b>Propiedades físicas del terreno de fundación</b>			1.00
	Análisis granulométrico por tamizado.			
	Límite líquido y límite plástico			
	Contenido de humedad natural.			
	Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.			
<b>III</b>	<b>Propiedades mecánicas del terreno de fundación</b>			1.00
	Proctor Estándar			
	California Bearing ratio CBR			
	Compresibilidad			
<b>IV</b>	<b>Criterios para el mejoramiento de suelos</b>			1.00
	Índice de consistencia			
	Compresibilidad del suelo			
	Contenido de humedad y Compactación			
Apellidos y Nombres: Sara Hutarra Luis Miguel		Totales:		4/4
Profesional: Ingeniero Civil				
CIP: 47953	TELÉFONO: 997602707	PROMEDIO	1.00	
Leyenda	0: Corregir		1: Aceptado	

  
 LUIS MIGUEL SARA HUTARRA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 47953  
 Firma

Tabla 255: Matriz de Consistencia

Título: <b>Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezcla asfáltica en caliente en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro</b>																
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES													
<p><b>Problema principal:</b> ¿De qué manera la conservación vial influye en la rehabilitación de pavimentos flexibles en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿De qué manera la conservación vial influye en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?</p> <p>¿De qué manera la conservación vial influye en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?</p> <p>¿De qué manera la conservación vial influye en los criterios para el mejoramiento del suelo en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar de qué manera la conservación vial influye en la rehabilitación de pavimentos flexibles en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Identificar de qué manera la conservación vial influye en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p>Analizar de qué manera la conservación vial influye en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p>Evaluar de qué manera la conservación vial influye en los criterios para el mejoramiento de suelos en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> La conservación vial influye de manera significativamente en la rehabilitación de pavimentos flexibles en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>La conservación vial influye de manera significativamente en las propiedades físicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p>Analizar de qué manera la conservación vial influye de manera significativamente en las propiedades mecánicas del terreno de fundación en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p>Evaluar de qué manera la conservación vial influye de manera significativamente en los criterios para el mejoramiento de suelos en la carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p>	<p><b>Variable independiente: Conservación vial</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> <th>Instrumentos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Descripción de conservación vial</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida fatal de los caminos</li> <li>Fases de deterioro de la vía</li> <li>Aspectos que influyen el deterioro de una vía</li> </ul> </td> <td rowspan="2">Ficha de recolección de datos</td> </tr> <tr> <td>Evaluación de la capa de rodadura</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Trafico</li> <li>Suelo de fundación</li> <li>Drenaje</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Descripción de conservación vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida fatal de los caminos</li> <li>Fases de deterioro de la vía</li> <li>Aspectos que influyen el deterioro de una vía</li> </ul>	Ficha de recolección de datos	Evaluación de la capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trafico</li> <li>Suelo de fundación</li> <li>Drenaje</li> </ul>					
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos											
			Descripción de conservación vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclo de vida fatal de los caminos</li> <li>Fases de deterioro de la vía</li> <li>Aspectos que influyen el deterioro de una vía</li> </ul>	Ficha de recolección de datos											
			Evaluación de la capa de rodadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trafico</li> <li>Suelo de fundación</li> <li>Drenaje</li> </ul>												
			<p><b>Variable dependiente: Rehabilitación de pavimentos flexibles</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> <th>Instrumentos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Propiedades Físicas del terreno de fundación</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis granulométrico por tamizado.</li> <li>Límite líquido y límite plástico</li> <li>Contenido de humedad natural.</li> <li>Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.</li> </ul> </td> <td rowspan="3">Ficha de recolección de datos</td> </tr> <tr> <td>Propiedades Mecánicas del terreno de fundación</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proctor Estándar</li> <li>California Bearing ratio CBR</li> <li>Comprensibilidad</li> </ul> </td> </tr> <tr> <td>Criterios para el mejoramiento de suelos</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de consistencia</li> <li>Compresibilidad del suelo</li> <li>Contenido de humedad y compactación</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>				Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Propiedades Físicas del terreno de fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis granulométrico por tamizado.</li> <li>Límite líquido y límite plástico</li> <li>Contenido de humedad natural.</li> <li>Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.</li> </ul>	Ficha de recolección de datos	Propiedades Mecánicas del terreno de fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proctor Estándar</li> <li>California Bearing ratio CBR</li> <li>Comprensibilidad</li> </ul>	Criterios para el mejoramiento de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de consistencia</li> <li>Compresibilidad del suelo</li> <li>Contenido de humedad y compactación</li> </ul>
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos											
			Propiedades Físicas del terreno de fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis granulométrico por tamizado.</li> <li>Límite líquido y límite plástico</li> <li>Contenido de humedad natural.</li> <li>Clasificación de suelo por método SUCS y AASHTO.</li> </ul>	Ficha de recolección de datos											
			Propiedades Mecánicas del terreno de fundación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proctor Estándar</li> <li>California Bearing ratio CBR</li> <li>Comprensibilidad</li> </ul>												
			Criterios para el mejoramiento de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de consistencia</li> <li>Compresibilidad del suelo</li> <li>Contenido de humedad y compactación</li> </ul>												

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>TIPO:</b>  <b>Aplicada:</b> Según (Oseda, 2015, p. 141, en síntesis, las investigaciones aplicadas tienen como finalidad primordial la resolución de problemas prácticos inmediatos en orden a transformar las condiciones del acto social y a mejorar la calidad.</p> <p><b>DISEÑO</b>  <b>Experimental:</b> La investigación experimental es el más alto y el más complejo porque utiliza el experimento como método o técnica de investigación (Ñaupas, H, Mejía, E., Novoa, E. y Villagómez, A, 2014, p.331).</p> <p><b>NIVEL</b>  El nivel de investigación es explicativo “consiste en indicar las causas de sucesos y fenómenos físicos o sociales, su intención se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández, et al,2013 p. 76).</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> Carretera Puerto Bermúdez - San Alejandro.</p> <p><b>MUESTRA:</b>  Es un subgrupo de la población, por lo que debe ser representativo de dicha población para que podamos generalizar los resultados (Hernández, et al, 2014 p. 120).</p> <p>En la presente investigación se toma como muestra la carretera comprendido en el tramo: Desvió Puerto Bermúdez – Ciudad Constitución, ya que la tesis a desarrollarse se centrará en este tramo de la carretera, la cual se ubica en la Región Pasco.</p> <p><b>TIPO DE MUESTREO:</b>  No Probabilística por conveniencia</p>	<p>Según (Bernal, 2010, p.157) es la observación, como técnica de investigación científica, es un proceso riguroso que permite conocer, de forma directa, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada.</p> <p>Las técnicas que se empleará serán la observación directa de los hechos para el recojo de información con una ficha de recolección de datos.</p> <p><b>Variable 1:</b> Conservación vial</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de recolección de datos.</p> <hr/> <p><b>Variable 2:</b> Rehabilitación de pavimentos flexibles</p> <p><b>Técnicas:</b> Observación</p> <p><b>Instrumentos:</b> Ficha de recolección de datos, Ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.</p>



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
“César Acuña Peralta”

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:

Alcocer Zegarra Gustavo Eleazar

D.N.I. :03646576 N° Celular: 968069969 N° Telf. Fijo: 073-506308

Domicilio : Calle el Rosario Mz-A Lt-13 Urb. Canta Rosa Sullana – Piura

E-mail : gustalc@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Modalidad :

Form box containing checkboxes for Pre Grado (Trabajo de Investigación, Tesis) and Post Grado (Maestría, Doctorado) with associated degree and title information.

3. DATOS DE LA TESIS

Autor Apellidos y Nombres:

Alcocer Zegarra Gustavo Eleazar

Título de la tesis:

“Rehabilitación de pavimentos flexibles para la conservación vial empleando mezclas asfálticas en la carretera Puerto Bermúdez – San Alejandro -2018”

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento;

Checked box: AUTORIZO a publicar en texto completo. | Unchecked box: NO AUTORIZO a publicar en texto completo.

Firma del autor: [Handwritten signature]

Fecha: 26 de junio del 2019



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **Mgr. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA** , docente da la Facultad de Ingeniería y Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo campus Lima Norte, revisor de la tesis titulada:

**“REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA CONSERVACIÓN VIAL EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EN LA CARRETERA PUERTO BERMÚDEZ - SAN ALEJANDRO - 2018”**

Del estudiante **GUSTAVO ELEAZAR ALCOCER ZEGARRA**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de junio del 2019.



Mgr. Luis Alberto Vargas Chacaltana

D.N.I: 09389936



FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Rehabilitación de pavimentos flexibles para la preservación y el cumplimiento de estándares en entornos de la carretera Puerto  
Bomplén - San Alejandro - 2018"

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
ALCOZER ZUARRA GUSTAVO ILLAZAR

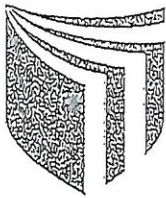
ASESOR:  
MIG. ING. LUIS VARGAS CHACABANA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

LIMA - PERÚ

Resumen de coincidencias	
22 %	
1	Empezado a universida 4 %
2	Empezado a universida 2 %
3	Empezado a universida 2 %
4	Empezado a universida 1 %
5	Empezado a universida 1 %
6	Empezado a universida 1 %
7	Empezado a universida 1 %
8	Empezado a universida 1 %
9	Empezado a universida 1 %
10	Empezado a universida 1 %
11	Empezado a universida <1 %
12	Empezado a universida <1 %
13	Empezado a universida <1 %





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*ALCOCEB ZEGARRA, GUSTAVO ELIZABETH*

INFORME TITULADO:

*REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS FLEXIBLES PARA LA CONSERVACIÓN  
VIN EMPLEANDO MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE EN LA CARRETERA  
PUERTO BEAUMONT, SAN ALEJANDRO - 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA:

*18/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*15 (Quince)*

Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil

