



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une
Huancaquito Alto y la Panamericana, distrito y provincia de Virú, 2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana (ORCID: 0000-0003-2506-0942)

Gonzales Oribe, Luis Alfonso (ORCID: 0000-0002-5737-3233)

ASESORES:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

Mg. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO - PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi familia, quienes nos enseñaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo; por su amor, lucha constante y sacrificio.

A todas y cada una de las personas que formaron parte de este largo camino, por su amistad y apoyo.

Gonzáles Oribe, Luis Alfonso

A Dios, por ser mi guía constante y no dejarme flaquear en momentos difíciles.

A mi familia, porque siempre estuvieron para mí, dándome su apoyo moral, por su amor y comprensión.

Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana

Agradecimiento

A Dios, por tantas bendiciones en mi vida y por acompañarme en este largo camino.

A nuestra Universidad, nuestra casa de estudios, por la confianza depositada en cada uno de sus alumnos para llevar a cabo uno de nuestros objetivos que es lograr la realización profesional.

Gonzáles Oribe, Luis Alfonso

A nuestros asesores, por el tiempo y los conocimientos brindados para poder realizar nuestra tesis de la mejor manera.

A mi familiar, mi principal motivación, por impulsarme a ser mejor cada día.

Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Índice de Ecuaciones	xi
Resumen.....	xii
Abstract.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema	7
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos.....	9
1.5. Hipótesis.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Bases teóricas	21
III. METODOLOGÍA.....	30
3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	30
3.2 Variables y operacionalización	31
3.3 Población, muestra y muestreo	33
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	33
3.5 Procedimientos	36
3.6 Método de análisis de datos	40

3.7 Aspectos éticos.....	40
3.8 Desarrollo del proyecto de investigación	41
IV. RESULTADOS	95
4.1 Levantamiento topográfico	95
4.2 Estudio de tráfico.....	98
4.3 Estudio de mecánica de suelos	99
4.4 Mejoramiento	109
4.5 Diseño de Pavimento Rígido	110
4.6 Diseño Geométrico	111
V. DISCUSIÓN.....	112
VI. CONCLUSIONES	119
VII. RECOMENDACIONES.....	121
REFERENCIAS.....	122
ANEXOS	127

Índice de Tablas

Tabla 1.	Valores de bombeo de la calzada	25
Tabla 2.	Valores de radio donde se puede prescindir de peralte	25
Tabla 3.	Valores de peralte máximo.....	26
Tabla 4.	Peralte mínimo	26
Tabla 5.	Valores de bombeo.....	26
Tabla 6.	Instrumentos y validaciones	34
Tabla 7.	Resumen del tráfico ligero.....	49
Tabla 8.	Resumen del tráfico pesado.....	49
Tabla 9.	Tasas anuales de crecimiento.....	50
Tabla 10.	Factor direccional y factor carril	50
Tabla 11.	Numero de ensayos Mr y CBR.....	51
Tabla 12.	Determinación del número de calicatas	52
Tabla 13.	Resumen de los sondeos realizados.....	52
Tabla 14.	Detalles de las muestras.....	53
Tabla 15.	Contenido de humedad.....	53
Tabla 16.	Determinación de la densidad.....	53
Tabla 17.	Valor del CBR para el diseño del pavimento.....	53
Tabla 18.	Categorías de subrasante	54
Tabla 19.	Capacidad de soporte de la sub rasante.....	54
Tabla 20.	Ensayo Granulométrico por Tamizado.....	56
Tabla 21.	Contenido de Humedad evaporable en los suelos.....	57
Tabla 22.	Proctor Ensayo de compactación.....	58
Tabla 23.	Proctor.....	62
Tabla 24.	Determinación del límite plástico.....	62
Tabla 25.	Ensayo de Proctor.....	64
Tabla 26.	Resultado	67
Tabla 27.	Determinación de los límites de consistencia.....	68
Tabla 28.	Resumen de límites de índice de plasticidad	69

Tabla 29. Ensayo de Proctor.....	70
Tabla 30. Resultado final	73
Tabla 31. Límites de Consistencia	74
Tabla 32. Límites de Consistencia de Suelos	74
Tabla 33. Ensayo de Proctor.....	75
Tabla 34. Resumen de límites	76
Tabla 35. Proctor.....	78
Tabla 36. Límites de consistencia	79
Tabla 37. Límites de Consistencia de Suelos	80
Tabla 38. Ensayo de Proctor.....	81
Tabla 39. Proctor.....	84
Tabla 40. Tipo de tráfico de diseño	85
Tabla 41. Valor de Confiabilidad	86
Tabla 42. Valor de Desviación Estándar Normal	86
Tabla 43. Valores de resistencia del concreto	87
Tabla 44. valores de coeficientes de transferencias de cargas.....	88
Tabla 45. Rangos de Velocidad de Diseño en Función a la Clasificación por Demanda y Orografía.	91
Tabla 46. Valores de Peralte Máximo	91
Tabla 47. Distancia de visibilidad de parada (metros) en pendiente 0%.....	92
Tabla 48. Valores de Bombeo de la Calzada.....	92
Tabla 49. Valores referenciales para taludes en corte	93
Tabla 50. Valores referenciales en zonas de relleno	94
Tabla 51. Ancho de bermas	94
Tabla 52. Coordenadas UTM Huancaquito Alto y la Panamericana	95
Tabla 53. Resumen de la nivelación	96
Tabla 54. Coordenadas de los puntos de foto control.....	97
Tabla 55. índice medio diario anual	98
Tabla 56. Prueba de Granulometría.....	99
Tabla 57. Granulometria de la C-2 – M-1	100

Tabla 58. Granulometria de la C-3 – M-1	101
Tabla 59. Granulometria de la C-4 – M-1	102
Tabla 60. Granulometria de la C-5 – M-1	103
Tabla 61. Límites de consistencia e índices de plasticidad.....	104
Tabla 62. Contenido de contenido de humedad	105
Tabla 63. Ensayo de proctor modificado.....	106
Tabla 64. Clasificación según los métodos AASHTO Y SUCS	107
Tabla 65. Porcentaje de CBR de la subrasante	108
Tabla 66. Resumen de los ensayos con distintos porcentajes de Cal.	109
Tabla 67. Espesores de capas del pavimento rígido	110
Tabla 68. Tabla de resumen del diseño geométrico	111

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama del diseño de investigación.....	31
Figura 2. Punto de foto control N° 2 y N°4	41
Figura 3. Toma de datos con GPS	42
Figura 4. Toma de datos para la poligonal con estación total.	43
Figura 5. Toma de datos con nivel	43
Figura 6. Registro fotográfico con drone	44
Figura 7. Punto geodésico certificado.....	44
Figura 8. Procesamiento de imágenes con Agisoft	45
Figura 9. Ubicación de los puntos de fotocontrol.....	45
Figura 10. Limpieza y tratamiento de la nube de puntos con Autodesk Recap.....	46
Figura 11. Limpieza y tratamiento de la nube de puntos con Autodesk Recap.....	46
Figura 12. Generación de la superficie del terreno con Civil 3D	47
Figura 13. Curva Granulométrica por Tamizado	57
Figura 14. Optimo contenido de Humedad	59
Figura 15. Gráfico penetración CBR EC-55 golpes.....	60
Figura 16. Gráfico penetración CBR EC-26 golpes.....	60
Figura 17. Gráfico penetración CBR EC-12 golpes.....	61
Figura 18. Grafico del CBR	61
Figura 19. Número de golpes vs contenido de humedad.....	63
Figura 20. Curva de Contenido de Humedad.....	65
Figura 21. Gráfico Penetración CBR a 55 golpes	65
Figura 22. Gráfico Penetración CBR a 26 golpes	66
Figura 23. Gráfico penetración CBR a 12 golpes.....	66
Figura 24. Gráfico final de CBR	67
Figura 25. Número de Golpes vs Contenido de Humedad.....	69
Figura 26. Curva de Contenido de Humedad.....	71
Figura 27. Gráfico Penetración CBR a 55 golpes	71
Figura 28. Gráfico Penetración CBR a 26 golpes	72

Figura 29.	Gráfico Penetración CBR a 12 golpes	72
Figura 30.	Gráfico del CBR	73
Figura 31.	Número de Golpes vs Contenido de Humedad.....	75
Figura 32.	Curva de Contenido de Humedad.....	76
Figura 33.	Gráfico de penetración CBR a 55 golpes.....	77
Figura 34.	Gráfico de penetración CBR a 26 golpes.....	77
Figura 35.	Gráfico de penetración CBR a 12 golpes.....	78
Figura 36.	Grafico del CBR	79
Figura 37.	: Número de Golpes vs Contenido de Humedad	80
Figura 38.	: Curva de Contenido de Humedad	82
Figura 39.	Gráfico de penetración CBR a 55 golpes.....	82
Figura 40.	Gráfico de penetración CBR a 26 golpes.....	83
Figura 41.	Gráfico de penetración CBR a 12 golpes.....	83
Figura 42.	Gráfico del CBR	84
Figura 43.	Carreteras de tercera clase.....	89
Figura 44.	Terreno Plano.....	90
Figura 45.	Vehículo de diseño	90
Figura 46.	Sección Transversal Típica.....	93
Figura 47.	Espesores de capas del pavimento rígido	110

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Cálculo de peralte.....	26
Ecuación 2. Índice Medio Diario Semanal.....	48
Ecuación 3. Índice Medio Diario Anual.....	48
Ecuación 4. Cálculo de ESAL	51
Ecuación 5. Coeficiente de reacción combinado.....	86
Ecuación 6. Módulo de rotura	87
Ecuación 7. Módulo elástico del concreto	88
Ecuación 8. Espesor de pavimentos de concreto.....	89

Resumen

La presente investigación tuvo lugar en la carretera que une el distrito de Huancaquito alto con la carretera Panamericana en la provincia de Virú, teniendo como objetivo general realizar un mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito alto y la Panamericana. Se hizo uso de una metodología no experimental descriptiva, teniendo como población a los cinco kilómetros longitudinales de la carretera que une el distrito de Huancaquito Alto y la carretera Panamericana Norte. Se utilizaron técnicas como la observación y el análisis documental, para las cuales se hizo uso de instrumentos de recolección de datos como guías de observación y fichas de recolección de datos. El problema se establece en la inexistencia de una infraestructura vial adecuada para la buena transitabilidad de los pobladores del lugar, retrasando el desarrollo de la localidad. Se realizó estudios de suelos de la subrasante obteniendo un CBR igual a 9% y un mejoramiento del material a usarse en la sub base obteniendo un CBR igual a 41.1%. Se logró hacer el mejoramiento y diseñar la infraestructura vial con un pavimento rígido siguiendo los procedimientos establecidos por el método AASHTO 93 y los manuales de diseño del ministerio de transportes.

Palabras Clave: Mejoramiento, Infraestructura Vial, resistencia, tráfico

Abstract

The present investigation took place on the highway that connects the district of Huancaquito Alto with the Panamericana highway in the province of Virú, with the general objective of carrying out an improvement and design of the road infrastructure for the highway that connects Huancaquito Alto and the Panamericana. A non-experimental descriptive methodology was used, having as a population the five longitudinal kilometers of the highway that connects the district of Huancaquito Alto and the North Panamericana highway. Techniques such as observation and documentary analysis were used, for which data collection instruments such as observation guides and data collection sheets were used. The problem is established in the non-existence of an adequate road infrastructure for the good walkability of the inhabitants of the place, delaying the development of the town. Soil studies of the subgrade were carried out obtaining a CBR equal to 9% and an improvement of the material to be used in the subbase obtaining a CBR equal to 41.1%. It was possible to make the improvement and design the road infrastructure with a rigid pavement following the procedures established by the AASHTO 93 method and the design manuals of the Ministry of Transportation.

Keywords: Improvement, Road Infrastructure, resistance, traffic

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

La infraestructura vial a nivel mundial es uno de los grandes motores del crecimiento económico y social, brinda desarrollo a todos los países ya que sirve para trasladar a personas y productos, permitiendo así el desarrollo y mejoramiento de las prioridades de la población como la educación, trabajo, alimentación y salud, internacionalmente los países subdesarrollados que se encuentran en América Latina tienen escasez de infraestructura vial siendo una de las causas el poco presupuesto asignados por los gobiernos, de esa manera dificulta que los pueblos y regiones puedan conectarse. Por ello requiere considerar los presupuestos adecuados como también las especificaciones técnicas de las diferentes normas vigentes, con la finalidad de poder brindar un excelente servicio y de esa manera evitar pérdidas humanas como pérdidas económicas. (Fustamante, 2020)

Las vías con las que cuenta Guatemala están en desarrollo, muchas zonas del país carecen de pavimentos, por ello las municipalidades realizan diagnósticos de necesidades para dar soluciones mediante proyectos de diseño de infraestructura vial, se realizaron mediante estudios técnicos donde se proponen soluciones, se determinó mediante los ensayos de laboratorio, estudios técnicos, presupuestos y planos todo en base a las normas establecidas, de esta manera poder desarrollar adecuadamente la infraestructura vial. (Castellanos Pineda, 2020).

En el Salvador en las zonas que se encuentran a su alrededor la infraestructura vial son de gran importancia para el desarrollo del país, pero las vías presentan deterioros, por ello es la preocupación del gobierno. Por ese motivo se requiere de proyectos de diseño de infraestructura vial de acuerdo a los requerimientos de seguridad, capacidad y estética. Pero el problema que se presenta en la

construcción son los suelos expansivos, por lo que el volumen va incrementando pero de manera no uniforme, sino al contrario se produce incrementos en las zonas y cuando se llegan a contraer se van generando asentamientos, es por ello que van dañando severamente las estructuras, cuando pasa ese tipo problema se toma la decisión de optar por mejoramiento de los suelos, donde se someterán a los suelos naturales a cierta manipulación o tratamiento, obteniéndose un suelo firme y estable, con la capacidad de poder soportar las condiciones de las cargas a las que serán sometidas y a los climas más severos.(Hernández, Mejía y Zelaya, 2016)

En Colombia sus vías se encuentran de manera deficientes que por diferentes motivos se han ido deteriorando y perdiendo sus propiedades, la falta de mantenimiento y diversos factores ambientales hacen que la resistencia y estabilidad del suelo vaya disminuyendo y generando daños a la estructura de la vía. En el país se busca materiales alternativos o material natural para que puedan ser usados como afirmados, posteriormente realizarle un mejoramiento y de esa manera aumentar la resistencia y estabilidad del material. (Carvajal, Rincón y Zarate, 2018)

El Perú es un país que invierte en diseño de infraestructura vial, pero el gran problema es que la mayoría de los presupuestos que son asignados por el gobierno no son suficientes para realizar los diseños adecuados, como también otro problema es que se realizan infraestructuras con períodos cortos y no se cumplen con las normas establecidas, y muchas de las obras de pavimentaciones son retrasados por lo que la mayoría de sus vías presentan déficit, ocasionando diversos problemas a la población, por ello las vías deberían siempre encontrarse en una adecuada condición para su respectiva serviciabilidad. (Mendoza Torres, 2019).

En el Perú las vías son de suma importancia para la comunicación y movilización que permiten un buen desarrollo del país, por ese motivo

es muy importancia mantener en buen estado las vías. Una de las opciones en el país para mantener las vías en óptimas condiciones durante su tiempo de vida es realizar un mejoramiento al suelo de tal forma que estos tengan un comportamiento eficaz ante los diversos factores que serán sometidos, el uso de aditivos para mejorar el suelo es muy común y se llega a adquirir las propiedades necesarias y eficientes y reduce mantenimientos, y no genera impactos negativos en el medio ambiente. (Cabrera y Dios, 2020)

En el sector de Huancaquito alto que una con el panamericana norte solicita realizar un diseño de infraestructura vial para que de esa manera la población pueda contar con un pavimento acorde a sus necesidades, ya que existe vía que no cuenta con las condiciones necesarias, por su estado en la que se encuentran al transitar los diversos vehículos ocasionan varios problemas afectando al sector principalmente a sus pobladores y ocasionándoles enfermedades por la constante aspiración de polvo, como también se generan retrasos a los pobladores para trasladar sus productos, ya que en el lugar la mayoría de la población están dedicados a lo que es la agricultura, por lo que es muy importante para el desarrollo social y económico.

Para la aplicación del diseño de infraestructura vial se realiza en función a las normas establecidos en la DG-2018, el Manual de Carreteras del MTC, manual de mecánica de suelos y cimentaciones. Como también para el mejoramiento del material de la base se realizará en función a la norma CE020. Estabilización de suelos y taludes. Las normas descritas nos darán un aporte fundamental ya que es la base principal sobre la cual se desarrollarán todos cálculos correspondientes con el objetivo de cumplir con todos los requerimientos del proyecto.

(Rivera, Bohórquez y Fernandez,2016). Concluyen que para la localidad Los Mártires en la ciudad de Bogotá, resulta más eficiente optar por el pavimento rígido frente al flexible, ya que indican que no

presentaría falla por ahuellamiento y garantizaran una mejor distribución de esfuerzos frente a cargas altas, además de una vida útil mayor y una diferencia de costos de aproximadamente 24% mayor frente a su par flexible.

(Vargas, 2016). Nos indica que, en Costa Rica, es muy poca la investigación que se hace en el campo del diseño de pavimentos rígidos. Dándosele mayor relevancia a los pavimentos de tipo flexible utilizando métodos tradicionales que tienden a inclinarse por la utilización de pavimentos flexibles.

(Sosa, 2019). Nos recomienda que para la extracción de muestras de las calicatas evitar en lo posible es que estas se vean alteradas por factores externos ya que de ocurrir aquello, los resultados obtenidos en el posterior estudio de suelos no corresponderían a real comportamiento de la subrasante; además recomienda ser muy minucioso al momento del coteo de vehículos para nuestro estudio de tráfico porque solo así nos aseguraremos un óptimo ESAL y por lo tanto un diseño eficiente. La falta de infraestructura vial en nuestro país origina que las comunicaciones, el comercio, las interrelaciones sociales y la prestación de servicios médicos entre pueblos y ciudades se vean afectadas, perjudicando la salud y economía de los pobladores. Es por esto que este proyecto se realiza con la finalidad de brindar una alternativa de solución ante este problema, contribuyendo de esta manera a evitar enfermedades por ingesta de polvo, menorando los costos y tiempo de transporte.

La falta de pavimentación en las carreteras de nuestro país origina que las comunicaciones, el comercio, las interrelaciones sociales y la prestación de servicios médicos entre pueblos y ciudades se vean afectadas, perjudicando la salud y economía de los pobladores. Es por esto que el presente trabajo de investigación brinda una alternativa de solución para este problema, contribuyendo de esta manera a evitar

enfermedades por ingesta de polvo, menorando los costos y tiempo de transporte.

La empresa PILOTES-TERRATEST PERU S.A.C. con RUC: N° 20513530481 realizó la ingeniería de detalle y ejecución de la mejora de suelo mediante columnas de grava en el muro 36 y 37 del Paso Superior Ramadillas y en el muro 10 y 11 del Paso Superior Ferrocarril. En concordancia a los EMS hechos en el lugar, se encontró un terreno con alto grado de licuefacción por lo que se decidió proponer la implantación de columnas de gravas las cuales tendrían que atravesar el estrato desfavorable hasta concentrar y apoyarse sobre un estrato firme. Esto como medida para mitigar el potencial de licuefacción y como una manera de mejorar la capacidad de carga del

La empresa COVIDA S.R.L. con RUC: N° 20481030146 realizó un proyecto de recuperación del servicio de transitabilidad vial, ca. Francisco de Paula Quiroz desde la prolongación. av. Miraflores hasta ca. Pumacahua, distrito de El Porvenir - provincia de Trujillo - departamento de La Libertad", cuenta con una superficie de extensión de 25,499.90 kilómetros cuadrados y una densidad de 63,4 habitantes por cada kilómetro cuadrado. La cifra invertida en la realización del proyecto fue de S/.1'193,971.

La vía que une el sector Huancaquito Alto y la panamericana actualmente carece de un pavimento adecuado por lo que afecta a la población y perjudica a que los vehículos y las personas puedan trasladarse adecuadamente, también afecta al traslado de sus productos. Debido al estado de la vía afecta directamente al desarrollo económico y social, produciendo gastos extras.

Las vías de comunicación son construidas con el objetivo de brindar una buena transitabilidad a los peatones y vehículos. Pero en realidad es que los problemas que se presentan son por la falta de infraestructura vial y

mejoramiento, todos los problemas se ven reflejados por los diversos accidentes de tránsito que van dejando sin vida a varias personas. A causa de los diseños inadecuados de las carreteras, inversiones ineficientes o retrasos, y la falta de programas de prevención de accidentes. Como ya es de conocimiento existe diferentes normas y reglamentos sociales políticos y económicos que no se cumplen adecuadamente, ocasionando por ello que el número de accidentes que se dan en el interior del país vaya en aumento. Por ello es importante que la construcción y mejoramiento de vías como también es vital para disminuir y precaver los accidentes de tránsito. (Cachique y La Rosa, 2019).

También existen otras causas que afecta directamente las infraestructuras viales, ya que en verano las vías se ven afectadas por la constante polvadera y impide la visibilidad y contaminando así el medio ambiente, afectando principalmente a los usuarios que originan daños a la salud ya sea con infecciones respiratorias u otras enfermedades principalmente por el material que constituye la vía, y también contaminando y deteriorando las fachadas de las viviendas, también dañando el patrimonio del lugar y también dificultando el desplazamiento normal de las personas por el sector

Por todos los problemas expuestos, decidimos realizar un mejoramiento del material de la base y elaborar una estructura vial acorde a las necesidades de la población ya que es muy importante para mejorar así el nivel de serviciabilidad y confort en las vías y también para el beneficio de la población, como también garantizar una mejor seguridad vial de los usuarios, y buscar un mejor desarrollo económico y social de la población.

Con este presente proyecto se busca desarrollar la solución a los problemas que existen en el sector Huancaquito Alto que une con la Panamericana ya que no cuentan con una adecuada infraestructura vial, se realizara un mejoramiento del material de la base y un diseño de pavimento, para ello

se realizara los estudios adecuados de la zona y así desarrollar los cálculos correspondientes para el diseño del pavimento.

Esta tesis se realiza con la finalidad de ser una alternativa para solucionar los problemas ya expuestos, al no poder desarrollarse este proyecto, es muy importante saber que la zona seguirá careciendo de un adecuado pavimento y así seguirá retrasando al desarrollo económico de la población, como también les seguirá dificultando para poder trasladar sus productos, como también afectará a la salud de los pobladores por la contaminación generada por la falta de infraestructura vial. La población tiene el deber de recibir una vía adecuada con óptimas condiciones para obtener buena transitabilidad, de esa manera haciendo que ahorren esfuerzo y tiempo y así mejorar a la zona.

1.2. Planteamiento del problema

¿Cuál es el mejoramiento y el diseño de la infraestructura vial de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, provincia y distrito de Virú, 2021?

1.3. Justificación

a. Justificación general

Según el Reporte de competitividad Global 2019 del foro económico mundial, el Perú se encuentra ocupando la casilla número 97 de un total de 141 países esto con respecto al área de infraestructura vial. Según el MEF los gobiernos regionales en su conjunto solo gastaron el 48.1% de su presupuesto asignado el año 2019 siendo el gobierno regional de La Libertad uno de los que menos invirtió en infraestructura vial (7.4%). (Comex Perú 2020)

La realización de la presente investigación tuvo lugar gracias a la falta de una infraestructura vial adecuada para la carretera que une el centro poblado Huancaquito Alto y la carretera Panamericana Norte en el distrito

y provincia de Virú. Razón por la cual se pudo observar una notoria merma en la calidad de vida y seguridad de los pobladores y visitantes del lugar, además de un lento desarrollo social y económico.

La investigación se presentó como una alternativa que ayude a menguar y para solucionar los problemas originados a raíz de la carencia de infraestructura vial que se logre satisfacer y cumplir con las necesidades que la población demanda, tanto para el cuidado de su salud como para su desarrollo personal, social y económico.

Al desarrollar el presente proyecto se buscó lograr una mejora sustancial en las condiciones de transitabilidad la cual se vea reflejada en la disminución de costos y tiempo de transporte, reducir la cantidad de casos de enfermedades respiratorias originadas por inhalación de polvo, promover la agro inversión y las visitas turísticas.

La alternativa de solución presentada tuvo como principales beneficiarios a los pobladores del centro poblado Huancaquito Alto, así como a los diversos visitantes y transportistas que hacen uso de la vía en mención para diferentes actividades económicas que aportan directamente en el desarrollo integral del lugar.

b. Justificación teórica

El desarrollo de la presente investigación permitió conocer de manera profunda y detallada la relación que existe entre el mejoramiento de la base y su influencia en el diseño del espesor de las capas del pavimento rígido. Además, se pudo poner a prueba y corroborar la eficacia y precisión del levantamiento topográfico haciendo uso de una técnica poco usada como es la fotogrametría.

c. Justificación práctica

Con el presente proyecto se buscó solucionar el problema de transitabilidad, y, contribuir con el crecimiento integro de la localidad Huancaquito Alto y la región La Libertad, haciendo uso y poniendo en práctica los conocimientos adquiridos durante nuestro proceso de formación académica. El mejoramiento del suelo y el diseño de infraestructura vial es de gran importancia para el desarrollo completo de las nuevas comunidades en nuestro país, para que de esta manera se pueda asegurar que las actuales y nuevas generaciones de ciudadanos desarrollen sus actividades de manera eficaz y eficiente en un ambiente sano y seguro.

d. Justificación Metodológica

El método de recolección de datos utilizado durante el desarrollo de la presente investigación fue la observación de campo y el análisis documental, para la observación de campo se hizo uso de libretas de campo y, para el análisis documental la consulta a los manuales peruanos de diseño brindados por el ministerio de transportes y comunicaciones.

En el análisis y procesamiento de datos se utilizaron softwares como Topcon Tools, Agisoft Photoscan, Autodesk Recap, AutoCAD Civil 3d y MS Excel.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Determinar el mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021.

1.4.2. Objetivos específicos:

O.E.1. Realizar estudio de topografía para conocer la superficie del terreno de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021

O.E.2. Realizar un mejoramiento del material a usarse en la base para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

O.E.3. Realizar un estudio de suelos del material de préstamo a usarse en la base de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

O.E.4. Elaborar el diseño geométrico de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

O.E.5. Realizar un estudio de suelos para conocer las características físicas de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

O.E.6. Realizar un estudio de tráfico de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

O.E.7. Realizar el diseño de pavimento rígido para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

1.5. Hipótesis

El mejoramiento y diseño de infraestructura vial cumplirá con lo establecido en las normas CE020 Estabilización de Suelos y Taludes, así como en el Manual de Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, así también con lo estipulado en el Manual de Carreteras: Diseño DG 2018 en la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Internacionales

“Diseño Geométrico y Diseño de Pavimento de la vía Callasay – Zhordan desde abscisa 2+000 hasta 6+300”

(Guamán, 2017). Se elaboró el diseño geométrico y un pavimento que lo componen Callasay-Zhordan, empleando los conocimientos de la ingeniería civil, y de esa manera mejorar las condiciones de circulación de la vía. (p. 04). Se tomará los algunos criterios de diseño en base a una topografía que se realizó, se obtuvo que el tráfico de diseño será de 155 vehículos de acuerdo a norma, su sección será de 8.60m, en ancho de carril será de 3.60m, las cunetas serán de 0.60m.(p. 11). Se realizo un estudio de suelos mediante la excavación de calcatas con una profundidad de 1.50m, las muestras fueron extraídas por cada kilómetro las cuales los análisis se realizaron en el laboratorio. (p. 33). Los cálculos se trabajaron mediante el método de ASSHTO, donde también contará con sus respectivas obras de drenaje. El autor concluye que con la propuesta que se realizó en este proyecto sería una solución del problema presentado en la zona ya que el trazado que presenta la vía no es la adecuada y no garantiza seguridad. (p. 73)

Este trabajo de investigación da a conocer el estado actual en la que se encuentra la vía, y las deficiencias que presenta, los aspectos y estudios que se deberá tener en cuenta para poder realizar un diseño de infraestructura completo, donde sea un pavimento durable con un confort adecuado a la población.

“Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”

(Altamirano y Diaz, 2015). El fin de este estudio fue estabilizar los suelos cohesivos de la vía de la comunidad San Isidro del Pegón, municipio de Potosí Departamento Rivas, haciendo uso de la mezcla

de cal hidratada. (p.06). la vía tiene una longitud de 5.05 km, durante la temporada de invierno el afecta el suelo y llega a dañarse las vías, para mejorar el problema se realizará la estabilización de suelos. Por ello se realizó los estudios correspondientes en la zona. (p.49). Los resultados nos dicen que el suelo de acuerdo a la norma AASHTO son de baja capacidad de carga. Para no realizar muchos ensayos se trabajó con los porcentajes 3, 6, 9 y 12 %, en lo que respecta a las características físicas hubo una mejora; la humedad requerida aumento generada entre la cal y arcilla, pero no se cumplió con el parámetro de expansión, pero fue un resultado aceptable, se determinó que con un 9% de cal se logra un mejor resultado. (p. 86). El estudio llego a concluir que la estabilización de suelos es recomendable realizarlo con otro tipo de cal, como cal viva, de esa manera se logrará mejores resultados y así se cumplirá con los estándares requeridos.

(p.88).

El proyecto de investigación da a conocer el estado en las que se encuentran las vías y nos brinda la información de la estabilización de suelos con la cal hidratada y que tan efectivo es aplicar este método para la estabilización de suelos.

“Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria Oriental de la Universidad del Salvador”

(Hernández, Mejía y Zelaya, 2016). Se analizó la mejoría al comportamiento del suelo arcilloso por medio del uso de cal como aditivo para estabilizar, posteriormente el suelo ser usado como subrasante en pavimentos rígidos. (p. 07). luego de realizar los ensayos necesarios se obtuvo los siguientes resultados del suelo natural, un I.P. de 45%, L.L. de 75% y L.P. de 30% y en la muestra suelo-cal el suelo se transforma en un suelo no plástico. del ensayo de granulometría se obtuvo un suelo fino y con la muestra suelo-cal se

obtuvo un 79.33% que paso por la malla. En el ensayo de gravedad el suelo natural se obtuvo 2.43 y la mezcla 2.28. del Proctor se obtuvo la humedad máxima de 18.80% y de la mezcla la humedad optima fue de 19.40%. el CBR. Del suelo natural salió un 1.93% y con la mezcla adicionando un 5% el CBR se obtuvo 54%. (p. 138). Los espesores que se requiere sin estabilizar el suelo es 6.30plg, con el suelo estabilizado el espesor de 4.3plg. (p. 164). El autor nos dice que el suelo en su estado natural no está apto para realizar un diseño de pavimento por lo tanto requiere de un mejoramiento de suelo ya que debido a que la combinación de suelo-cal se obtiene mejores resultados se optó por la estabilización química. (p.165).

La investigación muestra la información de relevancia obtenida a través de ensayos y fuentes de información del mejoramiento del suelo haciendo uso de la cal, cumpliendo con los parámetros establecidos y obteniendo un óptimo suelo mejorado, permite realizar un adecuado diseño de pavimento rígido.

Nacionales

“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado natural y estabilizado con cemento reciclado al 2%, 4% y 6% para base, Los Olivos - 2020.”

(Quispe, 2020). La investigación tuvo como objetivo hacer un análisis de comparación de los ensayos del suelo natural y a un suelo estabilizado con el reciclado del cemento para la base, Los olivos. (p. 39). La metodología de la investigación fue tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental. La población fue el número de muestras. (p. 43). De acuerdo a los ensayos se debe tomar un CBR de 95%. Los ensayos para la estabilización con cemento reciclado fueron con 2%, 4%, y 6%. El material de la base tuvo una densidad máxima de 2.303 g/cm³, el contenido de humedad de 6.9% y el grado de compactación de 95.44%. El material de la base con el 2% de cemento reciclado tuvo una densidad máxima de 2.375 g/cm³, el contenido de humedad de 6.4% y el grado de

compactación de 95.70%. El material de la base con el 4% de cemento reciclado tuvo una densidad máxima de 2.445 g/cm³, el contenido de humedad de 5.7% y el grado de compactación de 95.93%. El material de la base con el 6% de cemento reciclado tuvo una densidad máxima de 2.428 g/cm³, el contenido de humedad de 4.8% y un grado de compactación de 95.44%. (p. 73). Con el análisis que se realizó con los porcentajes se llegó a concluir que el reciclado del cemento tiene un buen funcionamiento para la estabilización de suelos, también debido a que por ser reciclado le impide tener una adherencia con el material. (p. 77). Esta investigación provee información sobre el proceso de análisis de comparación de los ensayos del suelo estabilizado y el suelo natural e identificar cual es el a través del análisis si optimo trabajar con el cemento reciclado para el mejoramiento del suelo.

“Diseño de infraestructura vial entre los caseríos Quillinshacucho, Oxapampa, Paraguran y centro poblado Atoshaico, distrito Bambamarca, Cajamarca”.

(Guevara, 2020). En esta investigación se tuvo como finalidad diseñar una infraestructura vial entre los caseríos Quillinshacucho, Oxapampa, y el centro poblado Atoshaico, Bambamarca. (p.07). Este estudio fue de tipo descriptivo, se utilizó la metodología simple para poder determinar los parámetros que intervienen en el diseño de la infraestructura vial del lugar de estudio. La población fueron los habitantes del tramo de los caseríos. (p. 08). se realizaron diferentes tipos de estudios para poder realizar el diseño adecuado para la vía, por ello se hizo un procedimiento de levantamiento topográfico y se pudo obtener la altimetría y la planimetría donde se determinó que tiene una zona accidentada con una pendiente del 5%, también se realizó un estudio de suelos respectivamente donde se concluyó que es un suelo arcilloso y de baja plasticidad. (p.04). también un estudio para las obras de arte y también un estudio hidrológico donde se determinaron las

cualidades de las cunetas que será de 0.30 x 0.75 m y las alcantarillas de 21.6 pulg y 22.4 pulg, se realizó un EIA y arrojó que tiene impactos negativos y se determinó con ayuda de la DG-2018 que la velocidad 30 Km/h, y un ancho de calzada de 6m y un bombeo de 2% y bermas de 0.50m y los peraltes 4%. El autor recomienda que para esta vía se debe realizar su respectivo mantenimiento periódico de la vía, como también realizar los estudios y cálculos correspondientes y respetando las normas. (p. 15).

De la investigación rescatamos la importancia de realizar un estudio adecuado tomando los criterios establecidos, de esa manera tener en cuenta y desarrollar un adecuado diseño de infraestructura vial y brindar las mejores condiciones al pavimento con el fin que se cumpla con el tiempo de diseño.

“Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huancayo - Junín.”

(De La Cruz y Salcedo, 2016). Se tuvo como objetivo realizar una evaluación a la influencia del aditivo Eco Road 2000 en las propiedades de los suelos en el anexo de Palian – Huancayo – Junín. (p. 16). Fue un estudio de tipo explicativo, tuvo como muestra las vías no pavimentadas de Palian. (p. 52). La determinación de las características en los materiales se realizó a través de un estudio de suelo cumpliendo lo establecido en el “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - MTC”, donde nos dio como resultado un CBR de 95 %, al aplicarlo al aditivo con 6 combinaciones de base se tomó 1 litro por 15 m³, con la combinación 1 litro por 11 m³ se obtiene un 38.55 %. También se realizó un cálculo para un diseño de pavimento rígido, con suelo natural y con suelo estabilizado donde la diferencia es en los espesores del pavimento. (p. 122). El autor concluyó que con la estabilización de suelos se logra obtener un suelo más estable, y de acuerdo en costos también disminuye. (p. 133)

La investigación de este proyecto brinda información sobre la evaluación de la influencia del aditivo Eco Road 2000 para mejorar el suelo y la desigualdad de realizar un diseño de pavimento rígido con un suelo más estable ya que de esa manera obtendremos un pavimento en óptimas condiciones

“Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes - 2018”

(Ortiz y Tocto, 2019). Se tuvo como fin realizar un diseño de infraestructura vial con un pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en el barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar, de la región de Tumbes. (p. 14). Fue una investigación no experimental descriptiva y aplicada. La población fueron las vías condicionadas a una pavimentación en los barrios del Distrito de canoas de Punta Sal. (p.18). en el barrio presenta problemas ya que a causa de las lluvias sus vías se vuelven intransitables, ya que no se cuenta con el pavimento adecuado en la zona y otras partes que si cuentan con pavimentos están prácticamente destruidos. (p. 20). para diseñar la estructura de diseño se realizaron los estudios básicos como estudio de tránsito, topográfico, mecánica de suelos, estudio de impacto ambiental, hidrológicos y el diseño del pavimento rígido mediante AASHTO 93. donde los resultados obtenidos del suelo fueron “SC” arenas arcillosas de textura firme húmeda, “SP” arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos y “SM” arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduada, un CBR de 8.5% y 95%, de los cálculos se obtuvo que con una resistencia de $f'210 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 0.15 m. (p. 27). El autor recomienda realizar un adecuado diseño de infraestructura vial cumpliendo con los procesos constructivos, cumpliendo las normas establecidas y bajo la supervisión de profesionales. (p. 28). Esta investigación da a conocer el gran problema que presentan las vías en

dicho distrito y la gran necesidad de requerir un pavimento en óptimas condiciones y de esa manera brindar a la población un pavimento adecuado para solucionar la transitabilidad de la zona.

Regionales

“Diseño de infraestructura vial del centro poblado Pakatnamu primera etapa, distrito Guadalupe, Región la Libertad 2017”

(Amambal, 2017). La finalidad fue diseñar una infraestructura vial en el centro poblado Pakatnamu, Guadalupe, la libertad. (P. 31). Esta investigación es no experimental y descriptivo. Muestra las Pistas y veredas a diseñar en el centro poblado Pakatnamu primera etapa. (p. 33). Tuvo como objetivo dar solución al problema principal que es la transitabilidad. Donde se realizó los estudios la zona presento un mal estado de circulación peatonal y vehicular. Se realizo los estudios necesarios para el diseño, se realizó el IMDA y dio como resultado 502 vehículos; el estudio topográfico arrojo pendientes de 0.03 – 3.4%, el levantamiento se realizó en 13 calles; en el estudio de suelos dio un CBR de 30.86 y 42.62. y un material clasificado como grava limo arcillosa con arena y CBR de 80.25%; a través de la DG-2018 se determinó que tendrá un bombeo de 2% y la velocidad de 40 Km/h; y con datos del SENAMHI se determinó un periodo de retorno de 25 años y cunetas triangulares $t=0.40m$; los costos, presupuestos y tiempo de obra se realizó a través de las partidas correspondientes. (p. 45). se recomendó utilizar durante la ejecución de la obra se deberá tener en cuenta la calidad de los materiales a usar y cumplir con las respectivas especificaciones. (p. 63).

La presente investigación muestra la importancia de hacer un diseño adecuado siguiendo la metodología y haciendo uso de las normas correctamente y de esa manera brindar un pavimento adecuado de acuerdo a las necesidades que tiene la población y mejorar la transitabilidad, ya que las vías son de suma importancia para el desarrollo de la población.

“Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad– 2017”

(Del Rio, 2017). Esta investigación tuvo como fin la Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad. (p. 11). Esta investigación es de tipo no experimental – correlacional. La población está conformada por cantidad de probetas para los ensayos CBR. (p. 24). Se realizo los ensayos respectivos, granulometría, limite líquido, limite plástico, Proctor modificado y CBR; se trabajará de acuerdo a las normas establecidas. Donde nos da como resultados un CBR de 9.52%, se tenía un suelo o limoso arcilloso, y un L.L. de 29.4, L.P. de 16 y un índice de Plasticidad de 13.4. (p. 36). Se concluyo que usar el concreto reciclado como material estabilizador de suelos y también se usa para cambiar la textura del suelo por una textura más gruesa. (p. 37). Este estudio brinda información importante acerca de la optimización de estabilización de suelos y el método correcto para estabilizar el suelo con un material reciclado trabajando en base a las normas establecidas.

“Diseño de infraestructura vial urbana caserío Cerro Colorado, Distrito Pacanga, Provincia Chepén - La Libertad”

(Yacupaico, 2020). Se realizo un diseño de infraestructura vial en el caserío cerro colorado, Chepén. (p. 02). El proyecto es una investigación de diseño experimental. La muestra fue Caserío Cerro Colorado, distrito Pacanga -La Libertad. (p. 09). Nos recomendó realizar los estudios necesarios con la finalidad de diseñar un óptimo pavimento. Con el adecuado levantamiento topográfico a 12 con un área de 3.45 ha. calles se llegó a concluir que la inclinación cada 1 m será 3.00% con un bombeo de 2%; en el estudio de tráfico se determinó

que el diseño será para 20 años y el IMDA es de 154 veh/día, el estudio de suelos se hizo con 7 calicatas, dio un CBR de 6.9 por AASHTO; y en costos y presupuestos se hizo mediante el S10 con las partidas adecuadas y sus metrado necesarios. (p. 14). El autor recomendó colocar la señalización adecuado y sus respectivos mantenimientos evitara accidentes en las vías, que los profesionales que van a realizar los proyectos deben estar capacitados. (p. 25).

Este trabajo es de gran importancia porque muestra la relevancia que tiene las vías y lo esenciales que son para el desarrollo de la zona y nuestro país ya que a través de estas vías se pueden trasladar las personas como también trasladar sus productos, de esa manera las vías se convierten en un medio principal para la conectividad.

Locales

“Diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo AA.HH.

Fujimori-Desvió Porvenir, Distrito Chao, Provincia Viru- La Libertad”

(Marvin y Billy, 2019). Tuvo como objetivo este proyecto diseñar la carretera del tramo AA. HH Fujimori – desvió Porvenir, Distrito Chao, Provincia Viru – La Libertad. (p.09). esta investigación es de tipo Descriptivo-Simple -No Experimental. La población Tramo AA.HH. Fujimori, AA.HH. San Carlos Alto, desvío Porvenir y toda zona beneficiada. (p. 15). Se realizará el levantamiento topográfico, mecánica de suelos, estudio de hidrología, se realizará un diseño geométrico de acuerdo a la DG-2018, estudio de impacto ambiental y costos y presupuestos. Los resultados de los estudios y cálculos efectuados obtuvieron que la calzada ser de 6.60m, bombeo de 2.5%, 0.50m de berma, $v=40\text{km/h}$, cunetas de 0.75 x 0.40m triangulares; en el impacto ambiental, arrojó un impacto negativo. (p. 108). El autor concluyó que al terminar el proyecto la municipalidad le haga sus respectivos mantenimientos a la vía y colocar las señalizaciones correspondientes. (p. 109).

La investigación brinda una adecuada información acerca del estado en la que se encuentra la vía y la suma importancia de mejorar la vía, de esa manera ofrecer una vía en óptimas condiciones para la tranquilidad y beneficencia de la población y para una mejor transitabilidad de los vehículos

“Transitabilidad vial y diseño de pavimento de la vía Panamericana Norte - anexo Huacacorral - Virú, 2020.”

(Neira y Rebaza, 2020). La siguiente investigación tuvo como objetivo evaluar la transitabilidad vial y realizar el diseño del pavimento para la vía Panamericana Norte y Anexo Huacacorral –Virú. (p. 09). Es una investigación no experimental. La población de la investigación es toda la vía Panamericana Norte - Anexo Huacacorral - Virú, 2020. (p.25). se realizó estudio de suelos, estudio topográfico y se realizó un diseño estructural de pavimento usando el método AASHTO 93. Se obtuvo una pendiente de 36.68 %, mediante el estudio de suelos salió un CBR de 11.28% y con el estudio de tráfico dio un IDMA de 96 veh/día. (p.52). el autor determino que aplicando la metodología indicada y aplicando las normas correctamente para el diseño de la estructura de pavimento, darle su mantenimiento indicado el pavimento se conservara en las mejores condiciones. (p.53).

Este trabajo es muy importante porque da a conocer lo esencial que son las vías para que la zona y se pueda desarrollar adecuadamente, de esa manera las personas y vehículos puedan trasladarse de una manera segura como también trasladar sus productos agrícolas, las vías siendo el medio principal para una adecuada conectividad entre lugares.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Diseño de infraestructura vial

Con el diseño de la infraestructura vial podemos llegar a determinar las diferentes características físicas, para después poder realizar el procedimiento adecuado y así poder cumplir con las condiciones necesarias y poder diseñar una vía óptima para una buena serviciabilidad. (Quenaya y Tarrillo, 2019)

2.2.2 Pavimentos

Los pavimentos podemos dar como definición a una estructura conformada por capas que va apoyada en subrasante (terreno natural o mejorada) para así poder sostener todas cargas estáticas y/o móviles en su determinado periodo de vida, y nos brinda diferentes funciones como puede transmitir con comodidad los esfuerzos que producen las cargas del tránsito a las terracerías, facilita una superficie de rodamiento uniforme, como el color, la textura, y entre otros agentes que pueden perjudicar al pavimento. (León, 2020)

2.2.2.1 Pavimento rígido

Los pavimentos rígidos se conforman por la losa de concreto, y van apoyados en el terreno (subrasante) o capa designada de un pavimento. Por su rigidez alta que tienen el concreto, como también el módulo de elasticidad, también cuando se distribuye. (Higuera, 2011).

2.2.3 Estudio Topográfico

El estudio topográfico se define como una representación gráfica de la superficie del terreno, y se debe establecer puntos sobre la superficie, donde consiste en describir el terreno y especificar las características de la topografía de la zona, las secciones transversales, el ancho, el alineamiento y desniveles, el estudio se realiza mediante el uso de

equipos especiales en topografía. Realizar este estudio nos va ser útil para las distintas obras que se vaya a realizar. (Mejía y Zavala, 2020)

2.2.4 Estudio de suelos

Para cuando se vaya a realizar es estudio de suelos debemos efectuará primeramente el debido reconocimiento del lugar a realizarse el estudio para así determinar las características y también los riesgos como también ver que todo esté en correctas condiciones, posteriormente se programa la exploración de suelos y así poder reconocer los diversos tipos de suelos que se vaya encontrar. (Manual de Carreteras; Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

2.2.4.1 Granulometría

La granulometría, nos da como definición que es la formación, porcentaje, los distintos tamaños de los agregados. Las proporciones nos suele indicar el menor y el mayor tamaño a través del tamizado y dependiendo de las especificaciones técnicas y se representa por una cifra, por su tamaño con el que se pasó al inicio y el tamaño con el que quedo retenido al final después de haber pasado por los diferentes tamices. (Tuesta y Velásquez, 2020)

2.2.4.2 CBR

El Ensayo CBR que viene siendo un parámetro del suelo el cual cuantifica la capacidad resistente de las capas que vienen a ser como subrasante, sub base y base en lo que es la estructura de los pavimentos. El ensayo del CBR es empírico y se lleva a cabo bajo condiciones de la humedad y de la densidad. Este parámetro es muy necesario y se obtiene atreves de estudios geotécnicos y estos se realizan a través de un estudio previo del diseño y posteriormente a la construcción de los pavimentos. (Araujo, 2015).

2.2.4.3 Contenido de humedad

El contenido de humedad de un suelo, es el peso del agua contenida y el peso seco del suelo y este procedimiento se obtiene poniendo a secar a la muestra en el horno a una cierta temperatura. (Manual de Carreteras; Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

2.2.4.4 Límites de Consistencia

2.2.4.4.1 Límite Líquido

Es la cantidad de agua que contiene una muestra expresada en porcentaje respecto al peso del suelo seco, y se delimita la transición entre el estado líquido y plástico de un suelo. (Manual de ensayo de materiales, 2016).

2.2.4.4.2 Límite Plástico

El límite plástico se designa al porcentaje de humedad mínimo con la que pueden formarse barritas de la muestra, las barritas se rodaran en la palma de la mano y en una superficie lisa, hasta que las estas vayan presentando grietas. (Manual de ensayo de materiales, 2016).

2.2.4.5 Proctor

El Proctor es un ensayo que su finalidad es determinar la densidad máxima y la humedad optima que haya alcanzado el suelo al ser compactada con una energía por unidad de volumen determinado, y procedimiento más usado es la compactación por gravedad. (Manual de Carreteras; Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos, 2014)

2.2.4.6 Abrasión los Ángeles

El Abrasión los Ángeles es un ensayo que mide la resistencia y se utiliza para poder determinar los pesos perdidos de las muestras al momento de determinar los desgastes. (Manual de ensayo de materiales, 2016).

2.2.5 Estudio de tráfico

Para poder hacer un diseño de pavimento, es de suma importante poder determinar el flujo vehicular, en resumen, calcular el tipo de vehículos que van a transitar por dicha carretera y también determinar la frecuencia y con estos datos determinar las diferentes características de los diseños de los pavimentos. (Vega, 2018)

2.2.5.1 Índice Diario Medio Anual (IMDA)

El IMDA nos indica que es el promedio aritmético diarios de los volúmenes para todo el año, de una parte, del pavimento. En los tramos especificados los valores nos brindan el proyectista y así poder determinar las características para el diseño. Las cantidades del vehículo/día son muy importantes para su evaluación de los programas de seguridad y su medición de los servicios que proporciona el transporte, ya que las carreteras se diseñan para un determinado volumen del tránsito en los distintos pavimentos. Los diseños de las carreteras se diseñan a través del volumen del tránsito. (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018.)

2.2.6 Diseño geométrico

El diseño geométrico es la proyección del eje real sobre el terreno y mediante esto se defina los elementos que van a componer la carretera como la velocidad y de esa manera sea segura y económica. Los alineamientos horizontales y verticales se deben balancear, cumpliendo con todos los requisitos mínimos para una buena transitabilidad de la vía (Horna, 2020).

2.2.6.1 Alineamiento horizontal

Se constituye por unas rectas y compuestas por curvas y tangentes, que se define con una línea preliminar, conectadas por curvas circulares de grado de curvatura y de esta manera al pasar

de un tramo a recto a un curvo nos permita tener una transición segura y suave. (Ospina, 2012)

2.2.6.2 Bombeo

El bombeo para tramos en curvas o tangentes, contra peralte, se debe tener una pendiente mínima transversal que también se le conoce como bombeo, con el objetivo de evacuar el agua que queda en la superficie. (DG-2018.)

Tabla 1. Valores de bombeo de la calzada

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3.500	3.500	3.500	7.500

Fuente: DG-2018.

2.2.6.3 Peralte

Peralte son las inclinaciones transversales de las vías o también llamado plataforma de los tramos en las curvas, y está diseñada para resistir a la energía centrífuga de los vehículos. (DG-2018.)

Tabla 2. Valores de radio donde se puede prescindir de peralte

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: D G - 2018.

Tabla 3. Valores de peralte máximo

$P = \frac{V^2}{127R} - f$
Dónde:
P : Peralte máximo asociado a V
V : Velocidad de diseño (Km/h)
R : Radio mínimo absoluto (m)
F : Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

Utilizamos la siguiente fórmula para su respectivo calculo para el peralte bajo

Ecuación 1. Cálculo de peralte

Tabla 4. Peralte mínimo

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5.000 \leq R < 7.500$
$40 \leq V < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

Fuente: DG-2018.

2.2.6.4 Sección transversal

Se define en un punto, es una sección vertical normal al alineamiento horizontal, este le permite determinarla colocación y el tamaño de los elementos que están formando parte de las vías en los puntos correspondientes por segmento y su conexión con el terreno natural. (Escipión, 2001)

Tabla 5. Valores de bombeo

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Fuente: DG-2018.

2.2.6.5 Pendientes longitudinales y transversales

Las pendientes del terreno cumplen un papel importante, que es trasladar las aguas de la superficie de rodadura de la estructura, las pendientes se condicionan; velocidad de diseño por la jerarquía de los pavimentos, el terreno. (Manual de Diseño Geométrico INVIAS – 2008)

2.2.6.6 Curvas horizontales y verticales

2.2.6.6.1 Curvas horizontales

Las curvas horizontales se usan en ferrocarriles, vías y otras. y como alternativa suavizar los cambios en los movimientos verticales, es decir, su longitud gradualmente desde la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. En lo general se utiliza unos arcos circulares, como también en las curvas horizontales. (Cardenas,2013)

2.2.6.6.2 Curvas verticales

Las curvas verticales se utilizan para actuar conforme la rasante en las diferentes pendientes, en los ferrocarriles, vías y otros caminos. El objetivo principal es suavizar los cambios en el movimiento vertical, se puede decir que la longitud se ejecute al paso gradualmente en las inclinaciones de las tangentes de entrada hasta la tangente de salida. Se utilizan arcos parabólicos, en reemplazo de arcos circulares como en las curvas horizontales. (Márquez y Urrutia, 2008)

2.2.6.7 Periodo de diseño

El Periodo de Diseño que se emplea por el manual para un diseño, para un pavimento rígido será de 20 años mínimo. Los ajustes de diseño en los pavimentos para los periodos de diseños los hará el ingeniero según los términos que indica los proyectos y que solicite la entidad responsable. (Manual de Carreteras del MTC, 2013)

2.2.7 Diseño de pavimento

El diseño de pavimento está formado por una estructura que permitirá las circulaciones de los diferentes tránsitos y está conformada por una o más capas, y sobre ellas actúan cargas que transmiten los vehículos y debe transferir durante el tiempo de vida, las tensiones provocadas hacia la subrasante y también al material que, constituidos las capas, el pavimento debe encontrarse en perfectas condiciones para la seguridad y su comodidad. (Baldera, 2021)

2.2.7.1 Base

Nos indica que es una capa que forma parte de una estructura del pavimento y tiene como objetivo absorber los esfuerzos transmitidos por las cargas del vehículo y distribuye los esfuerzos de manera uniforme hacia el terreno. El material que se vaya usar debe cumplir debidamente los requisitos que están especificadas. (Bustamante y Cubas, 2020)

2.2.8. Estabilización

La estabilización es un proceso ya sea físico o químico que se realiza al suelo, mediante este proceso mejorar las condiciones mecánicas del material o suelo. (Norma CE.020 “Estabilización de suelos y taludes” del RNE, 2018).

2.2.9. Aditivo Estabilizador

Un aditivo estabilizador es empleado para un tratamiento que se realiza en la superficie de los suelos con materiales orgánicos o materiales granulométricas muy finas. (Norma CE.020 “Estabilización de suelos y taludes” del RNE, 2018).

2.2.10. Calicatas

Son excavaciones que se hace al suelo, con una profundidad que indica la norma, generalmente son para estudiar el suelo, se debe tomar las precauciones respectivas y así se evitara desprendimientos de las

paredes del suelo y contaminaciones de los estratos. (Manual de ensayo de materiales, 2016).

2.2.11. Cal

La cal es la descomposición de rocas calizas por el acto de la cal, que se conoce como cal viva, su color es blanco, la cal al momento de tener contacto con el agua se hidrata, cuando se agrega la cal a materiales arcillosos (base, sub-base y subrasante), por las reacciones producen un aumento en los límites de consistencia, de esa manera se genera que disminuya el índice plástico, consecuentemente aumenta la estabilidad y resistencia de los materiales. (Hernández, Mejía y Zelaya, 2016).

III. METODOLOGÍA

3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque de la investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se desarrolla partiendo de lo general hacia lo específico buscando medir con precisión las variables en estudio, además, basa su recolección y análisis de datos en el conteo y la medición numérica para probar la hipótesis.

3.1.2 Tipo de investigación

3.1.2.1 Según su propósito

Con respecto a su propósito se pudo determinar que esta investigación es de tipo aplicada, ya que durante su desarrollo se nutre, apoya y pone en práctica conocimientos y teorías ya existentes. En ese sentido se hizo uso de manuales, normas y reglamentos establecidos por el MTC de Perú para determinar los procedimientos y parámetros de diseño en los distintos estudios de campo y gabinete.

3.1.2.2 Según el diseño

Considerando que, durante todo el proceso de análisis, las variables en estudio solo fueron observadas y descritas en su contexto natural y que por lo tanto no han sido manipuladas por los investigadores, se pudo establecer que según su diseño la presente tesis es de tipo no experimental descriptiva.

3.1.2.3 Según el nivel

Según el nivel esta investigación es de tipo descriptiva porque el análisis de los hechos, fenómenos y realidades serán realizadas desde la perspectiva de la comprensión y descripción de estos sin buscar la explicación o razón de ser de los anteriormente mencionados.

3.1.3 Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es no experimental descriptiva ya que las variables de estudio serán descritas en su contexto natural y no

serán manipuladas de ninguna manera, aplicada de manera transversal debido a que la toma de datos se dio en un único punto en el tiempo.

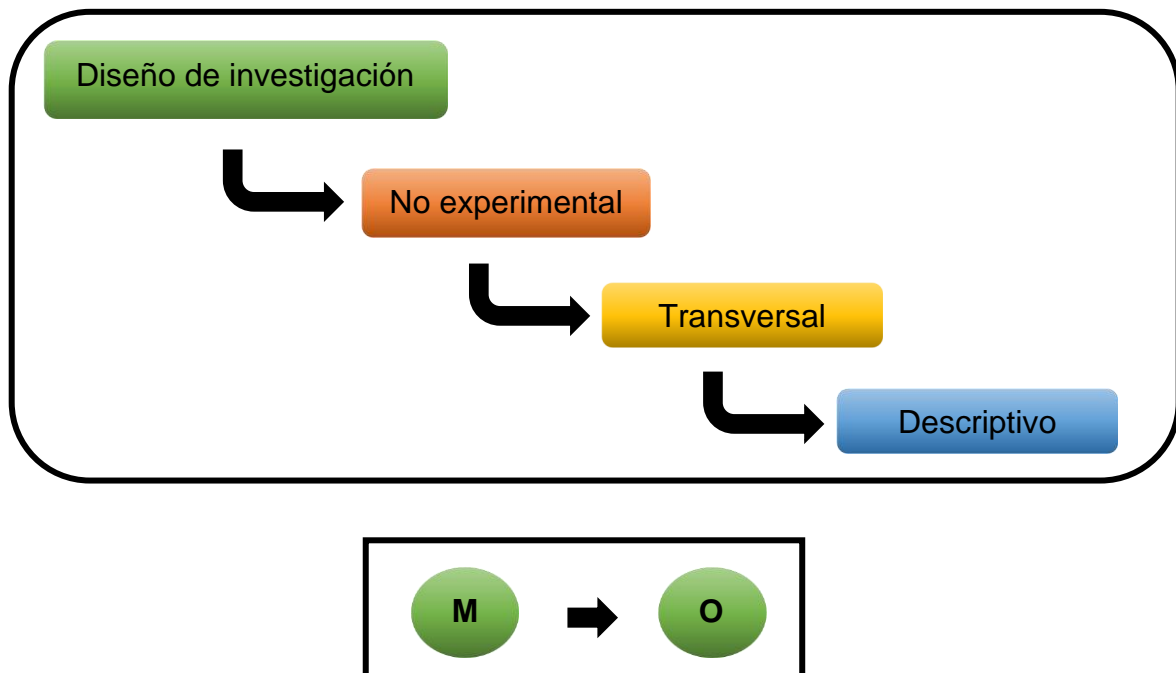


Figura 1. Diagrama del diseño de investigación

Dónde:

M: Carretera Huancaquito Alto – Panamericana Norte O:
Mejoramiento y Diseño de infraestructura Vial.

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 Variables:

Mejoramiento:

Es el procedimiento a través del cual se mejoran las características de resistencia de los materiales a usarse en las distintas capas que conformarán el pavimento. (Altamirano y Diaz, 2015)

Diseño de infraestructura vial:

Es el conjunto de cálculos y procesos a través de los cuales se determinan las características y dimensiones de todos los componentes que conforman una estructura vial. (Guevara, 2020)

3.2.2 Matriz de clasificación de variables.

VARIABLES	CLASIFICACIÓN				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Mejoramiento	Independiente	Cuantitativa Continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Diseño de infraestructura vial	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

3.2.3 Matriz de operacionalización de variables. (Anexo 3)

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

La carretera que une el distrito Huancaquito Alto con la carretera Panamericana Norte, provincia y distrito de Virú, 2021.

3.3.2 Muestra y muestreo

3.3.2.1 Técnica de muestreo

La técnica utilizada para la presente investigación es de carácter no probabilístico puesto que la muestra no fue tomada bajo selección aleatoria, sino a consideración de los investigadores. Esta se dio por juicio de expertos siguiendo criterios que contribuyan de la mejor manera a la investigación como son: Progresiva con mayor tráfico, zonas con diferente tipo de suelo, cercanía a zonas urbanas

3.3.2.2 Tamaño de la muestra

Se consideró como tamaño de la muestra a los 5.4 kilómetros que conforman la carretera que une Huancaquito Alto y la Carretera Panamericana.

3.3.3 Unidad de análisis

Se consideró como unidad de análisis a los 5.4 kilómetros que conforman la carretera que une Huancaquito Alto y la Carretera Panamericana.

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

3.4.1 Técnica de recolección de datos

Se usará la técnica de observación de campo no experimental para profundizar en el conocimiento del comportamiento y la recopilación de datos para el estudio de topografía, estudio de tráfico y estudio de mecánica de suelos. También se hará uso de la técnica de análisis documental para la recolección de datos necesarios a través de la consulta del Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos para el diseño de los espesores de las capas de la estructura del

pavimento, así también, el Manual de Carreteras “Diseño geométrico” DG - 2018 para el diseño geométrico de la vía en estudio.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

En relación a las técnicas anteriormente mencionadas para la recolección de datos, se hizo uso de los siguientes instrumentos:

En el estudio de clasificación vehicular se utilizó la guía de observación N°1 (Anexo 4.1)

Para la toma de muestras en el estudio de mecánica de suelos utilizamos la guía de observación N°2 (Anexo 4.2)

Para el registro de los puntos en el levantamiento topográfico se usaron las guías de observación N°3, N°4 y N°5 (Anexo 4.3,4.4,4.5)

Para el estudio hidrológico se usará la ficha de recolección de datos N° 06

Tabla 6. Instrumentos y validaciones

ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN (Dimensiones)	INSTRUMENTOS	VALIDACIÓN
Estudio de mecánica de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Ficha resumen N° 04 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos
Mejoramiento	<ul style="list-style-type: none"> Ficha de resumen N° 03 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos
Levantamiento topográfico	<ul style="list-style-type: none"> Guía de observación N° 03,04 y 05 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos
Estudio de mecánica de suelos	<ul style="list-style-type: none"> Guía de observación N° 02 Ficha resumen N° 01 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos.
Estudio de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> Guía de observación N° 01 	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)
	<ul style="list-style-type: none"> Ficha resumen N° 02 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos
Diseño geométrico	<ul style="list-style-type: none"> Guía de observación N° 01 Ficha resumen N° 01 y 02 	<ul style="list-style-type: none"> Juicio de expertos.

Diseño de pavimento	<ul style="list-style-type: none"> • Guía de observación N° 01 • Ficha resumen N° 01 y 02 • Ficha de recolección de datos N° 01. 	<ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos.
---------------------	---	---

3.4.3 Validación de los instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos usados para la correcta recolección de datos que se emplearán en la presente investigación, serán validados por profesionales de la ingeniería civil, los cuales cuentan con bastos conocimientos y experiencias relacionadas a la investigación.

La guía de observación N° 02 será validada por el Ing. José Christian Huertas Martell (CIP 148105), mientras que las guías de observación número 03, 04 y 05 serán validadas por el ingeniero civil Jorge Luis Plasencia Valdiviezo. (CIP 182197)

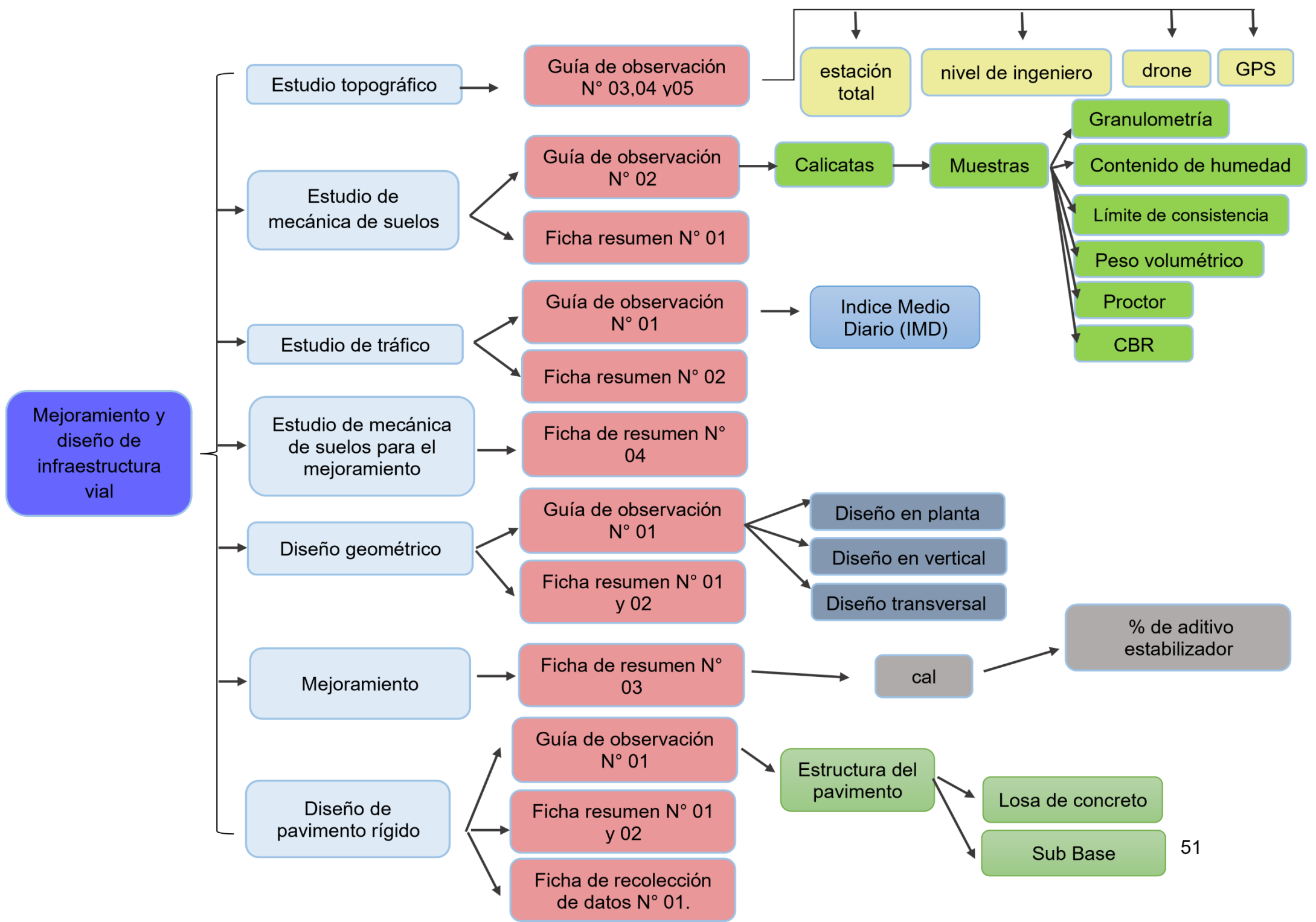
Las fichas de resumen N° 01 y 02 serán validadas por los ingenieros civiles Villar Quiroz, Josualdo Carlos (CIP 106997), Horna Araujo, Luis Alberto (CIP 24002) Flores Acuña Víctor Raúl con (CIP 64319), Cesar Abel Carrasco Torres (CIP 69471), Santos Hermenegildo Mantilla (CIP 45516), Víctor Alberto Tenorio Flores (CIP 96776) y, por último, la ficha de resumen N° 03 será validada por el ingeniero civil Amado Teófilo Espinola Villanueva con CIP (208707)

Por otro lado, la guía de observación número 1 se encuentra validada por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC).

3.4.4 Confiabilidad del instrumento de recolección de datos

Las herramientas y equipos utilizados en el del levantamiento topográfico cuentan con su certificado de calibración vigente, así como también los datos recabados por el EMS tienen el respaldo del ingeniero José Huertas Martell con (CIP 148105) quien es el jefe del laboratorio donde se realizó el estudio.

3.5 Procedimientos



3.5.1 Estudio topográfico

Para el registro en campo se utilizó una estación total, un nivel de ingeniero, un drone y 2 GPS con sus respectivos accesorios complementarios junto con las guías de observación N°3, N°4 y N°5 las cuales consisten en una libreta de campo donde tomamos nota de los datos para su posterior análisis a través de los programas de computadora Topcon Tools, Agisoft Photoscan, Autodesk Recap, AutoCAD Civil 3d y MS Excel. que nos ayudó a procesar los datos tomados con los gps y con el drone para que de esta manera llegar a conseguir la nube de puntos y posteriormente recrear la superficie de la zona objeto de investigación para obtener sus curvas de nivel y su geo referencia.

3.5.2 Estudio de mecánica de suelos

Se realizaron excavaciones de cinco calicatas a una profundidad de 1.5 metros, para la toma de las muestras de todos los estratos que se encuentren en cada una de ellas, las muestras fueron cuidadosamente transportadas para que de esta manera el contenido de humedad de la muestra no se vea alterado, además se tomó el registro del tamaño de los estratos y la profundidad a la que se encontraban en la guía de observación N°2. Luego estos datos junto con las muestras fueron enviadas a un laboratorio para el posterior análisis de sus propiedades físicas (análisis granulométrico, contenido de humedad, límites de consistencia, peso volumétrico y clasificación) además de los ensayos de Proctor modificado y CBR.

3.5.3 Estudio de tráfico

En el estudio de tráfico se procedió a realizar el conteo de vehículos que transitan en un periodo de 24 horas diarias durante 7 días, los datos obtenidos se registraron en la guía de observación N°1 en la cual se cuantificó las unidades vehiculares que hacen uso de la vía, así como también el tipo de estos, para posteriormente poder determinar los factores de diseño para la vía objeto de estudio.

3.5.4 Diseño geométrico

Para la realización del diseño geométrico se usaron los resultados del estudio topográfico y los parámetros indicados en los manuales de diseño el cual se encuentra debidamente reglamentado y respaldado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú (MTC) así también, se hizo uso del software Autocad Civil 3D para la importación de los puntos, creación y edición de la superficie, triangulación y etiquetado de las curvas de nivel, ingreso de los criterios de diseño, dibujo de los alineamientos, realización de las tablas de elementos de curvas, creación del perfil longitudinal y sus bandas (cota terreno, cota rasante, altura de corte/relleno), creación de secciones transversales, reporte de movimiento de tierras, tabla de volúmenes totales.

3.5.5 Mejoramiento

En relación a los resultados obtenidos en el estudio de mecánica de suelos se buscó mejorar las propiedades mecánicas del material que se usará en la base mediante su mezcla con cal para que de esta manera se pueda llegar a alcanzar los niveles mínimos de resistencia (% CBR) requeridos. Este proceso se dio determinando a través de un estudio de mecánica de suelos la resistencia natural del material y posteriormente los porcentajes de aditivo estabilizador (cal) necesarios a usarse para lograr su óptimo desarrollo durante todo el tiempo para el que fue diseñado.

3.5.6 Diseño de pavimento rígido

En el diseño de los espesores del pavimento se usó el porcentaje de CBR obtenido determinado en el estudio de suelos, y el índice medio diario anual (IMDA) que proporciona el estudio de tráfico vehicular, se siguió lo indicado en el manual de suelos y pavimentos, el cual está basado en el método AASHTO 93 quien a su vez sustenta su metodología en la deformación y resistencia a la fatiga para determinar los espesores de las capas del pavimento los cuales estarán en condiciones de resistir las cargas impuestas por el tráfico vehicular en su totalidad, los agentes climáticos

externos, asegurarnos un óptimo drenaje superficial y un costo de mantenimiento en relación a su beneficio.

3.6 Método de análisis de datos

Por tratarse de una investigación de tipo no experimental descriptiva transversal (debido a que la toma de datos se dará en un solo periodo de tiempo). El análisis de datos se hará a través del uso de cuadros y gráficas que permitan brindar y explicar de manera sencilla y práctica los procesos de cálculo y diseño, así como los resultados de la investigación.

3.7 Aspectos éticos

Esta investigación se llevó a cabo respetando todos los principios éticos y morales, habiendo citado y referenciado a cada uno de los autores de las tesis y fuentes informativas utilizadas para enriquecer la presente investigación. Las citas y referencias se hicieron utilizando los formatos ISO 690 y 690-2.

Así mismo se adjuntará un reporte de similitud brindado por la plataforma *turnitin* la cual otorgará el porcentaje de similitud y originalidad de la investigación el mismo que será adjuntado en la sección de anexos.

3.8 Desarrollo del proyecto de investigación

3.8.1 Levantamiento topográfico

3.8.1.1 Trabajos de campo

Ubicación:

Sector : Huancaquito Alto
Distrito : Virú
Provincia : Virú
Departamento : La Libertad

Marcado de los BM's

Se procedió a marcar y establecer los puntos de foto control marcando con yeso y pintura cada 500 metros, esto sirvió posteriormente para tomar coordenadas con el GPS y para referenciar con las fotos que tomará posteriormente el drone.



Figura 2. Punto de foto control N° 2 y N°4



Figura 3. Toma de datos con GPS

Levantamiento de la poligonal

La toma de datos para la poligonal abierta se hizo con estación total y haciendo uso de la libreta de campo. Ver guía de observación N°3 (anexo 4.3)



Figura 4. Toma de datos para la poligonal con estación total.

Nivelación

Para este estudio se hizo uso de un nivel topográfico y una regla de ingeniero, además de la libreta de campo correspondiente. Ver guía de observación N° 04 (Anexo 4.4)



Figura 5.

Toma de datos con nivel

Registro fotográfico con drone.

El registro fotográfico se hizo con un drone y se sobrevoló toda la zona de estudio.



Figura 6. Registro fotográfico con drone

Referenciación a punto geodésico

Todos los datos obtenidos por el GPS se referenciaron a un punto geodésico certificado por el instituto geográfico nacional



Figura 7. Punto geodésico certificado

3.8.1.2 Trabajos en gabinete

Procesamiento de imágenes

Se utilizó el software Agisoft Photoscan para el procesamiento de las imágenes que el dron tomó en campo para posteriormente ingresar los puntos de foto control los cuales se utilizaron para georreferenciar las fotografías y darle una cota obteniendo de esta manera la nube de puntos.

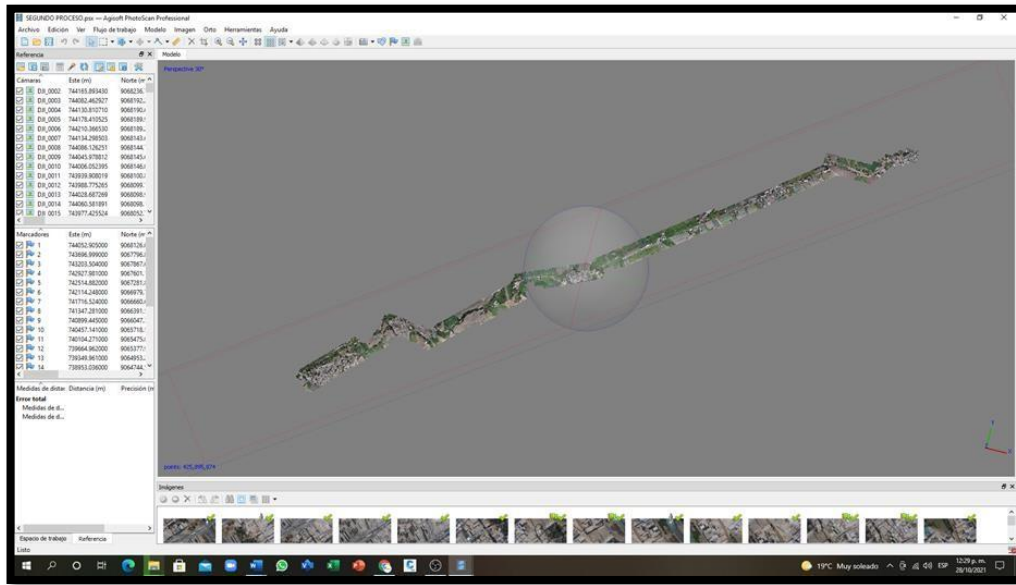


Figura 8. Procesamiento de imágenes con Agisoft

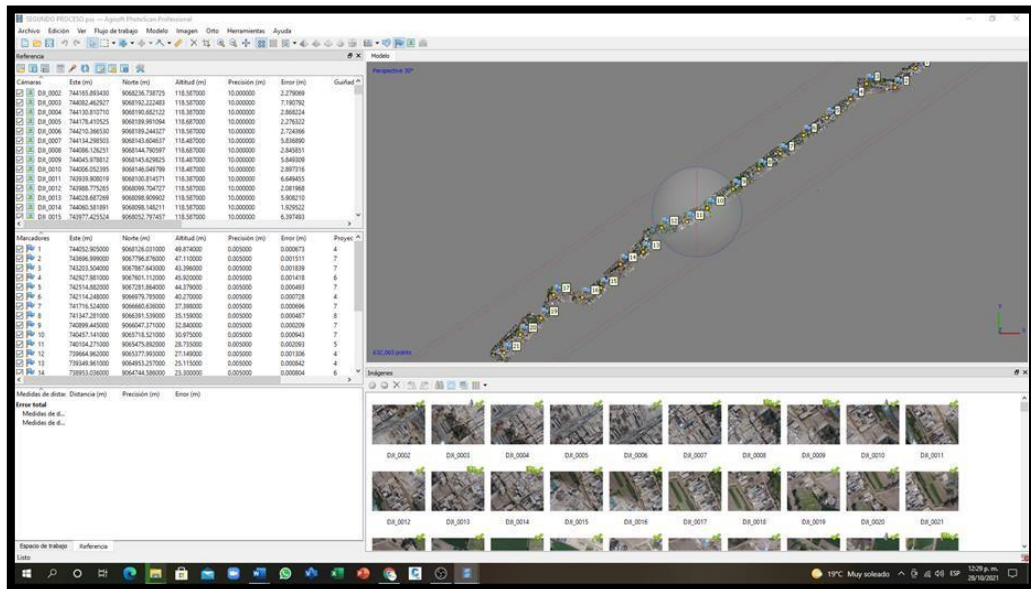


Figura 9. Ubicación de los puntos de fotocontrol

Importación de la nube de puntos y depuramiento

Una vez terminado el procesamiento de las imágenes se procede a generar la nube de puntos y a exportarlas para ser importadas con el software Autodesk Recap, en el cual se procede a depurar todo lo que altera el relieve natural del terreno como son árboles, autos, etc.

Una vez obtenida lista nuestra nube de puntos se procedió a guardar y queda lista para ser importada en el Civil 3D

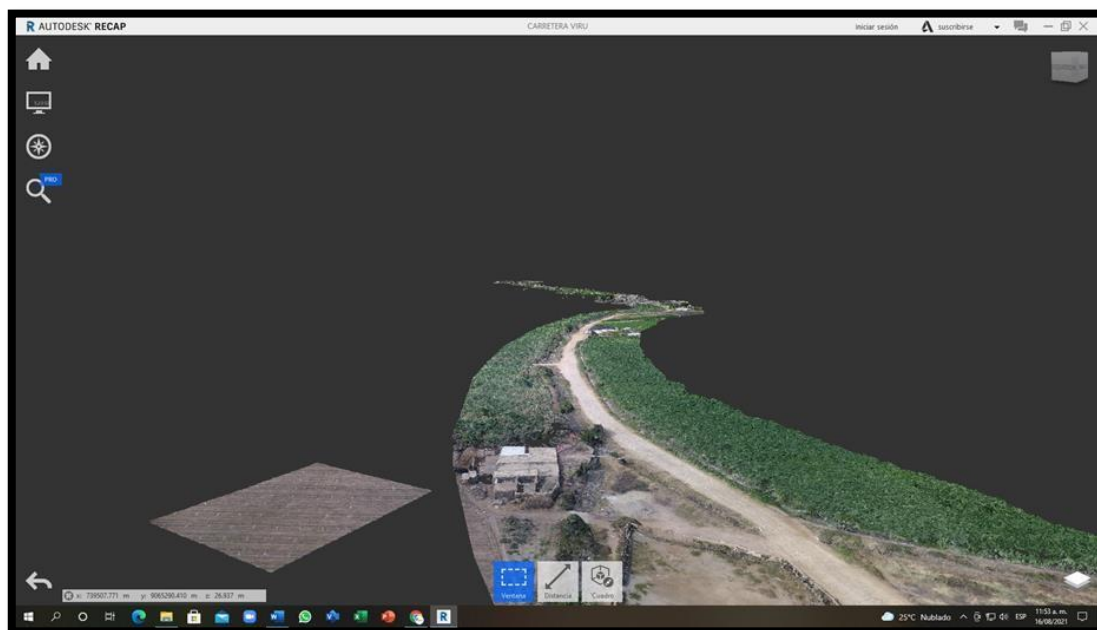


Figura 10. Limpieza y tratamiento de la nube de puntos con Autodesk Recap

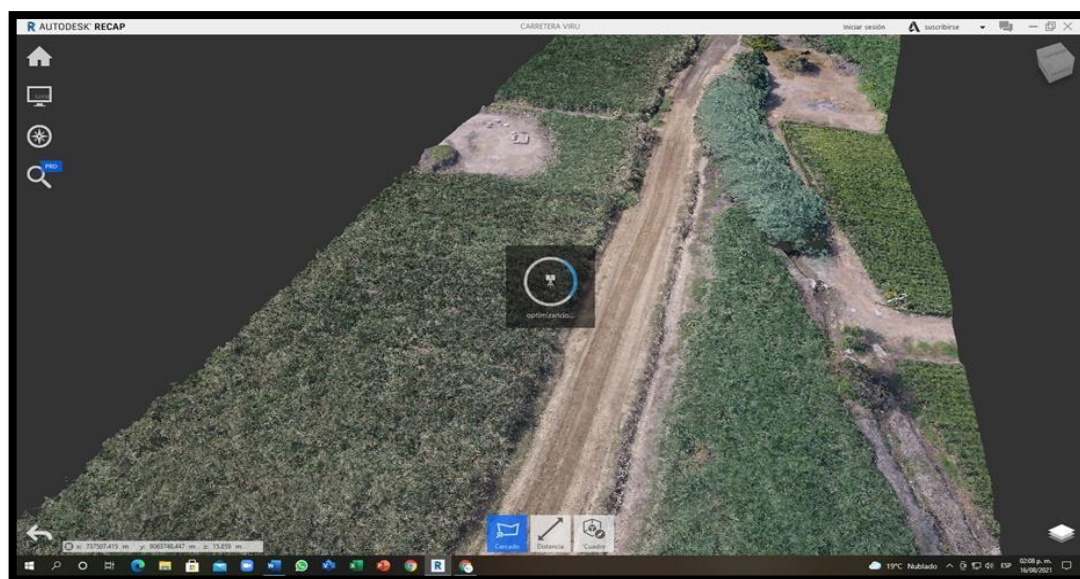


Figura 11. Limpieza y tratamiento de la nube de puntos con Autodesk Recap

Importación de la nube de puntos a Civil 3D y generación de curvas de nivel

En este proceso ya se tiene la nube de puntos completa y lista para ser importada por el Civil 3D y generar la superficie del terreno, las curvas de nivel, el perfil, etc.

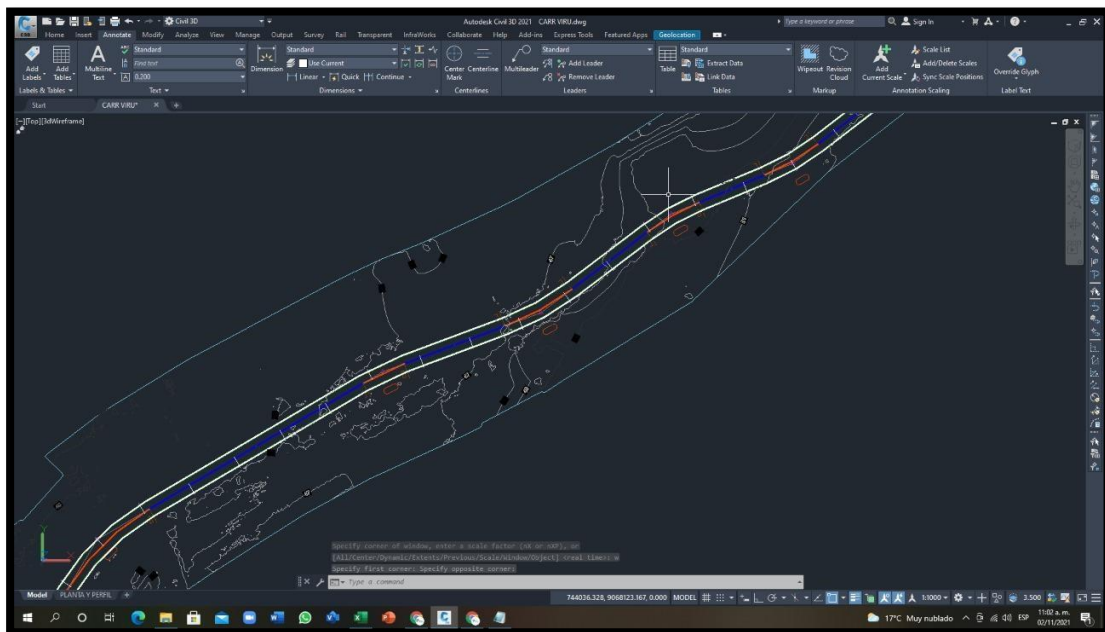


Figura 12. Generación de la superficie del terreno con Civil 3D

3.8.2 Estudio de tráfico

El conteo de unidades vehiculares se realizó durante una semana, durante 24 horas del día según el flujo vehicular de la zona. Para ello se hizo uso de una guía de observación N° 1 (Anexo 4.1) para colocar los datos obtenidos del estudio de tráfico, la fecha de inicio fue el 05 de septiembre, y se culminó el 11 de septiembre del presente año. Para el estudio se ubicó una estación de conteo en la progresiva 2+460.

3.8.2.1 Conteo vehicular

Los datos que se obtuvieron al realizar el conteo de vehículos que hacen uso de la vía, se registraron en la guía de observación, para posteriormente ser procesados en una hoja de cálculo, obteniendo el IMDA para después obtener el número de ejes equivalentes (EE).

3.8.2.2 Índice Medio Diario Semanal (IMDs)

Para la obtención de este dato se calculó mediante la siguiente fórmula.

Ecuación 2. Índice Medio Diario Semanal

$$IMDs = \sum \frac{Vi}{7}$$

Dónde:

IMDs = Índice Medio Diario Semanal

Vi = Volumen vehicular diario

3.8.2.3 Factor de Corrección Estacional (Fce)

Los valores del peaje de Viru para el factor de corrección estacional se obtuvieron de la Ficha Técnica Estándar del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Vehículos Livianos	Fce=1.0231
Vehículos Pesados	Fce=1.0210

3.8.2.4 Índice Medio Diario Anual (IMDa)

Para determinar el IMDa el índice medio diario se multiplica por el índice medio diario semanal y por el factor de corrección estacional.

Ecuación 3. Índice Medio Diario Anual

$$IMDa = IMDs \times Fce$$

Dónde:

IMDa = Índice medio diario anual

Fce = Factor de corrección estacional

IMDs = Índice medio diario semanal

- Vehículos livianos

Tabla 7. Resumen del tráfico ligero

Día	Automóvil	S. Wagon	Camionetas			Micro
			Pick Up	Panel	Rural	
Domingo 05/09/2020	29	4	25	4	8	1
Lunes 06/09/2020	39	4	17	7	12	3
Martes 07/09/2020	32	7	27	3	4	2
Miércoles 08/09/2020	27	2	27	7	14	3
Jueves 09/09/2020	30	1	22	9	6	0
Viernes 10/09/2020	33	5	24	9	8	2
Sábado 11/09/2020	30	5	19	11	6	2
IMDa	32	4	24	7	8	2

- Vehículos pesados

Tabla 8. Resumen del tráfico pesado

Día	Ómnibus	camión			Semitraylers						Traylers			
	2E	2E	3E	4E	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3
Domingo 05/09/2020	5	25	11	19	7	3	2	2	2	1	2	3	4	2
Lunes 06/09/2020	2	25	16	14	11	4	1	5	10	5	5	3	2	3
Martes 07/09/2020	3	34	19	8	12	7	6	4	6	5	1	5	4	5
Miércoles 08/09/2020	0	38	10	15	7	5	3	1	6	5	2	6	3	7
Jueves 09/09/2020	2	37	13	12	6	6	5	4	4	3	9	2	3	2
Viernes 10/09/2020	2	35	21	17	7	7	3	3	3	1	6	4	9	6
Sábado 11/09/2020	3	31	17	12	4	3	10	3	4	2	4	4	2	2
IMDa	2	33	16	14	8	5	4	3	5	3	4	4	4	4

3.8.2.5 Tasas Anuales de Crecimientos

Los datos se obtienen de la ficha técnica estándar del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para la región la Libertad.

Tabla 9. Tasas anuales de crecimiento

Tasa anual de crecimiento Vehículos livianos	r:	1.26 %
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:	2.83 %

3.8.3.6 Factor direccional y Factor Carril (Fd, Fc)

La obtención de estos datos se hizo de del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia, y Pavimentos de acuerdo al número de calzadas, sentidos y carriles por sentido.

Tabla 10. Factor direccional y factor carril

N° de calzadas	1
N° de sentidos	2
N° de carriles por sentido	1
F_d	0.50
F_c	1
Factor direccional * factor carril	0.50

3.8.3.7 Factor Camión (FC)

Para el cálculo del factor camión se obtuvo determinando los ejes equivalentes, donde se multiplica el valor de carga de un tipo de vehículo respecto a su eje, así como lo indica el cuadro 6.4 del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, donde nos da los siguientes resultados Ver (Anexo 7).

3.8.3.8 Calculo de ESAL

Para el cálculo del ESAL se utilizó los valores de la sumatoria del factor IMDa que se multiplico por 365 días del año por el factor Fc y por el factor del crecimiento acumulado Fca.

Cálculo de ESAL:

Ecuación 4. Cálculo de ESAL

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

Dónde:

Factor direccional Fd : 0.50

Factor carril Fc : 1

Factor direccional * factor carril : 0.50

$$\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

$$\#EE = 365 * (782.4777) * 0.50 * 26.41$$

$$\#EE = 3771479$$

3.8.3 Estudio de mecánica de suelos

3.8.3.1 Estudios de campo

Determinación de la cantidad de exploraciones.

Se determinó la cantidad de calicatas según lo indicado en el manual de suelos y pavimentos.

Tabla 11. Numero de ensayos Mr y CBR

Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none">• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none">• Cada 1 km se realizará un CBR
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none">• Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none">• Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none">• Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013

Tabla 12. Determinación del número de calicatas

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013

En ese sentido se dispuso el sondaje y toma de muestras de 5 calicatas de 150 cm de profundidad cada una.

Determinación de la cantidad de ensayos de CBR

Debido a que el volumen de tráfico es bajo y, en el estudio de tráfico se determinó un IMDA inferior a los 200 vehículos por día, se terminó hacer un solo ensayo de CBR.

Tabla 13. Resumen de los sondajes realizados

Sondaje	Tipo de sondaje	Profundidad (m)	Cota (msnm)	Profundidad NAF (m)	Progresiva	Lado
C-1	Calicata	1.50	100	NP	0+483.60	Derecha
C-2	Calicata	1.50	100	NP	1+519.00	Derecha
C-3	Calicata	1.50	100	NP	2+571.20	Derecha
C-4	Calicata	1.50	100	NP	3+549.80	Izquierda
C-5	Calicata	1.50	100	NP	4+620.00	Derecha

3.8.3.2 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio realizados fueron los mostrados a continuación

Perfiles estratigráficos

Tabla 14. Detalles de las muestras

Muestra	AASHTO	Prof. (m)	Cont. De Humedad	% en muestra de:			Límites de consistencia (%)		
				Grava	Arena	Finos	LL	LP	IP
C-1, M-1	A-2-4(0)	0.25-1.50	8.10	7.53	89.28	3.20	NP	NP	NP
C-2, M-1	A-4(4)	0.25-1.50	7.80	0.29	44.86	54.85	14.81	6.81	8.00
C-3, M-1	A-3(0)	0.20-1.50	10.11	0.00	97.39	2.62	NP	NP	NP
C-4, M-1	A-4(5)	0.25-1.50	8.50	0.37	40.63	59.00	17.20	6.78	10.42
C-5, M-1	A-4(1)	0.20-1.50	9.21	0.00	60.27	39.74	17.09	6.72	10.37

Ensayo de Proctor modificado

Tabla 15. Contenido de humedad

Muestra N°	1	2	3	4	5
Tara N°	1	2	3	4	5
Peso Tara + suelo Húmedo (gr)	58.81	54.53	56.93	53.60	56.12
Peso Tara + suelo seco (gr)	53.99	51.10	53.08	49.53	51.04
Peso del agua (gr)	2.82	3.43	3.85	4.07	5.08
Peso tara (gr)	20.20	17.60	22.48	20.30	19.51
Peso suelo seco (gr)	33.79	33.50	30.60	29.23	31.53
Contenido de Humedad	8.35	10.24	12.58	13.92	16.11

Tabla 16. Determinación de la densidad

Muestra N°	1	2	3	4	5
Peso molde + Peso suelo húmedo (gr)	3850	3960	4070	4050	3958
Peso molde (gr)	2150	2150	2150	2150	2150
Peso suelo húmedo (gr)	1700	1810	1920	1900	1808
Volumen suelo húmedo (cm ³)	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.78	1.89	2.01	1.99	1.89
Densidad seca (gr/cm ³)	1.64	1.72	1.78	1.74	1.63

Razón soporte de california

Tabla 17. Valor del CBR para el diseño del pavimento

Muestra	OCH (%)	MDS (%)	CBR (%)
C-1, M-1	12.58	1.78	9

Nivel freático

La excavación de las calicatas se hizo a un nivel de -1.50 m hasta el cual no se llegó a encontrar la napa freática.

Capacidad de soporte de la sub - rasante

La sub rasante es la superficie del terreno natural, su capacidad de soporte junto a las distintas características de las otras capas del pavimento y el tránsito; hacen las variables necesarias una un buen diseño de pavimento.

Tabla 18. Categorías de subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013

Tabla 19. Capacidad de soporte de la sub rasante

Muestra	CBR (%)	Categoría	Mejoramiento
C-2, M-1	9	Regular	No necesita

3.8.4 Mejoramiento del material a usarse en la sub base. Para este estudio se procedió a extraer una muestra de afirmado de la zona “El Barrio”, lugar cercano a la zona de estudio, la cual fue enviada al laboratorio para los ensayos de abrasión, análisis granulométrico, CBR, contenido de humedad, límites y Proctor.

Con la finalidad de mejorar la resistencia del material se hicieron pruebas agregándole porcentajes de cal en proporciones de 2%,4%,6% y 8%.

3.8.4.1 Ensayos del afirmado sin aditivo estabilizador

3.8.4.1.1 Desgaste por abrasión (NTP 400.019)

Procesamiento de datos

$$A = 5\ 005.5\text{ g}$$

$$B = 3\ 459.6\text{ g}$$

$$\% \text{Desgaste} = 100 \cdot (A-B) / A$$

$$\% \text{Desgaste} = 30.88\%$$

Tamaño del Agregado		MÉTODO					
Pasa Tamiz	Retenido T.	A	B	C	D	F	G
2"	1 1/2"					5000±50	
1 1/2"	1"	1250±25				5000±25	5000±25
1"	3/4"	1250±25					5000±25
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10				
1/2"	3/8"	1250±10	2500±10				
3/8"	1/4"			2500±10			
1/4"	Nº4			2500±10			
Nº4	Nº8				5000±10		

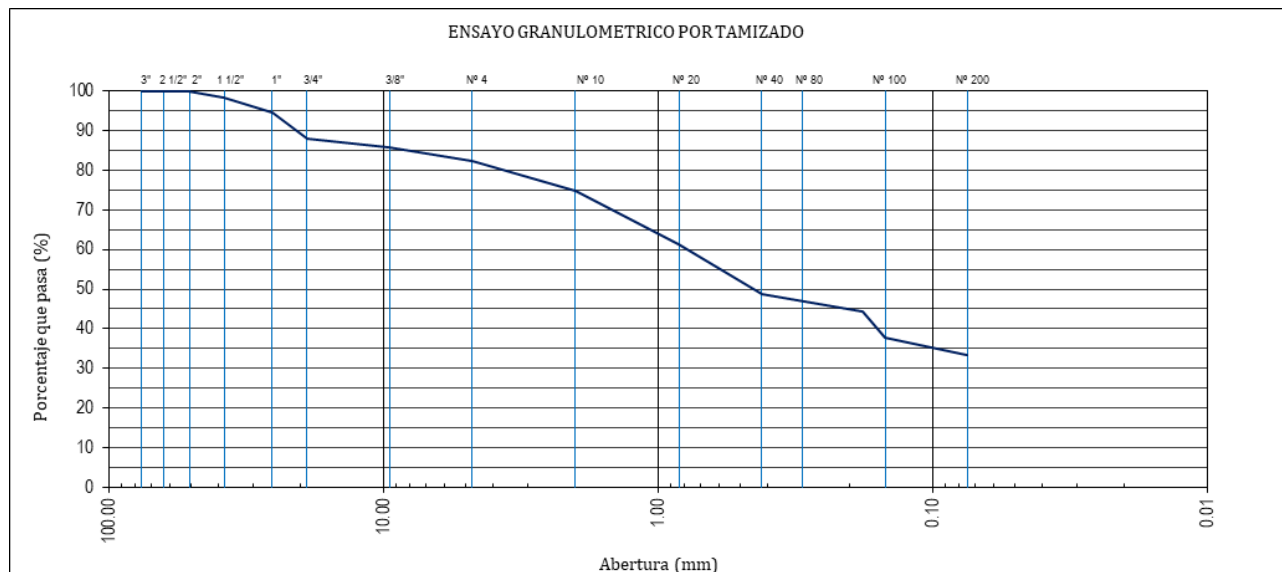
3.8.4.1.2 Análisis Granulométrico

Se realizó un análisis de la granulometría de la muestra a través del paso por un juego completo de tamices.

Tabla 20. Ensayo Granulométrico por Tamizado

ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS							
PESO: 5175.8g	Tamiz			Peso Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
	Malla	Abert. (mm)	Serie				
SUCS: SC	3"	76.200	32854	0.0	0.0	0.0	100.0
	2"	50.800	33708	0.0	0.0	0.0	100.0
AASHTO: A-2-7 (2)	1 1/2"	38.100	42260	89.6	1.7	1.7	98.3
%W 6.52	1"	25.400	42774	196.5	3.8	5.5	94.5
%Grava: 17.7	3/4"	19.050	46118	334.8	6.5	12.0	88.0
L.L 43.30	3/8"	9.500	42967	107.4	2.1	14.1	85.9
%Arena: 48.9	Nº 4	4.750	34993	186.0	3.6	17.7	82.3
I.P 24.58	Nº 10	2.000	45806	385.2	7.4	25.1	74.9
%Finos: 33.40	Nº 20	0.840	45149	695.5	13.4	38.5	61.5
D10: - Cu: -	Nº 40	0.420	43661	655.2	12.7	51.2	48.8
D30: - Cc: -	Nº 80	0.180	34874	227.4	4.4	55.6	44.4
D60: 0.78	Nº 100	0.150	34875	342.0	6.6	62.2	37.8
	Nº 200	0.075	44659	227.4	4.4	66.6	33.4
	< Nº 200			1728.8	33.4	100.0	0.0

Figura 13. Curva Granulométrica por Tamizado



3.8.4.1.3 Contenido de Humedad evaporable en los suelos

Tabla 21. Contenido de Humedad evaporable en los suelos

ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS		
Muestra	M-1	M-2
Masa del Contenedor (g)	80.59	69.58
Masa de SH + Contenedor (g)	853.60	787.41
Masa de SS + Contenedor (g)	806.59	743.25
Masa de SS (g), Ms	726.00	673.67
Masa de Agua (g), Mw	47.01	44.16
Contenido de Humedad (%)	6.48	6.56
	6.52	

3.8.4.1.4 Límites de consistencia

En el cálculo de los límites se encontraron los siguientes valores.

Límite plástico: 18.72%

Límite líquido: 43.30%

El detalle del ensayo se encuentra en el anexo 7.2

3.8.4.1.5 Proctor Ensayo de compactación N.T.P 339.141

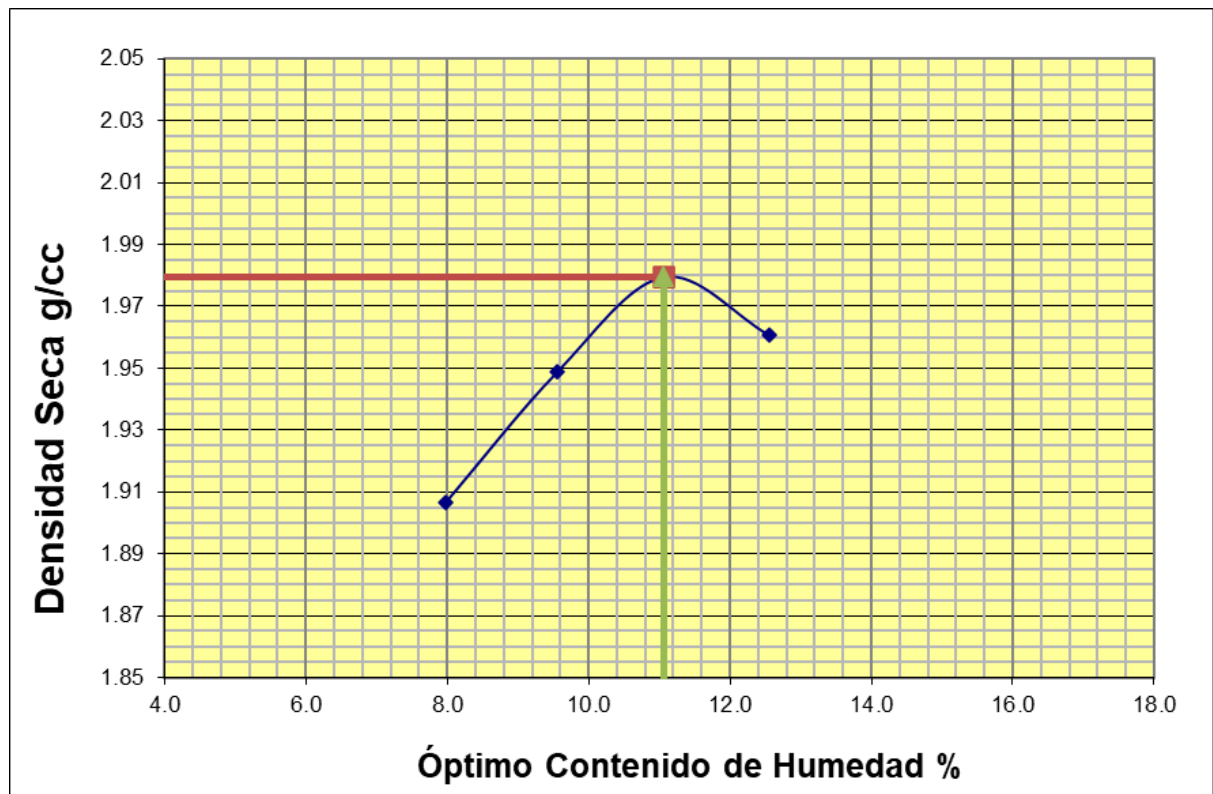
Tabla 22. Proctor Ensayo de compactación

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (gr)	7137.60		7299.60		7434.70		7452.50	
Peso del Molde (gr)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (gr)	4372.70		4534.70		4669.80		4687.60	
Volumen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.059		2.135		2.199		2.207	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de agua agregada	8%		9.5%		11%		12.5%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (gr)	342.28	295.41	312.92	336.47	329.78	385.20	287.33	355.97
Peso Tarro + Suelo Seco (gr)	321.14	278.37	289.54	312.55	302.49	351.68	262.41	322.16
Peso Tarro (gr)	52.70	67.50	44.20	62.80	56.10	48.30	64.90	51.60
Peso del agua	21.14	17.04	23.38	23.92	27.29	33.52	24.92	33.81
Peso de suelo seco	268.44	210.87	245.34	249.75	246.39	303.38	197.51	270.56
Humedad (%)	7.9	8.1	9.5	9.6	11.1	11.0	12.6	12.5
Humedad promedio (%)	7.978		9.554		11.062		12.557	
Densidad Seca (g/cc)	1.907		1.949		1.980		1.961	

METODO	B
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	1.98
OCH (%)	11.06

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

Figura 14. Óptimo contenido de Humedad



3.8.4.1.6 Gráficos de penetración CBR a 55, 26 y 12 golpes

Figura 15. Gráfico penetración CBR EC-55 golpes

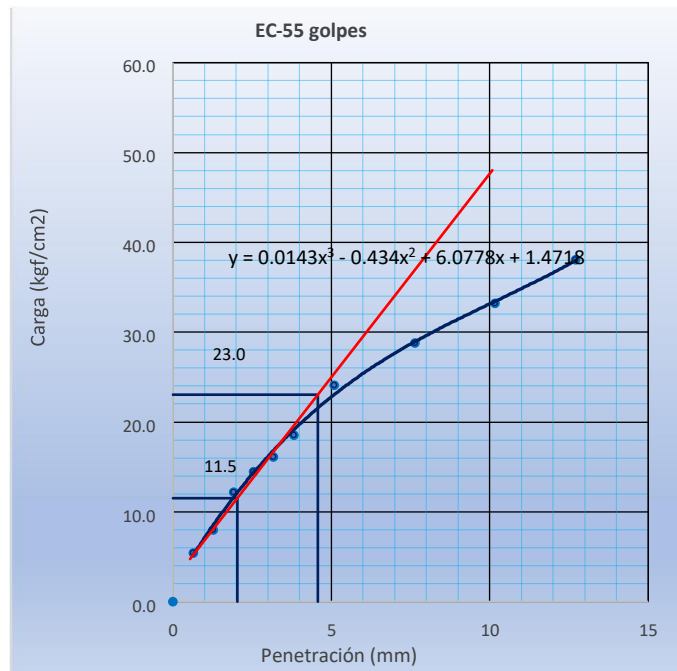


Figura 16. Gráfico penetración CBR EC-26 golpes

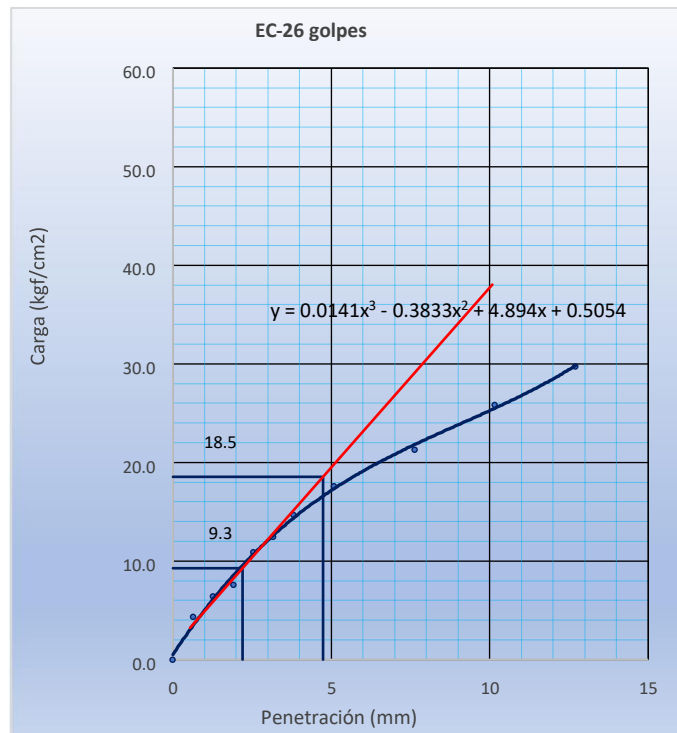


Figura 17. Gráfico penetración CBR EC-12 golpes

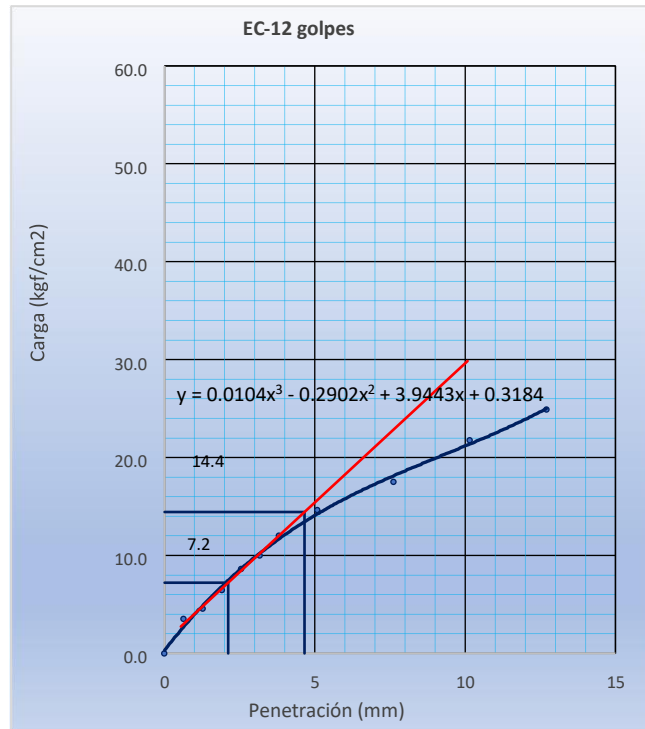


Figura 18. Gráfico del CBR

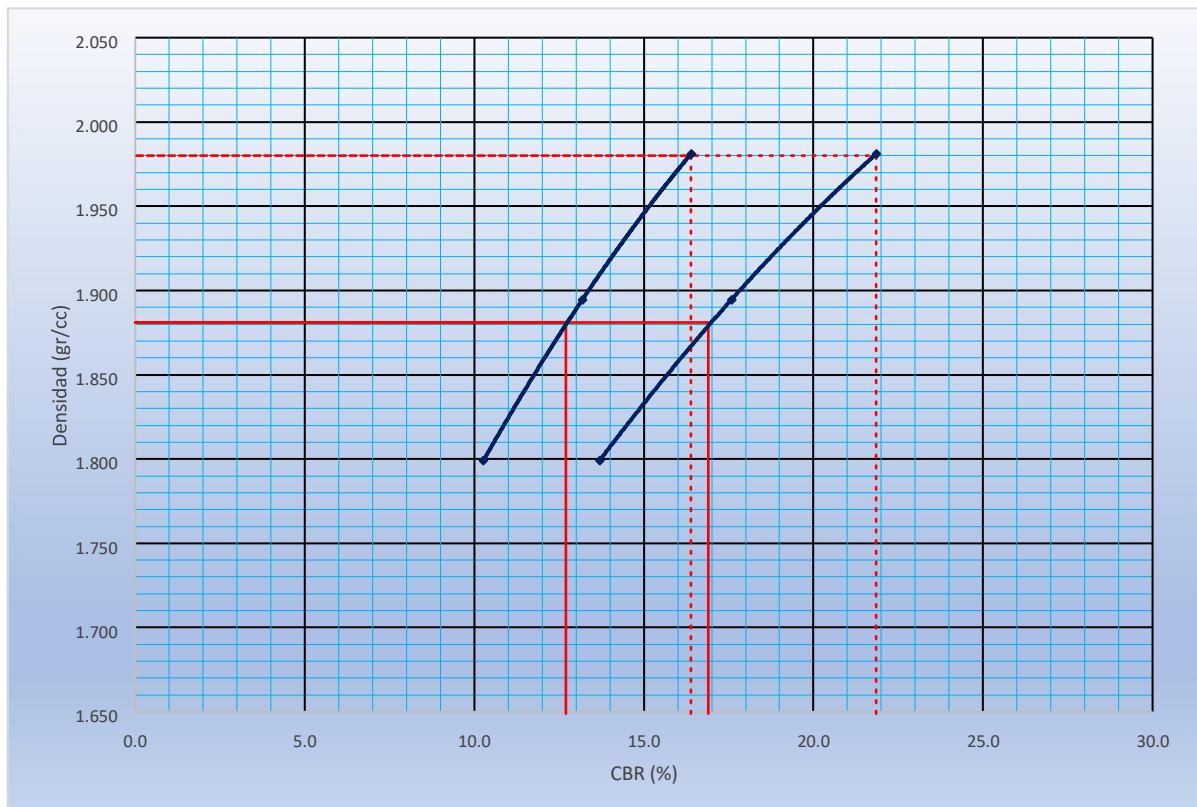


Tabla 23. Proctor

Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1.980
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.881
Densidad Natural (gr/cc)			-
Óptimo Humedad (%)			11.06%
N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
56	16.4	21.8	1.981
26	13.2	17.6	1.895
12	10.3	13.7	1.799
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			16.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			12.7
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			21.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			16.9
% de Expansión			Bajo

3.8.4.2 Ensayos agregando el 2% de cal como aditivo estabilizador

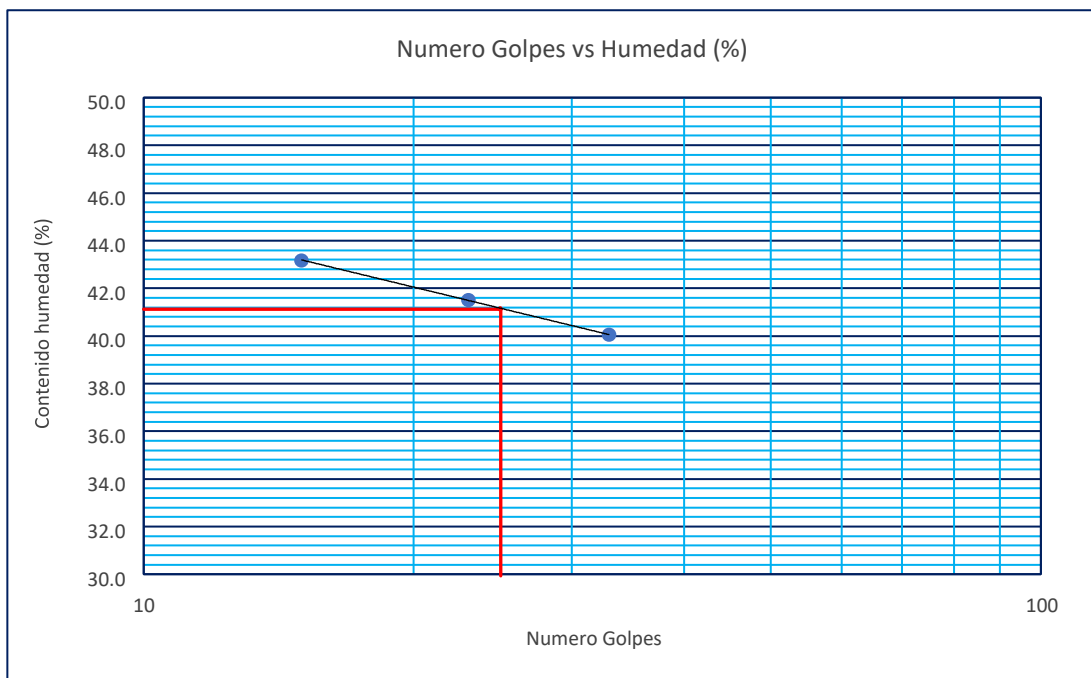
3.8.4.2.1 Límites de consistencia

Tabla 24. Determinación del límite plástico

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	1	2	
Tarro + Suelo húmedo. (g)	19.98	20.47	
Tarro + Suelo seco (g)	18.73	19.16	
Peso Agua (g)	1.25	1.31	
Peso del Tarro (g)	12.90	13.02	
Peso del suelo seco (g)	5.83	6.14	
Humedad (%)	21.44	21.34	
Límite Plástico (%)	21.39		

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	3	4	5
Numero de Golpes	15	23	33
Peso tarro + suelo húmedo (g)	43.92	45.77	49.58
Peso tarro+suelo seco (g)	35.25	36.03	39.85
Peso del Agua (g)	8.67	9.74	9.73
Peso del tarro (g)	15.17	12.57	15.55
Peso del suelo seco (%)	20.08	23.46	24.3
Humedad (%)	43.18	41.52	40.04
Limite Liquido (%)	41.12		

Figura 19. Número de golpes vs contenido de humedad



Límite líquido (%)	41.12
Límite Plástico (%)	21.39

Índice de Plasticidad (%)	19.73
---------------------------	-------

3.8.4.2.2 Proctor

Tabla 25. Ensayo de Proctor

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	5994.50		6098.00		6176.00		6182.00	
Peso del Molde (g)	4084.00		4084.00		4084.00		4084.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	1910.50		2014.00		2092.00		2098.00	
Volumen del molde (cc)	939.00		939.00		939.00		939.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.035		2.145		2.228		2.234	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	8.0%		10.0%		12.0%		14.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	325.14	239.86	363.87	316.85	285.41	308.55	276.23	283.6
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	303.95	226.10	335.29	292.16	260.48	281.56	247.69	253.58
Peso Tarro (g)	42.60	51.20	49.20	47.50	51.80	55.60	42.90	41.50
Peso del agua	21.19	13.76	28.58	24.69	24.93	26.99	28.54	29.98
Peso de suelo seco	261.35	174.90	286.09	244.66	208.68	225.96	204.79	212.08
Humedad (%)	8.1	7.9	10.0	10.1	11.9	11.9	13.9	14.1
Humedad promedio (%)	7.988		10.041		11.946		14.036	
Densidad Seca (g/cc)	1.884		1.949		1.990		1.959	

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	1.99
OCH (%)	11.95

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	4084.0
VOLUMEN (cc):	939.0

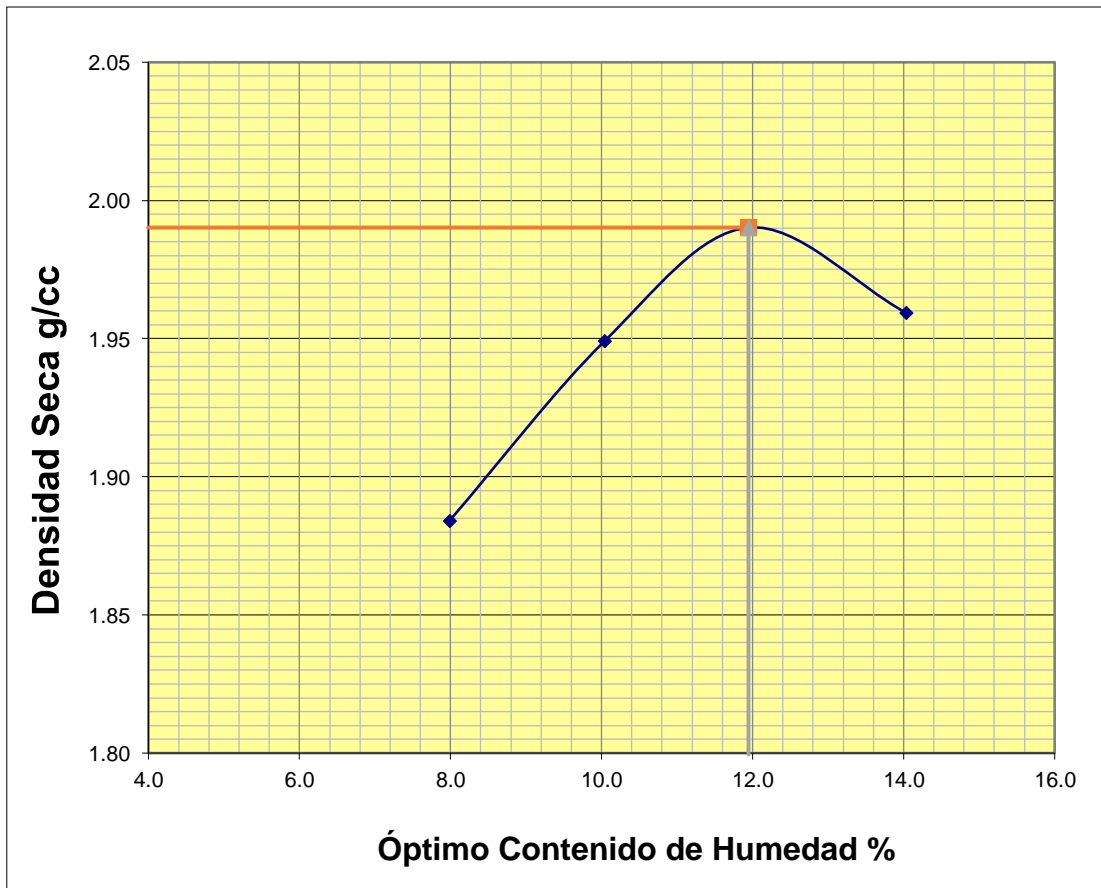


Figura 20. Curva de Contenido de Humedad

3.8.4.2.3 Gráficos de penetración CBR a 55, 26 y 12 golpes

Figura 21. Gráfico Penetración CBR a 55 golpes

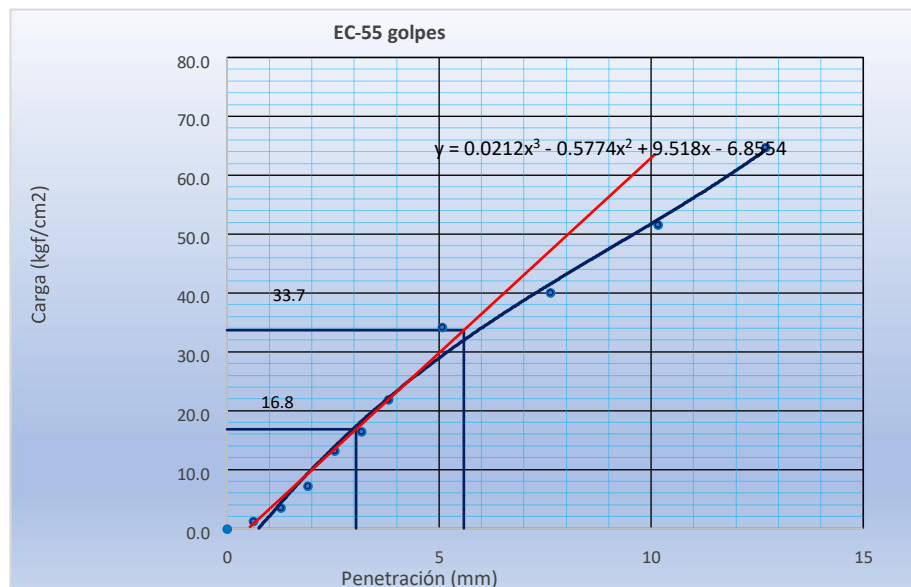


Figura 22. Gráfico Penetración CBR a 26 golpes

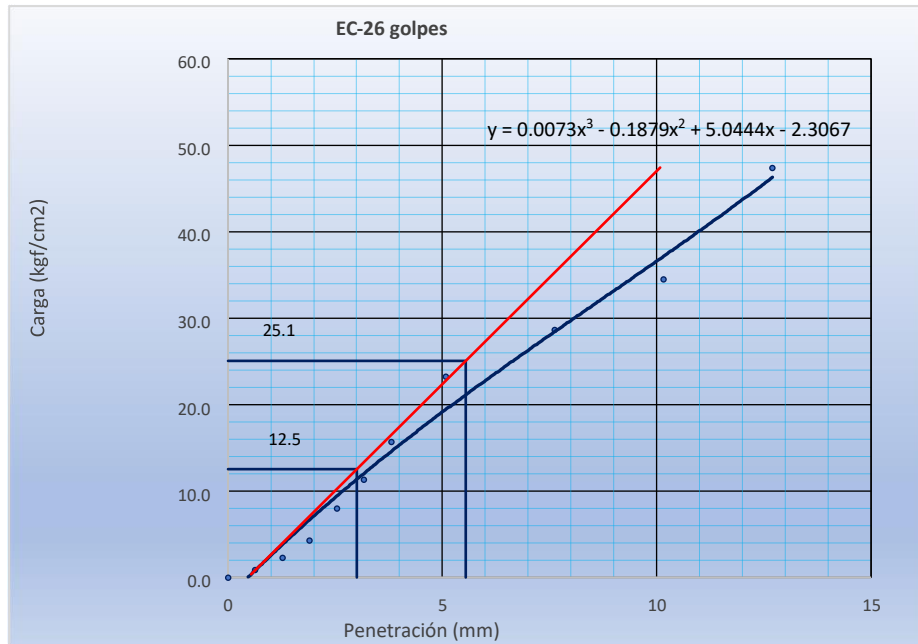


Figura 23. Gráfico penetración CBR a 12 golpes

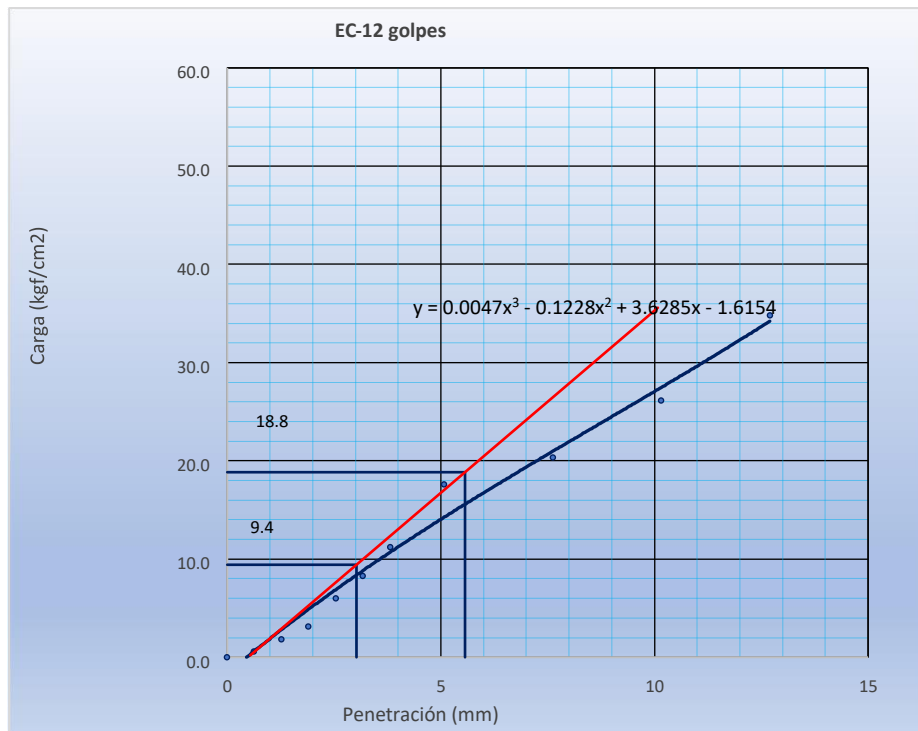


Figura 24. Gráfico final de CBR

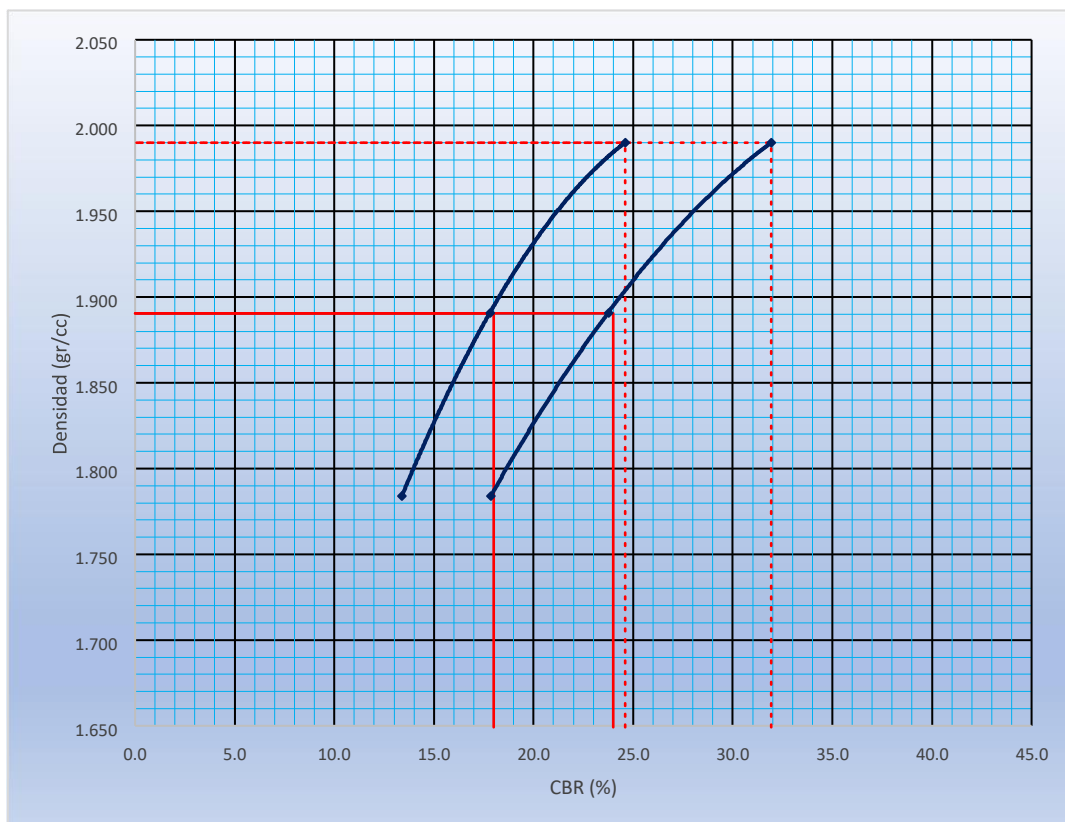


Tabla 26. Resultado

PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.					
Máxima Dens. Seca (gr/cc)					1.990
95% de la M.D.S. (gr/cc)					1.891
Densidad Natural (gr/cc)					-
Optimo Humedad (%)					11.95%
N golpes		C.B.R. (1")	C.B.R. (2")	Densidad	
56		24.6	31.9	1.990	
26		17.8	23.8	1.891	
12		13.4	17.9	1.784	
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")					
C.B.R. al 100% de la M.D.S.					24.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S.					16.9
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")					
C.B.R. al 100% de la M.D.S.					31.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.					24.0
% de Expansión					bajo

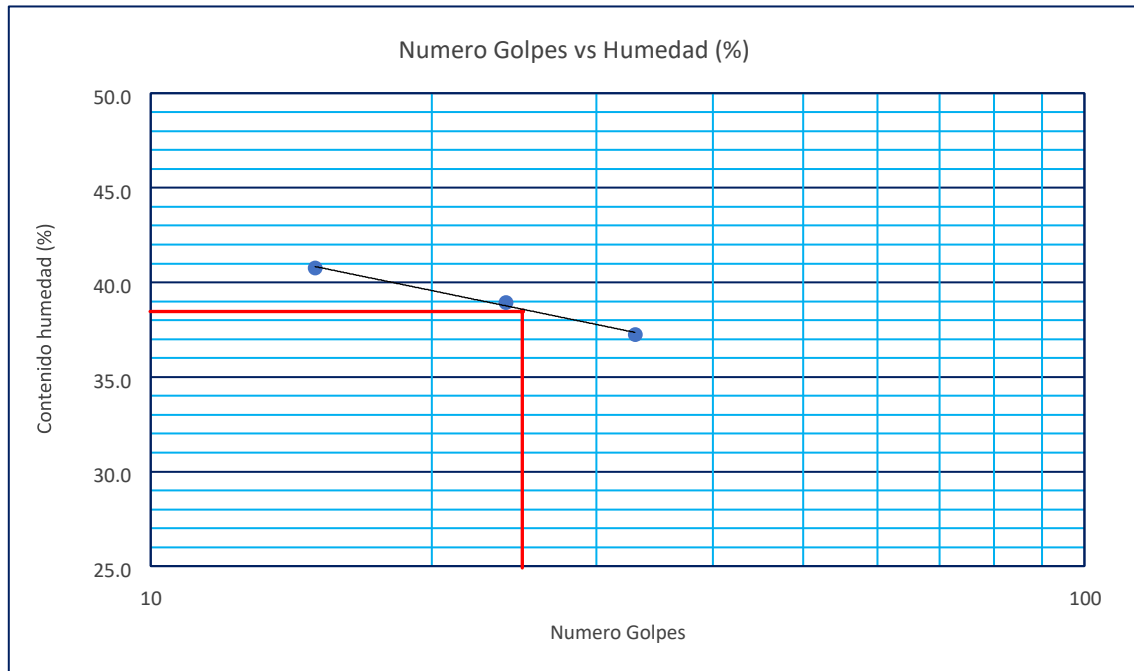
3.8.4.3 Ensayos agregando el 4% de cal como aditivo estabilizador

3.8.4.3.1 Límites de consistencia

Tabla 27. Determinación de los límites de consistencia

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	3	4	
Tarro + Suelo humedo. (g)	25.61	25.44	
Tarro + Suelo seco (g)	25.18	25.17	
Peso Agua (g)	0.43	0.27	
Peso del Tarro (g)	23.38	24.03	
Peso del suelo seco (g)	1.80	1.14	
Humedad (%)	23.89	23.68	
Limite Plastico (%)	23.79		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	5.00	6.00	7.00
Numero de Golpes	15	24	33
Peso tarro + suelo humedo (g)	51.59	48.56	50.69
Peso tarro+suelo seco (g)	45.17	43.73	45.23
Peso del Agua (g)	6.42	4.83	5.46
Peso del tarro (g)	29.42	31.33	30.57
Peso del suelo seco (%)	15.75	12.40	14.68
Humedad (%)	40.76	38.95	37.24
Limite Liquido (%)	38.46		

Figura 25. Número de Golpes vs Contenido de Humedad



Límites de consistencia de suelos

Tabla 28. Resumen de límites de índice de plasticidad

LÍMITE LÍQUIDO (%)	38.46
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.79
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.67

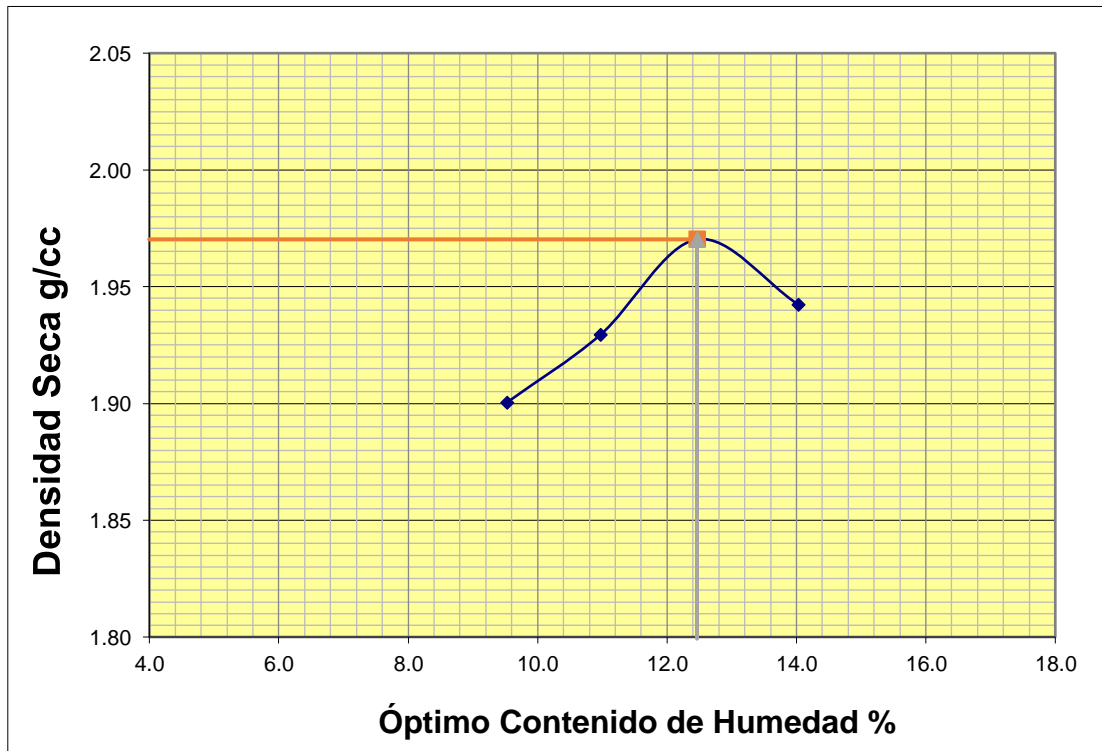
3.8.4.3.2 Proctor Ensayo de compactación N.T.P 339.141

Tabla 29. Ensayo de Proctor

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7186.00		7312.50		7471.30		7469.20	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4421.10		4547.60		4706.40		4704.30	
Volumen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.081		2.141		2.216		2.215	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	9.5%		11.0%		12.5%		14.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	267.51	274.79	261.74	277.84	271.98	263.55	260.15	280.29
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	247.59	254.61	240.69	255.75	246.62	239.87	234.74	253.27
Peso Tarro (g)	39.45	41.82	50.67	52.37	44.71	48.36	54.50	59.80
Peso del agua	19.92	20.18	21.05	22.09	25.36	23.68	25.41	27.02
Peso de suelo seco	208.14	212.79	190.02	203.38	201.91	191.51	180.24	193.47
Humedad (%)	9.6	9.5	11.1	10.9	12.6	12.4	14.1	14.0
Humedad promedio (%)	9.527		10.970		12.462		14.032	
Densidad Seca (g/cc)	1.900		1.929		1.970		1.942	

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	1.97
OCH (%)	12.46
DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

Figura 26. Curva de Contenido de Humedad



3.8.4.3.3 Gráficos de penetración CBR a 55, 26 y 12 golpes

Figura 27. Gráfico Penetración CBR a 55 golpes

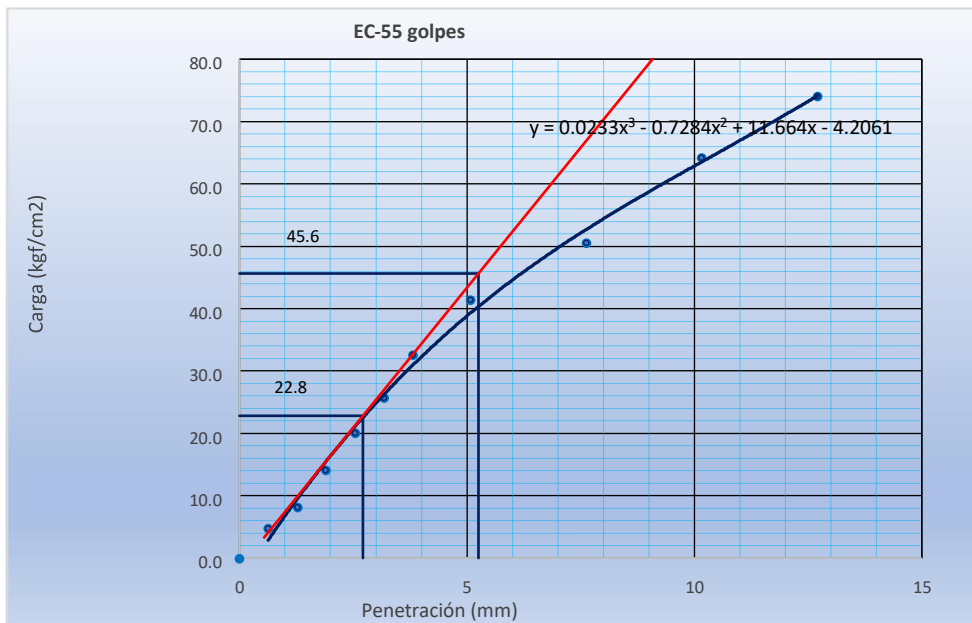


Figura 28. Gráfico Penetración CBR a 26 golpes

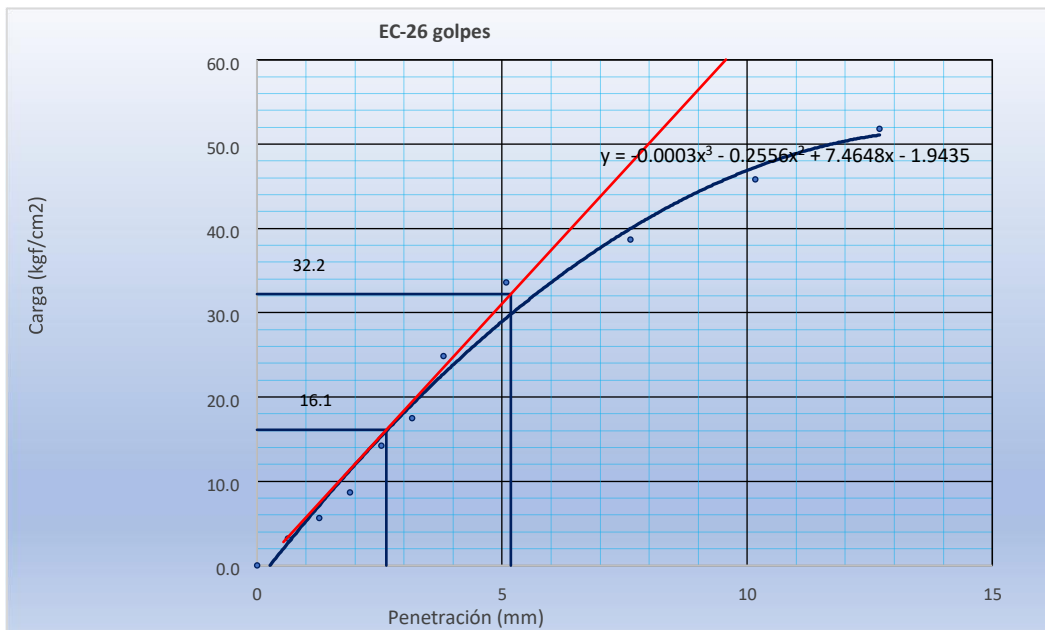


Figura 29. Gráfico Penetración CBR a 12 golpes

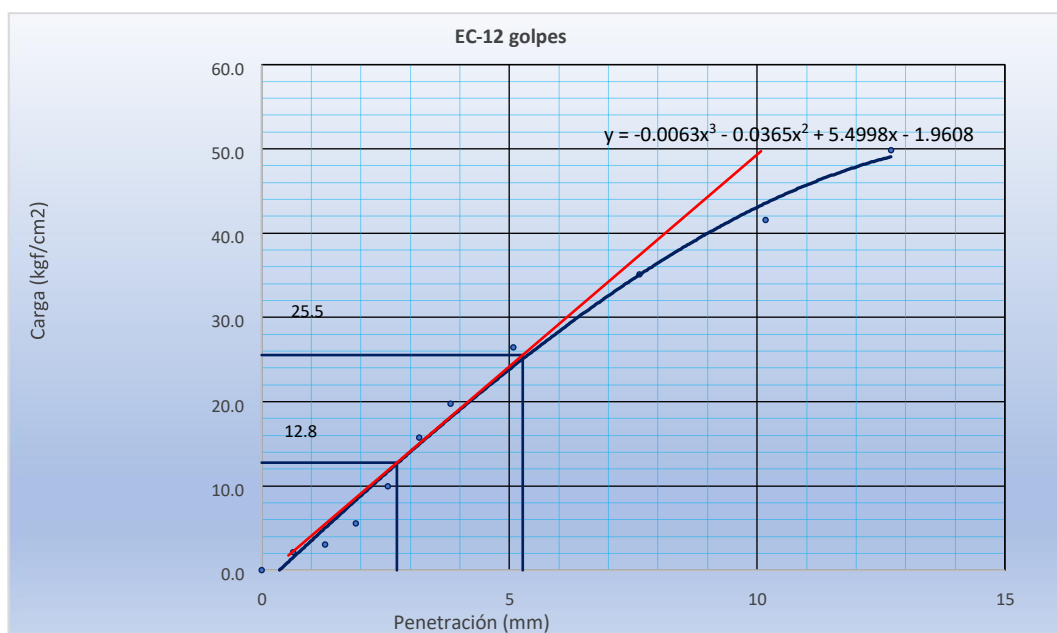
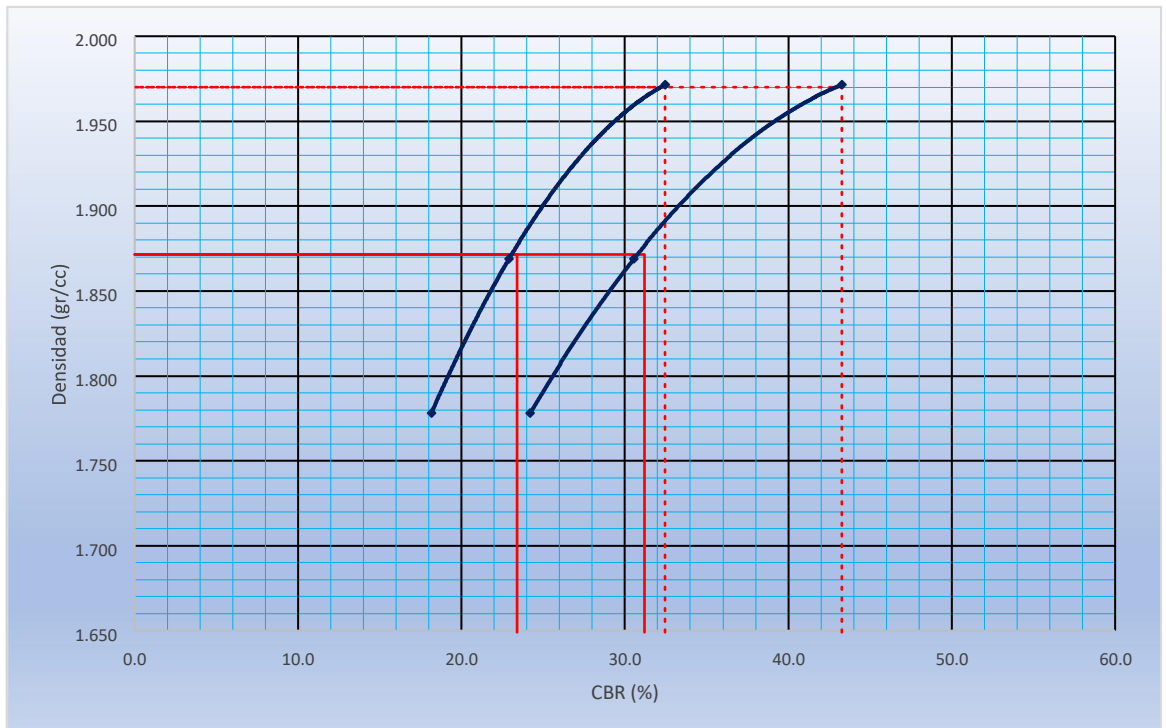


Tabla 30. Resultado final

PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1.970
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.872
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			12.46%
N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	32.5	43.3	1.971
26	22.9	30.5	1.869
12	18.2	24.2	1.778
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			32.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			23.4
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			43.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			31.2
% de Expansión			BAJA

Figura 30. Gráfico del CBR



3.8.4.4 Ensayos agregando el 6% de cal como aditivo estabilizador

3.8.7.4.1 Límites de consistencia

Tabla 31. Límites de Consistencia

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
N° Tarro	3	4	
Tarro + Suelo húmedo (g)	22.46	26.83	
Tarro + Suelo seco (g)	22.13	25.85	
Peso Agua (g)	0.33	0.98	
Peso del Tarro (g)	20.98	22.45	
Peso del suelo seco (g)	1.15	3.40	
Humedad (%)	28.70	28.82	
Límite Plástico (%)	28.76		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
N° Tarro	5.00	6.00	7.00
Numero de Golpes	16	23	31
Peso tarro + suelo húmedo (g)	53.88	47.78	52.21
Peso tarro+suelo seco (g)	48.14	44.21	47.31
Peso del Agua (g)	5.74	3.57	4.90
Peso del tarro (g)	33.50	34.65	33.65
Peso del suelo seco (%)	14.64	9.56	13.66
Humedad (%)	39.21	37.34	35.87
Límite Líquido (%)	36.80		

Tabla 32. Límites de Consistencia de Suelos

LÍMITE LÍQUIDO (%)	36.80
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.76
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.04

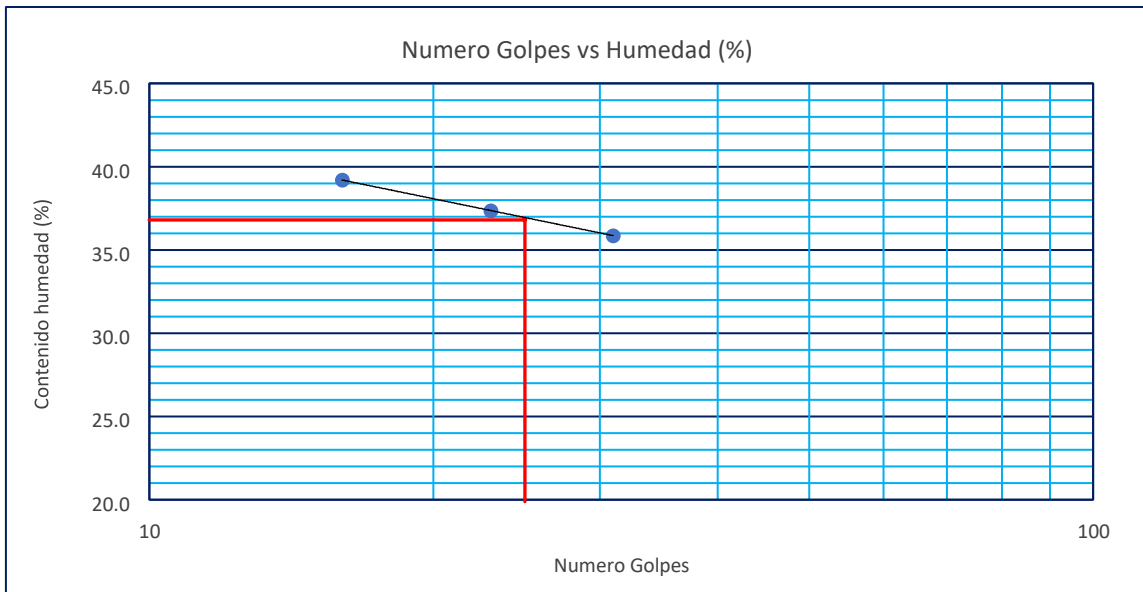


Figura 31. Número de Golpes vs Contenido de Humedad

3.8.4.4.2 Proctor Ensayo de compactación N.T.P 339.141

Tabla 33. Ensayo de Proctor

N.º DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7209.25		7335.00		7451.50		7463.50	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4444.35		4570.10		4686.60		4698.60	
Volumen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.092		2.152		2.206		2.212	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	9.0%		11.0%		13.0%		15.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	321.02	357.19	265.14	303.82	346.28	358.05	265.69	287.74
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	298.63	331.78	243.69	278.24	312.47	322.62	236.55	256.47
Peso Tarro (g)	51.64	49.21	50.85	47.21	52.62	51.19	42.71	47.38
Peso del agua	22.39	25.41	21.45	25.58	33.81	35.43	29.14	31.27
Peso de suelo seco	246.99	282.57	192.84	231.03	259.85	271.43	193.84	209.09
Humedad (%)	9.1	9.0	11.1	11.1	13.0	13.1	15.0	15.0
Humedad promedio (%)	9.029		11.098		13.032		14.994	
Densidad Seca (g/cc)	1.919		1.937		1.952		1.924	

Tabla 34. Resumen de límites

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	1.95
OCH (%)	13.03
DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

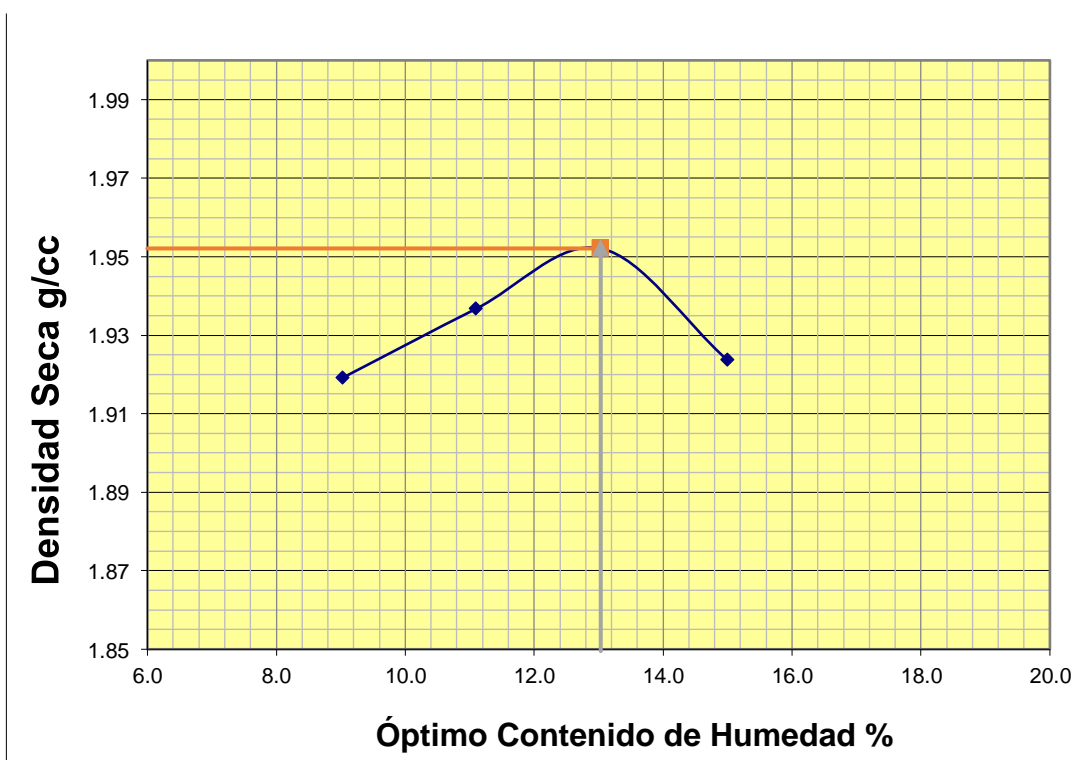


Figura 32. Curva de Contenido de Humedad

3.8.4.4.3 Gráficos de penetración CBR a 55, 26 y 12 golpes

Figura 33. Gráfico de penetración CBR a 55 golpes

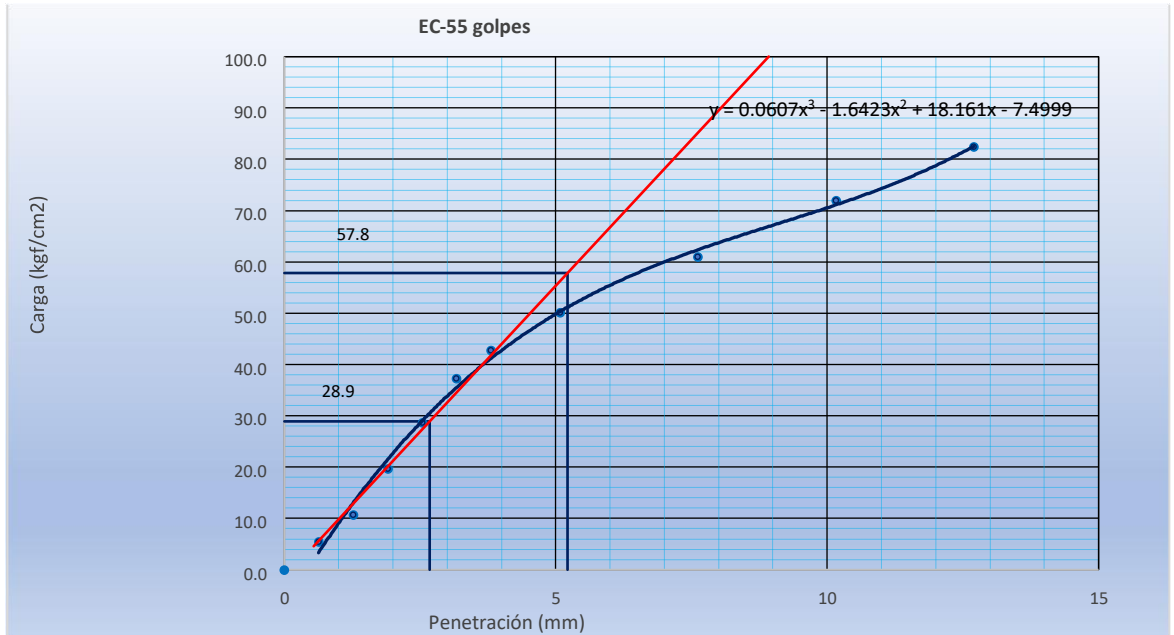


Figura 34. Gráfico de penetración CBR a 26 golpes

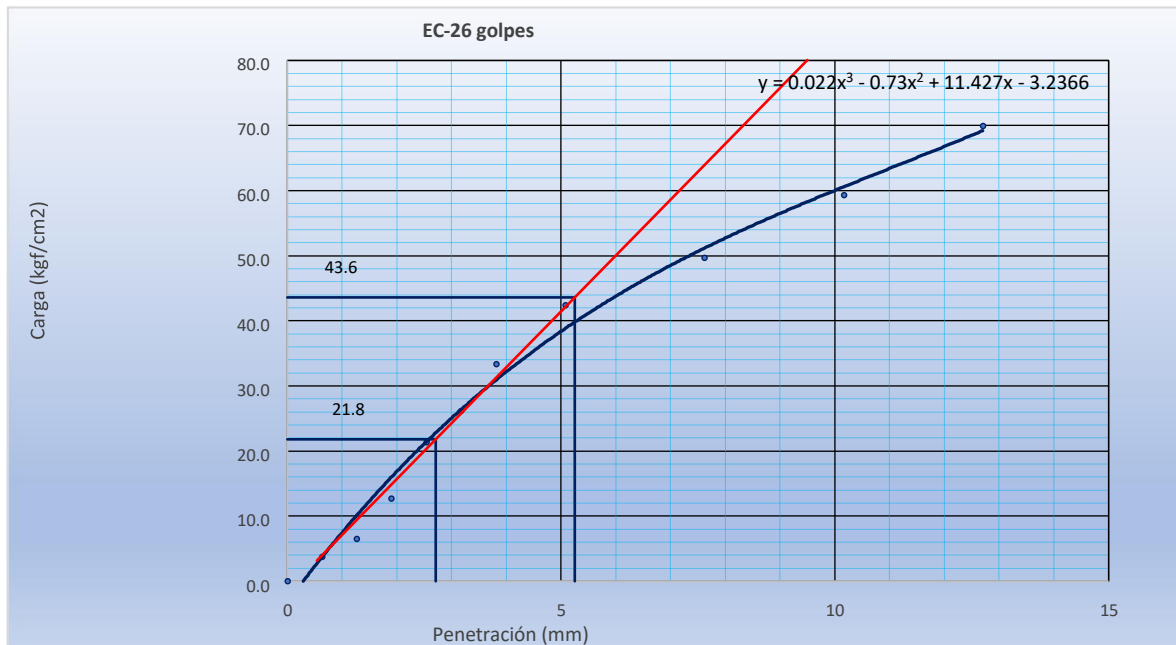


Figura 35. Gráfico de penetración CBR a 12 golpes

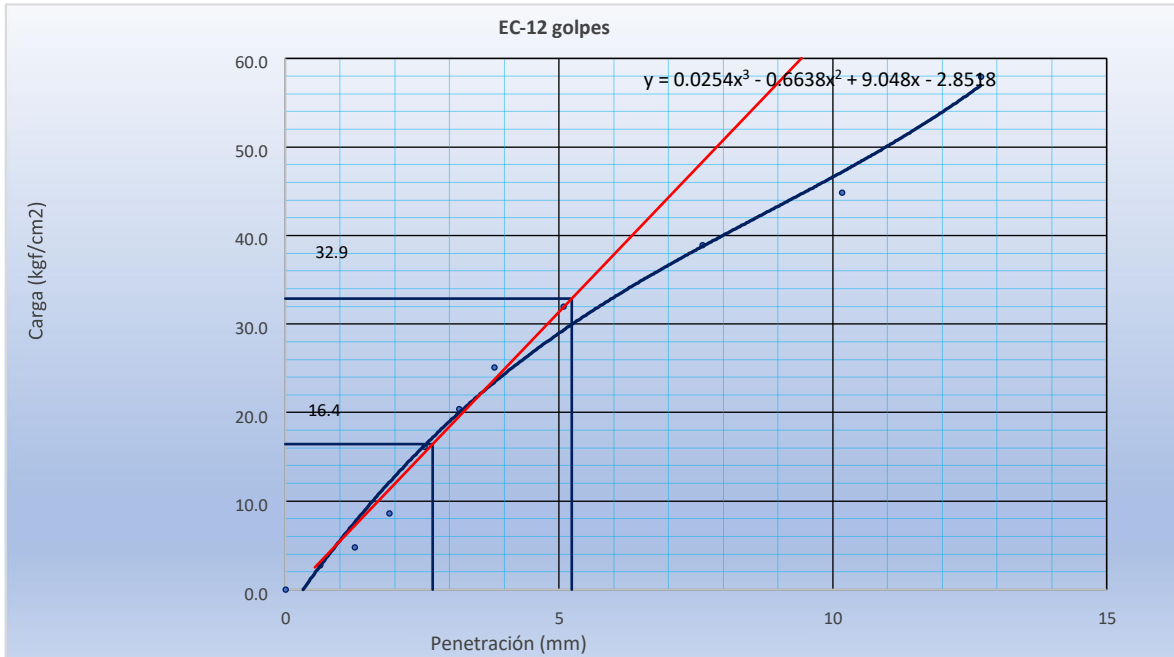
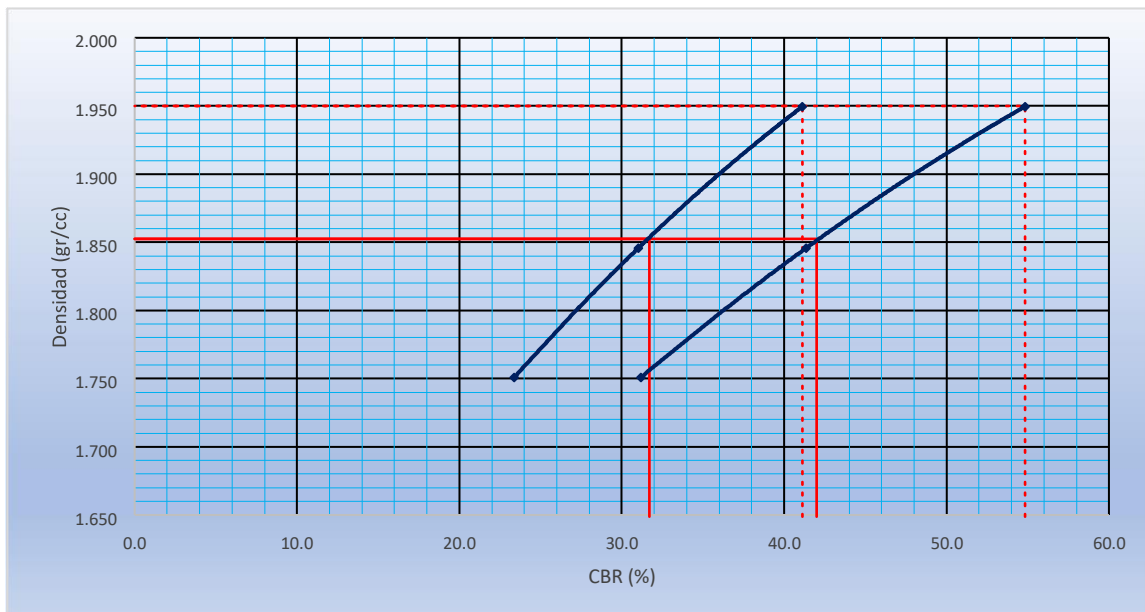


Tabla 35. Proctor

PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1.950
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.853
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			13.03%
N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	41.1	54.8	1.950
26	31.0	41.3	1.846
12	23.4	31.2	1.751
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			41.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			31.7
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			54.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			42.0
% de Expansión			BAJA

Figura 36. Gráfico del CBR



3.8.4.5 Ensayos agregando el 8% de cal como aditivo estabilizador

3.8.7.5.1 Límites de consistencia

Tabla 36. Límites de consistencia

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	3	4	
Tarro + Suelo húmedo. (g)	27.91	27.54	
Tarro + Suelo seco (g)	25.41	25.33	
Peso Agua (g)	2.50	2.21	
Peso del Tarro (g)	18.58	17.48	
Peso del suelo seco (g)	8.83	7.85	
Humedad (%)	28.31	28.15	
Límite Plástico (%)	28.23		

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	2.00	3.00	4.00
Numero de Golpes	17	23	33
Peso tarro + suelo húmedo (g)	47.38	46.88	46.81
Peso tarro+suelo seco (g)	41.57	41.62	42.12
Peso del Agua (g)	5.81	5.26	4.69
Peso del tarro (g)	26.27	26.84	28.27
Peso del suelo seco (%)	15.30	14.78	13.85
Humedad (%)	37.97	35.59	33.86
Límite Líquido (%)	35.25		

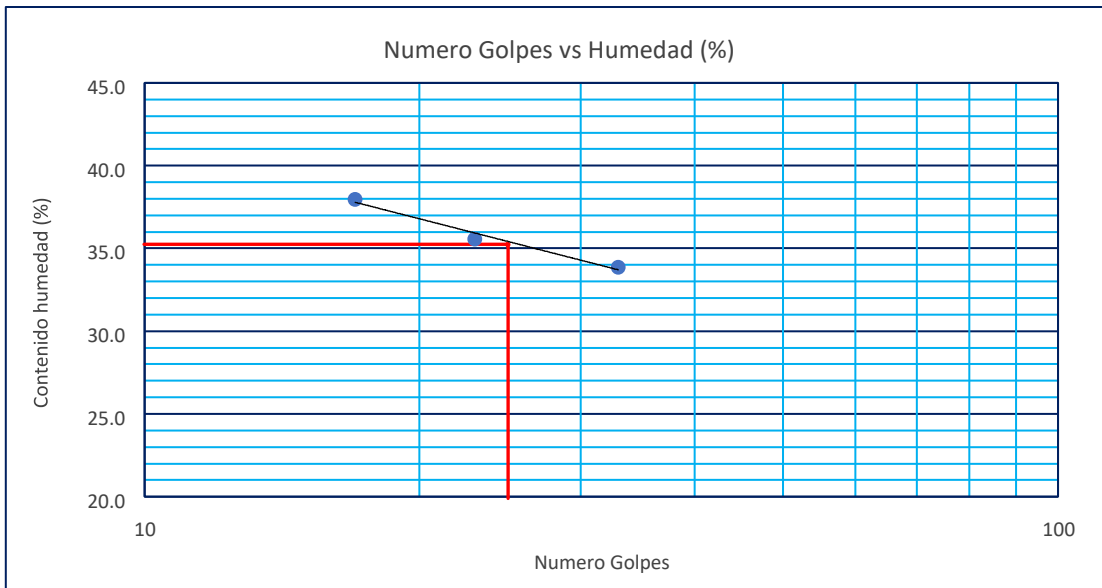


Figura 37. : Número de Golpes vs Contenido de Humedad

Límites de consistencia de suelos

Tabla 37. Límites de Consistencia de Suelos

LÍMITE LÍQUIDO (%)	35.25
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.02

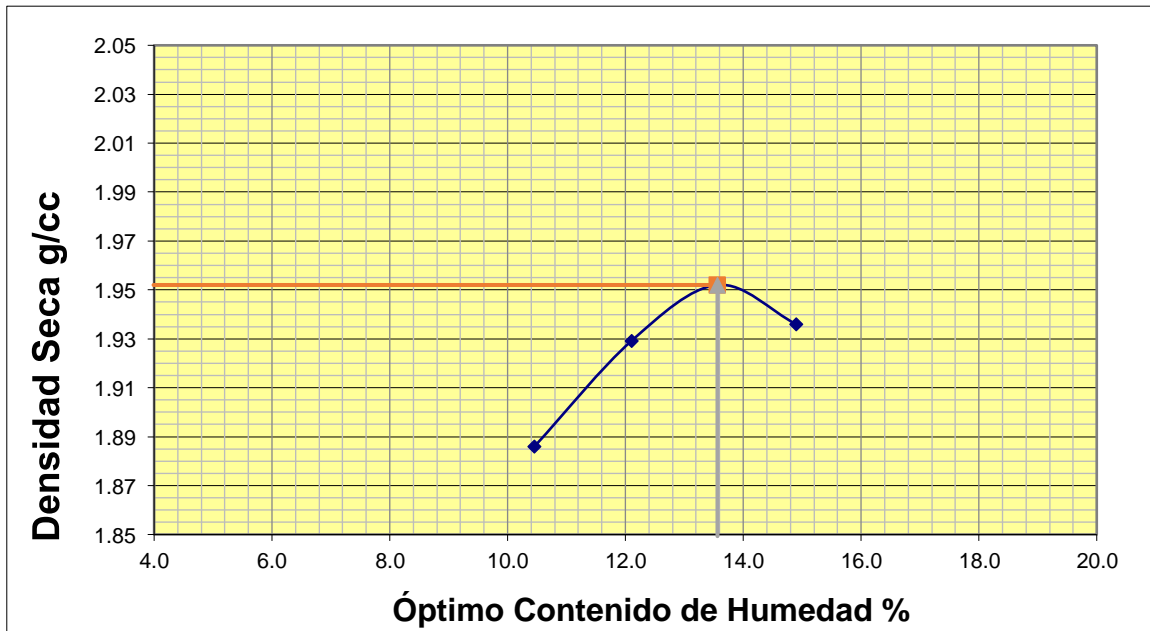
3.8.7.5.2 Proctor Ensayo de compactación N.T.P 339.141

Tabla 38. Ensayo de Proctor

N° DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7189.14	7358.50	7473.30	7489.60				
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90				
Peso Suelo Húmedo (g)	4424.24	4593.60	4708.40	4724.70				
Volumen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00				
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.083	2.163	2.217	2.224				
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	10.5%		12.0%		13.5%		15.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	283.17	323.69	314.47	285.92	300.25	287.96	333.22	278.43
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	261.34	297.53	286.47	261.45	271.59	261.29	297.58	249.59
Peso Tarro (g)	51.55	48.32	55.91	58.63	61.09	63.88	58.13	56.32
Peso del agua	21.83	26.16	28.00	24.47	28.66	26.67	35.64	28.84
Peso de suelo seco	209.79	249.21	230.56	202.82	210.50	197.41	239.45	193.27
Humedad (%)	10.4	10.5	12.1	12.1	13.6	13.5	14.9	14.9
Humedad promedio (%)	10.451		12.105		13.563		14.903	
Densidad Seca (g/cc)	1.886		1.929		1.952		1.936	

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	1.95
OCH (%)	13.56
DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

Figura 38. : Curva de Contenido de Humedad



3.8.7.5.3 Gráficos de penetración CBR a 55, 26 y 12 golpes

Figura 39. Gráfico de penetración CBR a 55 golpes

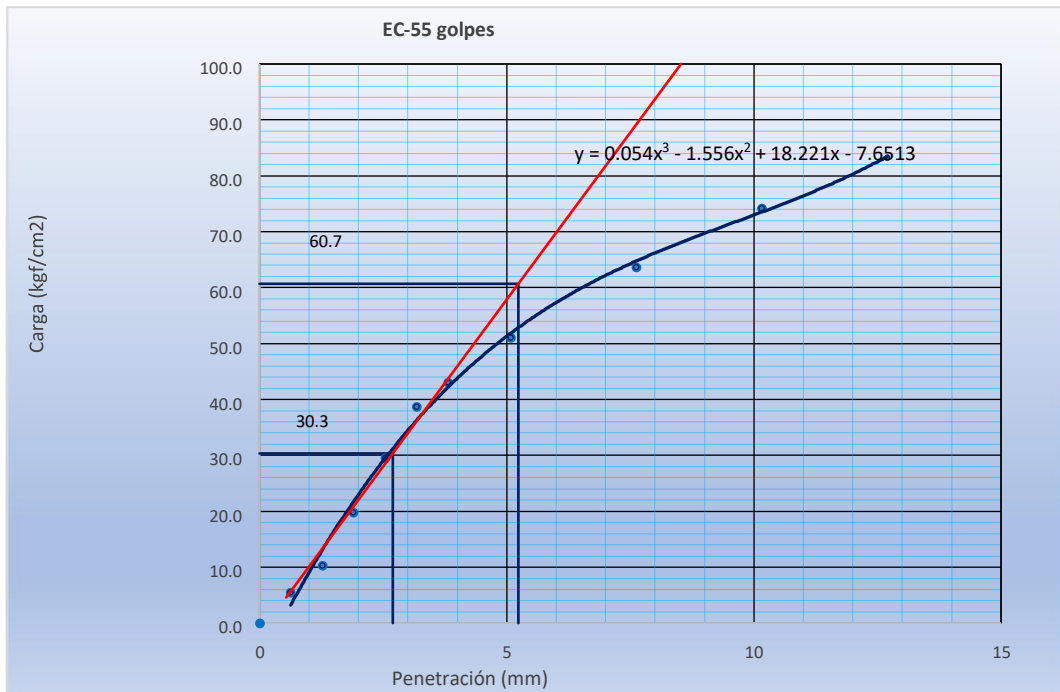


Figura 40. Gráfico de penetración CBR a 26 golpes

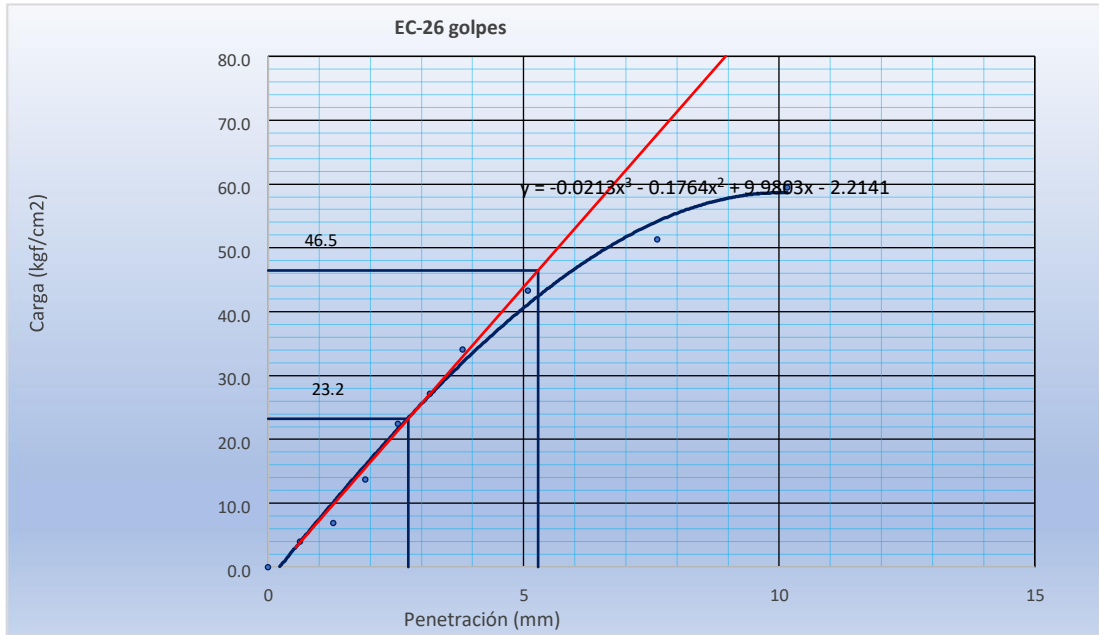


Figura 41. Gráfico de penetración CBR a 12 golpes

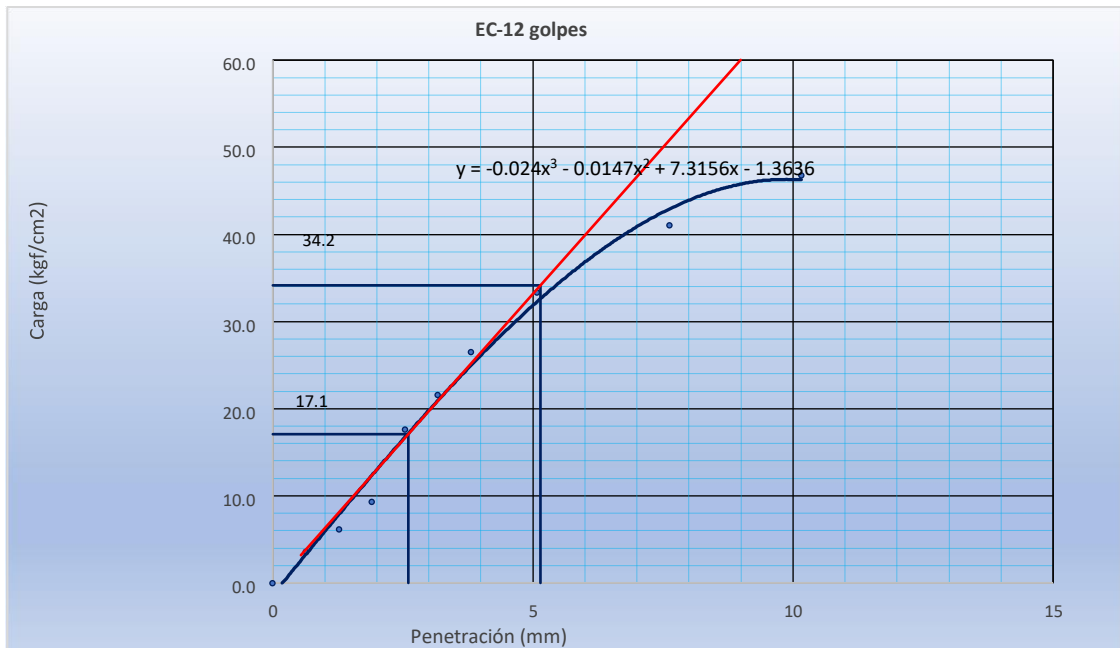
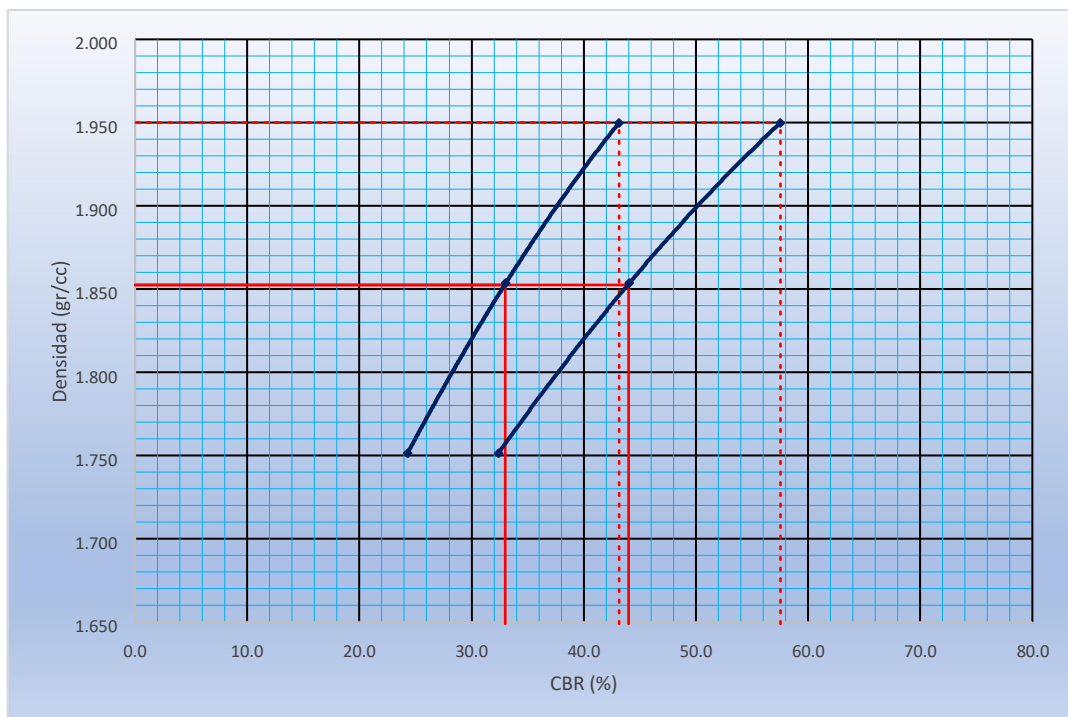


Tabla 39. Proctor

PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1.950
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.853
Densidad Natural (gr/cc)			-
Optimo Humedad (%)			13.56%
N golpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	43.2	57.5	1.950
26	33.0	44.1	1.854
12	24.3	32.4	1.751
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			43.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			33.0
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			57.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			44.0
% de Expansión			BAJA

Figura 42. Gráfico del CBR



3.8.5 Diseño de pavimento rígido según AASHTO 93

Para realizar el cálculo de la estructura del pavimento rígido se necesitó obtener el ESAL, CBR, módulo de reacción de la subrasante, tipo de tráfico, coeficiente estadístico de desviación estándar normal, nivel de confiabilidad, desviación estándar combinado, índice de serviciabilidad final según rango de tráfico índice de serviciabilidad inicial según rango de tráfico y el diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico.

3.8.5.1 Transito (ESALs)

Este dato se obtuvo del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, donde el valor del $W_{18} = 3\,771\,4479$ y se identificó un tipo de tráfico Tp7.

Tabla 40. Tipo de tráfico de diseño

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp7	$>3\,000,000\text{ EE} \leq 5\,000,000\text{ EE}$

3.8.5.2 Serviciabilidad

3.8.3.2.1 Índice de Serviciabilidad Inicial (PI)

Según el del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, el índice de serviciabilidad inicial $PI = 4.30$.

3.8.5.2.2 Índice de Serviciabilidad Final (PT)

El método de ASHTO determina el valor de índice de serviciabilidad final según el rango de tráfico $PT = 2.50$

3.8.5.3 Confiabilidad (R)

El valor de la confiabilidad se determinó en base al tipo de tráfico según el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Tabla 41. Valor de Confiabilidad

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Resto de caminos	Tp7	3,000,001	5,000,000	85 %

3.8.5.4 Desviación Estándar Normal (Zr)

Este dato se obtuvo del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, según el tipo de tráfico y el nivel de confiabilidad, donde se identificó el $Z_r = -1.036$.

Tabla 42. Valor de Desviación Estándar Normal

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)
Resto de caminos	Tp7	3,000,001	5,000,000	85 %	-1.036

3.8.5.5 Desviación Estándar Combinada (So)

Según el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos recomienda trabajar el $S_o = 0.35$.

3.8.5.6 Resistencia del Suelo (K).

Cuando hay superioridad de calidad en la base o sub base que, en la subrasante, aumenta el coeficiente de reacción, para ellos se aplicó la siguiente formula.

Ecuación 5. coeficiente de reacción combinado

$$K_c = \left(1 + \left(\frac{h^2}{38} \times \left(\frac{K_1}{K_0} \right)^{0.5} \right) \right) \times K_0$$

Dónde:

K_1 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la sub base granular

K_C (kg/cm³) : Coeficiente de reacción combinado

K_0 (kg/cm³) : Coeficiente de reacción de la subrasante H
: Espesor de la subbase granular

0.5

$$K_c = \left(1 + \frac{15}{38} \times \frac{194}{53}\right)^2 \times 53$$

$$K_c = 62.04$$

3.8.5.7 Resistencia a la Flexotracción (MR) Este valor se define por la siguiente fórmula.

Ecuación 6. Módulo de rotura

$$Mr = a\sqrt{f'c}$$

Datos:

$$a = 2.407$$

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla 43. Valores de resistencia del concreto

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
≤ 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²

$$Mr = 2.407\sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$Mr = 40 \text{ kg/cm}^2$$

3.8.5.8 Módulo Elástico del Concreto (EC)

De acuerdo a AASHTO 93 el módulo elástico se estima usando la siguiente fórmula.

Ecuación 7. Módulo elástico del concreto

$$E_c = 57,000 * (f'c)^{0.5}$$

(f'c en PSI)

$$E_c = 57,000 * (3982.524)^{0.5}$$

$$E_c = 3597112.797 \text{ PSI}$$

3.8.5.9 Drenaje (cd)

El valor asumido para las capas granulares se obtiene del Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, es 1.00.

3.8.5.10 Transferencia de cargas (J)

Este parámetro se usa como transmisor de cargas en las juntas, y el valor que se obtuvo según el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos para concreto hidráulico con pasadores fue $J=2.8$.

Tabla 44. valores de coeficientes de transferencias de cargas

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
		3.2	3.8 - 4.4	2.8

3.8.5.11 Espesores mínimos

En el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos nos indicó en la figura 14.2 el espesor mínimo de la base de la losa de 15 cm.

3.8.5.12 Calculo del Espesor de Losa para Pavimento Rígido

Para calcular el espesor de la losa se realizó mediante la siguiente ecuación de AASHTO 93:

Ecuación 8. Espesor de pavimentos de concreto

$$\begin{aligned}
 & \frac{\Delta PSI}{\log_{10}(4.5 - 1.5) + (4.22 - 0.32P_i) \times \log_{10} \left(\frac{1.51 M x}{r C^{d_x}} (0.090.09 D_0 D_{75}^{0.75} - 17.132.38_0.25) \right) \log_{10}(W_{18})} \\
 = & Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + 1.25 x 10^{19} \\
 & 1 + \frac{8.46}{\left(\frac{E_c}{k} \right) (D + 25.4)}
 \end{aligned}$$

Se reemplazo los datos a la formula donde nos dio el siguiente valor a usar como espesor de la losa de concreto:

Losa de Concreto = 21cm Sub Base = 15 cm

3.8.6 Diseño geométrico

Este proceso se llevó a cabo siguiendo los parámetros que están dispuestos en la DG 2018 y en el reglamento nacional de vehículos.

3.8.6.1 Clasificación por demanda

Considerando los valores del estudio de tráfico en el cual encontramos un IMDA inferior a 400 veh/día, se determinó que la carretera es de tercera clase.

Figura 43. Carreteras de tercera clase

101.05 Carreteras de Tercera Clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Fuente: DG 2018

3.8.6.2 Clasificación por orografía

Por tener pendientes en su mayoría menores al 3% se determinó que el terreno es PLANO (tipo 1)

Figura 44. Terreno Plano

102.01 Terreno plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.

Fuente: DG 2018

3.8.6.3 Vehículo de diseño

Según los datos obtenidos en el estudio de tráfico y en concordancia con el reglamento nacional de vehículos, se determinó que el tipo de vehículo T3S3

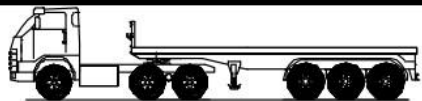
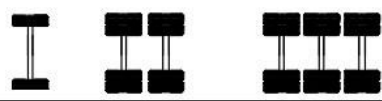
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾
								

Figura 45. Vehículo de diseño

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

3.8.6.4 Velocidad de diseño

En concordancia con la clasificación por demanda y por orografía se procedió a elegir la velocidad de diseño: 40 km/h.

Tabla 45. Rangos de Velocidad de Diseño en Función a la Clasificación por Demanda y Orografía.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)														
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130				
Autopista de primera clase	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
Autopista de segunda clase	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
Carretera de primera clase	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
Carretera de segunda clase	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
Carretera de tercera clase	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															

Fuente: DG2018

3.8.6.5 Radio mínimo y peraltes máximos.

Por tratarse de un área rural y plana, se utilizó un radio mínimo de 50 y un peralte máximo de 8%

Tabla 46. Valores de Peralte Máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: DG 2018

3.8.6.6 Distancia de visibilidad de parada

Esta distancia es la necesaria que necesita un vehículo para detenerse antes de alcanzar algún objeto que se encuentre en su trayectoria mientras se conduce a la velocidad directriz.

Tabla 47. Distancia de visibilidad de parada (metros) en pendiente 0%

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Fuente: DG 2018

3.8.6.7 Calzada y bombeo

De acuerdo a lo indicado por el manual de diseño geométrico, la calzada deberá contar con 2 carriles de 3 metros cada uno y se consideró un bombeo del 2% como consecuencia de los bajos índices de precipitación en la zona.

Tabla 48. Valores de Bombeo de la Calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG 2018

3.8.6.8 Pendiente mínima y máxima-

Se obtuvo como pendiente mínima 0.2% debido a que se consideró un bombeo del 2.0% y una pendiente máxima del 8%

3.8.6.8 Sección transversal típica

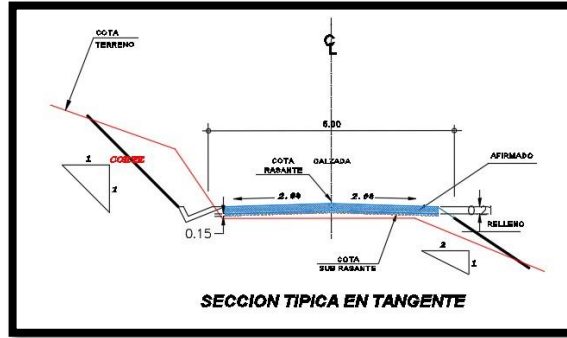


Figura 46. Sección Transversal Típica

3.8.6.9 Talud de corte y relleno

Se trata de la inclinación que se le da lateralmente a la carretera. Tanto en casos de terraplén como de corte, esta inclinación se determina hallando la tangente del ángulo que forman la horizontal y la superficie del terreno.

Tabla 49. Valores referenciales para taludes en corte

Clasificación de materiales de corte	Roca fija	Roca suelta	Material		
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte < 5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
> 10 m	1:8	1:2	*	*	*

Fuente: DG20118

Tabla 50. Valores referenciales en zonas de relleno

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: DG 2018

3.8.6.10 Bermas

Son franjas longitudinales continuas a la calzada las cuales sirven para paradas de emergencia de los vehículos que transitan por la vía, así como también para el confinamiento del pavimento.

Tabla 51. Ancho de bermas

Velocidad directriz	Ancho berma (*)
15	0.50
20	0.50
30	0.50
40	0.50
50	0.75
60	0.75
70	0.90
80	1.20
90	1.20


Fuente: Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

IV. RESULTADOS

4.1 Levantamiento topográfico

4.1.1 Cálculo de la poligonal

Tabla 52. Coordenadas UTM Huancaquito Alto y la Panamericana

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021					
ESTACIÓN TOTAL:	TOPCON GPT-3205NW - U80397			FECHA:	20/09/2021
OPERADOR:	Tec. Luis Cruzado Zavaleta			COORDENADAS UTM:	
PUNTOS	COORDENADAS		COTA	ÀNGULO	DISTANCIA
	NORTE	ESTE			
E	N	E	C	A	D
E1	9068126.031	744052.905	49.874		
E2	9067796.876	743696.999	47.11	230°55`28"	484.78
E3	9067867.643	743203.504	43.396	127°47`23"	498.543
E4	9067601.112	742927.981	45.92	186°14`2"	383.343
E5	9067281.864	742514.882	44.379	180°40`51"	522.082
E6	9066979.785	742114.248	40.27	178°16`17"	501.756
E7	9066660.636	741716.524	37.398	180°39`40"	509.942
E8	9066391.539	741347.281	35.159	178°32`28"	456.896
E9	9066047.371	740899.445	32.84	180°54`44"	564.809
E10	9065718.521	740457.141	30.975	182°7`7"	551.158
E11	9065475.892	740104.271	28.735		428.236


4.1.2 Nivelación ida y vuelta

Tabla 53. Resumen de la nivelación

NIVELACIÓN					
BM- 0.0	BM- 0.5	DIF	BM- 2.5	BM- 3.0	DIF
IDA	2.764	0.002	IDA	2.872	0.004
VUELTA	2.762		VUELTA	2.868	
BM- 0.5	BM- 1.0	DIF	BM- 3.0	BM- 3.5	DIF
IDA	3.714	0.003	IDA	2.239	0.001
VUELTA	3.711		VUELTA	2.238	
BM- 1.0	BM- 1.5	DIF	BM- 3.5	BM- 4.0	DIF
IDA	-2.524	-0.002	IDA	2.319	0.002
VUELTA	-2.526		VUELTA	2.317	
BM- 1.5	BM- 2.0	DIF	BM- 4.0	BM- 4.5	DIF
IDA	1.541	0.005	IDA	1.865	0.001
VUELTA	1.536		VUELTA	1.864	
BM- 2.0	BM- 2.5	DIF	BM- 4.5	BM- 5.0	DIF
IDA	4.109	0.003	IDA	2.240	0.001
VUELTA	4.112		VUELTA	2.239	

4.1.3 Coordenadas de los puntos de foto control

Tabla 54. Coordenadas de los puntos de foto control

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021			
ESTACIÓN TOTAL:	TOPCON GPT-3205NW - U80397	FECHA:	20/09/2021
OPERADOR:	Tec. Luis Cruzado Zavaleta	COORDENADAS UTM:	
PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	NORTE	ESTE	
PFC	N	E	C
PFC 1	9068126.031	744052.905	49.874
PFC 2	9067796.876	743696.999	47.11
PFC 3	9067867.643	743203.504	43.396
PFC 4	9067601.112	742927.981	45.92
PFC 5	9067281.864	742514.882	44.379
PFC 6	9066979.785	742114.248	40.27
PFC 7	9066660.636	741716.524	37.398
PFC 8	9066391.539	741347.281	35.159
PFC 9	9066047.371	740899.445	32.84
PFC 10	9065718.521	740457.141	30.975
PFC 11	9065475.892	740104.271	28.735

4.2 Estudio de tráfico

4.2.1 Índice Medio Diario Anual (IMDa)

Estación de conteo: progresiva 2+460

Tabla 55. índice medio diario anual

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL		
TIPO DE VEHÍCULO	IMDa	DISTRIBUCIÓN (%)
Autos	32	17.20
s. Wagon	4	2.15
Pick Up	24	12.90
Panel	7	4.17
Rural	8	4.30
Micro	2	1.08
Ómnibus 2E	2	1.08
camión 2E	33	17.74
camión 3E	16	8.60
camión 4E	14	7.53
Semitraylers 2S1	8	4.30
Semitraylers 2S2	5	2.69
Semitraylers 2S3	4	2.15
Semitraylers 3S1	3	1.61
Semitraylers 3S2	5	2.69
Semitraylers > =3S3	3	1.61
Traylers 2T2	4	2.15
Traylers 2T3	4	2.15
Traylers 3T2	4	2.15
Traylers >=3T3	4	2.15
TOTAL	186	100

4.3 Estudio de mecánica de suelos

4.3.1 Granulometría

4.3.1.1 CALICATA C -1

Tabla 56. Prueba de Granulometría

C-1	
M-1	
OBSERVACIONES:	
T. MÁXIMO NOMINAL	
LÍMITE DE CONSISTENCIA:	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Límite de Contracción:	NP
Índice de Plasticidad:	NP
Porcentaje en muestra:	
%Grava (3" a #4):	7.53%
%Arena (#4 a #200)	89.28%
%Finos (menor a #200):	3.20%
Características granulométricas.	
D60: (mm):	0.63
D50: (mm):	0.47
D30: (mm):	0.29
D10: (mm):	0.17
Cu:	3.71
Cc:	0.79
Clasificación:	
SUCS:	SP
AASHTO:	A-2-4 (0)

4.3.1.2 CALICATA C -2

Tabla 57. Granulometría de la C-2 - M-1

C-2	
M-1	
OBSERVACIONES:	
T. MÁXIMO NOMINAL	
LÍMITE DE CONSISTENCIA:	
Límite Líquido	14.81%
Límite Plástico	6.81%
Límite de Contracción:	6.23%
Índice de Plasticidad:	8.00%
Porcentaje en muestra:	
%Grava (3" a #4):	0.29%
%Arena (#4 a #200)	44.86%
%Finos (menor a #200):	54.85%
Características granulométricas.	
D60: (mm):	-
D50: (mm):	-
D30: (mm):	-
D10: (mm):	-
Cu:	- Cc:
-	-
Clasificación:	
SUCS:	CL
AASHTO:	A-4 (4)

4.3.1.3 CALICATA C 3

Tabla 58. Granulometría de la C-3 – M-1

C-3	
M-1	
OBSERVACIONES:	
T. MÁXIMO NOMINAL	16
LÍMITE DE CONSISTENCIA:	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Límite de Contracción:	NP
Índice de Plasticidad:	NP
Porcentaje en muestra:	
%Grava (3" a #4):	0.00%
%Arena (#4 a #200)	97.39%
%Finos (menor a #200):	2.62%
Características granulométricas.	
D60: (mm):	0.22
D50: (mm):	0.20
D30: (mm):	0.16
D10: (mm):	0.10
Cu:	2.20
Cc:	1.16
Clasificación:	
SUCS:	SP
AASHTO:	A-3 - (0)

4.3.1.4 CALICATA C 4

Tabla 59. Granulometría de la C-4 – M-1

C-4	
M-1	
OBSERVACIONES:	
T. MÁXIMO NOMINAL	
LÍMITE DE CONSISTENCIA:	
Límite Líquido	17.20%
Límite Plástico	6.78%
Límite de Contracción:	6.07%
Índice de Plasticidad:	10.42%
Porcentaje en muestra:	
%Grava (3" a #4):	0.37%
%Arena (#4 a #200)	40.63%
%Finos (menor a #200):	59.00%
Características granulométricas.	
D60: (mm):	0.63
D50: (mm):	0.47
D30: (mm):	0.29
D10: (mm):	0.17
Cu:	3.71
Cc:	0.79
Clasificación:	
SUCS:	SP
AASHTO:	A-4 (5)

4.3.1.3 CALICATA C 3

Tabla 60. Granulometría de la C-5 - M-1

C-5	
M-1	
OBSERVACIONES:	
T. MÁXIMO NOMINAL	16
LÍMITE DE CONSISTENCIA:	
LL	17.09%
LP	6.72%
Límite de Contracción:	6.02%
IP:	10.37%
Porcentaje en muestra:	
%Grava (3" a #4):	0.00%
%Arena (#4 a #200)	60.27%
%Finos (menor a #200):	39.74%
Características granulométricas.	
D60: (mm):	-
D50: (mm):	0.16
D30: (mm):	-
D10: (mm):	-
Cu:	- Cc:
-	
Clasificación:	
SUCS:	SC
AASHTO:	A-4 - (1)

4.3.2 Límites de consistencia

Tabla 61. Límites de consistencia e índices de plasticidad

Calicata:	C1	C2	C3	C4	C5
Límite líquido	NP	14.81%	NP	17.20%	17.09%
Límite plástico	NP	6.81%	NP	6.78%	6.72%
Límite de contracción	NP	6.23%	NP	6.07%	6.02%
Índice de plasticidad	NP	8.00%	NP	10.42%	10.37%

4.3.3 Contenido de humedad

Tabla 62. Contenido de contenido de humedad

MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-1, M-1	8.10
C-2, M-1	7.80
C-3, M-1	10.11
C-4, M-1	8.50
C-5, M-1	9.21

4.3.4 Proctor modificado

Tabla 63. Ensayo de Proctor modificado

Máxima densidad seca (g/cm³)	1.78
Óptimo contenido de humedad (%)	12.58

4.3.5 Clasificación

Tabla 64. Clasificación según los métodos AASHTO Y SUCS

Muestra	AASHTO	SUCS
C-1, M-1	A-2-4 (0)	SP
C-2, M-1	A-4 (4)	CL
C-3, M-1	A-3 - (0)	SP
C-4, M-1	A-4 (5)	SP
C-5, M-1	A-4 - (1)	SC

4.3.6 CBR

Tabla 65. Porcentaje de CBR de la subrasante

Muestra	CBR (%)	Categoría	Mejoramiento
C-2, M-1	9	Regular	No necesita

4.4 Mejoramiento

Tabla 66. Resumen de los ensayos con distintos porcentajes de Cal.

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PROCTOR MODIFICADO		C.B.R. 0.1"		C.B.R. 0.2"	
				D.S.M.(g/cm ³)	O.C.H. (%)	95%	100%	95%	100%
MATERIAL DE PRÉSTAMO	43.30	18.72	24.58	1.98	11.06	12.70	16.40	16.90	21.80
CON 2% DE CAL	41.12	21.39	19.73	1.99	11.95	16.90	24.60	24.00	31.90
CON 4% DE CAL	38.46	23.79	14.67	1.97	12.46	23.40	32.50	31.20	43.30
CON 6% DE CAL	36.80	28.76	8.04	1.95	13.03	31.70	41.10	42.00	54.80
CON 8% DE CAL	35.25	28.23	7.02	1.95	13.56	33.00	43.20	44.00	57.50

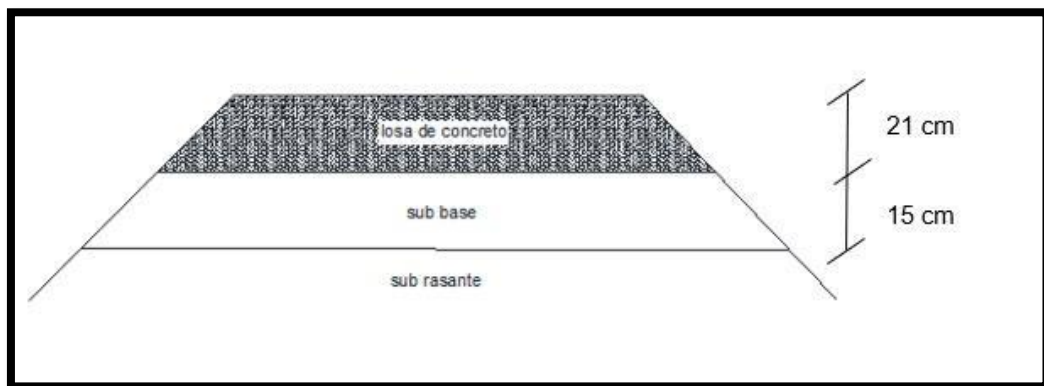
4.5 Diseño de Pavimento Rígido

4.5.1 Capas del pavimento Rígido

Tabla 67. Espesores de capas del pavimento rígido

Capas de pavimento	(cm)
Losa de concreto	21 cm
Subbase granular	15 cm

Figura 47. Espesores de capas del pavimento rígido



4.6 Diseño Geométrico

Tabla 6. Tabla de resumen del diseño geométrico

Características del diseño	Características técnicas de la investigación
Categoría según la demanda	Tercera Clase
Orografía	Tipo 1: Terreno plano
Tipo de pavimento	Pavimento rígido
Ancho de calzada	6.00 m
Pendiente máxima	8%
Velocidad de diseño	40 km/h
Radio mínimo	50 m
Bermas	0.5m
Bombeo de la calzada	2.0%
Talud de Corte	2:1
Talud de relleno	1:2

V. DISCUSIÓN

El mejoramiento y diseño de infraestructura vial de la carretera que une Huancaquito Alto y la carretera Panamericana se basa y respalda en las normativas establecidas en los manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú. Estos se obtuvieron inicialmente realizando un estudio de topografía que se llevó a cabo a través de la fotogrametría, en el cual se obtuvo el relieve de la zona de estudio, para luego dar paso al estudio de mecánica de suelos hallándose un CBR% de la subrasante quien determinó que el estudio se realizó en un terreno regular. Se hizo el diseño en planta y perfil de una carretera de tercera clase con velocidad de 40 km/h y un diseño de pavimento rígido a través del método AAHSTO 93. En cuanto al mejoramiento, se realizó con un material cercano a la zona, el cual a través de un estudio de mecánica de suelos se determinó que contaba con un CBR inferior a lo estipulado en la normativa por lo que se procedió a mejorarlo agregándole un 6% de cal. De esta manera se prueba la hipótesis planteada por los investigadores.

Según lo mostrado en las figuras 8 y 10 se puede observar las imágenes tomadas por el drone y su procesamiento a través de los softwares Agisoft Photoscan y Autodesk Recap luego del cual se obtuvo la nube de puntos que reflejaban el relieve exacto del terreno reflejado en el conjunto de curvas de nivel. Por otro lado, en el estudio de mecánica de suelos de la subrasante se realizaron cinco sondajes de los cuales se halló un porcentaje de CBR de 9%, clasificando a la subrasante como regular, clasificación suficiente para no necesitar algún tipo de mejoramiento (Ver tabla 19). En el estudio de tráfico, se realizó registro del conteo vehicular en un periodo de siete días, hallándose un $W18 = 3\ 771\ 479$ el cual se clasifica como un TP7 según el manual de suelos y pavimentos (Tabla 45). Para el diseño geométrico se determinó el ancho de la calzada de 6 metros y la señalización se realizó según lo indicado por el manual de dispositivos de control de tránsito del MTC. En lo concerniente al diseño del pavimento rígido, se realizó siguiendo el método

AASHTO 93, obteniendo un espesor de la base igual a 15 cm y el de la losa de concreto igual a 21 cm. Para el mejoramiento del material a usarse en la subbase, se tomó una muestra que queda cerca al lugar de estudio llamada “el barrio” la cual a través de ensayos de laboratorio se pudo mejorar su resistencia inicial de 16 % a 41% agregándole cal en un porcentaje igual al 6% tal como se muestra en la Tabla 71.

Guamán (2017) en su proyecto elaboró un diseño geométrico determinando una sección de 8.60 m, un ancho de carril de 3.60m y cunetas de 0.60m. Realizó un estudio de mecánica de suelos mediante calicatas con una profundidad de 1.50m, los valores de CBR obtenidos fueron de 2.12%, 3.13%, 6.15% y 7.4% concluyendo que se reemplace la subrasante por una capa de 25cm de material de préstamo de suelo mejorado que contenga un CBR no menor a 10%, los valores del espesor del pavimento finalmente fueron una capa de material mejorado de 25cm, base de 20cm y carpeta asfáltica de 5 cm. El diseño del pavimento se hizo a través del método de AASHTO. En comparación a los datos obtenidos en el estudio, la subrasante resultó ser regular por tener un 9% de CBR motivo por el cual no fue necesario plantear un mejoramiento, sin embargo, para la capa de la subbase se tuvo que hacer un mejoramiento de un material de préstamo para cumplir con el mínimo que estipula la norma (CBR 40%). En cuanto al diseño del pavimento no guarda relación puesto que en la investigación se hizo un diseño de pavimento rígido en comparación al flexible que presentan los autores.

(Altamirano y Diaz, 2015) en su investigación usó una mezcla de cal hidratada para estabilizar los suelos cohesivos de la vía de la comunidad San Isidro de Pegón. La vía tiene una longitud de 5.05 km, se realizaron 4 calicatas y se trabajó con los porcentajes 3, 6, 9 y 12 %, en lo que respecta a la plasticidad, densidad de compactación hubo una mejora; la humedad requerida aumento generada entre la cal y arcilla, no se cumplió con el parámetro de expansión, pero fue un resultado aceptable, se determinó que con un 9% de cal se logra un mejor resultado. En contraste con la presente investigación existe una

diferencia en cuanto a la cantidad de calicatas puesto que los autores realizaron 4 y en la presente investigación se hicieron 5, respecto al porcentaje de cal utilizado en las muestras difiere de las utilizadas en este proyecto ya que se utilizaron porcentajes de cal de 2%,4%,6% y 8% llegando a tener porcentajes de CBR iguales a 24.6%, 32.50, %41.10% y 43.20% respectivamente, siendo el 6% el que alcanza un CBR necesario según lo indicado en la norma de estabilización de suelos.

(Hernández, Mejía y Zelaya, 2016). En su investigación encontraron un índice de plasticidad del 45%, límite líquido el 75% y límite plástico el 30%, en el ensayo de granulometría se obtuvo un suelo fino y con la muestra suelo-cal se obtuvo un 79.33% que paso por la malla. En el ensayo de gravedad el suelo natural se obtuvo 2.43 y la mezcla 2.28. del Proctor se obtuvo la humedad máxima de 18.80% y de la mezcla la humedad óptima fue de 19.40%. el CBR. Del suelo natural salió un 1.93% y con la mezcla adicionando un 5% el CBR se obtuvo 54%, también lograron determinar una losa de concreto de espesor igual a 11cm mientras que en la presente investigación se determinó un espesor de 21 cm, ambos resultados fueron hallados a través de la metodología AASHTO 93.

(Quispe, 2020) En su tesis realizó una estabilización con cemento reciclado al 2%, 4%, y 6%, encontrando que el material de la base tenía una densidad máxima de 2.303 g/cm³, el contenido de humedad de 6.9% y el grado de compactación de 95.44%. El material de la base con el 2% de cemento reciclado tuvo una densidad máxima de 2.375 g/cm³, el contenido de humedad de 6.4% y el grado de compactación de 95.70%. El material de la base con el 4% de cemento reciclado tuvo una densidad máxima de 2.445 g/cm³, el contenido de humedad de 5.7% y el grado de compactación de 95.93%. El material de la base con el 6% de cemento reciclado tuvo una densidad máxima de 2.428 g/cm³, el contenido de humedad de 4.8% y el grado de compactación de 95.44%. Con respecto a la presente investigación

existen diferencias ya que a pesar de que ambos traten de un mejoramiento, estos se hicieron con diferente estabilizador, sin embargo, se puede evidenciar una similitud en las cantidades optimas de aditivo estabilizador necesario (6%) para alcanzar los márgenes solicitados por la norma ce.020 de estabilización de suelos.

(Guevara, 2020). En su investigación trabajó en una zona accidentada con pendiente del 5%, en su estudio de suelos se encontró que el lugar objeto de estudio se trataba de un suelo arcilloso y de baja plasticidad, determinaron una velocidad de 30 Km/h, y un ancho de calzada de 6m, bermas de 0.50m y un bombeo de 2% .En relación a la presente investigación se resalta la coincidencia en las dimensiones del ancho de la calzada, las bermas y el bombeo sin embargo a diferencia de la investigación de Guevara 2020, se trabajó con un una velocidad de 40km/h y sobre un suelo donde predominan las arenas.

(De La Cruz y Salcedo, 2016) en su investigación Obtuvieron como resultado un CBR de 95 %, al aplicarlo al aditivo con 6 combinaciones de base se tomó 1 litro por 15 m³, con la combinación 1 litro por 11 m³ se obtiene un 38.55 %. También realizaron un cálculo para un diseño de pavimento rígido, con suelo natural y con suelo estabilizado donde la diferencia de la losa de concreto se reduce de 12 cm a 7 cm y la subbase pasa de 20cm a 10 cm cuando se usa el aditivo estabilizador. En relación a la presente investigación se coincide en que el uso de aditivos estabilizadores influye de buena manera y de forma positiva en el diseño de las capas estructurales de los pavimentos.

(Ortiz y Tocto, 2019). En su investigación utilizaron el método AASHTO 93 para su diseño de pavimento rígido, en el estudio de suelos los resultados obtenidos fueron “SC” arenas arcillosas de textura firme húmeda, “SP” arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos y “SM” arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduada, un CBR de 8.5% al 95%, de los cálculos se obtuvo una resistencia de $f'210$ kg/cm² con un espesor de 0.15 m. En relación a la presente investigación se puede afirmar que se utilizó el

mismo método para el cálculo de los espesores de pavimento rígido considerando una resistencia a la compresión del concreto de f'_{280} kg/cm² y obteniendo un espesor de la losa de concreto de 21 cm y una subbase de afirmado de 15 cm. A pesar de tener similitud en las características del terreno, los resultados de los autores Ortiz y Tocto difieren de los presentados en esta investigación debido a las diferencias en el tráfico.

Amambal, (2017). En su estudio de tráfico determinó un IMDA de 502 vehículos, en su estudio topográfico arrojó pendientes de 0.03 – 3.4%, el levantamiento se realizó en 13 calles; en el estudio de suelos dio un CBR de 30.86 y 42.62. y un material clasificado como grava limo arcillosa con arena; siguiendo los lineamientos de la DG-2018 determinaron un bombeo de 2% y la velocidad de 40 Km/h. En comparación a la presente investigación se puede afirmar que el CBR del material no cumplía con lo requerido en la norma y por lo tanto se tuvo que buscar un lugar cercano de donde tomar material de préstamo e iniciar un proceso de mejoramiento de este para elevar su % de CBR inicial que era de 16% y elevarlo a 41% a través de agregarle 6% de cal. En el diseño geométrico se consideraron parámetros similares debido a que ambas investigaciones se realizaron en un terreno con bajas pendientes, en ese sentido.

Del Rio, (2017) en su estudio determinó un CBR de 9.52% lo cual lo clasifica como un suelo regular, con predominancia de limos arcillosos, sus límites de consistencia fueron: El L.L fue de 29.4, L.P obtuvo un valor de 16 y un I.P de 13.4. Por otro lado, la presente investigación coincide en el valor del porcentaje de CBR teniendo un 9% sin embargo si existe una mayor diferencia en sus límites de consistencia, los límites plásticos varían en un intervalo de 14.81% hasta 17.09% en tres de las cinco muestras, en las otras dos no presentan, los límites plásticos lo hacen en intervalos de 6.81% hasta 6.72% y el índice de plasticidad varía entre 8% y 10.37%.

Yacupaico, (2020). En su estudio realizó su levantamiento topográfico a un área de 3.45 ha. en el cual se llegó a determinar pendientes de hasta 3.00%, en su diseño geométrico consideró un bombeo de 2%; en el estudio de tráfico se determinó un diseño para 20 años y el IMDA es de 154 veh/día, el estudio de suelos se hizo con 7 calicatas, dio un CBR de 6.9%, En comparación a la presente investigación se notan valores relativamente similares en el diseño geométrico sin embargo cabe resaltar que el estudio de Yacupaico se trata de un diseño de infraestructura vial urbana y es regido por una norma técnica distinta al que se usó en la presente investigación por tratarse de una carretera.

Marvin y Billy, (2019). En su investigación consideraron para su diseño geométrico una velocidad igual a 40km/h, y posteriormente un ancho de la calzada de 6.60m, bombeo de 2.5%, 0.50m de berma. Estos resultados tienen cierta similitud con los encontrados en la presente investigación ya que se consideró la misma velocidad de diseño debido a que ambas investigaciones tienen relieves similares, sin embargo, se tomaron valores para el bombeo de 2% y para el ancho de la calzada 6 m. Estos valores se encuentran establecidos en el manual de diseño geométrico DG 2018, se colocó una berma de 0.50 a cada lado de la calzada según los lineamientos indicados en el manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Neira y Rebaza, (2020). En su estudio realizó un diseño estructural del pavimento flexible a través método de AASHTO 93, donde se obtuvieron los espesores de la base, sub base y carpeta asfáltica iguales a 20 cm, 20cm y 8 cm respectivamente además en su estudio de suelos salió un CBR de 11.28% el cual le permitió cumplir con lo mínimo que establece la norma y no necesitó hacer un mejoramiento de la subrasante, con el estudio de tráfico dio un IDMA de 96 veh/día. En comparación a los resultados que se obtuvieron en la investigación se diferencia una leve variación en el porcentaje de CBR el cual se encontró en un 9% clasificándose como un suelo regular y que no necesita mejoramiento. El diseño de pavimento se hizo con el mismo método AASHTO

93 pero siguiendo lo indicado en su apartado correspondiente a pavimentos rígidos.

Las limitaciones que se presentaron en el proceso de desarrollo de la presente investigación tuvieron lugar debido a las exigentes restricciones ocasionadas por el Covid 19, las cuales no permitieron el uso de los laboratorios con los que cuenta nuestra casa de estudios, asimismo, en laboratorios particulares tampoco se nos fue permitido presenciar la realización de los ensayos de laboratorio, sin embargo a pesar de las dificultades anteriormente mencionadas se logró cumplir con todos los objetivos trasados al inicio de la investigación. En esta investigación se comparte información importante para el desarrollo de proyectos de infraestructura vial con la finalidad que los resultados obtenidos sean usados en futuras investigaciones o ejecución del proyecto, colaborando con el desarrollo vial de la provincia e incentivando a que otros investigadores puedan ahondar más en la investigación.

El mejoramiento y diseño de infraestructura vial de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, se encuentra ubicado en la provincia y distrito de Virú. Se cumplió con cada uno de los estudios indicados en las normas dentro de las cuales se encuentra enmarcado el proyecto.

Finalmente, los resultados aquí presentados cumplen con todo lo establecido en las normas brindadas por el ministerio de transportes y comunicaciones. Todos los estudios fueron realizados secuencialmente desde el levantamiento topográfico hasta el diseño final del pavimento para que de esta manera se pueda concretar íntegramente en la investigación.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó un mejoramiento al material de la base y se diseñó la infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Viru, la metodología que utilizo para el diseño es AASHTO 93 para el pavimento rígido, utilizando y respetando las normas DG-2018, el Manual de Carreteras del MTC, manual de mecánica de suelos y cimentaciones y para el mejoramiento del material se realizó en función a la norma CE020.
Estabilización de suelos y taludes.
- Se realizó un levantamiento topográfico de la vía que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Viru, haciendo uso del método de la fotogrametría, los instrumentos que se utilizó fueron GPS con lo que se tomó las coordenadas, estación total, nivel topográfico y un Drone con el que se hizo el registro fotográfico, los datos fueron procesados en los softwares Agisoft Photoscan, Autodesk Recap, Civil 3D obteniendo finalmente la superficie del terreno, las curvas de nivel, perfil, etc.
- Se realizó un mejoramiento al material extraído de la zona “El Barrio” que se usara como base para la carretera, adicionando la cal para mejorar su resistencia, por ello se realizaron los ensayos correspondientes a la muestra con los porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% de cal, dado que con el 6% se logró aumentar la resistencia como también incrementar el CBR a 41.10%.
- Se elaboró un diseño geométrico de la vía donde se tomó como guía la norma de diseño geométrico DG 2018, donde se definió una carretera de tercera clase por la cantidad de vehículos que pasan por día, con una velocidad de diseño de 40 km/h, un bombeo de 2%, con un ancho de calzada de 3 m por carril, con una berma de 0.50 de acuerdo a la velocidad y peralte máximo de 8% y los demás parámetros establecidos para asegurar un diseño apropiado.
- Se realizó un estudio de Mecánica de Suelos donde se hizo las excavaciones de 5 calicatas de 1.50 m de profundidad y las muestras fueron trasladados al laboratorio para los ensayos correspondientes, los resultados obtenidos del

CBR fue de 9%, no se encontró nivel freático en profundidad estudiada, se clasifica a la subrasante como regular.

- Se elaboró el diseño de pavimento rígido en base al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos mediante el método de AASHTO 93 y la cual da como resultado los siguientes espesores, 21 cm de losa de concreto, 15 cm sub base granular.
- Se realizó un estudio de tráfico de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana obteniendo como resultado un IMDA de 186 vehículos por día, y un número de ejes equivalentes $ESAL=37771479$.

VII. RECOMENDACIONES

- A las autoridades tener en cuenta la presente investigación ya que se cumple con los diferentes criterios técnicos que establece las normas y manuales ya que los diferentes resultados obtenidos son válidos para el proyecto.
- Se recomienda a los investigadores realizar los estudios necesarios de la zona y posteriormente realizar el proceso de diseño de infraestructura vial respetando los parámetros que están definidos en los manuales, para obtener una buena estructura de pavimento, como también brindándole sus mantenimientos correspondientes y evitar deterioros en la vía, de esa manera mantendrá la vía en óptimas.
- Se recomienda al ejecutor del proyecto que durante los procesos se debe respetar los parámetros correspondientes que establece las normas y manuales, cumplir todo lo planteado en las especificaciones y planos técnicas correspondientes, y considerar la calidad de los materiales que se vayan a utilizar y la mano de obra deberá ser calificado.

REFERENCIAS

1. Fustamante. Diseño de infraestructura vial entre los caseríos la Esmeralda y Conga el Verde, distrito de Chalamarca, Cajamarca. Tesis de titulación. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
2. Castellanos Pineda. diseño de pavimento de la aldea la choleña a jabillal y puente vehicular de ingreso a san José del golfo, Guatemala. Trabajo de graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020.
3. Hernández, Mejía y Zelaya. propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador. trabajo de titulación. facultad multidisciplinaria oriental. universidad de el salvador, 2016.
4. Mendoza, Edgar. Relación entre los métodos de diseño de pavimento flexible empírico Mecanístico ASSHTO 93 y SHELL para determinar la vida útil del pavimento. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería. Universidad Ricardo Palma, 2019.
5. Rivera, Bohórquez y Fernández. Diseño y evaluación económica de una alternativa de rehabilitación en pavimento rígido para el tramo de la carrera 22 entre calles 15 y 17, localidad de Los mártires en Bogotá D.C. Trabajo de titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Católica de Colombia, 2016.
Disponible en:
<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/88409>
6. Vargas, Luis. Herramienta de cálculo complementaria a la nueva metodología de diseño mecanístico-empírico de pavimentos rígidos de Costa Rica. Trabajo final de graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad de Costa Rica, 2016.
Disponible en:
<http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/3566>
7. Sosa, Luis. Pavimento con Geo sintéticos para mejorar la resistencia en la capa estructural de la avenida Tréboles provincia y distrito de Chiclayo – Lambayeque. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44413>

8. Cachique y La Rosa. Diseño alternativo para infraestructura vial en el caserío Nueva Esperanza, distrito de Huicungo, provincia Mariscal Cáceres. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2019.
9. Guamán. Diseño Geométrico y Diseño de Pavimento de la vía Callasay – Zhordan desde abscisa 2+000 hasta 6+300. Trabajo de graduación. Unidad Académica de ingeniería, industria y construcción. Universidad católica de cuenca, 2017.
10. Altamirano y Diaz. Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Trabajo de titulación. Facultad de Ciencias e Ingenierías. universidad nacional autónoma de nicaragua UNAN-Managua, 2015.
11. Hernández, Mejía y Zelaya. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria Oriental de la Universidad del Salvador. Trabajo de graduación. facultad multidisciplinaria oriental. universidad de el salvador, 2016.
12. Quispe. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de un afirmado natural y estabilizado con cemento reciclado al 2%, 4% y 6% para base, Los Olivos – 2020. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería. Universidad privada del norte, 2020.
13. Guevara. Diseño de infraestructura vial entre los caseríos Quillinshacucho, Oxapampa, Paraguran y centro poblado Atoshaico, distrito Bambamarca, Cajamarca. tesis de titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo. 2020
14. De La Cruz y Salcedo. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huancayo – Junín. Tesis de titulación. facultad de ingeniería. universidad peruana los andes, 2016.
15. Ortiz y Tocto. Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018. Tesis de titulación. facultad de ingeniería civil. Universidad cesar vallejo, 2019.

16. Amambal. Diseño de Infraestructura Vial del Centro Poblado Pakatnamu Primera Etapa, Distrito Guadalupe, Región la Libertad. tesis de titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo. 2017.
17. Del Rio. Optimización de la estabilización de suelos arcillosos en el sector Curva del Sun – Campiña de Moche, con concreto reciclado para pavimentación, provincia de Trujillo, La Libertad. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería. Universidad cesar vallejo, 2017.
18. Yacupaico. Diseño de infraestructura vial urbana caserío Cerro Colorado, Distrito Pacanga, Provincia Chepén - La Libertad. tesis de titulación. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Cesar Vallejo. 2020.
19. Marvin y Billy. Diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo AA.HH. Fujimori-Desvió Porvenir, Distrito Chao, Provincia Viru- La Libertad. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería. Universidad cesar vallejo. 2019.
20. Neira y Rebaza. Transitabilidad vial y diseño de pavimento de la vía Panamericana Norte - anexo Huacacorral - Virú, 2020. Tesis de titulación. Facultad de ingeniería y arquitectura. Universidad cesar vallejo, 2020.
21. Quenaya y Tarrillo. diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo c.p.u. capote km 0+000 al c.p.r. Pancal km 7+000, Picsi, Lambayeque. 2018. tesis de titulación. facultad de ingeniería, arquitectura y urbanismo. universidad señor de sipan. 2019
22. Higuera. Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras: Principios fundamentales, el tránsito, factores climáticos y geotecnia vial (1ra ed.) Boyacá, Colombia: Dirección de investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 2011
23. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. 2014. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima: s.n., 2014.
24. Araujo. correlación del CBR con propiedades índices de Suelos. Seminario de investigación e innovación. facultad de ingeniería. Universidad de Piura. 2015.

25. Vega, diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). tesis de titulación. facultad de ciencias e ingeniería. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2018
26. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. 2018. Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima: s.n., 2018.
27. Ponce. drenaje de carreteras. 2017. disponible en: http://ponce.sdsu.edu/drenaje_de_carreteras_b.html.
28. Cárdenas. diseño geométrico de carreteras. – 2ª. ed. –Bogotá: eco ediciones. Biblioteca nacional de Colombia. 2013.
29. Escipión. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras dg – 2001 Ministerio de transportes y comunicaciones. Lima: s.n., 2001.
30. Manual de Diseño Geométrico INVIAS – 2008. Ministerio de Transportes y comunicaciones. Lima: s.n., 2008.
31. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. 2013. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima: s.n., 2013.
32. Márquez y Urrutia. Estudio técnico económico de las calles Mebasa – la Aguja – 26 de febrero. tesis de titulación. Facultad de ciencias e ingeniería. Universidad nacional autónoma de Nicaragua Unan-Managua. 2008.
33. Carvajal, Rincón y Zarate. Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros. Trabajo de titulación. Facultad de ingenierías. Universidad cooperativa de Colombia. 2018.
34. Cabrera y Dios. Mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada con la aplicación de cloruro de calcio en la Avenida Pradera, Urbanización la Pradera - Pimentel - Chiclayo – Lambayeque. Tesis de titulación. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad de San Martín de Porres. 2020
35. León, Diseño de Infraestructura Vial Tramo Cutervo – Valle Conday-Conga de Allanga, Distrito Cutervo, Cajamarca. Tesis de titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2020.

36. Mejía y Zavala. Diseño de infraestructura vial tramo ciudad La Peca – caserío San Martín - Cruce Sector Almendra, distrito La Peca, Amazonas. Tesis de Titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
37. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. 2016. Manual de Ensayo de Materiales - 2016. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima: s.n.2016.
38. Tuesta y Velásquez. Diseño de infraestructura vial entre los anexos de Santa María y Soscomal, distrito Pisuquia, Amazonas. Tesis de titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
39. Horna. Diseño de Infraestructura vial entre los caseríos San Felipe y Corrales, Distrito De Cutervo, Cajamarca. Tesis de Titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
40. Baldera. Diseño de infraestructura vial tramo ciudad de Mórrope - Caserío Carrizal-Caserío Annape – Distrito de Mórrope, Lambayeque Tesis de Titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2021.
41. Baldera. Diseño de infraestructura vial tramo ciudad de Bambamarca – Centro Poblado Lucmacucho, distrito Bambamarca, Cajamarca. Tesis de Titulación. Facultad de Ingeniería. Universidad Cesar Vallejo, 2020.
42. Norma CE.020 “Estabilización de suelos y taludes” del RNE, 2018. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Lima: s.n., 2018.

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE AUTORES

Nosotros, Albinco Ruiz Yeymi Tatiana y Gonzales Oribe Luis Alfonso, alumnos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, declaramos bajo Juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado “Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.”, son:

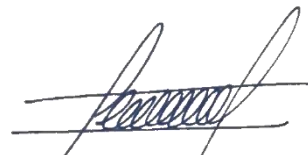
1. De nuestra autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El Trabajo de Investigación no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 13 de diciembre del 2021



Yeymi Tatiana Albinco Ruiz
DNI: 75727903



Gonzales Oribe Luis Alfonso
DNI: 71930080

Anexo 2. Declaratoria de autenticidad (asesor)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo sede Trujillo, revisor del trabajo de investigación titulada: “Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.”, de los estudiantes Albinco Ruiz Yeymi Tatiana y Gonzales Oribe Luis Alfonso, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **23%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 02 de octubre del 2021



VILLAR QUIROZ, JOSUALDO CARLOS
DNI: 40132759

Anexo 3

3.1 Matriz de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Mejoramiento	Es el proceso mediante el cual se mejoran las características de resistencia de los materiales a usarse en las distintas capas que conformarán el pavimento.	La presente investigación se realiza a través de la observación y la realización de estudios pertinentes para determinar los factores que influirán en el mejoramiento del material para la base.	Estudio de mecánica de suelos	Granulometría	R A Z O N
				Límite de consistencia	
				Proctor Modificado	
				Desgaste	
				CBR	
			Contenido de humedad		
			Mejoramiento del material a usarse en la base del pavimento.	Porcentaje de aditivo estabilizador	
Diseño de infraestructura vial	Es el proceso a través del cual se determinan las características y dimensiones de todos los componentes que conforman una estructura vial.	La presente investigación se realiza a través de la observación y la realización de estudios pertinentes para determinar las características y dimensiones de todos los	Estudio de Tráfico vehicular	Índice medio diario (IMD)	
			Estudio de topografía	Ubicación de puntos de Foto control	
				Nivelación	
				Poligonal	
				Curvas de nivel	
				Granulometría	
Límite de consistencia					

			Estudio de	Contenido de	
		componentes que conforman una estructura vial para la Carretera que une el distrito Huancaquito Alto y la Panamericana Norte, distrito y provincia de Virú.	mecánica de suelos	Humedad	
				Proctor Modificado	
				Clasificación	
				CBR	
			Diseño geométrico	Perfil longitudinal	
				Pendientes	
				Secciones	
				Elementos de Curvas	
			Diseño de pavimento rígido	Mov. de tierras	
				Espesor de la base	
			Espesor de la losa		

Anexo 3.2 Matriz de indicadores de variables

OBJETIVO ESPECÍFICO	DIMENSIONES	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA/ INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Realizar un mejoramiento del material de la subbase	Estudio de mecánica de suelos	Granulometría	Para realizar el mejoramiento se hará uso de un material de préstamo de la zona “El Barrio” el cual será enviado a un laboratorio para la determinación de sus indicadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Observación • Instrumento: Ficha resumen N° 03 y 04 	3 semanas	Ensayos de laboratorio
		Límites de consistencia				
		Proctor modificado				
		Desgaste				
		CBR				
	Contenido de humedad					
Mejoramiento del material a usarse en la base	Porcentaje de aditivo estabilizador					
Realizar un levantamiento topográfico.	Levantamiento Topográfico	Ubicación de puntos de foto control	Para realizar el levantamiento topográfico se hará uso de la fotogrametría, además de una estación total y un nivel. Los estudios de	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Observación • Instrumento: Guía de observación N° 03, 04 y 05 	1 semana	Procesamiento de imágenes e información en los softwares topcon tools, Agisoft, Autodesk Recap y Autocad civil 3D
		Nivelación				

		Poligonal	gabinete serán hechos con los softwares topcon tools, Agisoft, Autodesk Recap y Autocad civil 3D			
--	--	-----------	--	--	--	--

		Curvas de nivel				
Realizar el estudio de mecánica de suelos	Estudio de mecánica de suelos	Granulometría (%)	El estudio de suelo se realizará con el fin de determinar la capacidad portante del suelo, sus propiedades físicas, contenido de humedad, para luego de ello, realizar los respectivos ensayos de laboratorio de las muestras extraídas y finalmente analizar su clasificación SUCS y AASHTO.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Observación Instrumento: Guía de observación N° 02, ficha resumen N° 01. 	3 semanas	Ensayos de laboratorio en base a las normas ASTM, para el análisis granulométrico se usará ASTM D 422, contenido de humedad ASTM D 2216 y límite de consistencia ASTM D 4318; y el Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos
		Límites de consistencia (%)				
		Contenido de humedad (%)				
		CBR (%)				
		Proctor Modificado				
		Clasificación de suelos				

Realizar el estudio de tráfico	Estudio de tráfico	Índice Medio Diario (IMD)	Se realiza el conteo vehicular de los vehículos que transitan por el lugar de estudio con la ayuda de la Guía de observación N° 01, con el objetivo de obtener el IMD.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Observación • Instrumento: Guía de observación N° 01, ficha resumen N° 02. 	1 semana	Procesamiento de información en MS Excel mediante la tabulación.
Elaborar el diseño geométrico de la carretera que une Huancaquito Alto y la panamericana.	Diseño geométrico	Perfil Longitudinal (m)	Se realizará el diseño de la carretera tomando en consideración los parámetros que rige la norma DG 2018 del ministerio de transportes y comunicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: • Revisión documental Instrumento: Guía de observación N° 01, ficha resumen N° 01 y 02. 	1 semana	Se realizará en base a los parámetros establecidos en la norma GH. 020 componentes de Diseño Urbano, cuyos datos obtenidos serán procesados en el Software Civil 3D.
		Bombeo (%)				
		Sección transversal (m)				
		Pendientes				
		Elementos de curva				
		Movimiento de tierras (m ³)				
Señalización						

Elaborar el diseño de pavimento	Diseño de pavimento rígido	Espesor de Losa de Concreto (cm)	El diseño de pavimento será realizado con el método AASHTO 93, necesario para realizar los procedimientos requeridos y determinar los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica: Observación • Instrumento: Guía de observación N° 01, ficha resumen N° 01 y 02. Ficha de recolección de datos N° 01. 	4 días	Procedimientos de la guía del método AASHTO 93, para pavimentos flexibles.
		Espesor de la sub base				

Anexo 3.3 Matriz de consistencia

Apellidos y nombres: <ul style="list-style-type: none"> ○ Albinco Ruiz Yeymi Tatiana ○ Gonzales Oribe Luis Alfonso 					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es el mejoramiento y el diseño de la infraestructura vial de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, provincia y distrito de Virú, 2021?</p> <p>Los pobladores del distrito Huancaquito Alto no cuentan con una vía apta para su transitabilidad, dificultando que tanto las personas como la mercadería puedan trasladarse desde su distrito hasta vías principales (Panamericana Norte). Un apropiado diseño de</p>	<p>O. GENERAL: Realizar un mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana Norte en el distrito y provincia de Virú 2021</p> <p>O. ESPECIFICOS: Realizar un levantamiento topográfico para conocer la superficie del terreno de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p> <p>Realizar un mejoramiento del</p>	<p>(Guamán, 2017) en su tesis titulada “Diseño Geométrico y Diseño de Pavimento de la vía Callasay – Zhordan desde abscisa 2+000 hasta 6+300”</p> <p>(Ramos y Lozano, 2019) en su tesis titulada “Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos”</p> <p>(Guevara, 2020) en su tesis titulada “Diseño de infraestructura vial entre los caseríos Quillinshacucho, Oxapampa, Paraguran y centro poblado Atoshaico, distrito Bambamarca, Cajamarca”.</p> <p>(De la Cruz y Carranza, 2019) en su tesis titulada “Técnicas</p>	<p>El mejoramiento de diseño vial lo cumplirá con las establecido en 20 normas de Estabilización Suelos y Taludes, como en el Manual Suelos, Geología, y Geotecnia del Pavimentos de</p>	<p>Independiente</p> <p>Mejoramiento.</p> <p>Diseño de infraestructura vial</p>	<p>Enfoque de investigación</p> <p>El proyecto presenta un enfoque cuantitativo deductivo, cuenta con dos variables y se basará en la realización de cálculos para el mejoramiento del material a usarse en la base del pavimento y el diseño de una infraestructura vial. Tipo de investigación</p> <p><u>Por el propósito:</u> Aplicada</p> <p><u>Por el diseño:</u> No experimental-descriptiva</p> <p><u>Por el nivel:</u> Descriptiva</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>No experimental-descriptiva transversal Población</p> <p>Cinco kilómetros de la carretera que une el distrito de Huancaquito Alto</p>


		para el mejoramiento de base y subbase en pavimentos”	Ministerio		
--	--	---	------------	--	--

<p>infraestructura vial, es fundamental en el sistema de transporte de las naciones, el estado en el que se presente interviene de forma directa en gran parte de los costos usuario de la carretera, aumentándole cuando su estado no es óptimo.</p>	<p>material a usarse en la base para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p> <p>Elaborar el diseño geométrico de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p> <p>Realizar un estudio de suelos para conocer las características físicas de la sub rasante de la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p> <p>Elaborar un estudio de tráfico de la zona en la que se encuentra la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana,</p>	<p>(Marvin y Billy, 2019) en su tesis titulada “Diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo AA.HH. Fujimori-Desvió Porvenir, Distrito Chao, Provincia Viru- La Libertad”</p>	<p>Transportes y Comunicaciones, así también con lo estipulado en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG 2018 en la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p>	<p>con la carretera Panamericana Norte.</p> <p>Muestra</p> <p><u>Técnica de muestreo:</u> No probabilístico a través de juicio de expertos</p> <p><u>Tamaño de muestra:</u> Cinco kilómetros de la carretera que une el distrito de Huancaquito Alto con la carretera Panamericana Norte. Unidad de análisis</p> <p>Toda la muestra.</p> <p>Técnicas e instrumentos</p> <p>Técnicas</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Revisión documental ○ Observación Instrumentos ○ Guía de observación N° 1 ○ Guía de observación N° 2 ○ Guía de observación N° 3 ○ Guía de observación N° 4 ○ Guía de observación N° 5 ○ Ficha resumen N° 01 ○ Ficha resumen N° 02 ○ Ficha resumen N° 03 ○ Ficha resumen N° 04
---	---	--	--	--

	<p>Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p> <p>Realizar el diseño de pavimento rígido para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú, 2021.</p>				
--	--	--	--	--	--

Anexo 4.2 Guía de observación 2

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021.						
RESPONSABLE:					FECHA:	
SONDAJE	TIPO DE SONDAJE	PROFUNDIDAD (m)	COTA (m.s.n.m)	PROFUNDIDAD NAF (m)	PROGRESIVA	LADO
1	C 1					
2	C 2					
3	C 3					
4	C 4					
n	C 5					


Anexo 4.3 Guía de observación 3

ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA (POLIGONAL)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021.					
ESTACIÓN TOTAL:				FECHA:	
OPERADOR:				COORDENADAS UTM:	
PUNTOS	COORDENADAS		COTA	ÀNGULO	DISTANCIA
	NORTE	ESTE			
E	N	E	C	A	D
E1					
E2					
E3					
E4					
E5					
E6					
E7					
E8					
E9					
E10					
E11					


Anexo 4.4 Guía de observación 4

ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA (NIVELACIÓN)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021					
NIVEL:			FECHA:		
OPERADOR:					
IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 0.0					
PC - 1					
PC - 2					
PC - 3					
BM- 0.5					
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 0.5					
PC - 1					
PC - 2					
PC - 3					
BM- 0.0					

Anexo 4.5 Guía de observación 5

ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA (PUNTOS DE FOTOCONTROL)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021.			
ESTACIÓN TOTAL:		FECHA:	
OPERADOR:		COORDENADAS UTM:	
PUNTOS	COORDENADAS		COTA
	NORTE	ESTE	
PFC	N	E	C
PFC 1			
PFC 2			
PFC 3			
PFC 4			
PFC 5			
PFC 6			
PFC 7			
PFC 8			
PFC 9			
PFC 10			
PFC 11			

Anexo 4.9 Ficha resumen N° 04


Proyecto:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021.	
Autores:		
Fecha:		

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL		
TIPO DE VEHÍCULO	IMDa	DISTRIBUCIÓN (%)
TOTAL		

Anexo 5 Validez y confiabilidad de los instrumentos Anexo

5.1 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021	
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial	
Apellidos y nombres del experto:		
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?			
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?			
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?			
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?			
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?			
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?			
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?			
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?			

Sugerencias:


CIP:

Anexo 6: Instrumentos de recolección de datos completos

Anexo 4.8 Guía de observación 4

ESTUDIO DE TOPOGRAFÍA (NIVELACIÓN)

Tabla 68. Nivelación ida y vuelta

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021					
NIVEL:			FECHA:		20/09/2021
OPERADOR:		Tec. Luis Cruzado Zavaleta			
IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 0.0	0.541	50.415		49.874	
PC - 1	0.452	49.664	1.203	49.212	
PC – 2	0.485	48.997	1.152	48.512	
PC – 3	0.397	48.364	1.030	47.967	
BM– 0.5			1.254	47.110	
	1.875	-	4.639		
		2.764			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 0.5	1.123	48.233		47.110	
PC - 1	1.025	48.770	0.488	47.745	
PC – 2	1.001	49.206	0.565	48.205	
PC – 3	1.270	50.024	0.452	48.754	
BM- 0.0			0.152	49.872	
	4.419	-	1.657		
		2.762			

PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 0.5	0.512	47.622		47.110	
PC - 1	0.432	46.734	1.320	46.302	
PC – 2	0.471	45.753	1.452	45.282	
PC – 3	0.385	45.015	1.123	44.630	
BM– 1.0			1.619	43.396	
	1.800	-	5.514		
		3.714			
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 1.0	1.132	44.528		43.396	
PC - 1	1.564	45.614	0.478	44.050	
PC – 2	1.652	46.711	0.555	45.059	
PC – 3	1.021	47.120	0.612	46.099	
BM- 0.5			0.013	47.107	
	5.369	-	1.658		
		3.711			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 1.0	1.320	44.716		43.396	
PC - 1	1.123	45.327	0.512	44.204	
PC – 2	1.123	45.796	0.654	44.673	
PC – 3	0.904	46.229	0.471	45.325	
PC – 4	1.021	46.465	0.785	45.444	
BM– 1.5			0.545	45.920	

	5.491	-	2.967		
		-2.524			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 1.5	0.478	46.398		45.920	
PC - 1	0.555	46.097	0.856	45.542	
PC – 2	0.612	45.675	1.034	45.063	
PC – 3	0.650	45.260	1.065	44.610	
PC – 4	0.013	44.250	1.023	44.237	
BM- 1.0			0.856	43.394	
	2.308	-	4.834		
		-2.526			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 1.5	0.512	46.432		45.920	
PC - 1	0.546	45.993	0.985	45.447	
PC – 2	0.546	45.559	0.980	45.013	
PC – 3	0.545	45.254	0.850	44.709	
BM– 2.0			0.875	44.379	
	2.149	-	3.690		
		1.541			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 2.0	0.856	45.235		44.379	
PC - 1	1.034	45.791	0.478	44.757	
PC – 2	1.065	46.301	0.555	45.236	

PC – 3	0.856	46.545	0.612	45.689	
BM- 1.5			0.630	45.915	
	3.811	-	2.275		
		1.536			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 2.0	0.210	44.589		44.379	
PC - 1	0.132	43.521	1.200	43.389	
PC – 2	0.210	42.611	1.120	42.401	
PC – 3	0.121	41.600	1.132	41.479	
BM– 2.5			1.330	40.270	
	0.673	-	4.782		
		4.109			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 2.0	1.132	41.402		40.270	
PC - 1	1.100	42.378	0.124	41.278	
PC – 2	1.200	43.477	0.101	42.277	
PC – 3	1.120	44.387	0.210	43.267	
BM- 2.5			0.005	44.382	
	4.552	-	0.440		
		4.112			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 2.5	0.650	40.920		40.270	
PC - 1	0.245	40.033	1.132	39.788	
PC - 2	0.500	39.388	1.145	38.888	
PC - 3	0.240	38.608	1.020	38.368	
BM- 3.0			1.210	37.398	
	1.635	-	4.507		
		2.872			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 3.0	1.145	38.543		37.398	
PC - 1	1.210	39.563	0.190	38.353	
PC - 2	1.023	40.066	0.520	39.043	
PC - 3	1.320	40.918	0.468	39.598	
BM- 2.5			0.652	40.266	
	4.698	-	1.830		
		2.868			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 3.0	0.540	37.938		37.398	
PC - 1	0.500	37.453	0.985	36.953	
PC - 2	0.352	36.795	1.010	36.443	
PC - 3	0.601	36.451	0.945	35.850	
PC - 4	0.545	36.180	0.816	35.635	

BM- 3.5			1.021	35.159	
	2.538	-	4.777		
		2.239			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 3.5	1.020	36.179		35.159	
PC - 1	1.250	36.579	0.850	35.329	
PC - 2	1.658	37.615	0.622	35.957	
PC - 3	1.254	38.655	0.214	37.401	
PC - 4	0.885	38.917	0.623	38.032	
BM- 3.0			1.520	37.397	
	6.067	-	3.829		
		2.238			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 3.5	0.254	35.413		35.159	
PC - 1	0.542	34.838	1.117	34.296	
PC - 2	0.452	34.270	1.020	33.818	
PC - 3	0.540	33.852	0.958	33.312	
BM- 4.0			1.012	32.840	
	1.788	-	4.107		
		2.319			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 4.0	0.912	33.752		32.840	
PC - 1	1.014	34.516	0.250	33.502	
PC - 2	0.865	35.056	0.326	34.191	

PC – 3	0.899	35.610	0.345	34.711	
BM- 3.5			0.452	35.158	
	3.690	-	1.373		
		2.317			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 4.0	0.564	33.404		32.840	
PC - 1	0.632	33.051	0.985	32.419	
PC – 2	0.580	32.777	0.854	32.197	
PC – 3	0.366	32.185	0.958	31.819	
BM– 4.5			1.210	30.975	
	2.142	-	4.007		
		1.865			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 4.5	1.120	32.095		30.975	
PC - 1	1.210	32.794	0.511	31.584	
PC – 2	1.000	33.205	0.589	32.205	
PC – 3	0.989	33.440	0.754	32.451	
BM- 4.0			0.601	32.839	
	4.319	-	2.455		
		1.864			

IDA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 4.5	0.452	31.427		30.975	
PC - 1	0.583	30.810	1.200	30.227	
PC – 2	0.532	30.132	1.210	29.600	
PC – 3	0.850	29.982	1.000	29.132	
PC – 4	0.750	29.747	0.985	28.997	
BM– 1.0			1.012	28.735	
	3.167	-	5.407		
		2.240			
VUELTA					
PTO	VA	ALT.	VD	COTA	OBS
BM- 5.0	1.320	30.055		28.735	
PC - 1	1.110	30.380	0.785	29.270	
PC – 2	1.152	31.045	0.487	29.893	
PC – 3	0.978	31.258	0.765	30.280	
PC – 4	1.032	31.632	0.658	30.600	
BM- 0.5			0.658	30.974	
	5.592	-	3.353		
		2.239			

Anexo 7. Estudio de tráfico

Tabla 69. Factor camión de vehículos

TIPO DE VEHÍCULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. RÍGIDO	f. IMDA RÍGIDO
		2025	EJE	LLANTAS	EJE Tn		
VEHICULOS LIGEROS	Autos	33.22	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01449885
		33.22	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01449885
	S. Wagon	4.15	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00181236
		4.15	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00181236
	Pick Up	24.92	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01087414
		24.92	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.01087414
	Panel	7.27	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00317162
		7.27	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00317162
	Rural	8.31	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00362471
		8.31	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00362471
	Micros	2.08	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00090618
		2.08	SIMPLE	2	1	0.00043639	0.00090618
OMNIBUS	2E	2.17	SIMPLE	2	7	3.33482627	2.7679697
		2.17	SIMPLE	4	11		7.25208219
CAMIÓN	2E	35.88	SIMPLE	2	7	1.27283418	45.6715
		35.88	SIMPLE	4	11	3.33482627	119.659356
	3E	17.40	SIMPLE	2	7	1.27283418	22.1437576
		17.40	TANDEM	8	18	3.45800441	60.1596129
	4E	15.22	SIMPLE	2	7	1.27283418	19.3757879
		15.22	TRIDEM	10	23	3.68535214	56.1004746
SEMITRAYLERS	2S1	8.70	SIMPLE	2	7	1.27283418	11.0718788
		8.70	SIMPLE	4	11	3.33482627	29.0083288
		8.70	SIMPLE	4	11	3.33482627	29.0083288
	2S2	5.44	SIMPLE	2	7	1.27283418	6.91992424
		5.44	SIMPLE	4	11	3.33482627	18.1302055
		5.44	TANDEM	8	18	3.45800441	18.799879
	2S3	4.35	SIMPLE	2	7	1.27283418	5.5359394
		4.35	SIMPLE	4	11	3.33482627	14.5041644
		4.35	TRIDEM	12	25	4.16493128	18.1145412
	3S1	3.26	SIMPLE	2	7	1.27283418	4.15195455
		3.26	TANDEM	8	18	3.45800441	11.2799274
		3.26	SIMPLE	4	11	3.33482627	10.8781233
	3S2	5.44	SIMPLE	2	7	1.27283418	6.91992424
		5.44	TANDEM	8	18	3.45800441	18.799879
		5.44	TANDEM	8	18	1.27283418	18.799879
	>=S3	3.26	SIMPLE	2	7	3.45800441	4.15195455
		3.26	TANDEM	8	18	4.16493128	11.2799274
		3.26	TRIDEM	12	25	1.27283418	13.5859059
TRAYLERS	2T2	4.35	SIMPLE	2	7		5.5359394



	4.35	SIMPLE	4	11	3.33482627	14.5041644
	4.35	SIMPLE	4	11	3.33482627	14.5041644
	4.35	SIMPLE	4	11	3.33482627	14.5041644
2T3	4.35	SIMPLE	2	7	1.27283418	14.5041644
	4.35	SIMPLE	4	11	3.33482627	5.5359394
	4.35	SIMPLE	4	11	3.45800441	14.5041644
	4.35	TANDEM	8	18	1.27283418	14.5041644
3T2	4.35	SIMPLE	2	7	3.45800441	15.0399032
	4.35	TANDEM	8	18	3.33482627	5.5359394
	4.35	SIMPLE	4	11	1.27283418	15.0399032
	4.35	SIMPLE	4	11	3.45800441	15.0399032
>=3T3	4.35	SIMPLE	2	7	3.33482627	14.5041644
	4.35	TANDEM	8	18	3.45800441	14.5041644
	4.35	SIMPLE	4	11		5.5359394
	4.35	TANDEM	8	18		15.0399032
						14.5041644
						15.0399032

Anexo 7.2 Límites de consistencia

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	3	4	
Tarro + Suelo húmedo. (g)	31.81	29.12	
Tarro + Suelo seco (g)	30.48	28.11	
Peso Agua (g)	1.33	1.01	
Peso del Tarro (g)	23.41	22.69	
Peso del suelo seco (g)	7.07	5.42	
Humedad (%)	18.81	18.63	
Limite Plástico (%)	18.72		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	5	6	7
Número de Golpes	19	24	32
Peso tarro + suelo húmedo (g)	51.64	49.69	48.82
Peso tarro+suelo seco (g)	45.67	44.85	44.29
Peso del Agua (g)	5.97	4.84	4.53
Peso del tarro (g)	32.44	33.74	33.49
Peso del suelo seco (%)	13.23	11.11	10.8
Humedad (%)	45.12	43.56	41.94
Limite Liquido (%)	43.30		


Anexo 8. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Anexo 8.1 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021			
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y nombres del experto:	Villar Quiroz, Josualdo Carlos			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
				
CIP: 106997				

8.2 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021	
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial	
Apellidos y nombres del experto:	Horna Araujo, Luis Alberto	
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		


Sugerencias: _____



Luis Alberto Horna Araujo
 ING. CIVIL
 CIP. 24002

8.3 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021	
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial	
Apellidos y nombres del experto:	Raul Victor Flores Acuña	
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial	

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.



Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:




 Raul Victor Flores Acuña
 ING. CIVIL
 C. R. C. 12345

FIRMA



8.4 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021			
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y nombres del experto:	Cesar Abel Carrasco Torres.			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
 Cesar Abel Carrasco Torres ING. CIVIL R. C.I.P. 69471				
FIRMA				

8.5 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021			
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y nombres del experto:	Santos Hermenegildo Montilla			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
 Santos A. Hermenegildo Montilla ING. CIVIL U.C.V.				
_____ FIRMA				

8.6 Matriz para evaluación de expertos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la Carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú 2021			
Línea de investigación:	Diseño de Infraestructura Vial			
Apellidos y nombres del experto:	<i>Victor Tenorio Flores</i>			
El instrumento de medición pertenece a la variable:	Diseño de infraestructura vial			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
Sugerencias:				
 _____ Alberto Tenorio Flores ING. CIVIL CIP 123456				

9. Estudio de Mecánica de Suelos



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (EMS) CON FINES DE PAVIMENTACION



OBRA:

MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) – HUANCAQUITO ALTO – A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOLICITANTE:

CORPORACION JJRD S.A.C.

UBICACIÓN:

LUGAR	Huancaquito Alto
DISTRITO	Viru
PROVINCIA	VIRU
DEPARTAMENTO	LA LIBERTAD

MARZO del 2021

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
[Firma]
ING. DUSTIN HUBER WARTELL
CIP. 148105



INDICE

1.0	Generalidades.....	3
1.1	Objetivo Del Estudio.....	3
1.2	Noormatividad.....	3
1.3	Ubicación y descripción del Área de Estudio.....	3
1.4	Características generales de la obra.....	4
1.5	Conclusiones generales del estudio.....	4
2.0	Investigaciones de Campo.....	5
2.1	Justificación de la Cantidad de Exploraciones.....	5
2.2	Profundidad mínima de investigación.....	7
2.3	Sondajes realizados.....	8
2.4	Ensayos de Laboratorio.....	8
3.0	Perfiles Estratigráficos.....	8
3.1	Resumen de estratos.....	8
3.2	Nivel Freático.....	9
4.0	Análisis del Tráfico y Cálculo de Capacidad de Soporte de la Sub-rasante.....	9
4.1	Análisis del Tráfico.....	9
4.2	Capacidad de Soporte de la sub-rasante.....	10
5.0	Diseño del Pavimento.....	11
5.1	Módulo Resiliente.....	11
5.2	Metodología de Diseño.....	12
5.3	Parámetros de diseño.....	12
5.4	Espesores del pavimento.....	13
5.5	Especificaciones Técnicas.....	14
6.0	Conclusiones y Recomendaciones.....	17
6.1	Conclusiones.....	17
6.2	Recomendaciones.....	18


ING. DR. MARÍA HUERTAS MARTELL
C.I.P. 148158



INFORME TECNICO

1.0 Generalidades

1.1. Objetivo Del Estudio

El objetivo del presente Informe Técnico, es realizar un Estudio de Suelos con fines de pavimentación para la obra denominada: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) – HUANCAQUITO ALTO – A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Inspección y evaluación visual del área de estudio.
- Exploraciones de campo.
- Ensayos de laboratorio.
- Determinación de la resistencia de los suelos (Ensayo de CBR).
- Determinación de espesores del pavimento a proyectar.
- Conclusiones y recomendaciones.

1.2. Normatividad

Los trabajos de investigación se han realizado según el Manual de Carreteras del Perú, la cual se basa en la aplicación de la Mecánica de Suelos que indica ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de sistemas de carga.

1.3. Ubicación y descripción del Área de Estudio

El área de estudio está ubicada en Huancaquito Alto, distrito de Viru, provincia de Viru, región de La Libertad.

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. CECILIA HUERTAS MARTEL
CIP. 148105

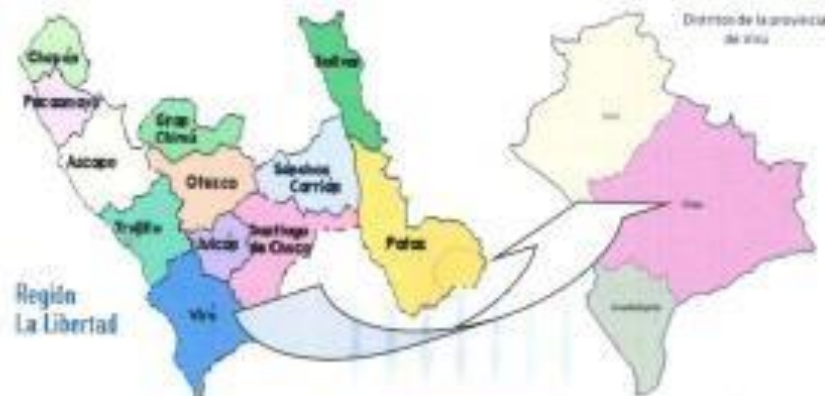


Figura 1.1 Mapa político del terreno en estudio (fuente: GOOGLE)

1.4. Características generales de la obra

La obra en estudio posee una longitud total de 4.7 km, donde se proyecta pavimentar la zona señalada en el proyecto general, para lo cual realizaron los trabajos correspondientes.

Tabla 1.1 Características generales de la obra proyectada (Fuente: Solicitante)

Dato	Condición
Tipo de Pavimento	Flexible
Longitud y/o Área del proyecto	4.7 km

1.5. Conclusiones generales del estudio

Se realizaron ensayos estándar de laboratorio y de campo con fines de identificación y clasificación, así como ensayos de resistencia (C.B.R.), comprobando in situ que en el terreno donde se construirá esta pavimentación, existe un material de relleno inorgánico de color beige oscuro en un espesor promedio de 0.50 m.

Para el cálculo de los espesores del pavimento se tomó el suelo el cual lo constituye una arcilla ligeramente plástica (A-4(4), de acuerdo al o al AASHTO) que se encuentra en estado semi denso, de partículas de forma sub angulosas. En base a las

ING. JOSÉ CRISTINA HUERTAS MOTTLE
CIP 148135



propiedades de las sub rasante y aplicando la metodología del AASTHO y recomendaciones del Manual de Carreteras, se obtuvo los siguientes espesores para el pavimento proyectado.

Tabla 1.2 Espesores del Pavimento Flexible proyectado (fuente: propia)

Pavimento	Espesor (cm)	Observación
Carpeta Asfáltica	5.00	Pavimento en caliente
Base	25.00	Ver especificaciones técnicas
Sub base	20.00	Ver especificaciones técnicas
Over side	20.00	De 2 a 6 pulg.
Total	70.00	

2.0 Investigaciones de Campo

2.1. Justificación de la Cantidad de Exploraciones

El alcance de las investigaciones de campo debería ser apropiados para el tamaño e importancia de la obra a proyectar, además de satisfacer la complejidad de las características locales. El programa de exploración, así como la determinación de los ensayos de laboratorio, se han guiado por los requerimientos y condiciones específicos del sitio, así como las normativas que se señalaran a continuación.


ING. JUAN CRISTÓBAL HUERTAS BARTOLI
C.I.P. 148108



Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas, carreteras de MCA mayor de 6000 vehículos de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x 1m x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x 1m x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 5 calicatas x 1m x sentido 	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Dúplex o Multicarril: carreteras de MCA entre 6000 y 4000 vehículos de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x 1m x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x 1m x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 4 calicatas x 1m x sentido 	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un MCA entre 4000-2000 vehículos de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x 1m 	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un MCA entre 2000-400 vehículos de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x 1m 	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un MCA entre 400-200 vehículos de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x 1m 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico: carreteras con un MCA < 200 vehículos de una calzada	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calzada x 1m 	

Fuente: Tabulación propia basada en el Tipo de Carretera establecido en la Norma E-030-2008-01-14 y el Manual Técnico de Materiales del Perú.

Figura 2.1 Número de calicatas para exploración de suelos (Fuente: cuadro 4.1 de la sección de Suelos y Pavimentos del manual de Carreteras del Perú)

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
Jose Cristhian Huertas Bartoli
ING. JOSE CRISTHIAN HUERTAS BARTOLI
C.I.P. 148105



Tipo de Carretera	N° M y CBR
Autopistas, carreteras de IMDA mayor de 6000 vehículos de tránsito diario, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Carretera 2 carriles por sentido: 1 M, cada 2 km y sentido y 1 CBR cada 1 km y sentido • Carretera 3 carriles por sentido: 1 M, cada 2 km y sentido y 1 CBR cada 1 km y sentido • Carretera 4 carriles por sentido: 1 M, cada 1 km y 1 CBR cada 1 km y sentido
Carreteras Quince o Multicarril, carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 vehículos de tránsito diario, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Carretera 2 carriles por sentido: 1 M, cada 1 km y sentido y 1 CBR cada 1 km y sentido • Carretera 3 carriles por sentido: 1 M, cada 2 km y sentido y 1 CBR cada 1 km y sentido • Carretera 4 carriles por sentido: 1 M, cada 1 km y 1 CBR cada 1 km y sentido
Carreteras de Primera Clase, carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 vehículos de una carpeta de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • 1 M, cada 1 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segundo Clase, carreteras con un IMDA entre 2000 - 400 vehículos de una carpeta de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.0 km se realizará un CBR • 21
Carreteras de Tercera Clase, carreteras con un IMDA entre 400 - 200 vehículos de una carpeta de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2.0 km se realizará un CBR • 21
Carreteras con un IMDA < 200 vehículos de una carpeta	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3.0 km se realizará un CBR

Figura 2.2 Número mínimo de ensayos de CBR (Fuente: Cuadro 4.2 de la sección de Suelos y Pavimentos del manual de Carreteras del Perú)

Debido al tipo de vía y el tráfico proyectado, se realizaron 05 puntos de investigaciones, siendo este el número mínimo de exploraciones recomendados por la norma.

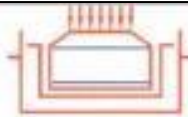
2.2. Profundidad mínima de investigación

La profundidad mínima de las investigaciones de campo estará de acuerdo a las disposiciones de la normativa peruana para este tipo de estudios, los cuales se muestran a continuación.

3.2.5	<p>La profundidad mínima de investigación será de 1.50 m por debajo de la cota de rasante final de la vía.</p> <p>Si dentro de la profundidad explorada se encontraran suelos blandos o altamente compresibles, la profundidad de investigación deberá ampliarse a criterio del PR.</p>
3.2.6	<p>Donde exista relleno no controlado se deberá investigar en todo su espesor debiendo profundizarse no menos de 0.60 m dentro del suelo natural.</p>
3.2.7	<p>Donde se encuentren macetas rocosas dentro de la profundidad de investigación, se deberá registrar su profundidad y grado de fracturamiento y estimar su resistencia a la compresión.</p>

Figura 2.3 Profundidad mínima de investigación para el caso de pavimento (fuente: Artículo 3.2.5, 3.2.6 y 3.2.7 de la norma CE.010 del RNE)

Ing. José Cristóbal Huertas Martell
ING. JOSÉ CRISTÓBAL HUERTAS MARTELL
CIP: 148108



2.3. Sondajes realizados

Se realizaron 05 sondajes de exploración subterránea, distribuidos en el terreno de acuerdo al proyecto. Las cotas del terreno están referenciadas a cotas relativas que están en función al nivel de vereda.

Tabla 2.1 Resumen de sondajes realizado en la zona en estudio

Sondaje	Tipo de Sondaje	Profundidad (m)	Cota (msnm)	Profundidad NAF (m)	Progresiva	Lado
C-1	Calicata	1.50	100.00	NP	0+483.60	Derecha
C-2	Calicata	1.50	100.00	NP	1+519.00	Derecha
C-3	Calicata	1.50	100.00	NP	2+571.20	Derecha
C-4	Calicata	1.50	100.00	NP	3+549.80	Izquierda
C-5	Calicata	1.50	100.00	NP	4+620.00	Derecha

donde

NP = No presenta

2.4. Ensayos de Laboratorio:

Se realizaron los siguientes ensayos de Laboratorio

Contenido de Humedad	NTP 339.127
Análisis Granulométrico	NTP 339.128
Clasificación Unificada de Suelos (ASTHO)	NTP 339.134
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152
Proctor Modificado	ASTM D-1557
CBR	MTC 132

3.0 Perfiles Estratigráficos

3.1. Resumen de estratos

Sobre la base de los registros de calicatas, ensayos de laboratorio e información recopilada, se han elaborado los perfiles estratigráficos:

HUEBTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. JOSÉ CRISTIAN FUENTES BARRELL
C.I.P. 148106



Tabla 3.1 Resumen de los estratos encontrados con sus principales propiedades

MUESTRA	AASHTO	Prof. (m)	Cont. De Humedad (%)	Porcentaje en Muestra de:			Límites de Consistencia		
				Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-1,M-1	A-2-4 (0)	0.25 - 1.50	8.10	7.53%	89.28%	3.20%	NP	NP	NP
C-2,M-1	A-4 (4)	0.25 - 1.50	7.80	0.29%	44.86%	54.85%	14.81%	6.81%	8.00%
C-3,M-1	A-3 (0)	0.20 - 1.50	10.11	0.00%	97.39%	2.62%	NP	NP	NP
C-4,M-1	A-4 (5)	0.25 - 1.50	8.50	0.37%	40.63%	59.00%	17.20%	6.78%	10.42%
C-5,M-1	A-4 (1)	0.20 - 1.50	9.21	0.00%	60.27%	39.74%	17.09%	6.72%	10.37%

Además, en base al número de puntos de CBR mostrados en la figura 2.2 se obtuvieron los siguientes resultados para el diseño de pavimento.

Tabla 3.2 Propiedades físicas y valores de CBR para el diseño del pavimento

Muestra	OCH (%)	MDS (g/cm ³)	CBR (%)
C-2,M-1	12.58	1.78	9

donde

OCH = Optimo Contenido de humedad

MDS = Máxima Densidad Seca

CBR = California Bearing Ratio

3.2. Nivel Freático

No se encontró a la profundidad estudiada de -1.50 metros del nivel del terreno natural (NTN), el cual fue medido en la fecha indicada en el informe.

4.0 Análisis del Tráfico y Calculo de Capacidad de Soporte de la Subrasante

4.1. Análisis del Trafico

Se realizó el cálculo del tráfico de diseño, en una carretera de similares características, considerando un factor de crecimiento anual del 5%, se obtuvieron los siguientes resultados

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
[Firma]
ING. CARLOS CASTRILLON FUERTES BUSTILLO
C.I.P. 148106



CALCULO DEL EAL:

Tipo de Vehiculo	Veh/día	Veh/año	Factor camión	F. de crec. para tasa anual de crec. de 5%	EAL
Livianos					
Autos y camionetas	75	27375	0.00004	33.06	36
De 2 ejes, 4 ruedas	50	18250	0.002	33.06	1207
De 2 ejes, 6 ruedas	25	9125	0.24	33.06	72401
De 3 ejes o más	30	10950	1.02	33.06	369247
Pesados					
Semí t. de 4 ejes	5	1825	0.48	33.06	28961
Semí t. de 5 ejes	2	730	1.17	33.06	28237
Semí t. de 6 ejes o más	1	365	1.19	33.06	14360
Total					514448

EAL (diseño): **5.14 E+05**

4.2. Capacidad de Soporte de la sub-rasante

La sub rasante es la capa superficial de terreno natural. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del pavimento, que se colocará encima.

Se considera como materiales aptos para las capas de la sub-rasante suelos con CBR mayor o igual 6%. En caso de ser menor se procederá a la estabilización de los suelos, para la cual se analizarán alternativas de solución, de acuerdo a la naturaleza del suelo, como estabilización mecánica, el reemplazo del suelo, estabilización química, estabilización con geo sintéticos, elevación de la rasante, cambiar trazo entre otros.

Según lo encontrado en campo se puede concluir lo mostrado en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Capacidad de Soporte de la Sub rasante

Muestra	CBR (%)	Categoría	Mejoramiento
C-2, M-1	9	Regular	No necesita

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. ALFONSO HERRERA MARTÍNEZ
CIP. 148105



Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Figura 4.2 Categoría de la sub-rasante en función al CBR (Fuente: Cuadro 4.11 de la sección de Suelos y Pavimentos del manual de Carreteras del Perú)

5.0 Diseño del Pavimento

El diseño del pavimento de un pavimento a nivel de Solución de Ingeniería, se efectuará con los resultados idóneos obtenidos en los ensayos de Laboratorio y en las muestras representativas tomadas, los que se convertirán en el sustento técnico para la estructura que se está definiendo como mejor alternativa.

Para efectos del diseño se ha analizado la: "Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos", la norma CE.010 de Pavimento Urbanos del RNE y los criterios de diseño de la Guía AASHTO para la definición de coeficientes estructurales de capa y el Número Estructural requerido.

5.1. Módulo Resiliente

El método de diseño de pavimentos necesita de diversos parámetros, uno de estos es el Modulo Resiliente (MR), dicho parámetro de importancia; pero debido a la especializado en la realización del ensayo, se cuenta con publicaciones donde se muestra diferentes correlaciones de MR con CBR, y para el caso del presente informe se hizo uso de la fórmula 5.1, la que es recomendada en el manual de carreteras del Perú.

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

(5.1)

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. JORGE CRISTHIAN HUERTAS MARTELL
C.I.P. 148105



Aplicando la anterior formula se obtiene lo siguiente

Tabla 5.1 Modulo Resiliente para diseño del pavimento

Muestra	CBR (%)	MR (KIP/pulg ²)
C-2,M-1	9	10.43

5.2. Metodología de Diseño

En base al pavimento proyectado se optó por usar la metodología del AASTHO 93. Este procedimiento está basado en los modelos que fueron desarrollados en función a la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la sub-rasante para cálculo de espesores.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la sub rasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido del proyecto.

$$\log W_{18} = -ZR \times S_2 + 9.36 \log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log(\Delta PSI / 4.2 - 1.5)}{0.40 (1094 / (SN+1)^{5.18})} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

Figura 5.2 Ecuacion basica para diseño de un pavimento flexible (fuente: AASTHO 93)

5.3. Parámetros de diseño

En base a la metodología utilizada para el diseño del pavimento se obtuvieron los siguientes parámetros los cuales serán utilizados en el diseño del pavimento.

Datos para el diseño del pavimento

Tipo de Carretera:	Pavimentada con bajos volúmenes
Crecimiento Anual:	5.00%
Función de la Carretera:	Colectora de tránsito
Tipo de Zona:	Urbana
Calidad de Drenaje:	Aceptable
% de Tiempo de exposición:	> 25 %
CBR sub-rasante:	9%
CBR sub base (MIN):	40%
CBR base (MIN):	80%
Periodo de Diseño (Años)	20
Numero de Ejes Equivalentes Total (W18)	8.98E+05


INGE. CRISTHIAN HUERTAS MARTELLI
CIP. 148106



Serviciabilidad Inicial (pi)	4.2
Serviciabilidad Final (pf)	2.0
Factor de Confabilidad (R)	88%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.175
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	CONDICION	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL (k)	DESCRIPCION
Capa Superficial			
Capeta Asfaltica en Caliente: modulos (300 x300 x30) P20 a 20 °C (22 %)	+	0.175 (k)	Capa Superficial recomendada para trafico en tipo de Trafico
Capeta Asfaltica en Frio: modulos asfalticos con arena	+	0.175 (k)	Capa Superficial recomendada para trafico < 1,000,000 E
Recosamiento 20 mm	+	0.125 (k)	Capa Superficial recomendada para trafico < 1,000,000 E
Transmision Superficial 10mm	+	(1)	Capa Superficial recomendada para trafico < 500,000 E. No aplica en tramos con pendiente mayor a 4% y en alas con formas pronunciadas: curvas de vientos, curvas y contravientos, y en tramos que obstruyan el frenado de vehiculos
Lechada asfaltica (brea) espesor de 12 mm	+	(1)	Capa Superficial recomendada para trafico < 500,000 E. No aplica en tramos con pendiente mayor a 4% y en tramos que obstruyan el frenado de vehiculos
(1) no se considera en la base de datos			

Figura 5.3 Valor del coeficiente estructural para la capa superficial (fuente: Cuadro 12.13 del Manual de Carreteras del Peru)

5.4. Espesores del pavimento

Con los valores de Diseño obtenidos, C.B.R. igual a 9%, un EAL de 514448 y clima de 20 grados centigrados en promedio, se obtiene el siguiente diseño para una pavimentación tipo rígido y adoquinado exige que tenga los siguientes espesores:

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

 ING. JOSE CRISTHIAN HUERTAS MARTELL
 CIP. 148105



Tabla 5.2 Espesores del Pavimento Flexible proyectado (fuente: propia)

Pavimento	Espesor (cm)	Observación
Carpeta Asfáltica	5.00	Pavimento en caliente
Base	25.00	Ver especificaciones técnicas
Sub base	20.00	Ver especificaciones técnicas
Over side	20.00	De 2 a 6 pulg.
Total	70.00	

El valor señalado para el espesor total del pavimento, se deberá considerar desde el nivel del terreno natural, esto es desde el material identificado como Arcilla Ligeramente Plástica.

Para el presente estudio se tuvo en cuenta la ubicación de la napa freática; la cual se encuentra a una profundidad mayor de 1.50 metros desde la superficie.

5.5. Especificaciones Técnicas

Tanto la base como la sub base deben cumplir ciertos parámetros mínimos, los cuales fueron asumidos en el cálculo de los espesores del pavimento, por lo que deberían ser verificados en obra para que se tenga correlación de lo supuesto en calculo con lo realizado en obra. A continuación, se presenten algunas especificaciones técnicas de la norma CE.010

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. JOSÉ CRISTINA HUERTAS MARTELL
C.I.P. 148106



a. Especificaciones técnicas para Sub base (Fuente: Norma CE.010)

Requerimientos Granulométricos para Sub-Base Granular				
Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4,75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2,0 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4,25 µm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (N° 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: Sección 303 de las EG-2000 del MTC
 * La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuyo altitud sea igual o superior a 3000 msnmm

Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular			
Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo*	
Límite Líquido	NTP 339.129:1999	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Salas Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines. 40% para pavimentos flexibles.


 ING. JOSÉ GASTÓN HUERTAS BARTELL
 CIP. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotécnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construcción

b. Especificaciones técnicas para base (Fuente: Norma CE.010)

Requerimientos Granulométricos para Base Granular				
Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 - 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4,75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2,0 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

Fuente: Sección 305 de las EG-2000 del MTC.
 * La curva de gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnmm.

Valor Relativo de Soporte, CBR NTP 339.145.1999

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular			
Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019.2002	40% máximo	
Salas Solubles	NTP 339.152.2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016.1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016.1999	---	18% máximo


 ING. JOSÉ CRISTÓBAL HUERTAS MARTELL
 CIP. 148105



Requerimientos del Agregado Fino de Base Granular			
Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.148:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0.5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	

6.0 Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

El terreno estudiado arroja los siguientes valores para ser considerados en los planos de proyecto:

- Se han ejecutado 05 calicatas de 1.50 m distribuidos en toda el área en estudio con fines de pavimentación y extracción de muestras para su análisis en laboratorio (Ver Plano de Ubicación de Calicatas en Anexos).
- La profundidad de la napa freática, NO fue encontrada a -1.50 m desde el nivel del terreno natural.
- El material de sub-rasante obtuvo un valor de CBR igual a 9%, el cual NO necesita mejoramiento o estabilización y se encuentra dentro de la categoría BUENA para ser usado como sub-rasante.

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
[Firma]
ING. JOSÉ CRISTÓBAL HUERTAS BARTOLI
CIP. 148105



Tabla 6.1 Propiedades físicas y valores de CBR para el diseño del pavimento

Muestra	OCH (%)	MDS (g/cm ³)	CBR (%)
C-1,M-1	12.58	1.78	9

- Según la metodología aplicada, las características de la sub rasante y el tráfico de diseño, se obtuvo los siguientes espesores para el pavimento proyectado.

Tabla 6.2 Espesores del Pavimento Flexible proyectado (fuente: propia)

Pavimento	Espesor (cm)	Observación
Carpeta Asfáltica	5.00	Pavimento en caliente
Base	25.00	Ver especificaciones técnicas
Sub base	20.00	Ver especificaciones técnicas
Over side	20.00	De 2 a 6 pulg.
Total	70.00	

6.2 Recomendaciones

- Las canteras de extracción de materiales que se utilizarán en este proyecto deberán satisfacer en su totalidad (previo ensayo de laboratorio), los requerimientos indicados en los diferentes cuadros que se anexan en el presente informe, los mismos que serán verificados antes de la colocación en las diferentes partidas de este proyecto.
- En los sectores de vías donde se apruebe utilizar los rellenos como subrasante, se deberán compactar estos materiales hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Próctor Modificado en un espesor como mínimo de 0,20 m.
- Es necesario que el sistema de drenaje funcione adecuadamente para asegurar que el pavimento tenga la vida útil proyectada. Se recomienda programar acciones

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. JOSÉ CASTAÑÓN HUERTAS MARTELL
CIP. 148105



periódicas de limpieza integral, mantenimiento y verificación del funcionamiento de los sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario de cada una de las vías.

- La pendiente mínima recomendada para proveer un área de circulación de rápido drenaje y secado y libre de charcos es del 1.0%. Los cambios en pendientes deben ser graduales para evitar que los vehículos dañen el pavimento.
- Se recomienda que la clave del tubo de desagüe (si existiera) tendrá que ir profundizada como mínimo a una altura de 1.20 metros, desde la superficie de la sub rasante considerada en el proyecto, dado que, a ese nivel, los incrementos de los esfuerzos producidos por las capas externas son prácticamente nulos.
- Una vez concluida esta obra de pavimentación, y después de 12 (doce) meses como mínimo, se recomienda sellar estos trabajos con la finalidad de impermeabilizar y vitalizar su superficie. Realizado este primer sellado, se deberá repetir estos trabajos en forma anual, a fin de conservarlo siempre en buen estado.

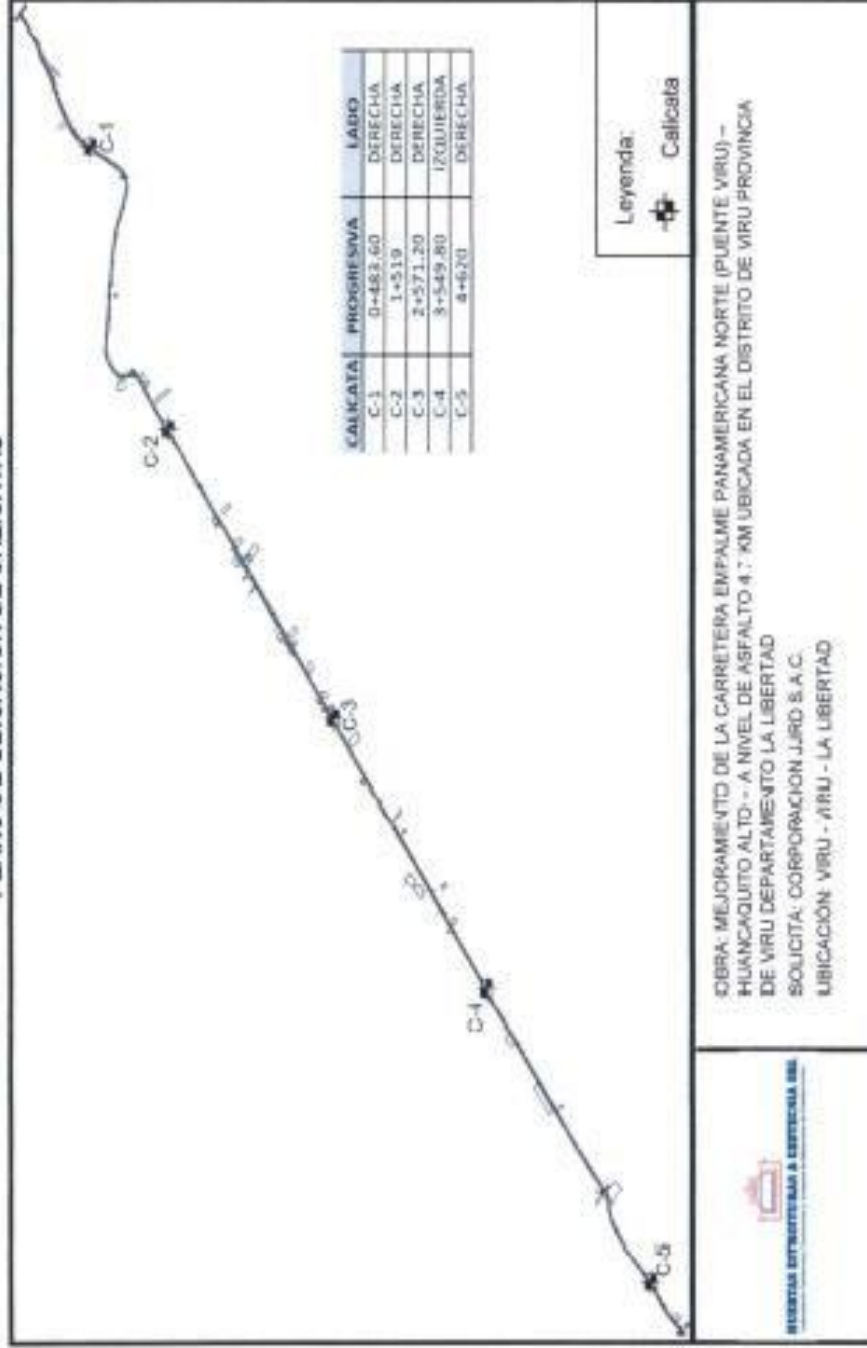
Trujillo, Marzo del 2021

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

ING. JOSÉ CRISTIAN HUERTAS MARTELL
C.I.P. 148108

ANEXOS

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



Leyenda:
 Calicata

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) – HUANCACUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION JURIDICA S.A.C.
 UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD




 INGENIERO CIVIL
 M.C. JORGE GARCIA GARCIA
 C.P. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construcción

OBRA:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	CALICATA:	C-1
	SOLICITA: CORPORACION JRD S.A.C.	COTA (m): 100.00	
UBICACIÓN:	VIRU - VIRU - LA LIBERTAD	PROF. (m): 1.50	
		NAF (m): NP	

REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripción Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-1 (100) PROGRESIVA 0+483.60						
	-0.25	0.25	MATERIAL DE RELLENO ORGANICO	(OL)		
1		1.20	ARENA UNIFORME COLOR BEIGE AMARILLENTO, ESTADO DE COMP. SEMI DENSA, ESTRUCTURA TIPO NO COHESIVA PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA	(SP)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
 ING. JOSÉ CRISTINA HUERTAS MARTEL
 CIP. 148105



OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 EM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
SOLICITA: CORPORACION JRD S.A.C
UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Prof (ml) : 0.25 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL EN SITU	Sondaje:	C-1
CLASE DE SUELO:	ARENA UNIFORME	Matriz:	M-1

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	% Acumulado	% Pasa	Especificaciones	
						Superior	Inferior
Peso Original (gr)	300.00						
Pérd. por lavado (gr)	0.40						
Peso Tamizado (gr)	193.60						
Plughuela	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	% Pasa	% Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
No 4	4.750	15.06	7.53%	7.53%	92.46%		
No 8	2.361	11.75	5.88%	13.40%	86.60%		
No 10	2.000	3.56	1.89%	15.30%	84.61%		
No 16	1.181	15.80	7.90%	23.20%	76.71%		
No 30	0.696	35.65	17.83%	41.12%	58.88%		
No 40	0.420	24.32	12.16%	53.28%	46.72%		
No 50	0.300	31.90	15.90%	69.23%	30.76%		
No 100	0.149	48.50	24.25%	93.48%	6.52%		
No 200	0.075	6.66	3.33%	96.80%	3.20%		
Plata	0.40	3.20%	100.00%	0.00%			
Sumatoria	200.00	100.00%					

Observaciones:	T. Máximo Nominal:	No 4
Limites de Consistencia:	Limite Líquido:	NP
	Limite Plástico:	NP
	Limite de Contracción:	NP
	Índice de Plasticidad:	NP
Porcentaje en muestra:	% Grava (75 a #4):	7.53%
	% Arena (#4 a #200):	89.28%
	% Finos (Menor a #200):	3.20%
Características Granulométricas:	D ₆₀ (mm):	0.63
	D ₅₀ (mm):	0.47
	D ₃₀ (mm):	0.25
	D ₁₀ (mm):	0.17
	C _u :	3.71
	C _c :	0.79
Clasificación:	SUCS:	SP
	AASHTO:	A-2-4 (0)



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
ING. JOSE CRISTIAN HUERTAS MARTELL
C.I.P. 148106



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	CALICATA:	
			C-2
SOLICITA:	CORPORACION JJRD S.A.C.	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	VIRU - VIRU - LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
		NAF (m):	NP

REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
------	----------	-----------	------------------------------	------	---------	---------

CALICATA C-2 (100) PROGRESIVA I+519

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	0.25	0.25	MATERIAL DE BILIZNO ORDINARIO	(OL)		
1		1.25	ARCILLA LIGERAMENTE PLASTICA COLOR BEIGE OSCURO, PARCIALMENTE HUMEDA, ESTRUCTURA COHESIVA, EXPONST. BLANDA, RETRAE AL SECADO.	(CL)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF - NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
 ING. JOSE CRISTHIAN HUERTAS MARTELL
 CIP. 148108



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NOROCC (PUNTE VIRU) - HUANCAYUCCO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION JIRD S.A.C.
 UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Perfil (m) : E-25 - L-30

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sedeje:	C-2
CLASE DE SUELO:	ARCILLA LEGERAMENTE PLASTICA	Muestra:	N-3

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Paso Original (gr)	200.00		Especificaciones		Límites		OBSERVACIONES:
	Peso (gr)	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	Superior	Inferior	
Peso Tamizado (gr)	199.70						T. Máximo Nominal: No 4
Peso Tamizado (gr)	90.30						Límites de Consistencia:
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%	Límite Líquido: 14.81%
Poligrama	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Límite Plástico: 8.81%
2"	50.800						Límite de Contracción: 0.23%
1.18"	38.100						Índice de Plasticidad: 8.00%
1"	25.400						Porcentaje en muestra:
3/4"	19.000						% Grava (3" a #4): 0.29%
1/2"	12.700						% Arena (#4 a #200): 44.88%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		% Finos (Menor a #200): 54.88%
No 4	4.750	0.68	0.29%	0.29%	99.71%		Características Granulométricas:
No 8	2.361	7.52	3.78%	4.06%	95.99%		D ₆₀ (mm): -
No 10	2.000	3.48	1.74%	5.79%	94.21%		D ₅₀ (mm): -
No 15	1.181	7.19	3.60%	9.39%	90.62%		D ₄₀ (mm): -
No 30	0.595	16.70	9.35%	18.74%	81.27%		D ₃₀ (mm): -
No 40	0.425	9.79	4.90%	23.63%	76.37%		D ₁₀ (mm): -
No 50	0.299	8.75	4.38%	28.01%	72.00%		Cu: -
No 100	0.149	16.50	9.25%	37.26%	62.76%		Cc: -
No 200	0.075	15.79	7.90%	45.15%	54.85%		Clasificación:
Peso	199.70	54.85%	100.00%	0.00%			SUCS: CL
Sumatoria	200.00	100.00%			Contenido de humedad (%): 7.85		AASHTO: A-4 (4)



[Signature]
 ING. JOSE CRISTINA HUERTAS MARTELL
 C.I.P. 148108



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotécnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construcción

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRI) - IBANCAQUEO ACTO - A NIVEL DE ANILLO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRI PROVINCIA DE VIRI DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION JSD S.A.C.
 UBICACION: VIRI - VIRI - LA LIBERTAD

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
 CANTERA MATERIAL IN SITU
 CLASE DE SUELO: ARCILLA LIGERAMENTE PLASTICA (CL)

Profund: 0.25 - 1.50
 Avance: C-2
 Muestra: M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

LIMITE LIQUIDO

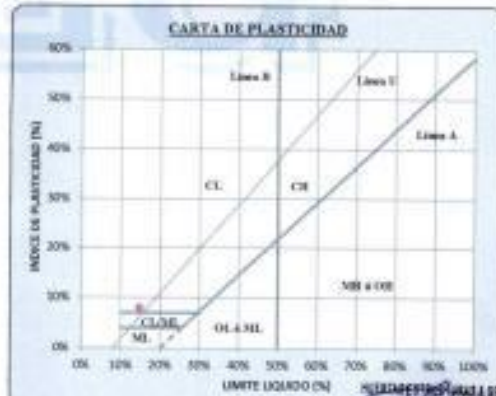
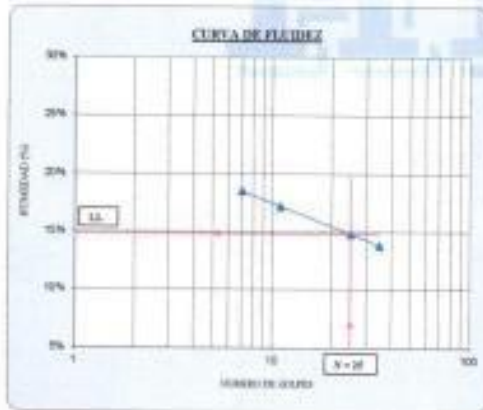
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	56.12	54.28	56.30	57.75
Tara + suelo seco	32.16	40.00	30.60	33.00
Agua	5.94	8.38	4.90	4.75
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.80
Peso del suelo seco	21.68	31.20	31.60	34.40
% Humedad	18.80%	17.23%	14.61%	13.82%
Nº golpes	7	11	25	25
LIMITE LIQUIDO	14.81%			

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.36	22.07		
Tara + suelo seco	23.15	22.78		
Agua	0.20	0.21		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	3.95	3.04		
% Humedad	6.71%	6.81%		
LIMITE PLASTICO	6.81%			

RESULTADOS:

Límite Líquido:	14.81%
Límite Plástico:	6.81%
Límite de Contracción:	0.23%
Índice de Plasticidad:	8.00%



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
 INGENIERO JOSÉ CASTRUM HUERTAS MARTEL
 C.P. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SBL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	CALICATA:	
		C-3	
SOLICITA:	CORPORACION JIRD S.A.C.	COTA (m):	100.00
UBICACIÓN:	VIRU - VIRU - LA LIBERTAD	PROF. (m):	1.50
		NAF (m):	NP

REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
------	----------	-----------	------------------------------	------	---------	---------

CALICATA C-3 (100) PROGRESIVA 2+571.20

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
1	-0.20	0.20	SEÑAL DE REFLECTORIZANTE	(OL)		
1		1.30	ARENA UNIFORME COLOR BEGE AMARELLENTO, ESTADO DE COMP. SEMI DENSA, ESTRUCTURA TIPO NO COHESIVA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA	(SP)		M-1
2						
3						
4						
5						
6			NAF - NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA.			
7						
8						

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SBL
 M. JOSÉ CRISTÓBAL HUERTAS BARTOLI
 CIP. 548104



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (FUENTE VIRU) - HUANCACHITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION JIRO S.A.C.
 UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Profund: 0.20 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondeo:	C-3
CLASE DE SUELO:	ARENA UNIFORME	Muestra:	M-1

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		Especificaciones				Límites		OBSERVACIONES:
Pénd. por lavado (gr)								
Peso Tamizado (gr)						Superior	Inferior	T. Máximo Nominal: No 10
290.00								Límites de Consistencia:
5.23								Límite Líquido: NP
194.77								Límite Plástico: NP
ABERT. MALLA		Peso Retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa Superior	% Pasa Inferior	Límite de Contracción: NP
Poligonal	mm							Índice de Plasticidad: NP
2"	50.800							Porcentaje en muestra:
1 1/2"	38.100							% Grava (2" a #4): 0.00%
1"	25.400							% Arena (#4 a #200): 97.99%
3/4"	19.000							% Finos (Menor a #200): 2.62%
1/2"	12.700							Características Granulométricas:
3/8"	9.525							D ₆₀ (mm): 0.22
No 4	4.750							D ₃₀ (mm): 0.20
No 8	2.367							D ₁₀ (mm): 0.15
No 10	2.000	0.30	0.00%	0.00%	100.00%			D ₅ (mm): 0.10
No 15	1.181	0.38	0.19%	0.19%	99.81%			C _u : 2.20
No 20	0.850	0.31	0.19%	0.39%	99.60%			C _l : 1.98
No 40	0.420	0.90	0.49%	0.80%	99.21%			Clasificación:
No 60	0.250	5.10	2.55%	3.35%	96.65%			SLCS: SP
No 100	0.149	145.41	72.71%	78.06%	23.94%			AASHTO: A-3 [0]
No 200	0.075	42.67	21.34%	97.99%	2.62%			
Pérd.	5.23		2.62%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria	290.00	100.00%				10.11		



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
 INC. JOSÉ CRISTÓBAL HUERTAS BARTOLI
 C.P. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	CALICATA:	C-4
	SOLICITA:	CORPORACION JIRD S.A.C.	COTA (m): 100.00
UBICACIÓN:	VIRU - VIRU - LA LIBERTAD	PROF. (m): 1.50	NAF (m): NP

REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-4 (100) PROGRESIVA 3+549.80						
	-0.25	0.25	NATURAL DE BELLENO ORDINARIO	(OL)		
1		1.25	ARCILLA LIQUIDAMENTE PLASTICA COLOR BEIGE OSCURO, PARCIALMENTE HUMEDA, ESTRUCTURA COHESIVA, CONSIST. BLANDA, RETRAE AL SECADO.	(CL)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6						
7						
8						
			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA.			

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
 ING. JOSE CRISTIAN HUERTAS SUAREZ
 CIP. 148106



OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EN PAVIMENTO PANAMERICANA NORTE (PUNTE VIRU) - ICAUCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
SOCIETA: CORPORACION URO S.A.C
UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Perfil(s) : 0.25 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-4
CLASE DE SUELO:	ARCILLA LIGERAMENTE PLASTICA	Muestra:	M-1

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)	200.00	Especificaciones				Límites		OBSERVACIONES:
		Superior Inferior				Superior	Inferior	
Peso por lavado (g)	110.00							T. Maximo Nominal: No 4
Peso Tamizado (g)	82.00							Límites de Consistencia:
ASERT, MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%	Límite Líquido: 17.20%	
Plúgimalla	Retenido	Retenido	Acumulada	Pasa	Pasa	Pasa	Límite Plástico: 6.76%	
							Límite de Contracción: 6.07%	
							Índice de Plasticidad: 10.42%	
2"	50.800						Porcentaje en muestra:	
1 1/2"	36.100						% Grava (3" a #4): 0.37%	
1"	25.400						% Arena (#4 a #200): 40.63%	
3/4"	19.050						% Finos (Menor a #200): 59.00%	
1/2"	12.700						Características Granulométricas:	
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		D ₁₀ (mm): -	
No 4	4.750	0.74	0.37%	0.37%	99.63%		D ₃₀ (mm): -	
No 6	2.361	6.85	3.33%	3.70%	96.31%		D ₅₀ (mm): -	
No 10	2.000	3.15	1.58%	5.27%	94.72%		D ₆₀ (mm): -	
No 15	1.181	7.21	3.51%	8.78%	91.22%		D ₇₅ (mm): -	
No 30	0.595	15.96	7.98%	16.76%	83.25%		D ₁₀₀ (mm): -	
No 40	0.420	10.21	5.11%	21.86%	78.14%		D ₁₅₀ (mm): -	
No 50	0.290	0.99	3.69%	25.55%	74.55%		D ₂₀₀ (mm): -	
No 100	0.140	17.02	8.51%	33.86%	66.14%		C _c : -	
No 200	0.075	14.29	7.14%	41.00%	59.00%		Clasificación:	
Plato	110.00	59.00%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		SLCS: CL	
Sumatoria	200.00	100.00%			8.60		AASHTO: A-4 5	





HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - BUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM (RUBICA EN EL DISTRITO DE VIRU) PROVINCIA DE VIRU / DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION IRID S.A.C.
 UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
 CANTERA: MATERIAL IN SITU
 CLASE DE SUELO: ARCILLA LIGERAMENTE PLASTICA (CL)

Profund: 0.25 - 1.50
 Sondeo: C-4
 Muestra: M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	50.21	60.80	54.00	55.79
Tara + suelo seco	31.06	40.85	40.40	30.74
Agua	7.2%	6.70%	6.15%	6.08%
Peso de la tara	20.20	22.48	19.90	19.00
Peso del suelo seco	31.98	27.37	29.95	22.14
% humedad	22.82%	20.81%	17.20%	15.71%
Nº golpes	71	11	20	26
LIMITE LIQUIDO		17.20%		

LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.70	20.60		
Tara + suelo seco	25.00	20.38		
Agua	0.20%	0.22%		
Peso de la tara	23.12	17.90		
Peso del suelo seco	3.38	2.69		
% humedad	6.42%	7.94%		
LIMITE PLASTICO	6.78%			

RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.20%
Límite Plástico:	6.78%
Límite de Contracción:	8.81%
Índice de Plasticidad:	10.42%



INGENIERO DE SISTEMAS Y GEOTECNIA
 DR. JOSÉ CRISTIAN HUERTAS BASTELL
 CIP. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

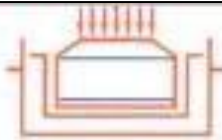
OBRA:	MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD	CALICATA:	C-5
	SOLICITA:	CORPORACION JJRD S.A.C.	COTA (m): 100.00
UBICACIÓN:	VIRU - VIRU - LA LIBERTAD	PROF. (m): 1.50	
		NAF (m): NP	

REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Exp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
CALICATA C-5 (100) PROGRESIVA 4+620						
	0.20	0.20	SUPERFICIE DE BOLLADO (TRAVESADO)	(OL)		
1		1.30	ARENA ARCILLOSA, COLOR BEIGE OSCURO, ESTADO DE COMPACTIDAD SEMI DENSA, PARCIALMENTE SECA, PARTICULAS DE FORMA SUB ANGULOSA.	(SC)		M-1
2	-1.50					
3						
4						
5						
6			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			
7						
8						

HUANCAQUITO ALTO (TRAVESADO)

 INGENIERO GEOTECNICO
 CIP. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA IMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) - BUENACAJITO ALTO - A NIVEL DE ANUALTO 4.7 KM (UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD)
 SOCIETA: CORPORACION IRD S.A.C.
 UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Profund: 0.30 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Senalaje:	C-5
CLASE DE SUELO:	ARENA ARCILLOSA	Muestra:	M-1

PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		200.00		Especificaciones		OBSERVACIONES:
Pérd. por lavado (gr)		79.47		Límites		
Peso Tamizado (gr)		120.53		Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret.	%	
Pulgadas	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	
2"	50.800					T. Máximo Nominal: No 8
1 1/2"	38.100					Límites de Consistencia:
1"	25.400					Límite Líquido: 17.08%
3/4"	19.050					Límite Plástico: 0.72%
1/2"	12.700					Límite de Contracción: 0.02%
3/8"	9.525					Índice de Plasticidad: 16.37%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	Porcentaje en muestra:
No 8	2.381	4.00	2.00%	2.00%	98.00%	% Grava (3" a #4): 0.00%
No 10	2.000	1.45	0.73%	2.73%	97.28%	% Arena (#4 a #200): 60.27%
No 16	1.191	7.05	3.53%	6.26%	93.75%	% Finos (Menor a #200): 39.74%
No 30	0.595	22.08	11.04%	17.29%	82.71%	Características Granulométricas:
No 40	0.420	17.35	8.68%	25.97%	74.04%	D ₆₀ (mm): -
No 50	0.298	10.70	5.35%	34.32%	65.68%	D ₅₀ (mm): 0.50
No 100	0.149	33.30	16.65%	51.01%	49.00%	D ₁₀ (mm): -
No 200	0.075	18.53	9.26%	60.27%	39.74%	C _u : -
Plata	79.47	39.74%	100.00%	0.00%		C _l : -
Sumatoria	200.00	100.00%			Contenido de humedad (%)	Clasificación:
					9.21	SLCS: SC
						AASHTO: A-4 [1]



INGENIERO EN GEOTECNIA
 ING. JOSE CRISTÓBAL HUERTAS MARTEL
 C.I.P. 148106



OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUNTE VRS) - HUANCACQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM URBANA
EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
SOLICITA: CORPORACION IRD S.A.C.
UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:
CANTERA: MATERIAL IN SITU
CLASE DE SUELO: ARENA ARCILLOSA (SC)

Perfilado : 0.20 - 1.30
Sondeo : C-1
Muestro : M-1

LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

LIMITE LIQUIDO

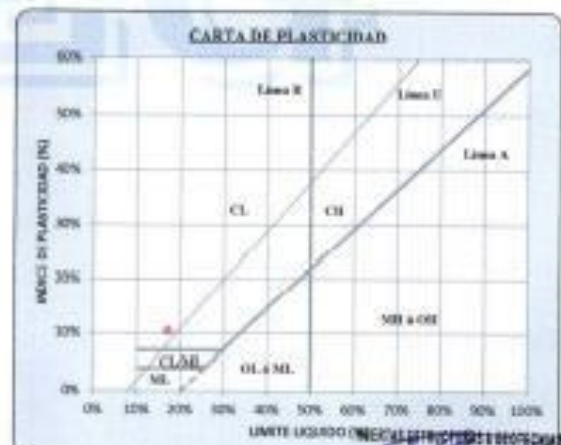
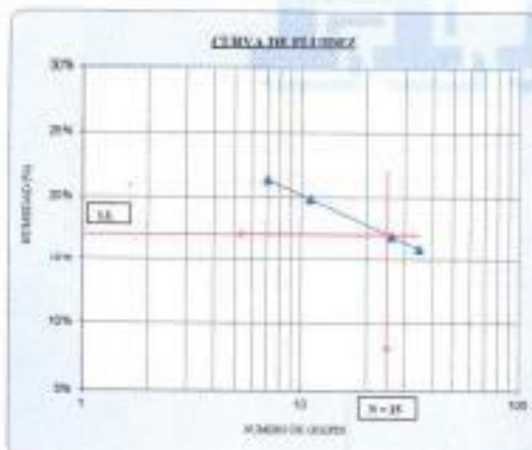
ENSAYO Nº	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	53.56	54.47	55.75	53.94
Tara + suelo seco	47.75	48.65	50.34	48.75
Agua	5.85	5.85	5.45	4.81
Peso de la tara	20.73	20.38	19.21	18.90
Peso del suelo seco	27.50	28.44	32.13	30.75
% humedad	21.38%	19.87%	16.98%	15.96%
Nº golpes	7	11	26	30
LIMITE LIQUIDO		17.88%		

LIMITE PLASTICO

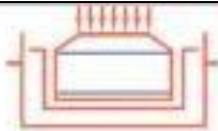
ENSAYO Nº	1	2		
Tara + suelo húmedo	28.35	22.76		
Tara + suelo seco	26.15	22.58		
Agua	0.20	0.21		
Peso de la tara	23.12	19.61		
Peso del suelo seco	3.03	3.07		
% humedad	6.60%	6.84%		
LIMITE PLASTICO	6.72%			

RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.88%
Límite Plástico:	6.72%
Límite de Contracción:	8.02%
Índice de Plasticidad:	10.57%



ING. CRISTINA HUERTAS MARTELL
CIP. 148154



**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO D-1557
TIPO A**

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUNTE VIRU) - HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
SOLICITA: CORPORACION IRD S.A.C.
UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

CANTERA: MATERIAL SUB RASANTE (ARCELA LIGERAMENTE PLASTICA)
GOLPES/CAPA: 5 / 25

DIMENSIONES MOLDE (Moldo N° 01):

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 956.04 cm³

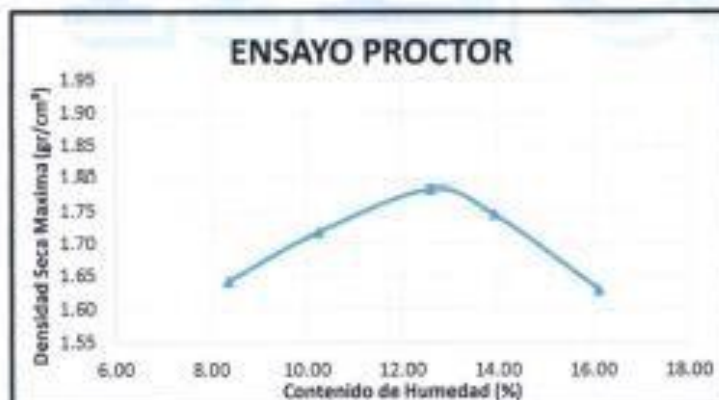
DSM(g/cc):	1.78
OCH (%):	12.58

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Tara No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	56.61	54.53	56.93	53.60	56.12
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	53.99	51.10	53.08	49.53	51.04
Peso del Agua (gr)	2.62	3.43	3.85	4.07	5.08
Peso tara (gr)	20.20	17.60	22.48	20.30	19.51
Peso Suelo Seco (gr)	33.79	33.50	30.60	29.23	31.53
Contenido de humedad (%)	8.30	10.24	12.58	13.92	16.11

DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	3850	3960	4070	4050	3958
Peso Molde (gr)	2150	2150	2150	2150	2150
Peso Suelo Húmedo (gr)	1700	1810	1920	1900	1808
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.76	1.89	2.01	1.99	1.89
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.64	1.72	1.78	1.74	1.63



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA S.R.L.
ING. JOSÉ CRISTIAN HUERTAS MARTELL
CIP. 148108



RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUNTE VIBU) - BUENCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASEALTO
47 KM+760 CADA EN EL DISTRITO DE VIBU PROVINCIA DE VIBU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

SOlicita: CORPORACION IRO S.A.C.

UBICACION: VIBU - VIBU - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, 29 DE MARZO DEL 2021

CANTERA: MATERIAL SUB BASANTE (ARCILLA LIERRAMENTE PLASTICA)

MODELO LEXUS

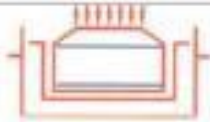
N° SERIE: SK 244267

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°						
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp de	Antes de	Desp de	Antes de	Desp de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (gr)	9400.00	9695.00	9220.00	9685.00	8700.00	9555.00
Peso del Molde (gr)	4895.00	4895.00	4945.00	4945.00	4880.00	4880.00
Peso de la Muestra húmeda (gr)	4505.00	4800.00	4275.00	4740.00	3820.00	4675.00
Volumen de la Muestra (cm ³)	2141.21	2141.21	2085.23	2085.23	2085.23	2085.23
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.10	2.24	2.05	2.27	1.83	2.24
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara N°	4	4	5	5	6	6
Muestra húmeda + Tara (gr)	50.40	59.50	68.25	61.20	58.30	61.47
Muestra seca + Tara (gr)	52.61	49.66	62.92	51.00	53.64	50.68
Peso del Agua (gr)	3.79	9.84	5.33	10.20	4.66	10.79
Peso de la Tara (gr)	21.40	22.48	20.38	21.40	17.29	20.38
Muestra Seca (gr)	31.21	27.18	42.54	29.60	36.35	30.30
Contenido de humedad (%)	12.14%	36.20%	12.53%	34.46%	12.82%	35.61%
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.88		1.82		1.62	

DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.
26-Mar	7:30 p. m.	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
27-Mar	7:30 p. m.	24	2.00	0.0908	3.00	0.0762	4.00	0.1016
28-Mar	7:30 p. m.	48	6.00	0.4508	7.00	0.4762	8.00	0.5016
29-Mar	7:30 p. m.	72	10.00	0.8508	11.00	0.8762	12.00	0.9016

[Firma]
ING. JOSÉ CRISTIAN HUERTAS ANTILL
C.I.P. 148105



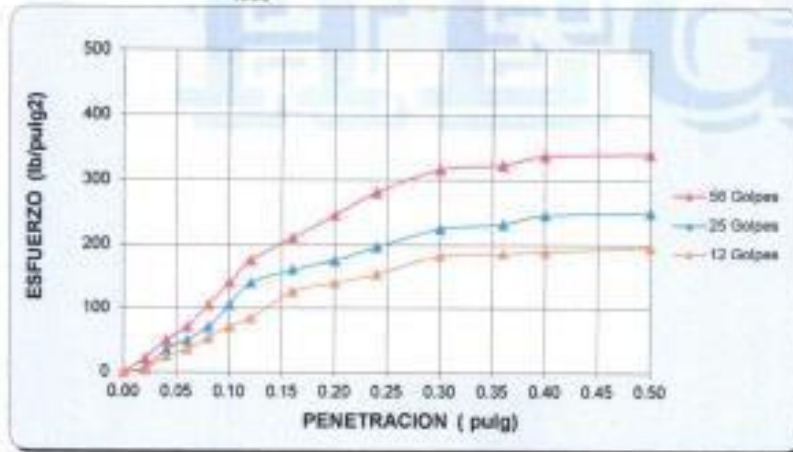
ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. Deform. Rd	Penetr. pulg (pulg)	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Ensayo de Carga			Ensayo de Carga			Ensayo de Carga		
		kg	lbs	lbs/pulg ²	kg	lbs	lbs/pulg ²	kg	lbs	lbs/pulg ²
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	0.02	30.00	66.14	21.05	10.00	22.05	7.02	5.00	11.02	3.51
40	0.04	70.00	154.32	49.12	50.00	110.23	35.09	35.00	77.16	24.56
60	0.06	100.00	220.46	70.18	70.00	154.32	49.12	50.00	110.23	35.09
80	0.08	150.00	330.69	105.26	100.00	220.46	70.18	75.00	165.35	52.63
100	0.10	200.00	440.92	140.35	150.00	330.69	105.26	100.00	220.46	70.18
120	0.12	250.00	551.16	175.44	200.00	440.92	140.35	120.00	264.55	84.21
160	0.16	300.00	661.39	210.53	230.00	507.05	161.40	180.00	396.83	126.32
200	0.20	350.00	771.62	245.61	250.00	551.16	175.44	200.00	440.92	140.35
240	0.24	400.00	881.85	280.70	280.00	617.29	196.49	220.00	485.02	154.39
300	0.30	450.00	992.08	315.79	320.00	705.48	224.56	250.00	573.20	182.46
360	0.36	460.00	1014.13	322.81	330.00	727.53	231.58	265.00	584.22	185.96
400	0.40	480.00	1068.22	336.84	350.00	771.62	245.61	270.00	595.25	189.47
500	0.50	485.00	1069.24	340.35	358.00	784.85	249.82	280.00	617.29	196.49

56
 CBR (0.1') $\frac{140.35 \times 100}{1000} = 14.04\%$
 CBR (0.2') $\frac{245.61 \times 100}{1500} = 16.37\%$

25
 CBR (0.1') $\frac{105.26 \times 100}{1000} = 10.53\%$
 CBR (0.2') $\frac{175.44 \times 100}{1500} = 11.70\%$

12
 CBR (0.1') $\frac{70.18 \times 100}{1000} = 7.02\%$
 CBR (0.2') $\frac{140.35 \times 100}{1500} = 9.36\%$



Correccion de aire (pulg)
 56 golpes: 0
 25 golpes: 0
 12 golpes: 0

GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	14.04%	10.53%	7.02%
	0.2	16.37%	11.70%	9.36%

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

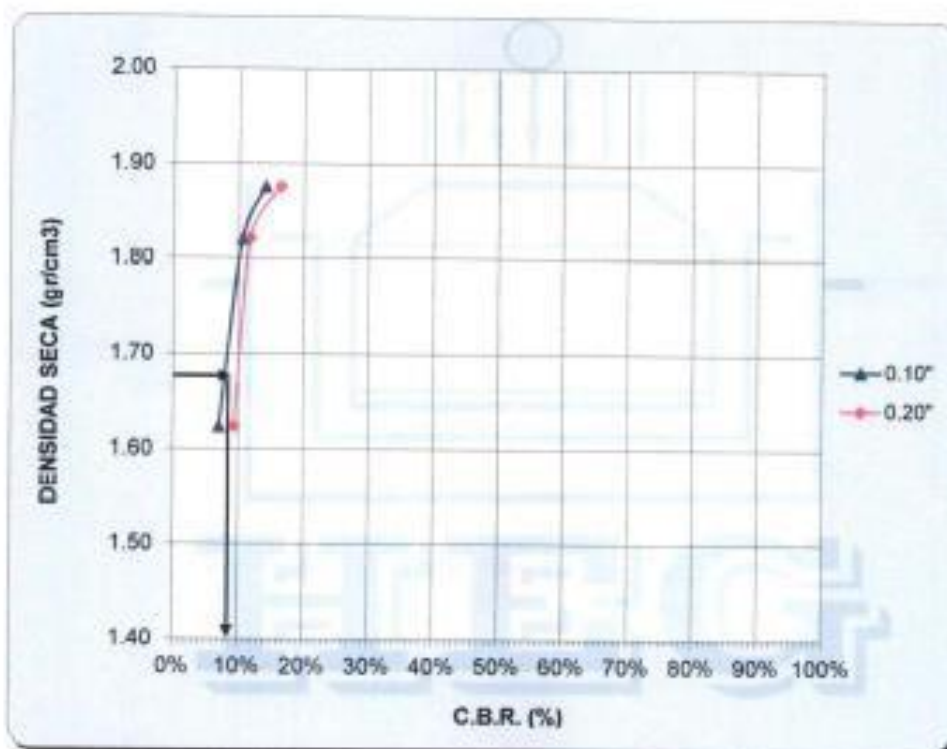
 ING. JOSE CRISTHIAN HUERTAS MARTELL
 CIP. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

CURVA DENSIDAD SECA - CBR



VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 1.78

HUMEDAD OPTIMA (%): 12.58

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 1.69

C.B.R. (%): 9.00

Jose Cristian Huertas Martell
ING. JOSE CRISTIAN HUERTAS MARTELL
CIP. 148108



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) -
 HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE
 VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION JIRD S.A.C.
 UBICACION: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Hoja 1/2

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO DEL AASHTO 93

DATOS:

Tipo de Carretera:
 Crecimiento Anual:
 Funcion de la Carretera:
 Tipo de Zona:
 Calidad de Drenaje:
 % de Tiempo de exposicion:
 CBR subrasante:
 CBR sub base (MIN):
 CBR base (MIN):

Pavimentada con bajos volúmenes
5.00%
Colectora de tránsito
Rural
Aceptable
> 25 %
9%
40%
80%

CALCULO DEL EAL:

Tipo de Vehículo	Veh/día	Veh/año	Factor camión	F. de crec. para tasa anual de crec. de 8%	EAL
Livianos					
Autos y camionetas	75	27375	0.00004	33.06	38
De 2 ejes, 4 ruedas	50	18250	0.002	33.06	1207
De 2 ejes, 6 ruedas	25	9125	0.24	33.06	72401
De 3 ejes o más	30	10950	1.02	33.06	369247
Pesados					
Semí t. de 4 ejes	5	1825	0.48	33.06	28961
Semí t. de 5 ejes	2	730	1.17	33.06	28237
Semí t. de 6 ejes o más	1	365	1.19	33.06	14360
Total					514448

1. REQUISITOS DEL DISEÑO

- a. Periodo de Diseño (Años)
- b. Numero de Ejes Equivalentes Total (W18)
- c. Serviciabilidad Inicial (pi)
- d. Serviciabilidad Final (pf)
- e. Factor de Confiabilidad (R)
 STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
 OVERALL STANDARD DEVIATION (So)

20
5.14E+05
4.2
2.0
85%
-1.036
0.45

2. PROPIEDADES DE MATERIALES

$$M_r (\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

- a. Modulo de Resiliencia de la Base (KIP/plg²)
- b. Modulo de Resiliencia de la Sub-Base (KIP/plg²)
- c. Modulo de Resiliencia de la Sub-Rasante (KIP/plg²)

42.21
27.08
10.43

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
 DR. JOSE CRISTIAN HUERTAS MARTELL
 CIP. 148105



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMPALME PANAMERICANA NORTE (PUENTE VIRU) -
 HUANCAQUITO ALTO - A NIVEL DE ASFALTO 4.7 KM UBICADA EN EL DISTRITO DE VIRU PROVINCIA DE
 VIRU DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 SOLICITA: CORPORACION JJRD S.A.C.
 UBICACIÓN: VIRU - VIRU - LA LIBERTAD

Hoja 2/2

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

METODO DEL AASHTO 93

3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL

$$\text{Log } W_{18} = ZR \times S_f + 9.36 \text{ Log}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log}(\Delta PSI / 4.2 - 1.5)}{0.40 \text{ Log}(SN + 1)^{3.19}} + 2.32 \text{ Log } M_r - 8.07$$

SN Requerido	G _s	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
2.57	-0.08894	5.71	5.71

4. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

Concreto Asfáltico (a1)	0.39
Base granular (a2)	0.13
Subbase (a3)	0.12

b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

Base granular (m2)	0.80
Subbase (m3)	0.80

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	2.57	2.62	6.75	20.00	20.00
2	2.57	2.57	8.00	25.00	20.00

5. DISEÑO PROPUESTO:

CARPETA ASFALTICA	5.00 cm	=	2 pulg
BASE	25.00 cm	=	10 pulg
SUB BASE	20.00 cm	=	8 pulg
OVER SIDE (2" a 8")	20.00 cm	=	8 pulg
SUB RASANTE			
Total:	70.00 cm	=	28 pulg

[Signature]
 ING. JOSE CRISTIAN HUERTAS MARTELL
 CIP. 148103

Anexo 10. Estudio de Mecánica de Suelos

CORPORACIÓN A&J
CONSTRUCCIÓN Y CONSULTORA S.A.S.

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS)

PROYECTO:
"Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú."

SOLICITANTE:
Gonzales Oribe, Luis Alfonso

UBICACIÓN:

LUGAR	:	Huancaquito Alto
DISTRITO	:	Virú
PROVINCIA	:	Virú
DEPARTAMENTO	:	La Libertad

Angela Tejido Espinola Villanueva
ING. CIVIL
R. CIP Nº 208707

DICIEMBRE del 2021

942 238 924 / 971318314 Av. Salvador Lara 2321, Urb. Los Jardines corporacion.a.j.sar@gmail.com

Escaneado con CamScanner

INFORME TECNICO

Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

1. Generalidades

1.1. Objetivo del estudio

El presente informe técnico tiene como objetivo realizar un Estudio de Suelos, para el proyecto MEJORAMIENTO Y DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA CARRETERA QUE UNE HUANCAQUITO ALTO Y LA PANAMERICANA, DISTRITO Y PROVINCIA DE VIRÚ.

Para determinar las características físicas-mecánicas del suelo, se realizaron mediante trabajos de campo, laboratorio y trabajo de gabinete.

Proceso que se siguió para el estudio fue:


- Inspección del terreno
- Exploraciones de campo
- Extracción de muestras
- Ensayos de laboratorio
- Determinación de la resistencia del material (ensayo de CBR)
- Conclusiones y recomendaciones.

1.2. Normatividad

La investigación se realizó en base a las normas según el Manual de Carreteras del MTC y CE020. Estabilización de suelos y taludes, la cual se basa en la aplicación de la mecánica de suelos que indica ensayos fundamentales y necesarios para predecir el comportamiento de un suelo bajo la acción de sistemas de carga.

1.3. Ubicación y Descripción del Área de Estudio

El área donde se realizó el estudio está ubicada en Huancaquito Alto, Distrito de Virú, Provincia de Virú, Región de La Libertad.


Anselmo Tejido Espinosa Villanueva
ING. CIVIL
R. CP Nº 208709



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1111. Urb. Las Jardines



corporaciona.j.vir@gmail.com



Figura 1: Mapa del lugar de estudio

1.4. Características generales de la obra

La obra en estudio posee una longitud total de 4.7 km, donde se proyecta pavimentar la zona señalada en el proyecto general, para lo cual realizaron los trabajos correspondientes.

Tabla 1: características del proyecto

Dato	Condición
Tipo de pavimento	Rígido
Longitud y/o área del proyecto	4.7 km

2. Investigaciones de campo

2.1. Trabajo de campo

La muestra de afirmado se extrajo de la zona "El Barrio", lugar cercano a la zona de estudio

2.2. Ensayos de laboratorio

Abrasión los ángeles	NTP 400.019
Análisis granulométrico	NTP 339.128
CBR	MTC 132
Contenido de humedad	NPT 339.127
Límites de consistencia	ASTM D423

[Firma]
Angelo Trujillo Espinoza Valcarlos
ING. CIVIL
R. CP N° 208707

Procter Modificado	ASTM D-1557
--------------------	-------------

2.3. Resumen de material afirmado

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	PROCTER MODIFICADO		C.B.R. 9.1"		C.B.R. 1.5"	
				D.S.M. (kg/cm ²)	O.C.F. (%)	95%	100%	95%	100%
MATERIAL DE PRESTAMO	43.32	18.72	24.58	3.98	31.26	12.70	18.40	18.90	21.80
CON 2% DE CAL	41.52	21.39	19.73	2.99	21.95	28.90	24.40	24.00	31.90
CON 4% DE CAL	38.48	23.78	14.67	1.87	12.48	28.40	22.00	31.20	43.80
CON 6% DE CAL	39.87	38.74	8.04	1.89	13.03	31.70	41.00	19.00	34.80
CON 8% DE CAL	35.25	38.25	7.03	1.30	15.56	33.00	38.20	44.00	57.50

MATERIAL AFIRMADO			
ENSAYOS DE LABORATORIO	REQUISITO PARA	RESULTADO DE ENSAYO	CONSERVACIÓN
GRANULOMETRÍA	TABLA 402-01	Se verificó	NO CUMPLE
ABRASIÓN LOS ANGELES	50% máx.	30.88	CUMPLE
C.B.R. 9.1"	60% mín.	26.4	NO CUMPLE
LÍMITE LÍQUIDO	55% máx.	45.3	NO CUMPLE
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4-8% máx.	24.58	NO CUMPLE

2.4. Especificaciones técnicas

Tanto la base como la sub base deben cumplir ciertos parámetros mínimos, los cuales fueron asumidos en el cálculo de los espesores del pavimento, por lo que deberían ser verificados en obra para que se tenga correlación de lo supuesto en calculo con lo realizado en obra. A continuación, se presentan algunas especificaciones técnicas de la norma CE.010


 Armando Torres Espinoza Villaveces
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 206707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.soc@gmail.com

Requerimientos de Calidad para Sub-Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 masivas	≥ 3000 masivas
Abrasión Los Angeles	NTP 400.010.2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 330.145.1999	30-40 % mínimo*	
Límite Líquido	NTP 330.120.1998	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 330.120.1998	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 330.146.2000	25% mínimo	25% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 330.152.2002	1% máximo	

Valor Relativo de Soporte, CBR (NTP 330.145.1999)

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

Requerimientos Gradométricos para Sub-Base Granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	—	—
25 mm (1")	—	75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 85	40 – 75	30 – 85	60 – 100
4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (Nº 80)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4.25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15


Amado Toño Espinola Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 206707



942 238 924 / 97888234



Av. Sabana Larga 1331. Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sas@gmail.com

Requerimientos del Agregado Grueso de Base Granular

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E - 210 (1999)	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E - 210 (1999)	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019.2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP339.152.2002	0.5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016.1999	—	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016.1999	—	18% máximo

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129.1998	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146.2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152.2002	0.5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E - 214 (1999)	35% mínimo	

3. Conclusiones

De acuerdo al material de préstamo estudiado arroja los siguientes valores:

- De acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos se procedió a extraer una muestra del material de afirmado de la cantera zona "El Barrio", posteriormente llevado al laboratorio para realizar los ensayos de abrasión, análisis granulométrico, CBR, contenido de humedad, límites de consistencia y Proctor modificado.
- El material extraído de la cantera a ser usado como afirmado para pavimento se obtuvo un valor de CBR de 16.4 %, el ensayo de abrasión arroja un valor de 30.88 %, el límite líquido 43.3, índice de plasticidad 24.58.

Amado López Espinoza Villanueva
ING. CIVIL
R. CSP N° 208707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacionaaj.sac@gmail.com

- Se realizo ensayos al material adicionándole cal de 2%, 4%, 6% y 8%, donde después de realizar el ensayo concluimos que el material de préstamo con 6% de cal arroja un valor de CBR de 41.10%, este es el valor indicado con el que se trabajara y con el que cumple con lo requerido.


Angela Teffio Espinola Villanueva
ING. CIVIL
R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1731. Urb. Los Jardines



corporacion.aj.sar@gmail.com

ANEXOS


Aracely Tejeda Espinola Villaseca
ING. CIVIL
R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318214



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporaciona.j.tejeda@gmail.com

DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaguito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaguito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albino Ruiz, Yeymi Talara; Gorzales Ocho, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado

$$A = 5,005.5 \text{ g}$$

$$B = 3,459.6 \text{ g}$$

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{A - B}{A} * 100$$

$$\% \text{ Desgaste} = 30.88 \%$$

Tamaño del Agregado		MÉTODO					
Para Tamaño	Retenido E.	A	B	C	D	E	G
2"	1 1/2"					5000:50	
1 1/2"	1"	1250:125				5000:25	5000:125
1"	3/4"	1250:125					5000:125
3/4"	1/2"	1250:10	2500:10				
1/2"	3/8"	1250:10	2500:10				
3/8"	1/4"			2500:10			
1/4"	Nº4			2500:10			
Nº4	Nº8				5000:10		

[Firma]
 Arqdo. Talyta Espinola Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 206707



942 238 924 / 977318314



Av. Saboteur Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j@corporacion.a.j.com

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (MTC E-107 / ASTM D-422 / AASHTO T-88)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

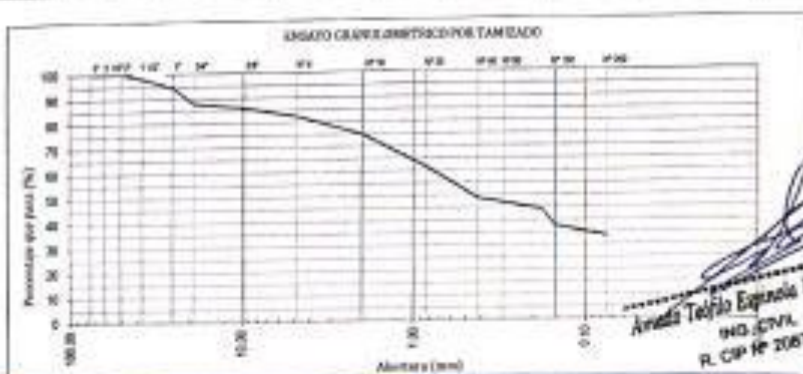
UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yaimi Tallana, Gonzales Orbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado

ARENA ARCILLOSA CON GRAYAS

PESO: 5175.8g	Tamiz			Pasa Retenido (g)	Porcentaje Retenido Parcial (%)	Porcentaje Retenido Acumulado (%)	Porcentaje que Pasa (%)
	Malla	Abert. (mm)	Serie				
SUCS: SC	3"	76,200	32854	0.0	0.0	0.0	100.0
	2"	50,800	33708	0.0	0.0	0.0	100.0
AASHTO: A-2-7 (2)	1 1/2"	38,100	42260	89.6	1.7	1.3	98.3
	1"	25,400	42774	196.5	3.8	5.5	94.5
%W 6.52 %Grava:	3/8"	19,050	46118	334.8	6.5	12.0	88.0
	N° 4	4,750	34993	387.4	7.5	19.5	80.5
L.L. 43.38 %Arena:	N° 10	2,000	45806	385.2	7.4	26.9	73.1
	N° 20	0,840	45149	695.5	13.4	40.3	59.7
I.P. 24.58 %Fino:	N° 40	0,420	43661	855.2	16.6	56.9	43.1
	N° 60	0,180	34874	227.4	4.4	61.3	38.7
EP 24.58 %Fino:	N° 100	0,150	34875	342.0	6.6	67.9	32.1
	N° 200	0,075	44629	227.4	4.4	72.3	27.7
D ₁₀ : - Ca: -							
D ₃₀ : - Ce: -	< N° 200			1728.8	33.4	100.0	0.0
D ₆₀ : 0.78							



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

CONTENIDO TOTAL DE HUMEDAD EVAPORABLE EN LOS SUELOS NTP 339.127

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.


UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tafiana, Gonzales Olibo, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado

ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS

	M-1	M-2
Masa del Contenedor (g)	80.59	69.58
Masa de Suelo Húmedo + Contenedor (g)	853.60	787.41
Masa de Suelo Seco + Contenedor (g)	806.59	743.25
Masa de Suelo Seco (g). M_s	726.00	673.67
Masa de Agua (g). M_w	47.01	44.76
Contenido de Humedad (%)	6.48	6.56
	6.52	


Amado Zúñiga Espinola Villanueva
ING. CIVIL
R. CIP Nº 208707



842 238 924 / 971118114



Av. Salvador Lara 1331. Urb. Las Jirafas



corporacion.a.j.sar@gmail.com

LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

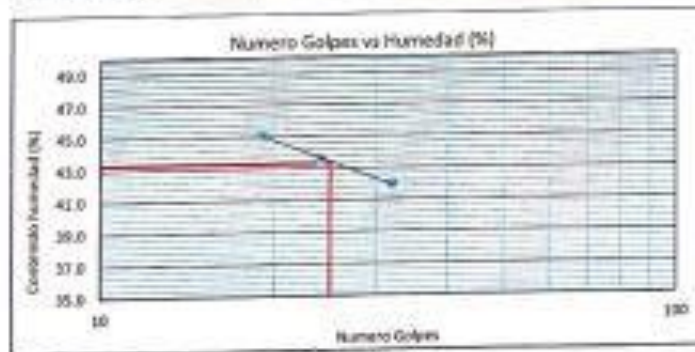
UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESTISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana; Gonzales Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
N° Tarro	3	4	
Tarro + Suelo húmedo (g)	31.61	29.12	
Tarro + Suelo seco (g)	30.48	28.11	
Peso Agua (g)	1.33	1.01	
Peso del Tarro (g)	23.41	22.88	
Peso del suelo seco (g)	7.87	5.42	
Humedad (%)	18.81	18.63	
Límite Plástico (%)		18.72	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-111)			
N° Tarro	5	6	7
Numero de Golpes	25	25	30
Peso tarro + suelo húmedo (g)	51.84	48.68	48.82
Peso tarro + suelo seco (g)	45.97	44.85	44.25
Peso del Agua (g)	5.97	4.84	4.57
Peso del tarro (g)	32.44	32.74	33.45
Peso del suelo seco (g)	13.29	11.11	10.8
Humedad (%)	45.12	43.58	41.34
Límite Líquido (%)		43.30	



Límites de Consistencia de suelos	
Límite líquido (%)	43.30
Límite Plástico (%)	18.72
Índice de Plasticidad (%)	24.58

Amado Felipe Espinoza Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 206707



942 238 924 / 97338314



Av. Salvador Lora 1311. Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.tor@ gmail.com

PROCTOR ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P 339.141

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancacuto Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

UBICACIÓN: Huancacuto Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tahiana, Gonzales Osbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde-Suelo Húmedo (g)	7137.60	7209.60	7434.70	7452.50
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90
Peso Suelo Húmedo (g)	4372.70	4334.70	4669.80	4687.60
Volumen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.059	2.135	2.199	2.207

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	9%		9.5%		10%		12.5%	
Peso Tarro -Suelo húmedo (g)	342.29	295.41	312.42	336.47	329.78	365.20	287.33	355.97
Peso Tarro - Suelo Seco (g)	321.14	278.37	289.54	312.55	302.49	351.68	262.41	322.16
Peso Tarro (g)	53.70	67.30	44.20	62.80	56.10	48.30	64.90	51.60
Peso del agua	21.14	17.04	23.38	23.92	27.29	33.52	24.92	33.81
Peso de suelo seco	268.44	210.87	245.34	249.75	246.39	303.58	197.51	270.56
Humedad (%)	7.9	8.1	9.5	9.6	11.1	11.0	12.6	12.3
Humedad promedio (%)	7.978		9.554		11.062		12.587	
Densidad Seca (g/cc)	1.907		1.949		1.989		1.961	

METODO	B
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ²)	1.99
OCIE (%)	11.06

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

[Firma]
Arnado Trujillo Espinola Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 208707



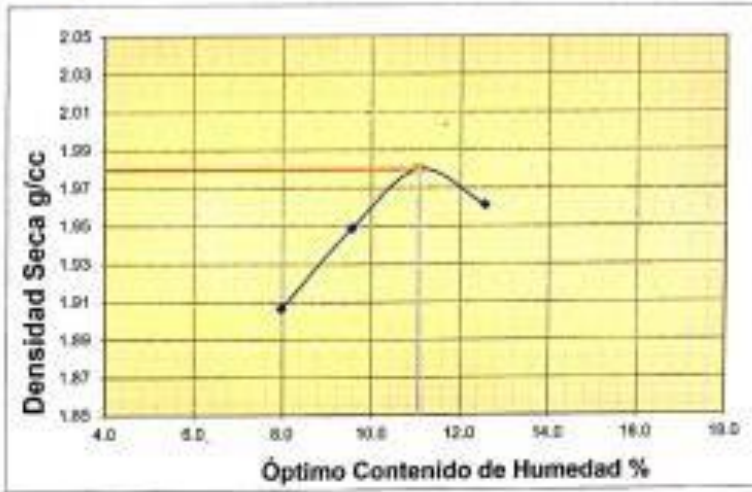
942 288 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.s.r.l@gmail.com



[Firma manuscrita]
Asesor Técnico Espinola Villanueva
ING. CIVIL
R. O.P. N° 208707



942 238 924 / 971318814



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporaciona.ja@gmail.com

CBR - MTC E 132 - 2000

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESTISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tallana, Gonzales Orbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	: VIRÚ	Método Proctor	:	B							
Tipo de Muestra	: MATERIAL PARA AFIRMADO	Máxima densidad seca (g/cm ³)	:	1.98							
		Optimo cont. Humedad (%)	:	11.06%							
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	: Húmeda	Área Platin de Penetración	:	19.4 cm ²							
Comparación de Especificaciones											
Molde N°	1	2	3								
N° Carga	5	5	5								
Golpes por capa N°	56	26	12								
Coord. De la muestra	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo	12480	12480	12638	12638	12524	12524					
Peso de molde (g)	8031		8172		8308						
Peso del suelo húmedo (g)	4449	4449	4466	4466	4216	4216					
Volumen del molde (cc)	2022		2122		2110						
Densidad húmeda (g/cc)	2.200	2.200	2.105	2.105	1.998	1.998					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	286.41	299.04	303.17	320.75	276.81	300.96					
Tarro + Suelo seco (g)	260.49	271.63	275.16	291.42	251.69	273.65					
Peso del Agua (g)	25.92	27.41	28.01	29.33	25.12	27.31					
Peso del tarro (g)	28.38	34.15	32.69	28.72	34.57	25.63					
Peso del suelo seco (g)	234.11	247.48	252.47	264.7	227.32	248.42					
Humedad (%)	11.07	11.08	11.08	11.08	11.06	11.07					
Densidad seca (g/cc)	1.981		1.895		1.799						
Expansión											
Fecha	Hora Inic.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/11/21	18:10	24	42	0.11	0.08	96.00	0.24	0.19	146.00	0.37	0.29
16/11/21	18:15	48	86	0.22	0.17	174.00	0.44	0.35	300.00	0.76	0.60
17/11/21	18:09	72	122	0.31	0.24	214.00	0.54	0.43	475.00	1.21	0.95
18/11/21	18:12	96	158	0.40	0.31	296.00	0.75	0.59	622.00	1.58	1.24
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		109.00	5.40		87.00	4.31		71.00	3.52		
1.27		181.00	7.97		129.00	6.39		92.00	4.56		
1.90		246.00	12.18		155.00	7.58		131.00	6.40		
2.54	70.31	292.00	14.46	11.52	220.00	10.90	9.27	134.00	6.62	7.32	
3.17		325.00	16.09		251.00	12.43		202.00	10.00		
3.81		375.00	18.57		296.00	14.60		243.00	12.00		
5.08	105.46	486.00	24.07	23.04	355.00	17.55	18.54	296.00	14.60		
7.62		581.00	28.78		430.00	21.30		354.00	17.55		
10.16		671.00	33.23		522.00	25.85		439.00	21.30		
12.70		768.00	38.04		600.00	29.72		503.00	25.85		



942 238 924 / 971318314

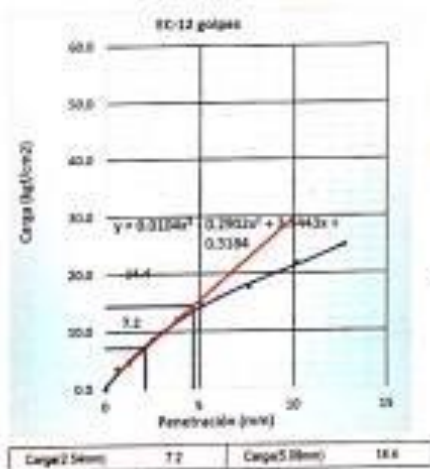
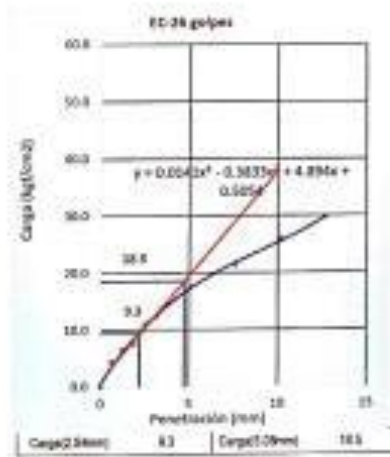
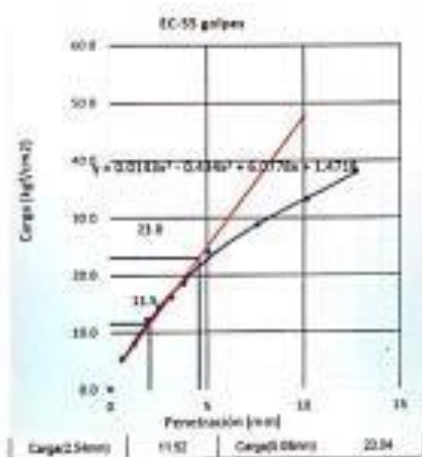


Av. Salvador Larra 1311, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

Gráfico Penetración CBR



Amado Trujillo Espinosa Villanueva
ING. CIVIL
R. CP Nº 206707



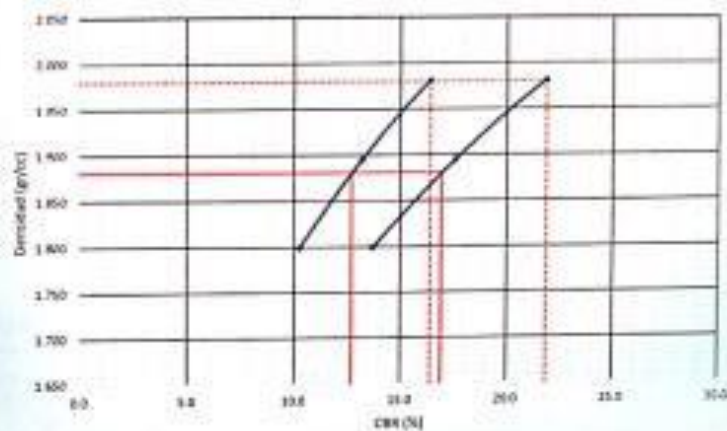
942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Las Jardines



corporacion.a.j.sas@gmail.com



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1.980
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.881
Densidad Natural (gr/cc)			-
Óptimo Humedad (%)			11.0%

N golpes	CBR (0.1")	CBR (0.2")	Densidad
56	16.4	21.8	1.980
26	13.2	17.6	1.880
12	18.3	13.7	1.799

RESULTADOS DE CBR (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	16.4
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	12.7

RESULTADOS DE CBR (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	21.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	16.9

% de Expansión	0.00
----------------	------

Ana María Espinoza Villavega
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 208707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@ gmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 - (ASTM D 4318)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

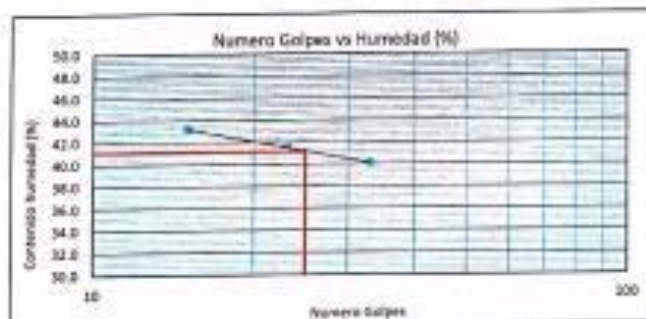
UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albino Ruiz, Yeymi Taliana, Gonzales Orbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 2% de cal

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
N° Tarro	1	2	
Tarro + Suelo húmedo (g)	18.98	20.47	
Tarro + Suelo seco (g)	18.73	19.35	
Peso Agua (g)	1.25	1.11	
Peso del Tarro (g)	12.90	13.02	
Peso del suelo seco (g)	5.83	6.34	
Humedad (%)	21.46	21.58	
Límite Plástico (%)		21.30	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-119)			
N° Tarro	3	4	5
Número de Golpes	15	25	30
Peso tarro + suelo húmedo (g)	43.80	45.77	49.58
Peso tarro + suelo seco (g)	35.25	36.03	39.85
Peso del Agua (g)	8.57	9.74	9.73
Peso del tarro (g)	15.17	12.57	15.86
Peso del suelo seco (%)	20.08	23.46	24.1
Humedad (%)	43.18	41.52	40.34
Límite Líquido (%)		41.12	



Límite líquido (%)	41.12
Límite Plástico (%)	21.39
Índice de Plasticidad (%)	19.73

[Firma]
Amalia Inés Espinoza Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 208707



942 238 924 / 97318334



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sas@gmail.com

ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

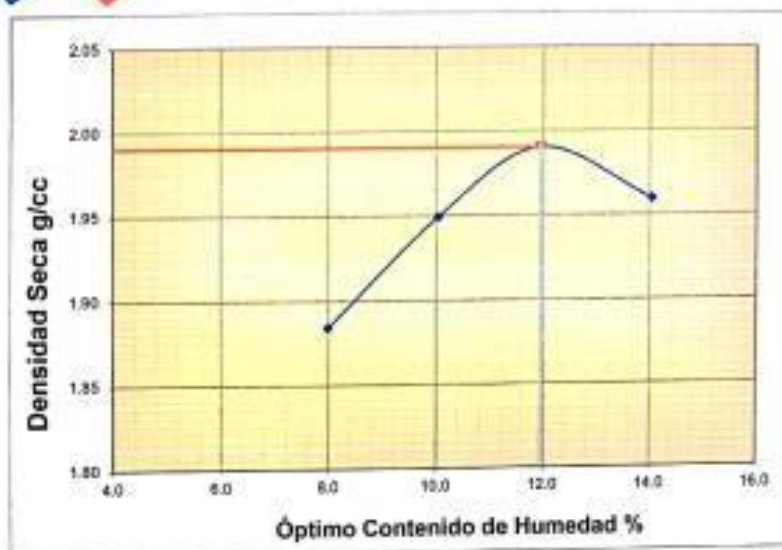
UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana; Gonzales Orbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 2% de cal

N° DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	5994.50	6098.00	6176.00	6182.00				
Peso del Molde (g)	4084.00	4084.00	4084.00	4084.00				
Peso Suelo Húmedo (g)	1910.50	2014.00	2092.00	2098.00				
Volumen del molde (cc)	939.00	939.00	939.00	939.00				
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.035	2.145	2.228	2.234				
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	8.0%		10.0%		12.0%		14.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	325.14	239.86	363.87	316.85	285.41	308.55	276.23	283.6
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	303.95	226.10	335.29	292.16	260.48	281.56	247.69	253.58
Peso Tarro (g)	42.60	51.20	49.20	47.50	51.80	55.60	42.90	41.50
Peso del agua	21.19	13.76	28.58	24.69	24.93	26.99	28.54	29.98
Peso de suelo seco	261.35	174.90	286.09	244.66	208.68	225.96	204.79	212.08
Humedad (%)	8.1	7.9	10.0	10.1	11.9	11.9	13.9	14.1
Humedad promedio (%)	7.988		10.040		11.946		14.036	
Densidad Seca (g/cc)	1.884		1.949		1.990		1.959	

Amado Trujillo Espinoza Villanueva
ING. CIVIL
R. CIP N° 208707



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	58
DSM (g/cm ³)	1.99
OCH (%)	11.95

DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	4064.0
VOLUMEN(cc):	939.0

Armando Tejedor Espinoza Villanueva
ING. CIVIL
R. CIP N° 208707



942 238 924 / 971218314



Av. Salvador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sac@gmail.com

CBR - MTC E 132 - 2000

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albino Ruiz, Yeyni Tallana, Gonzalez Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 2% de cal

Datos de la Muestra												
Procedencia de Muestra	: VRU1	Método	: C									
Tipo de Muestra	: Alameda	Presión	: 1.99									
		Máxima densidad seca (g/cm ³)	: 1.99									
		Optima cont. Humedad (%)	: 11.95%									
Datos necesarios para el ensayo												
Preparación de muestra	: Alameda	Área Placa de Penetración	: 19.4 cm ²									
Comparación de Esperimentos												
Módulo N°	1	2	3									
N° Capa	5	5	5									
Golpes por capa N°	56	56	11									
Cant. de la muestra	Secada	Secada	Secada	Secada	Secada	Secada						
Peso molde + Suelo húmedo	12536	12536	12666	12664	12525	12523						
Peso de molde (g)	8831		8172		8368							
Peso del suelo húmedo (g)	4005	4005	4494	4494	4215	4215						
Volumen del molde (cc)	2822		2122		2118							
Densidad húmeda (gr/cc)	2.228	2.228	2.118	2.118	1.998	1.998						
Control de humedad de los especímenes												
Tarro N°												
Tarro + Suelo húmedo (g)	118.75	123.72	114.82	119.54	123.84	118.49						
Tarro + Suelo seco (g)	108.62	113.43	102.11	109.97	113.53	108.31						
Peso del Agua (g)	10.13	10.29	12.71	9.57	10.31	10.18						
Peso del tarro (g)	24.25	27.14	25.82	26.47	25.49	23.34						
Peso del suelo seco (g)	84.37	86.29	79.29	83.1	87.84	83.17						
Humedad (%)	11.88	11.92	13.96	12.00	11.96	11.95						
Densidad seca (gr/cc)	1.990		1.891		1.762							
Exposición												
Fecha	Hora In.	Hora	Dial	Exposición		Exposición			Exposición			
				mm	%	Dial	mm	%	Dial	mm	%	
16/11/21	12:58	34	38	0.10	0.08	75.30	0.18	0.15	128.08	0.33	0.26	
17/11/21	12:55	48	81	0.21	0.16	153.80	0.38	0.31	274.00	0.70	0.55	
18/11/21	12:28	72	115	0.29	0.23	198.80	0.50	0.40	401.00	1.02	0.80	
18/11/21	12:27	96	136	0.53	0.27	276.80	0.70	0.55	508.00	1.29	1.02	
Penetración												
Penetración mm	Carga Estática Kg/cm ²	Módulo de 56 golpes/capa			Módulo de 26 golpes/capa			Módulo de 12 golpes/capa				
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida		
0.63		25.00	1.24		18.80	0.89		12.90	0.59			
1.27		72.00	3.57		66.80	2.28		57.90	1.83			
1.96		147.00	7.28		86.80	4.26		64.80	3.17			
2.54	78.31	268.80	13.27	16.88	162.00	8.82	12.35	121.00	5.95			
3.17		334.80	16.54		129.00	11.34		100.00	11.80			
3.81		442.80	21.89		107.00	15.70		726.80	11.80			
5.88	105.45	691.80	34.22	33.67	469.00	23.23	23.85	351.00	11.80			
7.62		810.80	40.12		579.00	28.68		411.80	28.36			



942 238 924 / 973328314



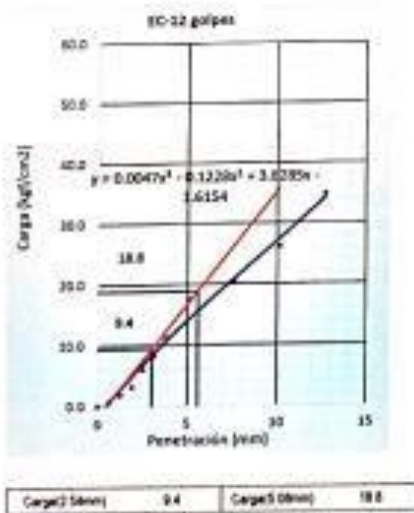
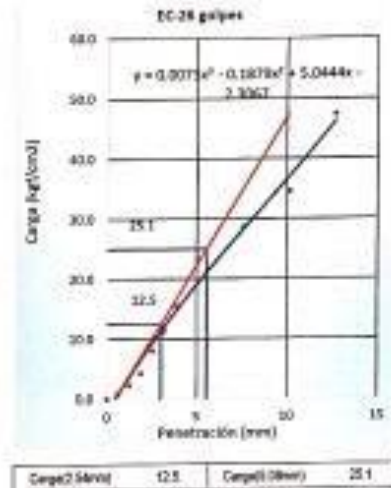
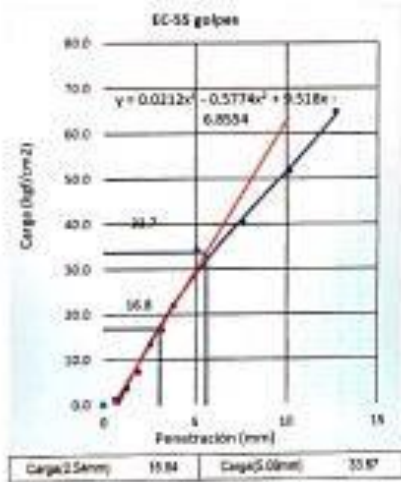
Av. Salvador Larra 1331. Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

10.14	1042.00	11.61	667.00	34.32	128.00	26.15
12.79	1187.00	64.34	956.00	67.35	303.00	34.82

Gráfico Penetración CBR



Amado Trujillo Espinoza Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 208707



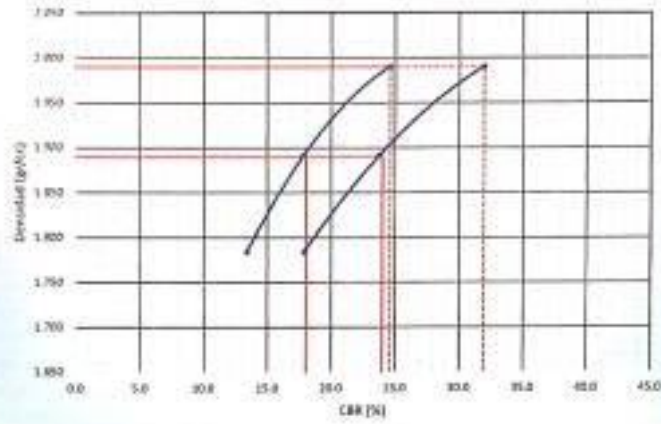
942 238 924 / 971318314



Av. Subador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com



PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.				
Máxima Dens. Seca (gr/cc)				1.990
95% de la M.D.S. (gr/cc)				1.891
Densidad Natural (gr/cc)				-
Optimo Humedad (%)				11.95%
N golpes		CBR. (1")	CBR. (2")	Densidad
56		24.6	31.9	1.990
26		17.8	23.8	1.891
12		13.4	17.9	1.744
RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")				
C.B.R. al 100% de la M.D.S.				24.6
C.B.R. al 95% de la M.D.S.				16.9
RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")				
C.B.R. al 100% de la M.D.S.				31.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.				24.0
% de Expansión				hago

Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.aj.sas@gmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 - (ASTM D 4318)

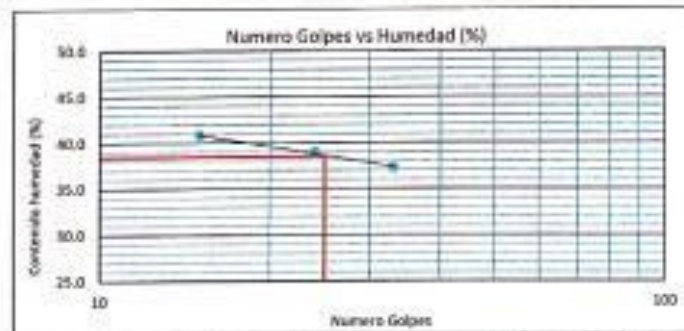
PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana; Gonzales Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 4% de cal

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	1	4	
Tarro + Suelo húmedo (g)	25.61	25.44	
Tarro + Suelo seco (g)	25.16	25.17	
Peso Agua (g)	0.43	0.27	
Peso del Tarro (g)	23.36	24.03	
Peso del suelo seco (g)	1.80	1.14	
Humedad (%)	23.89	23.89	
Límite Plástico (%)		23.79	
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	8.06	8.08	7.80
Numero de Golpes	15	24	33
Peso tarro + suelo húmedo (g)	51.99	48.56	50.69
Peso tarro + suelo seco (g)	45.17	43.73	45.23
Peso del Agua (g)	6.82	4.83	5.46
Peso del tarro (g)	29.40	31.33	30.57
Peso del suelo seco (g)	15.75	12.40	14.66
Humedad (%)	43.76	38.95	37.24
Límite Líquido (%)		38.46	



LÍMITE LÍQUIDO (%)	38.46
LÍMITE PLÁSTICO (%)	23.79
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	14.67

Amado Teófilo Espinoza Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 208707



PROCTOR ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P 339.141

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeyni Tallana; Gonzales Oriba, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 4% de cal

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+ Suelo Húmedo (g)	7180.00	7312.90	7471.30	7469.20
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90
Peso Suelo Húmedo (g)	4421.10	4547.60	4706.40	4704.30
Volumen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.081	2.141	2.216	2.215

Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	9.5%		11.0%		12.5%		14.8%	
Peso Tarro + Suelo húmedo (g)	267.51	274.79	261.34	277.84	271.98	263.53	280.15	280.29
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	247.59	254.61	240.69	255.75	246.62	239.87	234.74	253.27
Peso Tarro (g)	39.45	41.82	38.67	52.37	44.71	48.36	54.58	59.80
Peso del agua	19.92	20.18	21.05	22.09	25.36	23.68	25.41	27.02
Peso de suelo seco	208.14	212.79	190.02	205.38	201.91	191.51	189.24	193.67
Humedad (%)	9.6	9.5	11.1	10.9	12.6	12.4	14.1	14.0
Humedad promedio (%)	9.527		10.970		12.462		14.633	
Densidad Seca (g/cc)	1.966		1.929		1.970		1.942	

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	1.97
OCH (%)	12.46
DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

Armando Icaño Espinoza Villota
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 208307



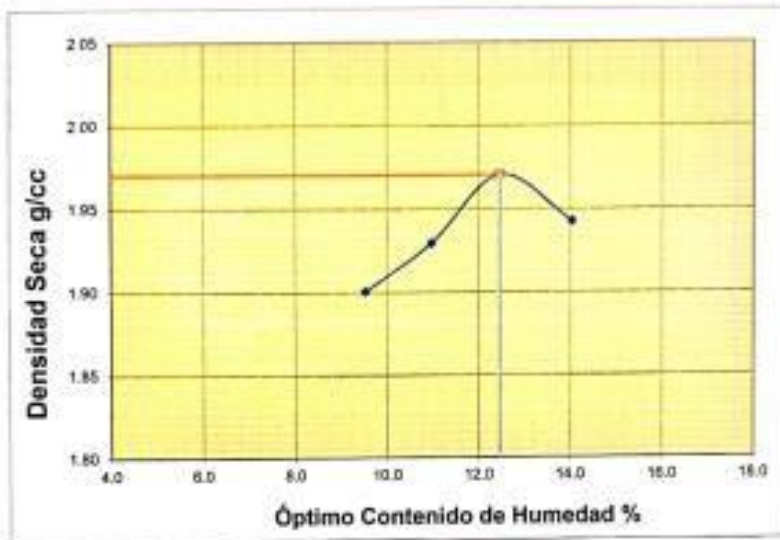
942 238 924 / 973388114



Av. Salvador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sas@gmail.com



[Firma manuscrita]
Armando Tejido Espinola Villanueva
ING. CIVIL
R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

CBR - MTC E.132 - 2000

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

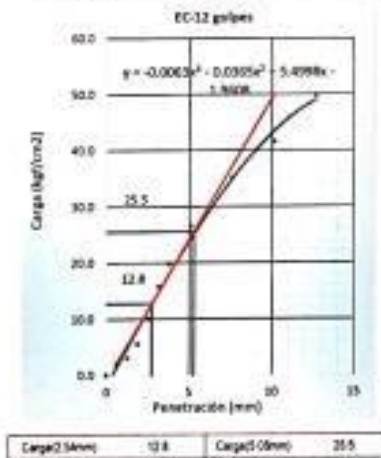
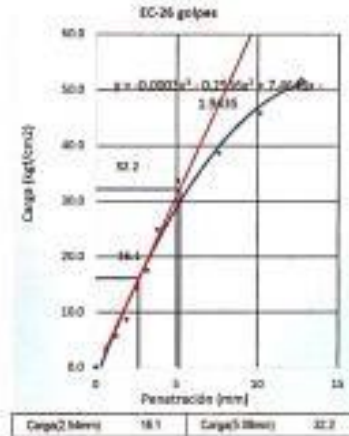
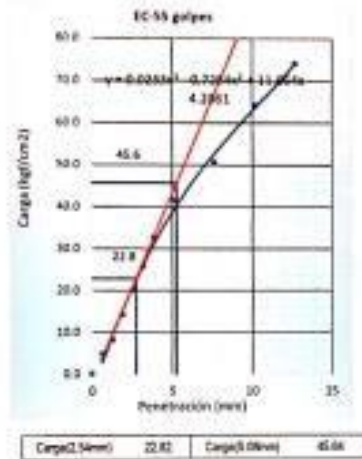
TESISTAS: Albino Ruíz, Yeymi Taliana, Gonzales Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 4% de cal

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	:	VIRÚ				C					
Tipo de Muestra	:	ALTERADA				1.97					
						12.46%					
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	:	Húmeda		Área Píeña de Penetración		19.4 cm ²					
Compactación de Especímenes											
Molde N°		1		2		3					
N° Capa		3		5		5					
Golpes por capa N°		50		26		11					
Cond. de la muestra		Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo		12516	12516	12632	12632	12527					
Peso de molde (g)		8031		8172		8308					
Peso del suelo húmedo (g)		4485	4485	4460	4460	4219					
Volúmen del molde (cc)		2022		2122		2110					
Densidad húmeda (gr/cc)		2.218	2.218	2.102	2.102	2.000					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)		131.15	129.56	132.58	135.57	145.28					
Tarro + Suelo seco (g)		119.89	118.35	120.86	123.28	132.07					
Peso del Agua (g)		11.26	11.21	11.72	12.29	13.21					
Peso del tarro (g)		30.25	28.47	26.60	24.78	25.74					
Peso del suelo seco (g)		89.64	89.88	94.17	98.5	106.33					
Humedad (%)		12.56	12.47	12.45	12.48	12.42					
Densidad seca (gr/cc)		1.971		1.869		1.738					
Expansión											
Fecha	Hora Inc.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
17/11/21	10:36	24	32	0.08	0.06	63.00	0.16	0.13	108.00	0.27	0.22
18/11/21	10:34	48	73	0.19	0.15	128.00	0.33	0.28	231.00	0.59	0.46
19/11/21	10:36	72	96	0.24	0.19	173.00	0.44	0.35	369.00	0.94	0.74
20/11/21	10:35	96	118	0.30	0.24	249.00	0.63	0.50	458.00	1.16	0.92
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		96.00	4.75		65.00	3.22		43.00	2.13		
1.27		165.00	8.17		114.00	5.65		62.00	3.09		
1.90		285.00	14.32		175.00	8.67		112.00	5.58		
2.54	70.31	405.00	20.06	22.82	287.00	14.21	16.11	290.00	14.75	12.77	
3.17		519.00	25.73		354.00	17.53		400.00	20.00		
3.81		659.00	32.64		502.00	24.86		490.00	24.60		
5.08	105.46	836.00	41.43	45.64	679.00	33.63	32.21	534.00	26.45	25.54	

10.16	1021.00	50.57	781.00	38.68	709.00	35.12
12.70	1296.00	64.29	925.00	45.81	839.00	41.56
	1496.00	74.10	1046.00	51.81	1007.00	49.88

Gráfico Penetración CBR




 Ampar Trujillo Espinola Villanueva
 ING CIVIL
 R. CP N° 208707



942 238 924 / 971218314



Av. Salvador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.soc@gmail.com

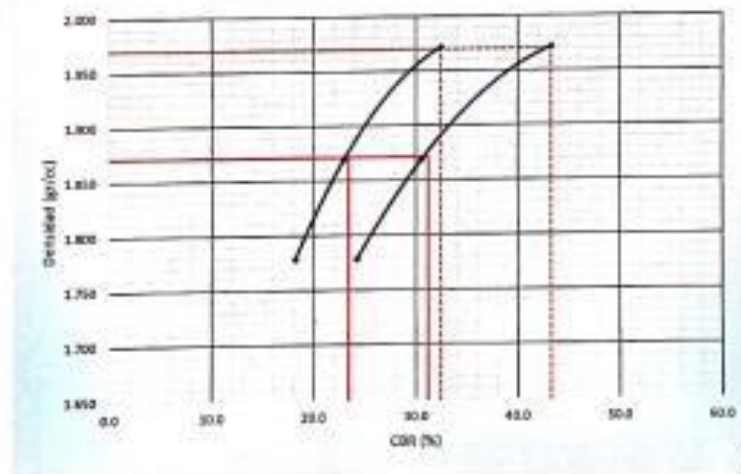
Proctor / Densidad Natural / O.C.R.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1.978
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1.872
Densidad Natural (gr/cc)			-
Óptimo Humedad (%)			12.46%

N golpes	C.B.R. (9.17)	C.B.R. (25.2)	Densidad
55	32.5	43.3	1.971
26	22.9	30.5	1.889
12	18.2	24.2	1.776

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	32.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	23.4

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	43.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	31.2

% de Expansión	
	BAJA



[Signature]
 Anacleto Espinoza Vilamara
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 208707

LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana, Gonzales Cribbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 6% de cal

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)

N° Tarro	3	4
Tarro + Suelo húmedo (g)	22.46	26.83
Tarro + Suelo seco (g)	22.13	25.85
Peso Agua (g)	0.33	0.98
Peso del Tarro (g)	20.98	22.45
Peso del suelo seco (g)	1.15	3.40
Humedad (%)	28.70	28.82
Límite Plástico (%)	28.76	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)

N° Tarro	5.08	6.00	7.09
Numero de Golpes	16	23	31
Peso tarro + suelo húmedo (g)	53.88	47.78	52.21
Peso tarro+suelo seco (g)	48.14	44.21	47.31
Peso del Agua (g)	5.74	3.57	4.90
Peso del tarro (g)	33.50	34.65	33.65
Peso del suelo seco (%)	14.64	9.56	13.66
Humedad (%)	39.21	37.34	35.87
Límite Líquido (%)	36.80		

LÍMITE LÍQUIDO (%)	36.80
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.76
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8.04



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lara 1311, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.soc@gmail.com

PROCTOR ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

PROYECTO: "Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancayo Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú."

UBICACIÓN: Huancayo Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana; Gonzales Orbe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 6% de cal

N° DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde + Suelo Húmedo (g)	7209.25	7335.00	7451.50	7463.50
Peso del Molde (g)	2764.00	2764.90	2764.90	2764.90
Peso Suelo Húmedo (g)	4444.25	4570.10	4686.60	4698.60
Volumen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.092	2.152	2.206	2.212

Número de Tazo	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	9.0%		11.0%		13.0%		15.0%	
Peso Tazo + Suelo húmedo (g)	321.02	357.19	285.14	303.82	346.28	358.05	265.69	287.74
Peso Tazo + Suelo Seco (g)	293.63	331.78	243.69	278.24	312.47	322.62	236.55	256.47
Peso Tazo (g)	51.64	49.21	50.85	47.21	52.62	51.19	42.71	47.38
Peso del agua	22.39	25.41	21.45	25.58	33.81	35.43	29.14	31.27
Peso de suelo seco	246.90	282.57	192.84	231.05	259.85	271.43	193.84	209.09
Humedad (%)	9.1	9.0	11.1	11.1	13.0	13.1	15.0	15.0
Humedad promedio (%)	9.029		11.098		13.032		14.994	
Densidad Seca (g/cc)	1.919		1.937		1.952		1.924	

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cc ³)	1.95
OCH (%)	13.83
DATOS DEL MOLDE	
N°:	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

Amado Teófilo Espinola Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP N° 208707



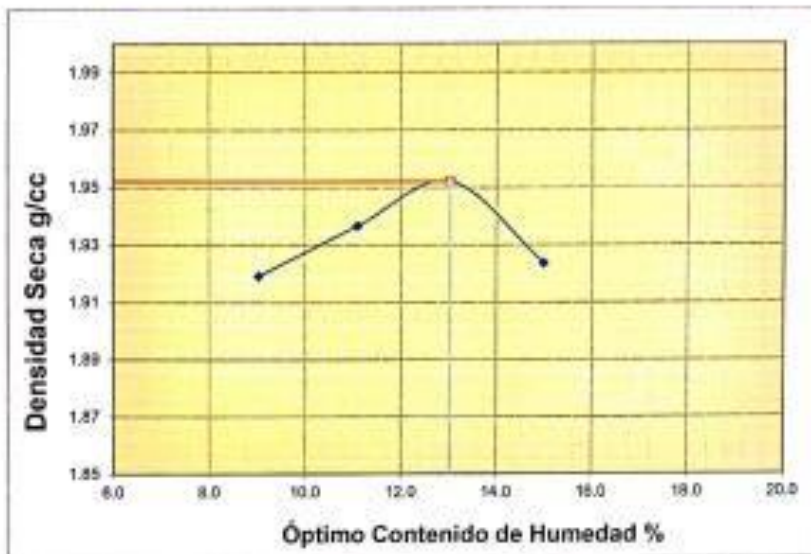
942 238 924 / 972118114



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com



[Firma manuscrita]
Arando Tejeda Espinosa Vilmarwa
ING. CIVIL
R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331. Urb. Los Jardines



corporacion.aj.sas@gmail.com

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESTISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana, Gonzales Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 6% de cal

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	: VIRÚ					C					
Tipo de Muestra	: ALTERADA					1.95					
						13.03%					
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	: Húmeda				Área Pistón de Penetración	19.4 cm ²					
Compartición de Especímenes											
Molde N°	1		2		3						
N° Capa	5		5		5						
Golpes por capa N°	56		26		12						
Coord. de la muestra	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada					
Peso molde + Suelo húmedo	12487	12487	12599	12599	12485	12485					
Peso de molde (g)	8031		8172		8308						
Peso del suelo húmedo (g)	4456	4456	4427	4427	4177	4177					
Volumen del molde (cc)	2022		2122		2110						
Densidad húmeda (g/cc)	2.204	2.204	2.086	2.086	1.980	1.980					
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	132.86	136.97	140.99	138.82	140.75	139.37					
Tarro + Suelo seco (g)	120.58	124.08	127.22	125.84	127.46	126.12					
Peso del Agua (g)	12.28	12.89	13.37	12.98	13.29	13.25					
Peso del tarro (g)	26.15	25.48	24.69	26.17	25.85	24.69					
Peso del suelo seco (g)	94.43	98.6	102.53	99.67	101.61	101.43					
Humedad (%)	13.00	13.07	13.04	13.02	13.08	13.06					
Densidad seca (gr/cc)	1.950		1.846		1.751						
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/11/21	21:22	24	28	0.07	0.06	51.00	0.13	0.10	78.00	0.20	0.16
19/11/21	21:31	48	38	0.15	0.12	105.00	0.27	0.21	178.00	0.45	0.36
20/11/21	21:24	72	39	0.20	0.16	161.00	0.41	0.32	285.00	0.72	0.57
21/11/21	21:32	96	108	0.27	0.22	224.00	0.57	0.45	401.00	1.02	0.80
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		111.00	5.50		75.00	3.71		56.00	2.77		
1.27		216.00	10.70		132.00	6.54		96.00	4.75		
1.90		397.00	19.66		256.00	12.68		174.00	8.62		
2.54	70.31	578.00	28.63	28.91	432.00	21.40	21.80	325.00	16.10	16.44	
3.17		752.00	37.25		528.00	26.15		412.00	20.58		
3.81		884.00	42.79		674.00	33.38		506.00	25.28		
5.08	105.46	1012.00	50.12	57.83	856.00	42.40	43.61	614.00	30.85	31.48	
7.62		1231.00	60.97		1002.00	49.63		716.00	35.88		
10.16		1452.00	71.92		1197.00	59.29		905.00	45.25		
12.70		1663.00	82.37		1412.00	69.94		1169.00	57.90		



942 238 924 / 971318314

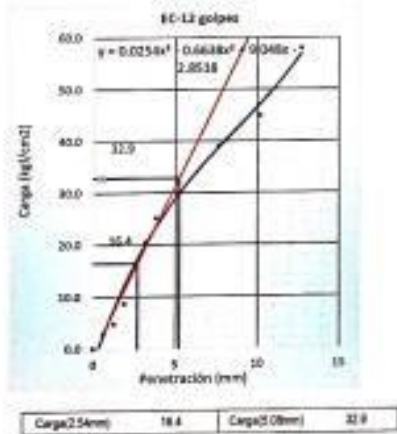
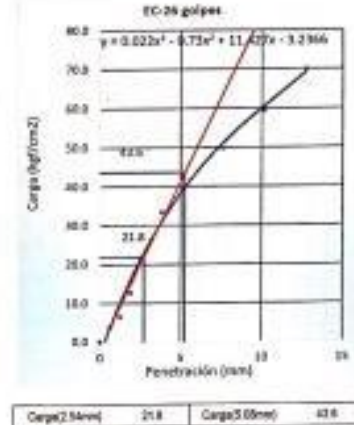
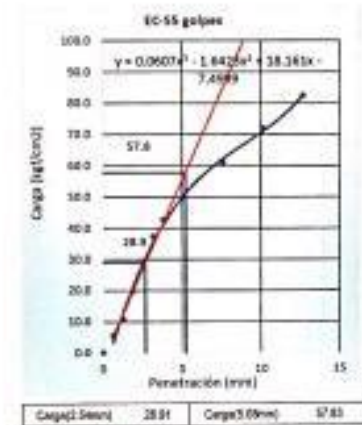


Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

Gráfico Penetración CBR



Asunto Trujillo Espinola Valamaria
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318314

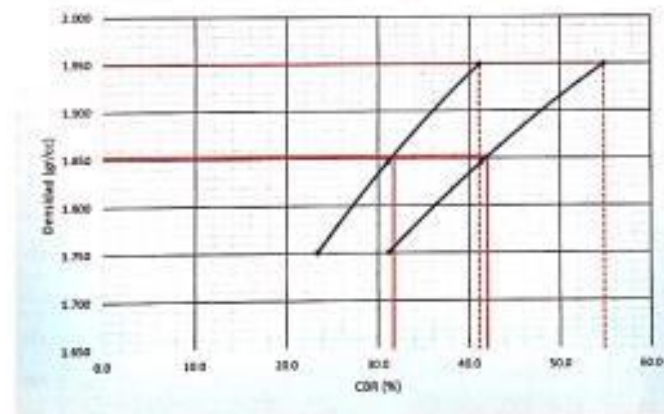


Av. Salvador Lora 1131, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1,950
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1,853
Densidad Natural (gr/cc)			-
Óptimo Humedad (%)			13,03%
N golpes	C.B.R. (0,1")	C.B.R. (0,2")	Densidad
55	41,1	54,8	1,950
26	31,0	41,3	1,846
12	25,4	31,2	1,751
RESULTADOS DE C.B.R. (0,1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			41,1
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			31,7
RESULTADOS DE C.B.R. (0,2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			54,8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			42,0
% de Expansión			BAJA



Amador Inyesta Espinosa Villanueva
 ING CIVIL
 R. CIP N° 206707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sar@gmail.com

LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40 (ASTM D 4318)

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

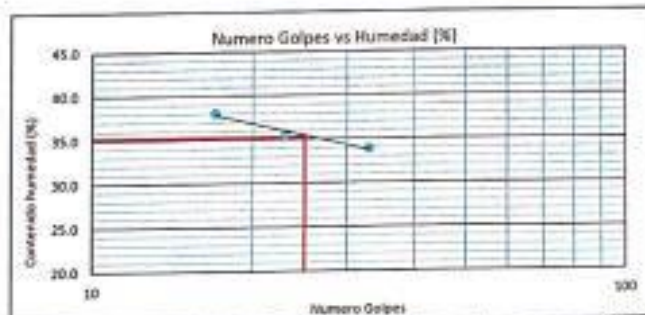
UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESTISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana, Gonzales Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 8% de cal

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
N° Tarro	3	4	
Tarro + Suelo húmedo (g)	27.91	27.54	
Tarro + Suelo seco (g)	25.41	25.33	
Peso Agua (g)	2.50	2.21	
Peso del Tarro (g)	16.58	17.48	
Peso del suelo seco (g)	8.83	7.85	
Humedad (%)	29.21	28.15	
Límite Plástico (%)		28.21	

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-116)			
N° Tarro	2.00	3.00	4.00
Numero de Golpes	17	23	33
Peso tarro + suelo húmedo (g)	47.38	45.88	46.81
Peso tarro + suelo seco (g)	41.57	41.82	42.12
Peso del Agua (g)	5.81	5.25	4.68
Peso del tarro (g)	35.27	35.84	38.27
Peso del suelo seco (%)	15.30	14.78	13.85
Humedad (%)	37.87	35.59	33.86
Límite Líquido (%)		35.25	



LÍMITE LÍQUIDO (%)	35.25
LÍMITE PLÁSTICO (%)	28.21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7.02

Amado Tejada Espinosa Villaseca
ING. CIVIL
R. CIP N° 208707

PROCTOR ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

PROYECTO: "Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú."

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESISTAS: Albinco Ruiz, Yeymi Tatiana; Gonzales Oriba, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 0% de cal

N° DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7189.14	7358.50	7473.30	7409.60				
Peso del Molde (g)	2764.90	2764.90	2764.90	2764.90				
Peso Suelo Húmedo (g)	4424.24	4593.60	4708.40	4724.70				
Volumen del molde (cc)	2124.00	2124.00	2124.00	2124.00				
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.083	2.163	2.217	2.224				
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	10.5%		12.0%		13.5%		15.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	285.17	323.69	314.47	285.02	300.25	287.96	333.22	278.43
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	261.34	297.53	286.47	261.45	271.59	261.29	297.58	249.59
Peso Tarro (g)	51.55	48.32	55.91	58.67	61.09	63.88	58.13	56.32
Peso del agua	21.83	26.16	28.00	24.47	28.66	26.67	35.64	28.84
Peso de suelo seco	209.79	249.21	230.56	202.82	210.50	197.41	239.45	193.27
Humedad (%)	10.4	10.5	12.1	12.1	13.6	13.5	14.9	14.9
Humedad promedio (%)	10.451		12.105		13.563		14.963	
Densidad Seca (g/cc)	1.886		1.929		1.952		1.936	

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cc ²)	1.95
DCH (%)	13.56
DATOS DEL MOLDE	
N°	1
PESO(g):	2764.9
VOLUMEN (cc):	2124.0

Amado Tejada Espinoza Villanueva
ING CIVIL
R. CIP N° 200707



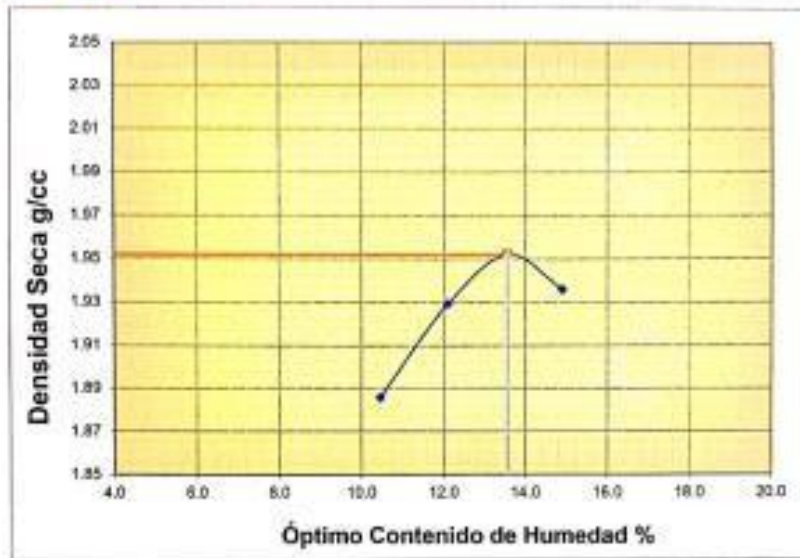
942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lara 1311, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.tar@gmail.com



[Firma manuscrita]
Atsede Pájaro Espinola Valmarwa
ING. CIVIL
R. CIP Nº 200707



942 238 924 / 971318314



Av. Salvador Lara 1331, Urb. Los Jardines



corporacion.aj.sas@gmail.com

PROYECTO: Mejoramiento y diseño de infraestructura vial para la carretera que une Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú.

UBICACIÓN: Huancaquito Alto y la Panamericana, Distrito y Provincia de Virú

TESTISTAS: Albino Ruiz, Yeymi Taliana, Gonzales Oribe, Luis Alfonso

MUESTRA: Material para afirmado con adición de 8% de cal

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	: VIRÚ						C				
Tipo de Muestra	: ALTERADA						1,95				
							13,56%				
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	: Húmeda			Aro Pistón de Penetración			19,4 cm ²				
Compactación de Especímenes											
Molde N°	1			2			3				
N° Capa	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			26			12				
Cond. de la muestra	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	Saturada	
Peso molde + Suelo húmedo	12505	12506	12638	12638	12503	12503	12503	12503	12503	12503	
Peso de molde (g)	8031			8132			8308				
Peso del suelo húmedo (g)	4475	4475	4466	4466	4195	4195	4195	4195	4195	4195	
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110				
Densidad húmeda (g/cc)	2.213	2.213	2.105	2.105	1.988	1.988	1.988	1.988	1.988	1.988	
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	141.25	141.92	138.02	138.69	139.94	139.94	139.94	139.94	139.94	139.94	
Tarro + Suelo seco (g)	127.57	128.09	124.57	124.47	126.22	126.22	126.22	126.22	126.22	126.22	
Peso del Agua (g)	13.68	13.83	13.45	13.22	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	13.72	
Peso del tarro (g)	26.02	25.84	25.47	25.69	25.12	25.12	25.12	25.12	25.12	25.12	
Peso del suelo seco (g)	101.55	102.25	99.1	97.78	101.1	101.1	101.1	101.1	101.1	101.1	
Humedad (%)	13.47	13.53	13.57	13.52	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	13.57	
Densidad seca (gr/cc)	1.950			1.854			1.751				
Expansión											
Fecha	Hora Inic.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/11/21	15:36	24	25	0.06	0.05	44	0.11	0.09	53	0.13	0.11
20/11/21	15:38	48	51	0.13	0.10	87	0.22	0.17	112	0.28	0.22
21/11/21	15:38	72	71	0.18	0.14	127	0.32	0.25	198	0.50	0.40
22/11/21	15:40	96	88	0.22	0.18	191	0.49	0.38	341	0.87	0.68
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		113.00	5.50		81.00	4.01		72.00	3.57		
1.27		208.00	10.30		139.00	6.88		124.00	6.16		
1.90		401.00	19.86		278.00	13.77		189.00	9.41		
2.54	30.31	597.00	29.57	30.34	453.00	22.44	23.23	356.00	17.81		
3.17		782.00	38.73		549.00	27.19					
3.81		871.00	43.14		689.00	34.13					
5.08	105.46	1031.00	51.06	60.68	874.00	43.29	48.46	674.00	34.15		
7.62		1287.00	63.74		1037.00	51.36		829.00	41.66		
10.16		1499.00	74.24		1200.00	59.44		945.00	46.81		
12.70		1682.00	83.31		1439.00	71.27		1215.00	60.18		



942 238 924 / 971318314

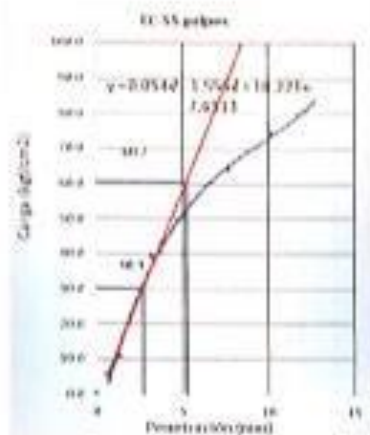


Av. Salvador Lora 1331, Urb. Los Jardines

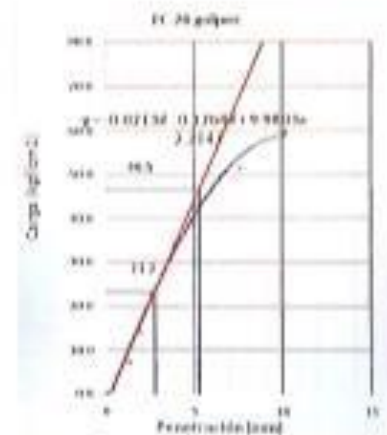


corporacion.a.j.sara@gmail.com

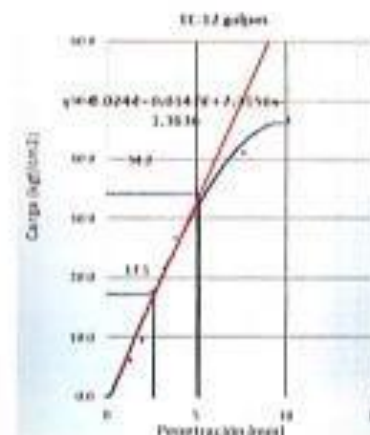
GRÁFICO PENETRACIÓN CBI



Carga(25mm) 30.31 Carga(40mm) 48.3



Carga(25mm) 21.7 Carga(40mm) 46.5



Carga(25mm) 17.1 Carga(40mm) 34.2

Elyssa Villanueva
ING CIVIL
N. CIP Nº 200707



942 238 924 / 971318314

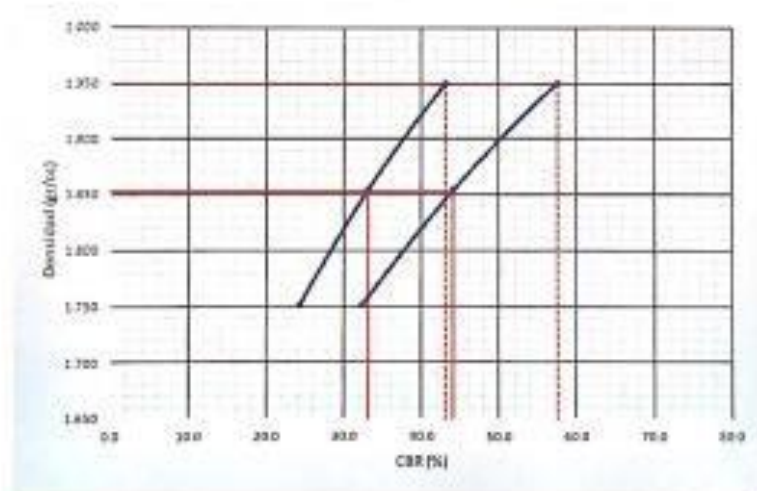


Av. Salvador Lora 1331, EVD, Los Jardines



corporacion.a.j.serv@gmail.com

PROCTOR / DENSIDAD NATURAL / O.C.H.			
Máxima Dens. Seca (gr/cc)			1,950
95% de la M.D.S. (gr/cc)			1,853
Densidad Natural (gr/cc)			-
Óptima Humedad (%)			13,56%
N golpes	C.B.R. (0,1")	C.B.R. (0,2")	Densidad
55	43,2	57,5	1,950
26	33,0	44,1	1,854
12	24,3	32,4	1,751
RESULTADOS DE C.B.R. (0,1")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			43,2
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			33,0
RESULTADOS DE C.B.R. (0,2")			
C.B.R. al 100% de la M.D.S.			57,5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.			44,0
% de Exposición			BATA



[Signature]
 Amado Pineda Espinosa Villanueva
 ING. CIVIL
 R. CIP Nº 208707



942 238 924 / 971318114



Av. Salvador Lora 1131, Urb. Los Jardines



corporacion.a.j.sas@gmail.com

Anexo 11. Certificado de Calibración y Mantenimiento del GPS SOUTH G1



SOUTH

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Mantenimiento general	Reparacion	Operatividad OK	Garantia 1 año	Nuevo
-----------------------	------------	--------------------	----------------	-------

DATOS DEL EQUIPO

Nombre : GPS DIFERENCIAL	Especificaciones de Precision (RMS) 1 2 3 - Horizontal: 2.5mm + 0.5 ppm RMS - Vertical: 5mm + 0.5 ppm RMS - Tiempo de observacion: Va de 4 a 30 minutos en funcion de la distancia entre los receptores y otros factores ambientales
Marca : GALAXY SOUTH	
Modelo : G1	
Colector Serie : X11139031075102 Modelo No: X11	
Receptor BASE Serie : 5G1093117288214EDN Receptor ROVER Serie : 5G1093117288192EDN	

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Nro. : 008-00369
Fecha : 28/04/2021

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

□ Los valores de rendimiento asumen un mínimo de 4 satélite, siguiendo los procedimientos recomendados en el manual del producto. Las zona de elevada recepción múltiple, los valores alto del PDOP y los periodos de condiciones atmosférica extremas pueden afectar al rendimiento

COSOLA GROUP S.A.C. bajo la acreditación de SGS ISO 9001-2008 certifica que el instrumento identificado a sido verificado en concordancia con los procedimientos de verificación establecida por el fabricante

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Operatividad	Observación
28/04/2021		X	1 AÑO	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	RUC
COSOLA GROUP S.A.C.	PLASENCIA & ASOCIADOS S.A.C.	20482319425
LABORATORIO COSOLA GROUP SAC Sonia Andrea Girao JEFE DPTO. TÉCNICO Y REPARACIÓN (Bosque GPS y Drones) Firma y Sello	Firma y Sello	



Anexo 12. Certificado de Calibración Estación total Topcon GPT 320



GEOSERVIC

CERTIFICADO DE CALIBRACION

DATOS DEL EQUIPO

Equipo	Marca	Modelo	Serie
ESTACION TOTAL ~	TOPCON	GPT-3205NW	U80397

N° Orden: 3027GE

ENTIDAD CERTIFICADORA:

GEOSERVIC E.I.R.L.

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para controlar y calibrar los ángulos se contrastan con un colimador TOPCON con telescopio de 32x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01", que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM 2A precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa

Para controlar y calibrar la constante promedio en las Distancias se hacen las mediciones en una base establecida con una Estación Total Marca TOPCON modelo GPT-3002W nueva de precisión en distancia de +/- (2mm + 2 ppm x D) M.S.E. = línea de la medida.

El control angular se ejecuta en la base soporte metálica fijada en cemento específico a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

Las distancias son medidas con la Estación total instalada en una base fijada en la pared y el prisma estacionado sobre un trípode KERN de bastón centrador en cada punto de control establecido, tomando en consideración la temperatura y la presión atmosférica.

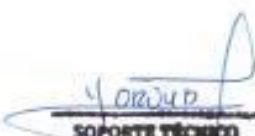
VALOR PATRON	VALOR OBTENIDO	DIF.
ANG. HZ. 00°00'00" / 180°00'00"	00°00'00" / 180°00'00"	00"
ANG. V. 90°00'00" / 270°00'00"	90°00'00" / 270°00'00"	00"

NORMA APLICADA

Desviación estándar basada en la norma ISO 9001:2000 FM/ISO 14001 para Estación Total TOPCON ES-105

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
03/09/2021	✓	✓	6 meses	100% OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	Obra
JORDY BAUTISTA TITO	PLASENCIA & ASOCIADOS SAC. RUC 20482319425	
 SOPORTE TÉCNICO GEOSERVIC E.I.R.L. Firma y Sello	Firma y Sello	

GEOSERVIC E.I.R.L.
Jr. Toledano Cárdenas 273
Oficina: 903 Santa Beatriz - Lima - Perú.

Certificado no podrá ser creado por otras empresas.
Teléfono: 980931730



GEOSERVIC

CERTIFICADO CALIBRACION - COLIMADOR

DATOS DEL EQUIPO

COLIMADOR DE 5 ELESCOPIOS			
Marca	: FOIF	Precisión Angular	: $\pm 1/2$ trazo del colimador enfocado al infinito $\pm 0,5''$
Modelo	: CF 5	Tipo	: Doble Reticulo: al infinito y a 2,0 m.
Artículo	: CGT-C-01		: Apertura de Objetivo 40mm
Serie	: 11002	Telescopio	: 40x Imagen Directa

CERTIFICADO DE CALIBRACION

N° 01- 3005C

ENTIDAD CERTIFICADORA

GEOSERVIC

METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Para calibrar y controlar este instrumento se contrastan los tubos, colimadores FOIF con telescopio de 38x en cuyos reticulos enfocados al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de $01''$; patronado periódicamente por una Estación total OTS-685 R1000 de precisión al $1''$ con el método de lectura Directa - Inversa y referendado con el colimador CF 5 FOIF.

La temperatura y la precisión atmosférica medida con Altimetro Thommen de precisión, la temperatura y la humedad relativa se define con un Barotermohigrómetro de marca Control Company patronados periódicamente con los métodos de calibración control y ajuste exigidos por el fabricante.

TEMPERATURA LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO	Presión atmosférica
25°	67%	760 mmhg

NORMA APLICADA

Desviación estándar basada en la norma DIN 18723 e ISO 12857 del Colimador Original CF 5 FOIF.

RESULTADOS

Distancia Lectura de Instrumento Patrón	Distancia Instrumento contrastado	Diferencia
Reticulos enfocados al infinito:	$\pm 1,4$ de grosor de trazo (aprox. $0,4''$)	$\pm 1,4$ de grosor de trazo ($0,4''$)
Porcentaje de Error: $\pm 0,001\%$	$\pm 1,5$ del grosor de trazo del reticulo enfocado al infinito.	

CALIBRACION Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
03/09/2021		x	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	Obra:
GIAN PIERRE MORAN M.	GEOSERVIC E.I.R.L.	
 SOPORTE TÉCNICO GEOSERVIC E.I.R.L.		
Firma y Sello	Firma y Sello	