



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km
05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres
del Perú, Jimbe - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Chugnas Oropeza, Gerson Isai (<https://orcid.org/0000-0002-1288-8014>)

Flores Garcia, Waldir Yuliño (<https://orcid.org/0000-0001-6609-0107>)

ASESOR:

Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe (<https://orcid.org/0000-0002-9488-9650>)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

CHIMBOTE – PERÚ

2021

Dedicatoria

A los profesores por enseñarnos lo importante que es el estudio, por inculcarnos los valores de la vida, por ser padre y madre en nuestra casa de estudios, por brindarnos su sabiduría y conocimientos y por encaminarnos por el camino correcto.

A mis padres quienes me educaron y me enseñaron los valores como la humildad y la gratitud, por valorar y tomar en cuenta mis metas, muchos de mis metas se los debo a ellos.

A mis hermanos que nunca perdieron la esperanza y confiaron en mí, por brindarme su apoyo.

Gerson Isai Chugnas Oropeza

A mis amados padres que en todo momento me brindaron su apoyo, por estar en los buenos y malos momentos, por demostrarme que la vida está llena de dificultades, pero se lo supera con perseverancia y metas.

A mis hermanos por confiar en mí, por alentarme en los malos momentos, por estar en cada circunstancia apoyándome y dándome ánimos para no rendirme.

Waldir Yuliño Flores Garcia

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco infinitamente a Dios padre todo poderoso por guiarme en todo momento, brindándome fuerza y valor para seguir adelante y así cumplir mis responsabilidades que cumplí y tengo por cumplir.

De la misma manera agradezco a mis padres por haberme brindado su apoyo y su confianza, mi madre que cada día me motiva con sus palabras de apoyo y sus consejos de cómo debo ser de igual manera quiero agradecer a mi padre porque siempre me demuestra su apoyo.

Gerson Isai Chugnas Oropeza

A mis docentes de la universidad cesar vallejo de mi Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su enseñanza, quienes se tomaron el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos, especialmente del campo y de los temas que corresponden a mi profesión. Pero además de eso, son quienes han sabido encaminarme por el camino correcto y quienes me han ofrecido sabios conocimientos para lograr mis metas y lo que me proponga.

Waldir Yuliño Flores Garcia

Índice de contenidos

	Pág.
Carátula.....	I
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	19
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS	24
V. DISCUSIÓN	80
VI. CONCLUSIONES.....	85
VII. RECOMENDACIONES.....	88
VIII. PROPUESTAS	89
REFERENCIAS.....	90
ANEXOS.....	96

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1. Tipos de fallas cada 500 metros	24
Tabla 2. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 01 – M1	25
Tabla 3. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 01 – M1	26
Tabla 4. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 01 – M1	27
Tabla 5. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 01 – M2	28
Tabla 6. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 01 – M2	29
Tabla 7. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 01 – M2	30
Tabla 8. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 02 – M1	30
Tabla 9. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 02 – M1	31
Tabla 10. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 02 – M1	32
Tabla 11. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 02 – M2	33
Tabla 12. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 02 – M2	34
Tabla 13. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 02 – M2	35
Tabla 14. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 02 – M3	35
Tabla 15. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 02 – M3	36
Tabla 16. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 02 – M3	37
Tabla 17. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 03 – M1	38
Tabla 18. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 03 – M1	39
Tabla 19. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 03 – M1	40
Tabla 20. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 04 – M1	40
Tabla 21. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 04 – M1	41
Tabla 22. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 04 – M1	42
Tabla 23. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 05 – M1	43
Tabla 24. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M1	44
Tabla 25. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M1	45
Tabla 26. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 05 – M2	45
Tabla 27. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M2	46
Tabla 28. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M2	47
Tabla 29. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 05 – M3	48
Tabla 30. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M3	49
Tabla 31. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M3	50
Tabla 32. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 05 – M4	50
Tabla 33. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M4	51
Tabla 34. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M4	52
Tabla 35. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 05 – M5	53
Tabla 36. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M5	54
Tabla 37. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M5	55
Tabla 38. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 05 – M6	55
Tabla 39. Limite líquido (ASTM – D4318) de la C 05 – M6	56
Tabla 40. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M6	57
Tabla 41. Registro de Sondaje de la calicata – 01	58
Tabla 42. Registro de Sondaje de la calicata – 02	59
Tabla 43. Registro de Sondaje de la calicata – 03	60
Tabla 44. Registro de Sondaje de la calicata – 04	61
Tabla 45. Registro de Sondaje de la calicata – 05	62
Tabla 46. Resultados del Proctor Modificado, ASTM D-1557	63
Tabla 47. Ensayo relación soporte de california	64
Tabla 48. Determinación de la expansión	65
Tabla 49. Factor de deformación del anillo	66
Tabla 50. Tráfico vehicular en ambos sentidos por día	68
Tabla 51. Factor de corrección estacional	70
Tabla 52. IDM utilizado los factores de corrección	70
Tabla 53. Tráfico generado- 15años	72
Tabla 54. Sumatoria de IMDa por tipo de vehículo	73
Tabla 55. Cálculo de ejes equivalentes- Esal	75
Tabla 56. Número estructural requerido	77
Tabla 57. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento	77
Tabla 58. Espesores de capa	78

Índice de gráficos y figuras

	Pág.
Gráfico 1. Curva granulométrica de la C 01–M1	26
Gráfico 2. Curva de fluidez	27
Gráfico 3. Curva granulométrica de la C 01 – M2	28
Gráfico 4. Curva de fluidez	29
Gráfico 5. Curva granulométrica de la C 02 – M1	31
Gráfico 6. Curva de fluidez	32
Gráfico 7. Curva granulométrica de la C 02 – M2	33
Gráfico 8. Curva de fluidez	34
Gráfico 9. Curva granulométrica de la C 02 – M3	36
Gráfico 10. Curva de fluidez	37
Gráfico 11. Curva granulométrica de la C 03 – M1	38
Gráfico 12. Curva de fluidez	39
Gráfico 13. Curva granulométrica de la C 04 – M1	41
Gráfico 14. Curva de fluidez	42
Gráfico 15. Curva granulométrica de la C 05 – M1	43
Gráfico 16. Curva de fluidez	44
Gráfico 17. Curva granulométrica de la C 05 – M2	46
Gráfico 18. Curva de fluidez	47
Gráfico 19. Curva granulométrica de la C 05 – M3	48
Gráfico 20. Curva de fluidez	49
Gráfico 21. Curva granulométrica de la C 05 – M4	51
Gráfico 22. Curva de fluidez	52
Gráfico 23. Curva granulométrica de la C 05 – M5	53
Gráfico 24. Curva de fluidez	54
Gráfico 25. Curva granulométrica de la C 05 – M6	56
Gráfico 26. Curva de fluidez	57
Gráfico 27. Relación Humedad – Densidad	63
Gráfico 28. Relación de densidad seca y CBR	67
Gráfico 29. CBR, ASTM D1883	67
Gráfico 30. Tráfico vehicular total por vehículos/día	69
Gráfico 31. CBR de diseño	76

Resumen

Con la finalidad de dar una mejor calidad de vida a las personas, se propuso la presente tesis titulada “Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú, Jimbe – 2021”, donde su objetivo general es determinar el diseño del pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.

La investigación es de diseño cuasi – experimental, asimismo, la carretera de estudio está compuesta por 5 kilómetros, con 5 calicatas y 14 muestras con una variedad de suelos desde roca, arcilla y arena. Para la elaboración del diseño del pavimento flexible se dio uso al manual de ensayos de materiales como también al manual de carreteras por medio del método AASHTO – 93.

La carretera presenta falla por deformación, por erosión y por baches en su capa de rodadura, con un CBR de 34.07 al 100% y un ESAL 433 930, de acuerdo a ello, la estructura del pavimento está compuesto por una carpeta asfáltica de 5 centímetros, una base de 15 centímetros y una subbase de 15 centímetros, se concluyó que el pavimento flexible es factible y económico.

Palabras clave: Estrato, calzada, cuneta, CBR.

Abstract

In order to give a better quality of life to people, the present thesis was proposed entitled "Design of flexible pavement of the Cosma highway section Km 05 + 213 - Km 10 + 213 using the AASHTO-93 Method Cáceres del Perú, Jimbe - 2021", where its general objective is to determine the design of the flexible pavement of the Cosma highway section Km 05 + 213 - Km 10 + 213 using the AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021 Method.

The research is of quasi - experimental design, likewise, the study road is composed of 5 kilometers, with 5 pits and 14 samples with a variety of soils from rock, clay and sand. For the development of the flexible pavement design, the materials testing manual was used as well as the road manual through the AASHTO - 93 method.

The road presents failure due to deformation, erosion and potholes in its tread layer, with a CBR of 34.07 at 100% and an ESAL 433 930, accordingly, the pavement structure is composed of a 5-centimeter asphalt layer. , a base of 15 centimeters and a subbase of 15 centimeters, it was concluded that the flexible pavement is feasible and economical.

Key words: Stratum, roadway, ditch, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el transporte es muy importante porque de alguna manera u otra aporta en el crecimiento socio económico, es por ello, que se deben hacer diseños de pavimentaciones, garantizando la seguridad y facilidad del movimiento vehicular, las obras viales generan calidad de vida en las personas ya sea conectando dos ciudades o dos países donde circulan todo tipo de vehículo motorizado de modo más constante.

Asimismo, las carreteras contribuyen en la transitabilidad eficientemente de la persona haciendo una movilización más fluida, pero no todas las carreteras se encuentran en el mismo estado debido a que no reciben un mantenimiento adecuado o al momento de ejecutar la obra vial el ingeniero a cargo de la obra no cumple con lo establecido en el diseño, por esos motivos la vía tendrá poco tiempo de vida y se ira deteriorando muy rápido, por otro lado, esa vía afecta a los transportistas debido a qué si la pista tiene grietas o huecos el vehículo sufre mayores desgaste y tiende a malograrse más rápido y por esos motivos no deciden transitar por esa carretera, en consecuencia, los pobladores son los que sufren al transportarse, debido al escasas de vehículos por esa carretera.

Por otro lado, para Liu, Brömmelstroet, Krishnamurthy y Van (2019), el diseño de una vía permite determinar los espesores de cada capa que conforman la pista, donde se deberá tener en cuenta las consideraciones de diseño en las vías como el ancho, pendiente, curva y velocidad de diseño, la gran parte de los profesionales hacen referencia a los estándares de diseño para realizar sus trabajos (p.4).

Sin embargo, Maduabuchukwu, Soon, Chiu y Adebayo (2019), los pavimentos más diseñados y usados hoy en día son el pavimento flexible y el pavimento rígido, donde la estructura del pavimento flexible está compuesta por una subrasante, subbase, base, riego de imprimación y la carpeta asfáltica y el pavimento rígido que está compuesto por una subrasante, una base, riego de imprimación y losa de concreto, estas infraestructuras requieren gran cantidad de recursos naturales, el pavimento rígido requiere mayor cantidad de recursos y también ofrecerá mayor tiempo de vida, por otro lado, el pavimento flexible requiere menores costos, pero a su vez presenta menor tiempo de vida, ambos tipos de pavimentos de una manera

u otra proporciona beneficios económicos a la población, sostenibilidad ambiental y social (p.1).

Es por ello, Saravia y Vejarano (2019), los pavimentos flexibles se clasifican por diferentes tipos de mezclas asfálticas, a su vez se les denomina flexible porque no son elocuentes, de manera que la rigidez de cada capa del pavimento varia, asimismo, se desplaza las deformaciones y los esfuerzos concentrados a las capas menores en una mínima área, por tal motivo la estructura del pavimento tiende a deformarse ante la transmisión de carga. Este tipo de pavimento se deteriora con mayor facilidad no solo porque presenta un mínimo defecto constructivo sino por el desgaste que sufre por parte de los vehículos que transitan constantemente (p.31).

En relación a la problemática que presenta el Perú, las zonas rurales en su mayoría no cuenta con pavimentos asfaltados, son vías que no reciben un mantenimiento adecuado, de manera que, el estado toma preferencia para pavimentar las vías principales como las vías nacionales, mientras las zonas rurales requieren pavimentos para tener una mejor circulación, mejor calidad de vida e impulsar la economía, asimismo, la carretera del Caserío de Cosma se encuentra en terreno natural, de manera que provoca infecciones respiratorias a los pobladores debido al polvo que ocasionan los vehículos.

Por lo expuesto anteriormente, la carretera de Cosma es una vía principal que muestra un estado en terreno natural presentando fallas en su capa de rodadura, por lo que afecta a los vehículos que circulan en dicha carretera. Por tal motivo se planteó este proyecto de investigación diseño de pavimento flexible que mejorará el ornato, la imagen, transitabilidad vehicular y reducirá el polvo ocasionado por los vehículos e incrementará la economía de las zonas aledañas.

Por consiguiente, el problema principal de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 es el desequilibrio que tiene en su capa de subrasante, para darle solución al problema generalmente se usan las practicas comunes como la conformación de dicha capa donde lo compactan hasta que no queden poros y su grado de compactación llegue a 100.

Por otro lado, el gobierno regional y el gobierno nacional son los encargados de destinar el presupuesto de obra al ejecutarse ya sea afirmado o mantenimiento de las carreteras urbanas o vecinales, el afirmado en vías tiende a deteriorarse más rápido, por otro lado, el pavimento flexible tiene mayor tiempo de vida, es por ello, que se consideró en el presente estudio el siguiente problema ¿Cuál es el diseño que debe presentar el pavimento flexible para lograr los resultados idóneos de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021?.

El presente estudio tiene como justificación social, el resultado que se obtuvo tanto las entidades privadas como públicas que se encuentran involucradas en la zona puedan tomar los resultados para así ejecutar en un proyecto futuro, así mejorando la calidad de vida de las personas que se encuentran en dicho caserío, el tramo Km 05+213 – Km 10+213 de la carretera Cosma necesita una mejora urgente debido a que los pobladores se les dificulta trasladarse con bicicletas, motos y vehículos debido a que el pavimento se encuentra en pésimas condiciones.

Además, presenta una justificación económica, el tramo Km 05+213 – Km 10+213 de la carretera Cosma recibe un mantenimiento periódico por parte del municipio, la vía de acuerdo a sus años de vida establecida tendría que estar en óptimas condiciones para que tenga un buen flujo vehicular, lo más apropiado para este caso es que la vía este pavimentada con asfalto de tal manera que el diseño de pavimento flexible tendrá un tiempo de vida útil que superará por mucho a un mantenimiento de material granular, será un gran beneficio para los pobladores debido a que el pasaje disminuirá porque la vía no presentará fallas y aumentará el flujo vehicular.

Una vez descrita la justificación, el proyecto de investigación tiene como objetivo general: Determinar el diseño del pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.

Asimismo, los objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo por medio de los ensayos de granulometría, límite líquido y

limite plástico, Proctor modificado y CBR de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 Cáceres del Perú Jimbe 2021, determinar el estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021 y determinar el peralte de las capas a utilizar en el pavimento de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.

Por otro lado, la hipótesis: El diseño del pavimento flexible en la carretera Cosma es significativo para el ornato, imagen y la transitabilidad del tramo Km 05+213 – Km 10+213, Cáceres del Perú Jimbe 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En relación a los antecedentes internacionales, según Conde y Rodríguez (2019), en su tesis: “Diseño de pavimento flexible sector barrio IFA a carretera nacional en el municipio de El Guamo Tolima” los investigadores plantearon como objetivo general en diseñar una pista flexible en la zona barrio IFA en la vía nacional en el municipio de el Guamo Tolima empleando la norma oferta en el manual de diseño de pavimentos flexibles para mínimos tamaños de tránsito INVIAAS y sistema de suposición de densidad de capas de AASHTO 93. Los autores aplicaron la metodología AASHTO 93 en 6 fases principales de los cuales lo ejecutaron a cielo abierto, donde encontraron las propiedades físicas y mecánicas más imprescindibles de cada capa granular existente y de la misma manera de la subrasante entre 1.00 metros y 1.70 metros. En su resultado los tesisistas, utilizaron el manual de diseño de pavimentos para identificar los volúmenes de la pista en INVIAAS, así mismo, usaron la metodología de diseño AASHTO 93, donde realizaron en el municipio de guamo entre los tramos comprendidos de la carretera central hasta el barrio IFA, sugirieron usar un tipo de infraestructura que contenga tres capas de mezcla asfáltica, base granular y subbase granular con espesores de 0.10 metros, 0.15 metros y 0.15 metros a correspondencia (p.121).

De la misma manera, Montealegre y Betancourt (2019), en su tesis: “Diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y verificarlo por el método racional” estos investigadores es su investigación plantearon como objetivo general en realizar el diseño de pavimento flexible en vías terciarias de bajo transito empleando el asfalto natural como capa de rodadura. Como resultado las vías terciarias se manifestaron con un 69.4% en todo el país de Colombia, asimismo, solo el 6% están pavimentadas y el resto se encuentra en una condición precaria, es por ello, que es de urgencia de centrar conocimientos técnicos e investigativo para plantear pavimentaciones flexibles con el propósito de optimizar recursos como mano de obra, material y procesos constructivos buscando mejorar la infraestructura vial en zonas rurales. Al final los autores llegaron a la conclusión que en zonas rurales para mejorar la circulación de carreteras de bajo tráfico no necesitan vías con un peralte pronunciado, por el contrario, se requiere de pavimentos flexibles normales (p.131).

De igual modo, Cardona y Reyes (2019), en su tesis: “Estudio y diseño de la estructura de pavimento para el mejoramiento y pavimentación de la vía Doima – Buenos Aires k0+000 al k2+000, en el municipio de Piedras departamento del Tolima” plantearon como objetivo general en diseñar cada parte del pavimento flexible referente a dos alternativas distintas sobre la red terciaria ubicado en el municipio de piedras departamento Tolima. En su resultado los tesistas, obtuvieron los espesores del pavimento, de modo que, 24cm son de subbase granular, 20cm de base granular y 7.5cm de carpeta asfáltica tomando criterios de hidrología, geotecnia y parámetros de tránsito, de manera que el diseño del pavimento flexible garantiza con el cumplimiento del ahuellamiento de la vía y la fatiga, asimismo, accede con el beneficio funcional y económico optando con el mínimo peralte de carpeta asfáltica en relación con la normativa vigente (p.126).

Por su parte, Espinoza (2018), en su tesis: “Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93” el autor propuso como objetivo general en realizar un análisis comparativo de alternativas de diseño de pavimentos rígidos y flexibles evaluando costos en ambos diseños aplicando el método de AASHTO 93. Donde obtuvieron como resultado que los pavimentos flexibles son más económicos y para espesores se direcciona en utilizar módulos residentes en sus respectivas capas, asimismo, identificaron que al determinar el módulo resiliencia de la subrasante es el más importante, debido a que, permite acceder a varias interacciones con la finalidad de hallar los espesores de las capas restantes mientras que los pavimentos rígidos son más costosos, debido que, el pavimento será utilizado dependiendo de las condiciones climáticas con presencia de fuertes lluvias y con un respectivo mantenimiento establecido (p.99).

Por otro lado, Fontalba (2018), en su tesis: “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida Circunvalación sector guacamayo 1°etapa” planteo como objetivo general en diseñar en la avenida Circunvalación del sector Guacamayo un pavimento flexible comparando por los métodos de DISPAV-5 y AASTHO 93, donde obtuvo un resultado analítico haciendo una comparación de los métodos de diseño anteriormente mencionados teniendo criterios de espesores de capa por el método DISPAV-5 señalando que son 43 cm de peralte, 26cm de base, 10cm de capa intermedia y 7cm de capa de rodadura, por otro lado, los resultados que usaron por

el método de AASTHO se manifiesta con 37 cm de peralte para el pavimento flexible, 20cm son de base, 10 cm de capa intermedia y 7cm de capa de rodadura, con estos resultados se puede concluir que ambos métodos de diseño son válidos de tal modo que son aplicables para diseñar nuevas vías (p.111).

Asimismo, los investigadores Jayarathna, Premarathne y Mampearachchi (2020), mencionan que el diseño de un pavimento es un punto trascendental de la vía, el software de diseño CIRCLY para pavimentos AUSTROADS identifica en que condición se encuentra el pavimento, en que parte se tienen que realizar el estudio y además puede predecir de como actuara o de cómo se desempeñara, este método beneficia mucho a las personas que realizaran diseños de pavimentos flexibles debido a que el software brinda de manera rápida, clara y precisa su datos (p.395).

De igual modo, los investigadores Cabral, Barroso y Torquato (2020), mencionan que para el diseño de un pavimento flexible se tiene que evaluar las condiciones del suelo con la finalidad de comprender su comportamiento, de acuerdo a los datos obtuvieron distintos tipos de estructuras como espesores de cada capa del pavimento granular (p.1).

Por otro lado, los investigadores Raj, Kumar, Dixit, Pandey y Sanjeevi (2017), para realizar diseños de pavimentos flexibles en suelos expansivos es un proceso tedioso, el suelo expansivo generalmente es de arcilla donde muestra cambios de volumen debido a la humedad más composición química esto provoca fallas en los pavimentos tales como grandes grietas y tirones en la superficie de la pista, sin embargo con el objetivo de mejorar la resistencia, durabilidad del pavimento flexible se le tiene que estabilizar con cal de fertilizante DCM y Flyash en cada capa del pavimento (p.50).

De la misma manera, los investigadores Chong y Wang (2017), los nuevos diseños de pavimentos flexibles que consumen energía en su ciclo de vida, requieren de mucha inversión y también daña al medio ambiente, cuando exista mayor tráfico de vehículos el pavimento necesitara mayor cantidad de energía de manera que requerirá mayor inversión económica, es por ello, que es más conveniente usar reflectores en la pista (p.952).

Igualmente, los investigadores Be y Beng (2019), desarrollaron un diseño de pavimento flexible para climas cálidos donde la temperatura de la superficie del terreno pueda llegar a 70° C este proceso se llevó a cabo con el método AASHTO 93 para tener mayor precisión en la temperatura del diseño la forma más precisa es medirlo directamente desde el pavimento (p.3).

En el ámbito nacional, según Hinostroza (2018), en su tesis: “Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento” donde el tesista abordó como objetivo general determinar el modelo de pavimento flexible fortalecido con geomallas para minimizar la densidad de lo que conforma el pavimento, el investigador usó un tipo de investigación cualitativa con un nivel de investigación descriptivo – explicativo por motivos de que quería reseñar el método que le permitirá reducir las densidades de la estructura del pavimento de acuerdo a los estudios previos realizados por el método AASHTO.

Asimismo, su metodología de investigación se aplica con las normas AASHTO para usos de geomallas que formaran parte de la estructura del pavimento, donde se valieron de especificaciones técnicas de los creadores conteniendo los siguientes pasos como la recolección bibliográfica acerca de geosintéticos y de las distintas metodologías manifestando cómo se deberá aplicar el pavimento, además identificaron las propiedades mecánicas que impactan en el diseño del pavimento flexible y por último determinar donde fueron usadas las geomallas como respuesta a la estructura del pavimento reforzada.

Por ello, obtuvieron los siguientes resultados, la geomalla aumenta el confinamiento de manera que le permite resistir los movimientos laterales, así mismo, brindará un mejor desempeño donde previene el esparcimiento del material granular en la base como de la subbase, de manera que si mejora la distribución de los esfuerzos que genera el tráfico inicia el aumento de plazo de vida del pavimento, cabe recalcar que si el pavimento flexible posee un refuerzo doble su deformación vertical será mínima (p.99).

De la misma manera, Escobar y Huincho (2017), en su tesis: “Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017” determinaron como objetivo

general en diseñar el pavimento flexible delimitando influencia de criterio de acuerdo al desgaste del pavimento en Rosa- Sachapite Huancavelica – 2017. Determinaron que a gran cantidad de ESAL requerirá más carpeta asfáltica y a menor ESAL se reduce la carpeta asfáltica, con esas condiciones el pavimento trabaja en buenas condiciones, por otro lado, adecuar a la carpeta asfáltica a 4 pulgadas la base aumenta de 11.50 centímetros a 30.50 centímetros, conservando la densidad de la subbase de 17 centímetros y con una vida útil de 22 años con falla por ahuellamiento por el instituto del asfalto (p.122).

De igual modo, Reyes y Zamora (2018), en su tesis: “Diseño del pavimento flexible utilizando el sistema bitufor como medida sustentable en la carretera costanera Huanchaco – Santiago de Cao, la Libertad” plantearon como objetivo general el cual es diseñar el pavimento flexible empleando el mecanismo bitufor como prevención sostenible en la vía costanera Huanchaco – Santiago de Cao, La Libertad, 2018. Los tesisistas obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo a las densidades del pavimento flexible, mediante el método AASHTO 93, sugerida por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, en la que fueron de 0.10, 0.25 y 0.30 metros de capa de rodadura, base y subbase, donde se obtuvo un total de 0.65 metros de espesor para un periodo de 20 años de vida (p.6).

De la misma manera, Bustos (2020), en su tesis: “Diseño comparativo entre pavimento flexible y pavimento con geomalla en el centro poblado de Huanchac-Huaraz-Áncash-2019” fijaron como objetivo principal comparar el modelo común de Pavimento Flexible de Método AASHTO 93 y el modelo con geomalla en la zona central de Huanchac. En metodológica usaron un tipo de investigación aplicada debido a que hicieron uso de tecnología y normas predeterminadas, asimismo, se realizó análisis de datos en campo y gabinete, luego se procedió a realizar un cálculo para el tipo de pavimento que usaran por medio del método AASHTO 93 de esa manera usaron en pavimentos flexibles que tenga o no tengan refuerzo estructural donde se obtuvo las densidades de cada capa por medio de un software de ingeniería como la aplicación AASHTO 93.

Los tesisistas obtuvieron como resultado, el diseño del pavimento que estaba compuesto con geomalla biaxial, cada capa granular debe proporcionar una

garantía de vida útil, esta estructura debe presentar un óptimo rendimiento que beneficiara a la población, debido a este desarrollo lograron determinar los espesores de cada capa del pavimento donde consideraron 20 centímetros en la base y 16.56 centímetros en la capa de subbase (p.123).

Por el contrario, Vega (2018), en su tesis: "Diseño de los Pavimentos de la Carretera de Acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (Km 1+000 A 2+000)" determinaron como objetivo general diseñar el pavimento en las progresivas comprendidas entre el kilómetro 1+000 – 2+000 en la carretera de Nuevo Puerto de Yurimaguas, donde realizaron dos tipos de pavimento tanto como el rígido y el flexible con la finalidad de comparar ambos tipos de pavimentos para escoger la mejor opción para dicho pavimento, de manera que el pavimento escogido tendrá que dar una serie de beneficios a la población, asimismo, cuando se realice el mantenimiento sea más económico y más eficaz de realizar.

Los tesisistas obtuvieron como resultado, que un pavimento flexible resulta ser más económico que un pavimento rígido con un 4.8% de diferencia. Se realizaron estudios de cómo reaccionarían cada año el pavimento, el pavimento flexible requerirá un mantenimiento cada 5 años para que así no tenga tantas grietas y agujeros, para que de esa manera no sea tan costoso su mejoramiento, por otro lado, el pavimento rígido a sus 10 años de vida presenta mayor rentabilidad es por ello que el pavimento flexible es el más adecuado para para la carretera de Yurimaguas (p.88).

De la misma manera, los investigadores Jayarathna, Premarathne y Mampearachchi (2020), el diseño de un pavimento es un punto trascendental de la vía, el software de diseño CIRCLY para pavimentos AUSTRROADS se basa en identificar en que condición se encuentra el pavimento, en que parte se tienen que realizar el estudio y además puede predecir de como actuara o de cómo se desempeñara, este método beneficia mucho a las personas que realizaran diseños de pavimentos flexibles debido a que el software brinda de manera rápida, clara y precisa su datos (p.395).

Igualmente, los investigadores Li, Liu y Zhao (2018), mencionan que una base tratada con asfalto (ATB) es un material básicamente muy utilizado en un pavimento

flexible, debido al de aglutinante es fuerte y de buena calidad es por ello que se uso es constante en material granular (p.2).

Por otra parte, los investigadores Maduabuchukwu, Poh, Chuen, Wah y Adebayo (2019), nos mencionan que la estructura de una carretera es muy cara debido al contenido de grandes cantidades de recursos naturales, asimismo, descubrieron que en los pavimentos rígidos como flexibles se puede aplicar el RCA en cada capa del pavimento, para tener un pavimento sostenible de buena calidad y funcionalidad se debe incentivar la utilización de RCA (p.1).

Del mismo modo, Li, Liu y Zhao (2018), para el diseño y análisis de pavimentos la relación tensión-deformación es de prioridad y fundamental de los materiales de pavimentación, esto se debe a que el diseño de pavimento flexible se manifiesta como un enfoque de diseño empírico, de manera que la capa base es el que más influyente al diseñar el pavimento flexible debido que se compone por materiales granulares y aglomerante asfáltico (p.439).

Además, Nepal y Al-Ameri (2019), indicaron que el problema en pavimentos flexibles son el rendimiento de materiales granulares no ligereados debido que la subbase y base se basan por la deformación y rigidez, de manera que el diseño de pavimento flexible tiene como propósito identificar la combinación adecuada de tipo de material ante las deformaciones permanentes y espesores de capas (p.40).

Por otro lado, You, Hiller y Watkins (2016), mencionan que se vienen desarrollando diseños empíricos de pavimentos flexibles mediante el guía de diseño de pavimentos-AASHTO, no tuvieron en consideración los efectos climáticos que afectarían la estructura del pavimento, sin embargo estos aspectos con llevan un impacto significativo en pavimentos compuestos, rígidos y flexibles, de manera que, el software guía de diseño de pavimento empírico-mecánico utiliza los datos climáticos para determinar la predicción de humedad y temperatura en la estructura del pavimento (p.1).

No obstante, Bhattacharjee (2016), planteo un desafío en el tema de pavimentación en poder incorporar efectos de incertidumbre al momento de diseñar pavimentos, de los cuales dichos efectos dañan la confiabilidad de desempeño del pavimento,

por otro lado, la confiabilidad tiene el concepto de probabilidad no falla, en otras palabras, la probabilidad de seguridad (p.1).

Asimismo, Kollaros y Athanasopoulou (2017), mencionan que los efectos de volúmenes de tráfico como son los porcentajes de autobuses y camiones debilita la capacidad de carga de un pavimento en servicio, asimismo, las condiciones ambientales y climáticas que debilitan a los materiales, por ese motivo utilizaron el programa KENLAYER, para el análisis de pavimento con el objetivo de estimar valores de carga ESAL aplicando el uso de redes neuronales artificiales obteniendo un cálculo real de tráfico de diseño (p.228).

Sin embargo, Cabral, Barroso y Torquato (2020), se refieren a los problemas que manifiesta el medio ambiente como la reducción de materiales primas, el aumento socioeconómico y la necesidad de invertir en infraestructura en ese sentido la estructura del pavimento sufre problemas de tensión-deformación de los cuales se deslinda en dos partes, deformación permanente y deformación resiliente (p.2).

Por el contrario, Kleiziet, Vaitkus y Zidanaviciut (2017), indican que la sostenibilidad en la gestión en la planificación y construcción del pavimento son etapas de las cuales se toman en cuenta al diseñar el pavimento, todo esto con el motivo de desarrollar un marco metodológico para analizar las emisiones de gases de invernadero y consumo de energía relacionados con el diseño de pavimentos con la intención de aplicar dicho marco al diseño de pavimentos flexibles en la ciudad de Hong Kong basándose en condiciones económicas (p.952).

De igual importancia, Serlin, Ling y Mingjun (2021), plantearon en poder determinar las propiedades mecánicas de un pavimento semiflexibles que abarcan compresión y deformación, a su vez poder evaluar los efectos del tipo de asfalto en relación al agua y cemento demostrando que se puede mejorar significativamente siempre y cuando se usa un asfalto con alto nivel de elasticidad (p.54).

Por otro lado, Georgouli, Konstantina y Plati (2021), mencionan que las carreteras presentan daños debido al flujo vehicular continuo en relación a esto los autores plantean consolidar vehículos autónomos logrando determinar que el daño a los pavimentos sea menor y una vida útil prolongada (p.10).

Sin embargo, Zhang, Weiguang y Khan (2021), determinar que el método Marshall es fundamental para estimar la estabilidad y poder evaluar los vacíos de aire de las capas de subbase, base y carpeta asfáltica (p.14), igual forma, Khavandi y Behzad (2021), los pavimentos flexibles que tienen sus capas de espesores dobles y que el asfalto tenga un alto porcentaje de elasticidad y viscoelasticidad tiene mayor soporte y tiempo de vida (p.12).

Por otra parte, Mousavi, Ghayoomi y Dave (2021), indican que la humedad en las capas de un pavimento flexible producidas por infiltraciones de agua o derretimiento de nieve conduce a un cambio radical en el rendimiento de la pista, puesto que causa, menor soporte en las cargas de tráfico, en consecuencia, los pavimentos que están debilitados por humedad son propensos a la deflexión superficial (p.3).

De forma similar, Kumar y Prasad (2021), mencionan que la humedad, la condición climática y el tipo de material a usar son factores que producen deformaciones en el pavimento, por esta razón, es recomendable usar berrea como socorro del pavimento flexible (p.4).

De la misma forma, Mohamed, Xiao y Hettiarachchi (2021), recomendaron la rehabilitación y la construcción de los pavimentos flexibles ya que es menos costoso a comparación con los demás, los pavimentos flexibles ofrecen veneficios sociales y veneficios económicos para una población (p.2), en cambio, Kai, Ibrahim y Bjorn (2021), determinaron que la circulación con vehículos autónomos reduce la vida útil del pavimento flexible hasta un 20% de acuerdo al volumen de tráfico y de cómo este estructurado las capas del pavimento (p.5).

Igualmente, Reza, Mohammand y Ghafoori (2021), evaluaron el comportamiento de los pavimentos flexibles reforzados mediante el uso de las geomallas con el objetivo de reducir el espesor de la base de la carretera (p.1), no obstante, Deshmukh, Rohan y Iyer (2021), determinaron que los materiales convencionales que se usan en la construcción de los pavimentos tienden a fallar y conducir a su agotamiento en relación a este concepto plantearon el uso de material polimérico de plástico llegando a la conclusión que usando este material reduce el costo de las carreteras hasta un 15% del costo de una carretera convencional (p.9).

De igual importancia, el manual de carreteras (2018), identifican las propiedades físicas y mecánicas del suelo se tiene que realizar excavaciones llamado por su nombre técnico calicata, el cual se realiza 1.5 metros de profundidad como mínimo, asimismo la calicata se realiza uno por cada kilómetro cuando el tránsito es de bajo flujo vehicular, la cantidad de calicatas dependerán del tipo de carretera a diseñar como se muestra en la siguiente tabla (p.40). (ver anexo 5).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta el tipo de investigación aplicada debido a que se emplearon conocimientos en la práctica como la disciplina, teorías, métodos y técnicas de investigación (Vargas 2009, p.159), indica que para el desarrollo de la investigación se usa una serie de conocimientos como prácticas.

Por otro lado, según Sánchez, Reyes y Mejía (2018), el enfoque cuantitativo son investigaciones que realizan la medición de los números. Los proyectos o investigaciones que son realizados con este enfoque cuantitativo hacen uso de análisis y recolección de datos para responder las interrogantes de las investigaciones, así mismo, tratan de responder las hipótesis realizadas previamente y depositan su confianza en medición numérica, cada conteo y usualmente usando la estadística para así tener un patrón exacto y de esa manera poder saber el comportamiento de la población (p.45).

Por el proceso que tiene la investigación y debido a sus características es un estudio cuantitativo porque presenta magnitudes cuantificables, de la misma manera se puede decir que en la investigación se realiza a través de procedimientos para obtener la medición de los datos. El estudio cuantitativo trata de analizar y explicar una razón social desde el punto de vista externa y objetiva. En el presente estudio se requiere determinar el diseño de un pavimento flexible por el método AASHTO 93 en el distrito Cáceres del Perú Jimbe.

Para la investigación se tendrá en cuenta el diseño cuasi – experimental descriptivo y de corte transversal debido a que no se manipule la variable.



Donde:

M: Muestra tramo Km 05+213 – Km 10+213

O: Observación del estado en que se encuentra el pavimento

D: Diseño de pavimento flexible

3.2. Variables y operacionalización

Variable: diseño de pavimento flexible

Definición conceptual

Diseño de pavimento flexible: El diseño de un pavimento está conformada por varias capas de materiales sobre el nivel de terreno natural más conocido como la subrasante, de manera que, una de esas capas se refiere a la capeta asfáltica añadida sobre la base y la sub base (Castillo y Dolores, p.15).

Definición operacional

Diseño pavimento flexible: Se proyectará realizar el diseño del pavimento flexible mediante el método AASTHO-93, por ello, con los resultados obtenidos se empezará a desarrollar un diseño óptimo.

Dimensiones:

La investigación tiene como dimensiones a propiedades físicas y mecánicas del suelo, clasificación de tipo de pista y carga, estructura del pavimento.

Indicadores:

La investigación tiene como indicadores a estudio de suelo, estudio de tráfico, método AASHTO 93.

Escala de medición:

Los indicadores serán medidos por la escala razón.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

La población está constituida por la carretera Cosma, desde el tramo Km 05+213 – Km 10+213 en el distrito Cáceres del Perú Jimbe.

Criterios de inclusión

En función al manual de carreteras vigentes del Perú, para realizar el diseño se basará en el tramo establecido debido que no hay lugar a muestras de pequeños tramos, por esta razón se seleccionará el tramo a trabajar mediante estudios pertinentes, tal como, el laboratorio de suelos con la respectiva correlación y supervisión de los participantes.

Criterios de exclusión

Se presentará como zonas específicas que no guardan relación, esto se puede notar, en los sentidos y pases paralelos que en realidad forman parte de una vía, pero en un futuro se evaluará realizar su propio estudio, de manera que, lo mencionado se encuentra excluido como objetivo de estudio del proyecto de investigación en base a los criterios que se establecerá en la carretera Cosma Cáceres del Perú Jimbe 2021.

3.3.2. Muestra

Todo el tramo de 5 kilómetros, desde el tramo Km 05+213 – Km 10+213 en el distrito Cáceres del Perú Jimbe.

3.3.3. Muestreo

Es un muestreo no probabilístico, debido a que se tomó muestras de la carretera por cada kilómetro como indica MTC, se sustrajo las muestras por medio de las calicatas con el propósito de determinar las evaluaciones de diseños del pavimento flexible y las propiedades físicas - mecánicas del suelo.

3.3.4. Unidad de análisis

Se mostrará como unidad de análisis a todo el tramo tomado desde Km 05+213 – Km 10+213 en el distrito Cáceres del Perú Jimbe.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Para el proceso de recolección de datos se realizará la observación, según Sánchez, Reyes y Mejía (2018, p.67) es cuando el investigador emplea procedimientos y técnicas primordiales, por lo tanto, es un proceso de recopilación de información y datos que radica en usar los antecedentes de cada hecho que sucede en la realidad. En relación a lo expuesto, para nuestro proyecto de investigación se empleará un registro de datos donde se examinará de manera directa al fenómeno, de esa manera se analizará su comportamiento de sus características en un laboratorio de suelos.

3.4.2. Instrumentos

Para diagnóstico el estado de la carretera se realizó el método de observación realizando el recorrido de toda la vía de estudio utilizando la ficha del Ministerio de Transporte y comunicaciones (MTC). Además, las propiedades físicas-mecánicas del suelo se aplicó la técnica de observación, asimismo, se tomaron muestras por medio de las calicatas con la intención de ser analizadas en

laboratorio siguiendo los estándares de la normativa peruana utilizando como instrumento hojas de cálculo.

Del mismo modo, para la clasificación de la carretera se usó la técnica de observación empleando el estudio de tráfico para establecer la cantidad vehicular, como instrumento se atribuye las fichas de conteo obtenidas por el MTC, para identificar los espesores de cada capa se usó la técnica de análisis documental que están basados en la metodología AASTHO-93.

Finalmente, para evaluar y determinar los resultados obtenidos se empleó la técnica de análisis documental usando como instrumento fichas de registro, en relación a lo mencionado, los instrumentos que se utilizará para el desarrollo del trabajo de investigación serán validados por la Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14 Manual de carretas DG-2018, Manual de Carreteras 2013 y Manual de Ensayo de Materiales 2016.

3.5. Procedimientos

Se inicio con una visita al campo para reconocer las cualidades del terreno, así mismo, se hizo una segunda visita a la carretera donde se hizo el diagnóstico cada 500 metros de los 5 kilómetros. En la siguiente visita al campo fue donde se realizó las calicatas, donde se inició identificando el kilómetro de distancia entre ellas, luego se procedió a medir la distancia a excavar donde fue de 1 metro cuadrado como indica la norma (Ministerio de Transporte y comunicaciones), ya identificada los parámetros se procedió a realizar la excavación que es de 1.5 metros de profundidad, se tomó muestra de cada estrato diferente con sus respectivas medidas.

De cada estrato se tomó 2 kilogramos como muestra para realizar sus estudios pertinentes en el laboratorio, en la calicata 3 se identificó 2 estratos donde los primeros 60 centímetros era material granular con

finos, en la segunda capa se hayo roca negra donde solo se tomó la muestra y no se prosiguió con la excavación.

Se constato que el ruc del laboratorio este activo, así mismo, se presentó la prueba de Covid – 19 para el ingreso al laboratorio donde nos sugirieron usar doble mascaría y estar a 1.5 metros de distancia de cada personal o compañero de investigación por prevención del virus el laboratorio contaba con alcohol y jabón líquido para la desinfección al momento de ingreso.

Con muestras en el laboratorio se procedió a extraer el contenido de humedad natural de cada estrato, donde se inició pesando la tara, luego se realizó el pesado de la tara más muestra natural, se le dejo por 24 horas en el horno, al día siguiente se pesó la muestra más tara y se le anoto en el excel, el mismo procedimiento se realizó para todas las muestras.

Ya identificada el contenido de humedad natural de cada estrato, se procedió al tamizado de cada muestra por los tamices 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4, N°10, N°20, N°30, N°40, N°60, N°100, N°200 y la cazoleta, se pesó el material retenido en los tamices hasta el tamiz N°40 a partir del tamiz N°60 se separó el material en un recipiente de aluminio para que no pierda finos, el material retenido desde el tamiz 3" hasta N°40 se desecha el mismo prendimiento se realiza para cada muestra.

Con el material del tamiz N°60 hasta la cazoleta se procedió a realizar el límite líquido y limite plástico, donde se removió el material hasta que quede uniformemente unido, se le separo la mitad del material a un recipiente de losa y se le fue vertiendo agua y removiendo hasta que el material quede trabajable, el material se le puso en el equipo de Casagrande donde se le cortaba por la mitad con el ranurador, el espacio que hizo el ranurador tenía que estar entre estos tres rangos de 10 a 18, 19 a 27 y de 28 a 35 golpes.

Se hicieron tres pruebas donde los golpes queden entre los márgenes propuestos, cuando el material se une con los golpes datos entre los márgenes se le corta y se le separa una parte para el límite líquido y la otra para el límite plástico. En el límite plástico se usa una mesa de vidrio donde se hace el hilo de 3 milímetros de espesor para cada rango de golpes, con el hilo listo se pesa la tara y se precede a pesar la tara con el hilo o material y se le coloca al horno durante 24 horas, por otro lado, el límite líquido solo se pesa la tara y el material cortado y se le coloca al horno mismas horas, ya pasada las 24 horas se le pesa cada tara con el material.

Con datos de cada calicata se analizó en más crítico para la extracción de CBR, se hizo otra visita a lugar de estudio para extraer en material, se localizó la calicata y se le excavo hasta el metro y medio de ahí se le extrajo el material un aproximado un saco de arroz, se le extrajo el contenido de humedad natural y se le seco a temperatura ambiente, luego se le tamizo por el tamiz $\frac{3}{4}$ lo retenido se le desecha y lo pasante se le uso para el Proctor modificado y el CBR.

Se separo 6 kilogramos de material para cada ensayo de Proctor modificado donde se ha vertiendo el agua con el porcentaje que se obtuvo de acuerdo al contenido de humedad, se removi6 el material con el agua hasta que quede uniforme, luego se continuo a ensamblar el Proctor modificado, en el Proctor se hizo 5 capas 56 golpes con el pis6n por cada capa. Una vez culminado la 6ltima capa se le hace el desensamblado del collar y se le nivela con el ranurador y se saca el plato de base y posterior a ello se le lleva a la balanza, el mismo proceso se realiza hasta que el peso del Proctor y la muestra disminuya.

Una vez ya con los resultados del Proctor, se procedi6 con el ensayo del CBR donde se us6 6 kilogramos de material para cada probeta, el ensayo consisti6 en hacer 5 capas del material con sus respectivos golpes con el pis6n, se empez6 con 12 golpes por capa, 60 golpes en las 5 capas y luego se le desensamblo se le extrajo una muestra en una tara y se le

peso luego se pesó el CBR, el mismo procedimiento para el de 25 y 56 golpes.

Se sumergió las 3 probetas en agua con sus respectivos trípodes durante 4 días para determinar la expansión del suelo, cada 24 horas se tomó la lectura de la expansión donde se anotó la fecha y la hora, ya cumplido los 4 días se pesó los moldes y lo llevamos a la máquina de prensas, donde se anotó las revoluciones y el peso, finalmente, se le extrajo un poco de material para llevar al horno y se desechó lo restante.

Para obtener índice medio diario anual y semanal se realizó una visita a la carretera donde se hizo el conteo vehicular con fichas del MTC por una semana, con los datos del ESAL y el manual de carretas se obtuvo la estructura del pavimento, con sus respectivas medidas de sus capas, luego se hizo otra visita a campo para identificar la cantidad de alcantarillas a necesitar y el tipo de baden a usar.

3.6. Método de análisis de datos

Se compondrá de trabajo tanto en gabinete como en campo, con los datos que nos proporcionará el laboratorio de suelos, a su vez se comenzará hacer los cálculos para el diseño del pavimento flexible. De manera que, serán procesados en plantillas de Excel y programas de los equipos que estarán en el laboratorio, de la misma manera se usará graficas de barras, cuadros estadísticos y el programa de AASHTO 93 para definir de manera clara y precisa los espesores de las capas que compondrán el pavimento flexible en la carretera Cosma.

3.7. Aspectos éticos

Se tomará compromisos con la población que se encuentra conectada a la carretera Cosma, que para el diseño del pavimento flexible será con toda responsabilidad, transparencia y autenticidad de los resultados, por lo tanto, no presentará datos o información falsa por el motivo que se

realizará la revisión de literatura previa con la respectiva cita aplicando la norma ISO 690.

Así mismo, este proyecto de investigación se registrará de acuerdo a los artículos mencionados en la Resolución de Consejo Universitario NO 0262 - 2020, de 28 de agosto del 2020 de la Universidad César Vallejo tomando en cuenta los principios éticos.

Beneficencia: En el proyecto los involucrados tendrán una mejor calidad, dada la investigación debido a sus propiedades físicas del producto, siendo de gran importancia, como también siendo de gran aporte a la comunidad mejorando la calidad de vida.

No maleficencia: Los resultados obtenidos de nuestro proyecto de investigación no se utilizarán para ningún beneficio personal.

IV. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación de la carretera

Resultado del objetivo uno, se realizó un diagnóstico de la situación en la que se encontraba la carretera, donde se hizo un recorrido de 5 kilómetros a lo largo de la vía de los cuales se evidencio las siguientes fallas. (ver anexo 8). En condiciones de trocha carrozable.

Tabla 1. Tipos de fallas cada 500 metros

TRAMO	TIPOS DE FALLA
KM 05+213 - KM 05+713	Deformación
KM 05+713 - KM 06+213	Deformación
KM 06+213 - KM 06+713	Baches
KM 06+713 - KM 07+213	Erosión
KM 07+213 - KM 07+713	Baches
KM 07+713 - KM 08+ 213	Erosión
KM 08+ 213 - KM 08+ 713	Erosión
KM 08+ 713 - KM 09+213	Erosión
KM 09+213 - KM 09+713	Erosión
KM 09+713 - KM 10+213	Erosión

Fuente: Manual de suelos y pavimentos

Descripción: En la tabla 1 se aprecia el diagnóstico de tipos de fallas a lo largo de la vía a cada 500 metros donde la mayor incidencia de falla se produce por el tipo de erosión cabe decir que el problema se genera por escurrimientos de agua al centro de la carretera causados por terreno accidentado con curvas y pendientes que elevan los escurrimientos.

4.2. Estudio de mecánica de suelos

Resultado del objetivo dos, para la obtención de los resultados el factor principal fue el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, permitiéndonos identificar qué tipo de terreno es de acuerdo a su estratigrafía, así mismo, nos brinda la capacidad de soporte del suelo y

con ello poder determinar el espesor de las capas de la estructura del pavimento.

Para obtener los resultados se hizo una gran variedad de ensayos donde los instrumentos y herramientas estaban completamente calibrados garantizándonos resultados de calidad y precisión, el estudio se realizó de los 5 kilómetros de la carretera Cosma donde se logró apreciar una gran variedad de suelos, como suelos arenosos, suelos calizos, tierra negra, suelos arcillosos, suelos pedregosos y roca negra.

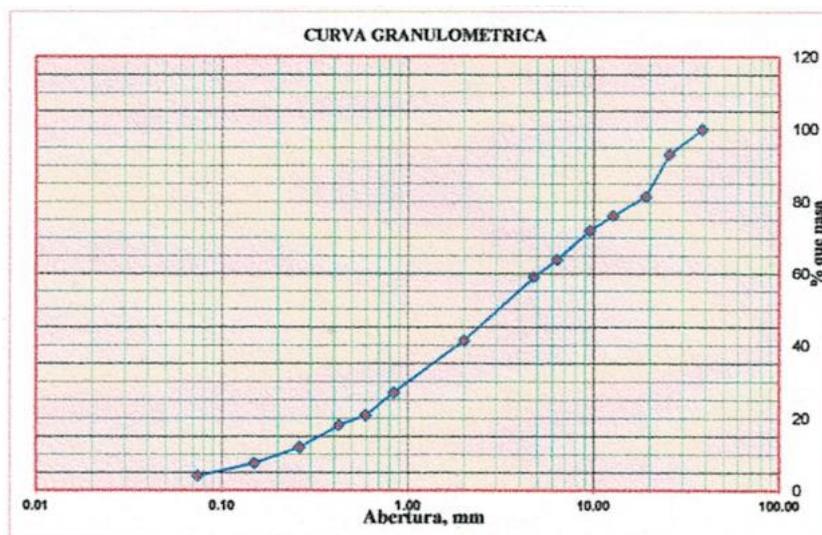
4.2.1 Resultados de granulometría y límites de consistencia

Tabla 2. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 01 – M1

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	68.170	93.18
3/4"	19.000	116.260	81.56
1/2"	12.700	53.410	76.22
3/8"	9.510	41.690	72.05
1/4"	6.350	81.570	63.89
N° 4	4.760	48.410	59.05
N° 10	2.000	176.930	41.36
N° 20	0.840	142.580	27.10
N° 30	0.595	62.720	20.83
N° 40	0.425	26.940	18.13
N° 60	0.260	60.420	12.09
N° 100	0.149	45.270	7.56
N° 200	0.074	34.700	4.09
< N° 200		37.470	0.35

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 1. Curva granulométrica de la C 01–M1



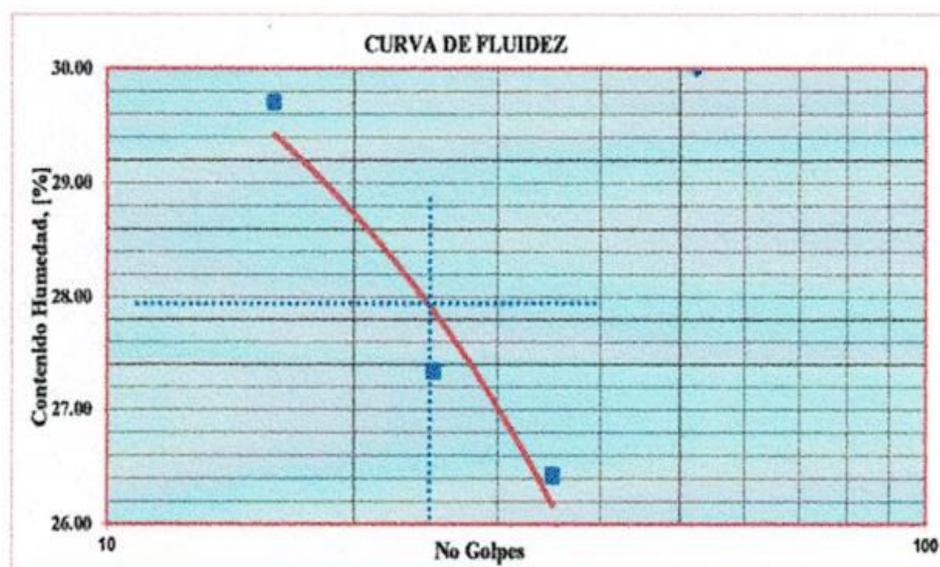
Fuente: Informe de laboratorio– Anexo 06

Tabla 3. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 01 – M1

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	16	25	35
2.Peso Tara, [gr]	26.22	27.97	29.87
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.48	41.85	42.93
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.13	38.87	40.2
5.Peso Agua	2.35	2.98	2.73
6.Peso Suelo Seco, [gr]	7.91	10.9	10.33
7.Contenido de Humedad, [%]	29.71	27.34	26.43
1.Peso Tara, [gr]	26.1	28.69	25.85
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.53	37.17	33.18
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	31.43	35.76	31.82
4.Peso Agua	1.1	1.41	1.36
5.Peso Suelo Seco, [gr]	5.33	7.07	5.97
6.Contenido de Humedad, [%]	20.64	19.94	22.78

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 2. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 4. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 01 – M1

Procedimiento	Tara N° 1
1. Peso Tara, [gr]	28.44
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.46
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	123.2
4. Peso Agua	5.26
5. Peso Suelo Seco, [gr]	94.76
6. Contenido de Humedad, [%]	5.55%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

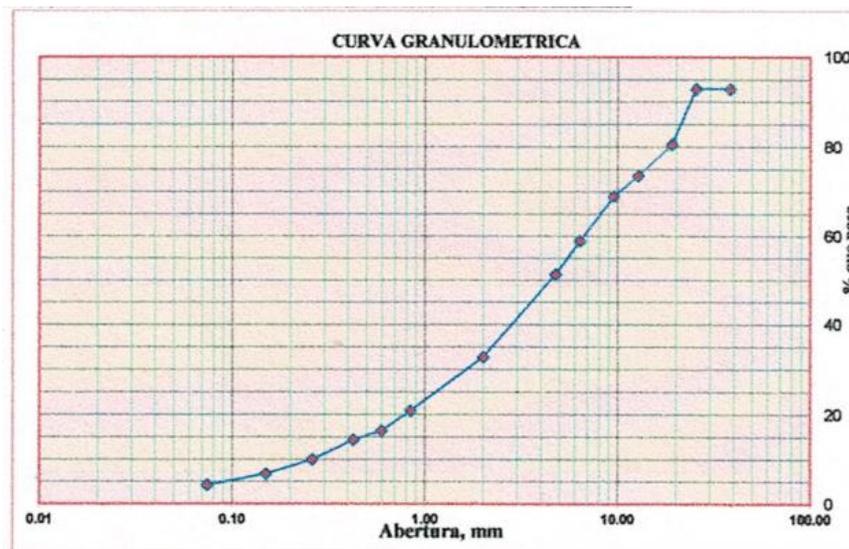
Descripción: La calicata 1 del estrato 1 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 40.95% de grava, 54.96% de arena y 4.09% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 27.80% de límite líquido, 21.12% de límite plástico y 6.68% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 5.55, por clasificación SUCS = SW y por clasificación AASHTO = A-2-4 (0).

Tabla 5. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 01 – M2

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	92.93
2"	50.000	0.000	92.93
1 1/2"	38.100	106.090	92.93
1"	25.400	0.000	92.93
3/4"	19.000	184.970	80.60
1/2"	12.700	104.260	73.65
3/8"	9.510	68.450	69.08
1/4"	6.350	151.400	58.99
N° 4	4.760	112.700	51.48
N° 10	2.000	280.120	32.80
N° 20	0.840	178.990	20.87
N° 30	0.595	66.940	16.41
N° 40	0.425	28.950	14.48
N° 60	0.260	65.810	10.09
N° 100	0.149	49.170	6.81
N° 200	0.074	38.150	4.21
< N° 200		61.880	0.14

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 3. Curva granulométrica de la C 01 – M2



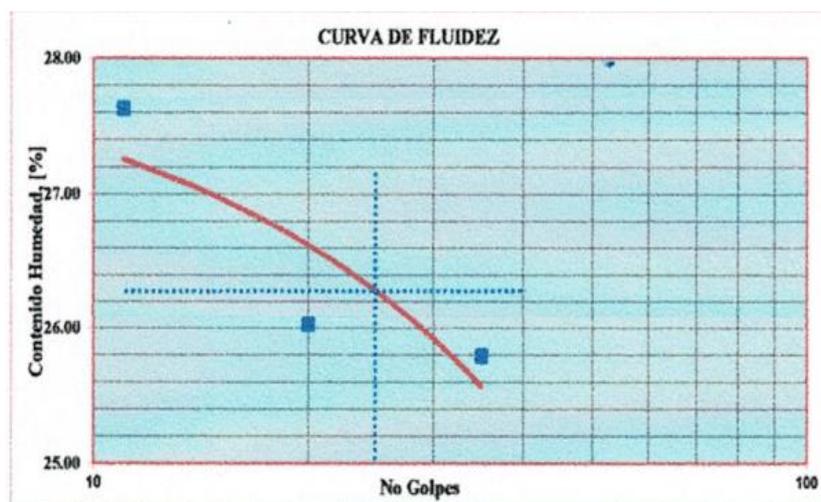
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 6. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 01 – M2

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	11	20	35
2.Peso Tara, [gr]	26.86	28.06	28.57
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.3	36.63	35.3
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	35.04	34.86	33.92
5.Peso Agua	2.26	1.77	1.38
6.Peso Suelo Seco, [gr]	8.18	6.8	5.35
7.Contenido de Humedad, [%]	27.63	26.03	25.79
1.Peso Tara, [gr]	29.74	27.61	27.65
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.68	39.2	37
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37.82	37.02	35.28
4.Peso Agua	1.86	2.18	1.72
5.Peso Suelo Seco, [gr]	8.08	9.41	7.63
6.Contenido de Humedad, [%]	23.02	23.17	22.54

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 4. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 7. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 01 – M2

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	26.21
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.23
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	121.45
4.Peso Agua	4.78
5.Peso Suelo Seco, [gr]	95.24
6.Contenido de Humedad, [%]	5.02%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

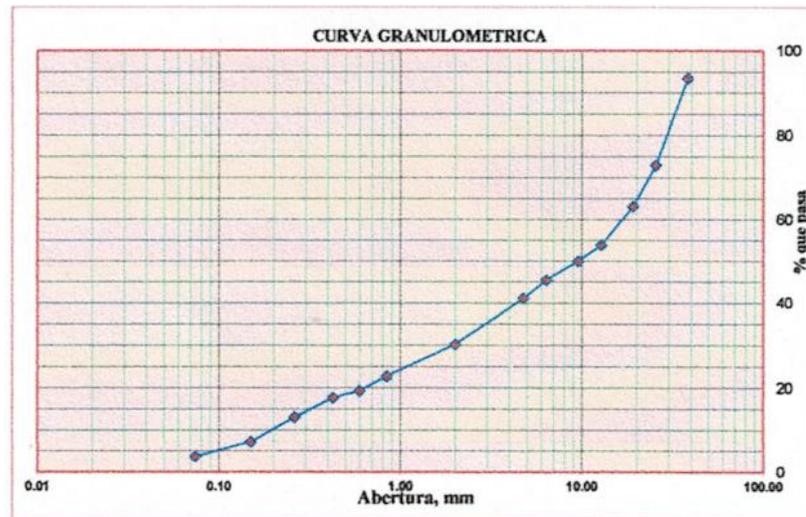
Descripción: La calicata 1 del estrato 2 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 48.52% de graba, 47.21% de arena y 4.27% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 26.25% de limite líquido, 22.91% de limite plástico y 3.34% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 5.02, por clasificación SUCS = GW y por clasificación AASHTO = A1-a (0).

Tabla 8. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 02 – M1

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	93.54
2"	50.000	0.000	93.54
1 1/2"	38.100	96.960	93.54
1"	25.400	308.320	72.98
3/4"	19.000	147.200	63.17
1/2"	12.700	138.250	53.95
3/8"	9.510	57.990	50.09
1/4"	6.350	68.400	45.53
N° 4	4.760	65.410	41.16
N° 10	2.000	164.520	30.20
N° 20	0.840	111.500	22.76
N° 30	0.595	51.910	19.30
N° 40	0.425	23.960	17.71
N° 60	0.260	68.880	13.11
N° 100	0.149	89.380	7.15
N° 200	0.074	51.340	3.73
< N° 200		52.770	0.21

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 5. Curva granulométrica de la C 02 – M1



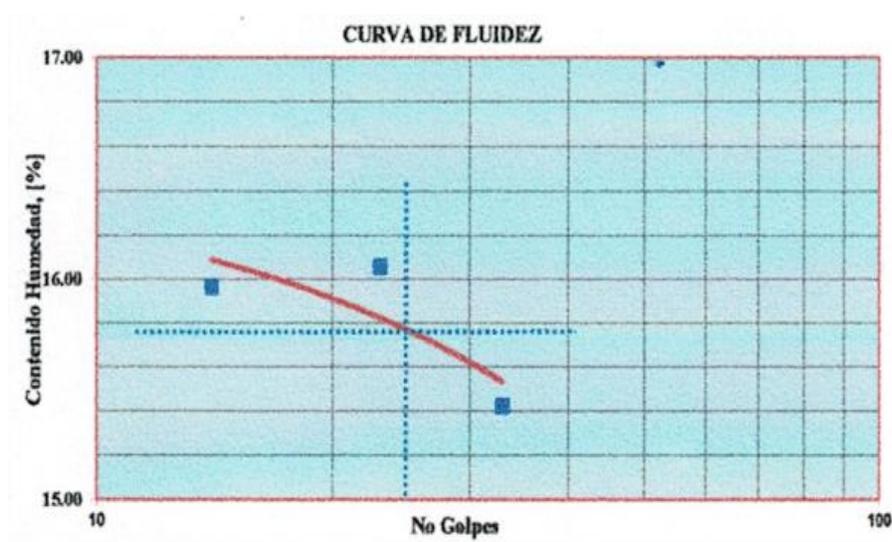
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 9. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 02 – M1

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	14	23	33
2.Peso Tara, [gr]	26.94	26.73	28.94
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43.21	41.69	43.31
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	40.97	39.62	41.39
5.Peso Agua	2.24	2.07	1.92
6.Peso Suelo Seco, [gr]	14.03	12.89	12.45
7.Contenido de Humedad, [%]	15.97	16.06	15.42
1.Peso Tara, [gr]	27.31	27.94	27.89
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.21	37.62	36.65
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.04	36.48	35.28
4.Peso Agua	1.17	1.14	1.37
5.Peso Suelo Seco, [gr]	8.73	8.54	7.39
6.Contenido de Humedad, [%]	13.40	13.35	18.54

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 6.Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 10. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 02 – M1

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	28.07
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.88
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	126.28
4.Peso Agua	2.60
5.Peso Suelo Seco, [gr]	98.21
6.Contenido de Humedad, [%]	2.65%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

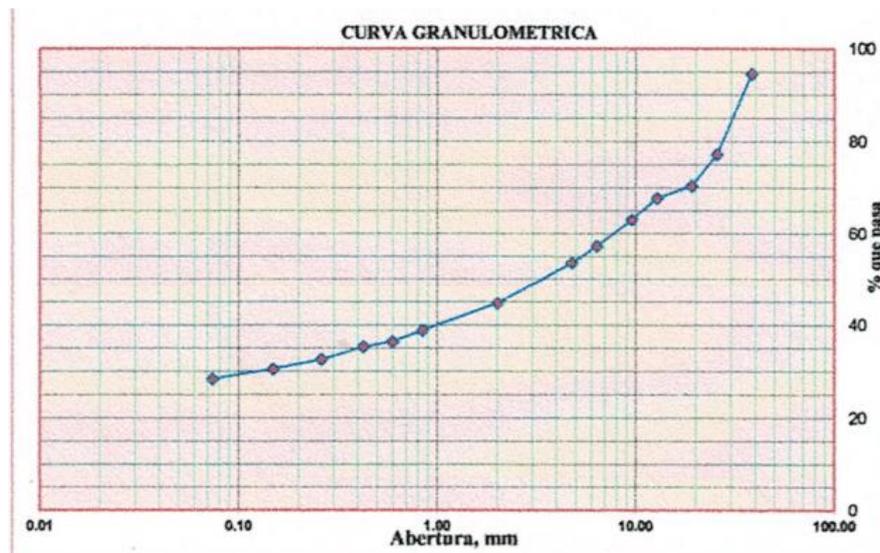
Descripción: La calicata 2 del estrato 1 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 58.84% de graba, 37.43% de arena y 3.73% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 15.78% de limite líquido, 15.10% de limite plástico y 0.68% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.65, por clasificación SUCS = GW y por clasificación AASHTO = A1-a (0).

Tabla 11. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 02 – M2

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0	68.56
2"	50.000	520.71	68.56
1 1/2"	38.100	108.08	94.60
1"	25.400	345.48	77.32
3/4"	19.000	137.7	70.44
1/2"	12.700	52.8	67.80
3/8"	9.510	93.48	63.12
1/4"	6.350	116.7	57.29
N° 4	4.760	71.86	53.70
N° 10	2.000	178.3	44.78
N° 20	0.840	117.03	38.93
N° 30	0.595	50.41	36.41
N° 40	0.425	22.13	35.30
N° 60	0.260	54.29	32.59
N° 100	0.149	42.04	30.49
N° 200	0.074	41.46	28.41
< N° 200		45.23	26.15

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 7. Curva granulométrica de la C 02 – M2



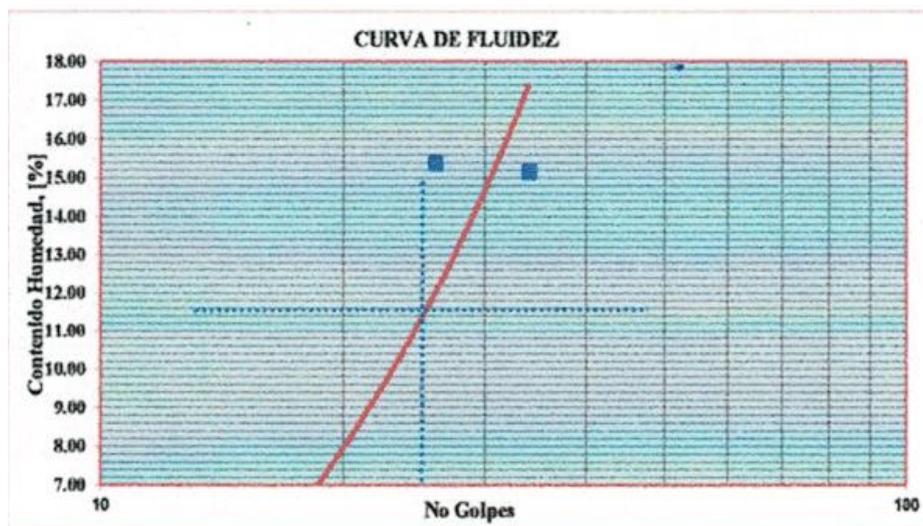
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 12. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 02 – M2

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	11	26	34
2.Peso Tara, [gr]	27.29	28.81	30.5
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33.02	37.51	40.75
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.98	36.35	39.4
5.Peso Agua	0.04	1.16	1.35
6.Peso Suelo Seco, [gr]	5.69	7.54	8.9
7.Contenido de Humedad, [%]	0.70	15.38	15.17
1.Peso Tara, [gr]	28.42	26.54	26.41
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.6	37.36	35.22
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	38.11	35.96	33.97
4.Peso Agua	1.49	1.4	1.25
5.Peso Suelo Seco, [gr]	9.69	9.42	7.56
6.Contenido de Humedad, [%]	15.38	14.86	16.53

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 8. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 13. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 02 – M2

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	27.63
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.05
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	125.37
4.Peso Agua	2.68
5.Peso Suelo Seco, [gr]	97.74
6.Contenido de Humedad, [%]	2.74%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

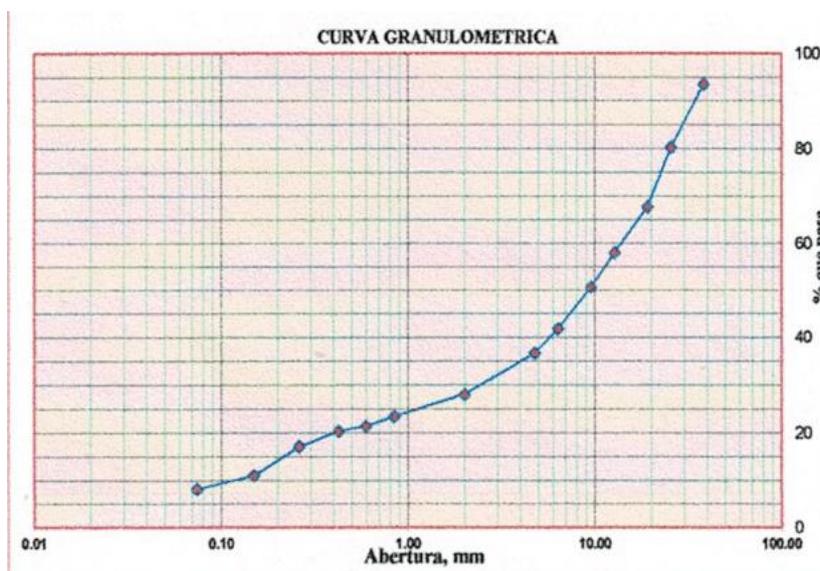
Descripción: La calicata 2 del estrato 2 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 46.31% de graba, 25.28% de arena y 28.41% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 11.40% de limite líquido, 15.59% de limite plástico y no presenta índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.74, por clasificación SUCS = GW y por clasificación AASHTO = A1-a (0).

Tabla 14. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 02 – M3

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	93.59
2"	50.000	0.000	93.59
1 1/2"	38.100	96.080	93.59
1"	25.400	199.470	80.30
3/4"	19.000	186.750	67.85
1/2"	12.700	146.250	58.10
3/8"	9.510	110.380	50.74
1/4"	6.350	133.480	41.84
N° 4	4.760	76.850	36.72
N° 10	2.000	130.190	28.04
N° 20	0.840	67.370	23.55
N° 30	0.595	31.970	21.41
N° 40	0.425	15.200	20.40
N° 60	0.260	49.080	17.13
N° 100	0.149	90.060	11.12
N° 200	0.074	43.630	8.22
< N° 200		18.720	6.97

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 9. Curva granulométrica de la C 02 – M3



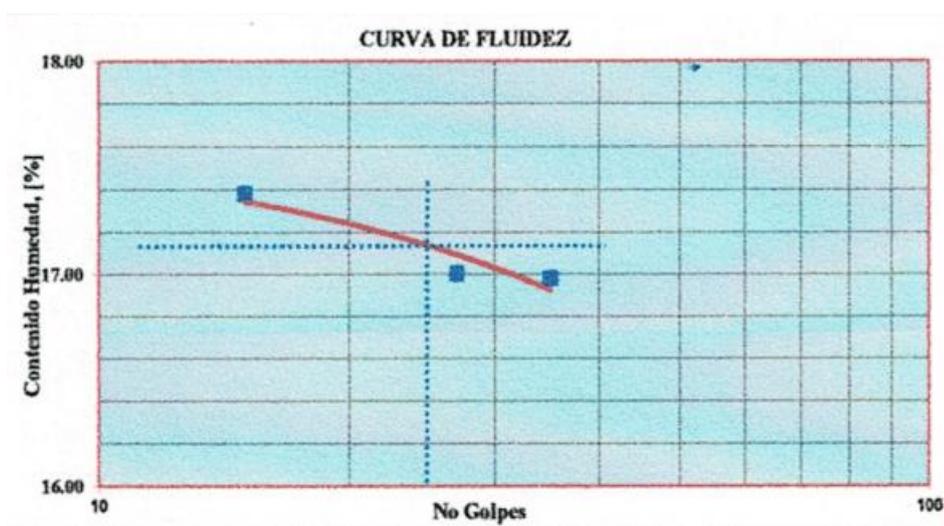
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 15. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 02 – M3

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	15	27	35
2.Peso Tara, [gr]	27.69	28.62	28.08
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43.29	44.17	42.34
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	40.98	41.91	40.27
5.Peso Agua	2.31	2.26	2.07
6.Peso Suelo Seco, [gr]	13.29	13.29	12.19
7.Contenido de Humedad, [%]	17.38	17.01	16.98
1.Peso Tara, [gr]	27.15	29.58	27.14
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.31	36.11	35.93
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	35.22	35.31	34.82
4.Peso Agua	1.09	0.8	1.11
5.Peso Suelo Seco, [gr]	8.07	5.73	7.68
6.Contenido de Humedad, [%]	13.51	13.96	14.45

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 10. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 16. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 02 – M3

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	28.70
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.48
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	125.60
4.Peso Agua	2.88
5.Peso Suelo Seco, [gr]	96.90
6.Contenido de Humedad, [%]	2.97%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

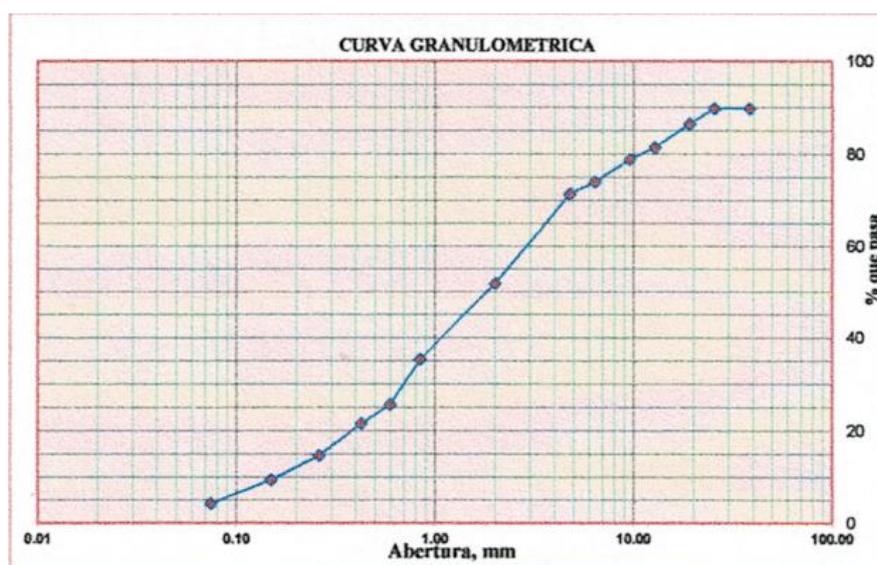
Descripción: La calicata 2 del estrato 3 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 63.28% de graba, 28.50% de arena y 8.22% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 17.18% de limite líquido, 13.97% de limite plástico y 3.21% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.97, por clasificación SUCS = GW-GM y por clasificación AASHTO = A1-a (0).

Tabla 17. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 03 – M1

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	89.79
2"	50.000	0.000	89.79
1 1/2"	38.100	102.070	89.79
1"	25.400	0.000	89.79
3/4"	19.000	33.430	86.45
1/2"	12.700	50.030	81.45
3/8"	9.510	25.750	78.87
1/4"	6.350	48.200	74.05
N° 4	4.760	26.030	71.45
N° 10	2.000	195.090	51.94
N° 20	0.840	165.970	35.34
N° 30	0.595	96.930	25.65
N° 40	0.425	40.730	21.58
N° 60	0.260	68.330	14.74
N° 100	0.149	52.570	9.49
N° 200	0.074	52.020	4.29
< N° 200		41.980	0.09

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 11. Curva granulométrica de la C 03 – M1



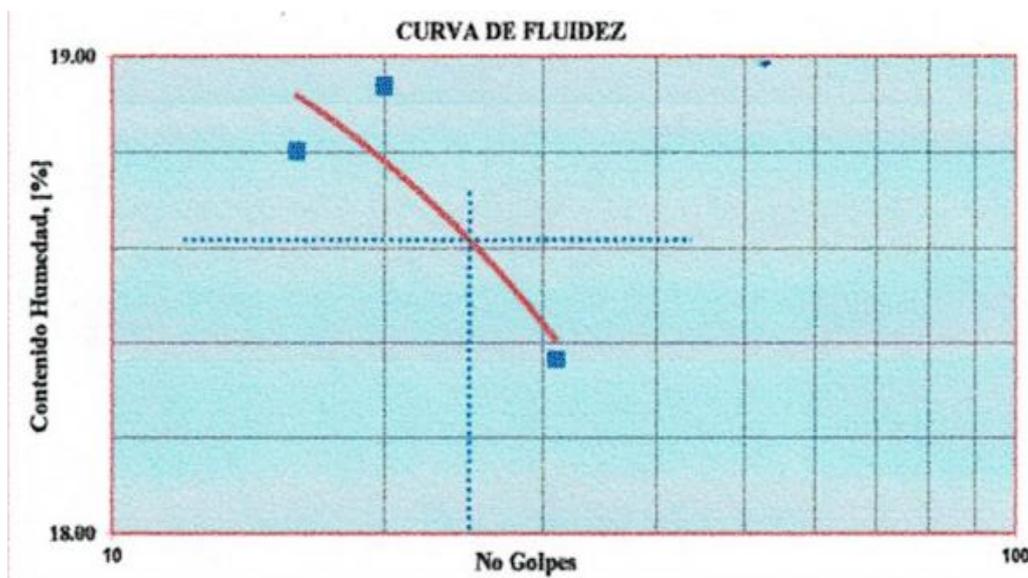
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 18. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 03 – M1

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	16	31	20
2.Peso Tara, [gr]	26.87	27.3	27.29
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.19	39.61	36.71
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37.24	37.7	35.21
5.Peso Agua	1.95	1.91	1.5
6.Peso Suelo Seco, [gr]	10.37	10.4	7.92
7.Contenido de Humedad, [%]	18.80	18.37	18.94
1.Peso Tara, [gr]	26.95	14.54	27.8
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.71	24.72	35.67
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.12	23.26	34.51
4.Peso Agua	1.59	1.46	1.16
5.Peso Suelo Seco, [gr]	9.17	8.72	6.71
6.Contenido de Humedad, [%]	17.34	16.74	17.29

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 12. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 19. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 03 – M1

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	28.24
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.29
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.16
4.Peso Agua	2.13
5.Peso Suelo Seco, [gr]	95.92
6.Contenido de Humedad, [%]	2.22%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

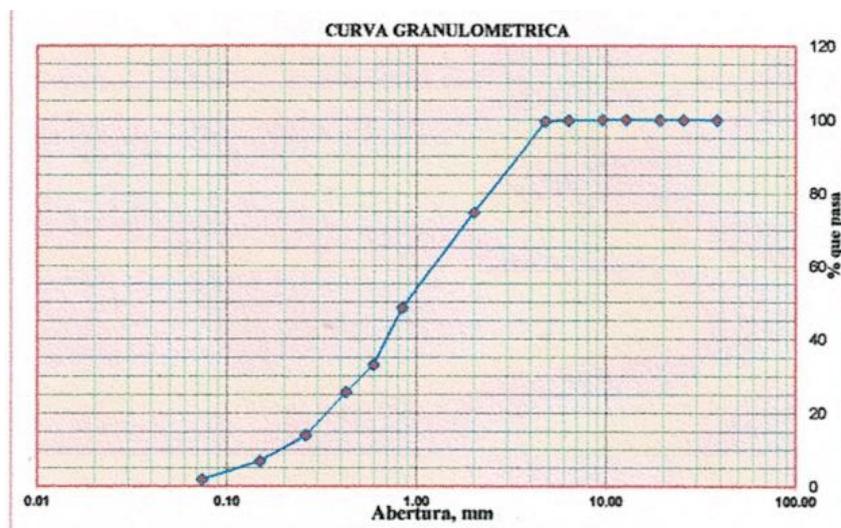
Descripción: La calicata 3 del estrato 1 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 28.55% de graba, 67.16% de arena y 4.29% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 18.62% de limite líquido, 17.12% de limite plástico y 1.50% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.22, por clasificación SUCS = SW y por clasificación AASHTO = A1-b (0).

Tabla 20. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 04 – M1

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.510	0.000	100.00
1/4"	6.350	1.655	99.83
N° 4	4.760	3.050	99.53
N° 10	2.000	247.605	74.77
N° 20	0.840	262.280	48.54
N° 30	0.595	155.040	33.04
N° 40	0.425	72.725	25.76
N° 60	0.260	116.920	14.07
N° 100	0.149	71.270	6.95
N° 200	0.074	50.545	1.89
< N° 200		17.425	0.15

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 13. Curva granulométrica de la C 04 – M1



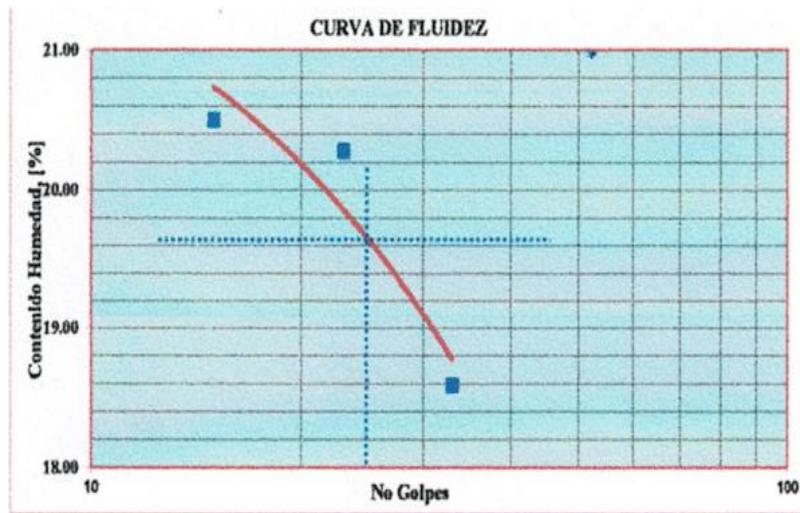
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 21. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 04 – M1

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	15	23	33
2.Peso Tara, [gr]	26.39	28.6	29.59
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	38.38	43.01	41.2
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.34	40.58	39.38
5.Peso Agua	2.04	2.43	1.82
6.Peso Suelo Seco, [gr]	9.95	11.98	9.79
7.Contenido de Humedad, [%]	20.50	20.28	18.59
1.Peso Tara, [gr]	28.95	14.35	26.56
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	35.19	23.32	33.34
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.25	22.01	32.14
4.Peso Agua	0.94	1.31	1.2
5.Peso Suelo Seco, [gr]	5.3	7.66	5.58
6.Contenido de Humedad, [%]	17.74	17.10	21.51

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 14. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio

Tabla 22. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 04 – M1

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	27.26
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.16
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.36
4.Peso Agua	2.8
5.Peso Suelo Seco, [gr]	97.1
6.Contenido de Humedad, [%]	2.88%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

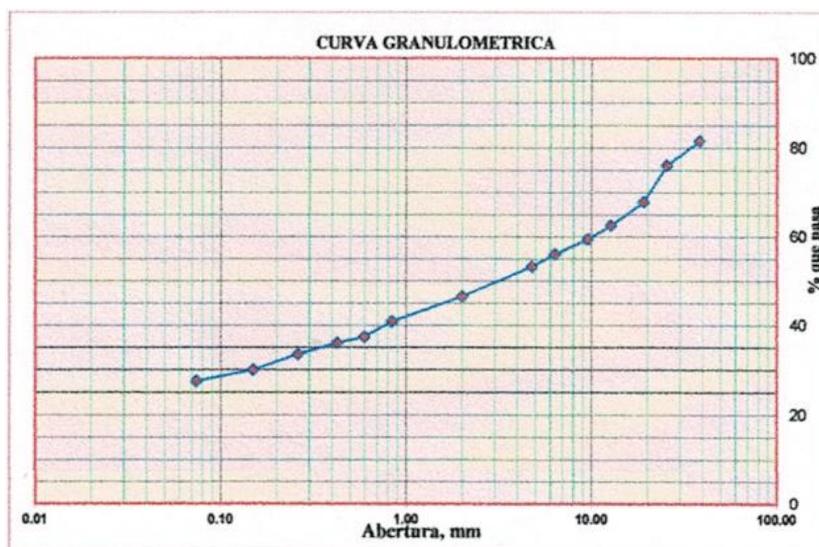
Descripción: La calicata 4 del estrato 1 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 0.47% de graba, 97.64% de arena y 1.89% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 19.62% de limite líquido, 18.78% de limite plástico y 0.84% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.88, por clasificación SUCS = SW y por clasificación AASHTO = A1-b (0).

Tabla 23. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 05 – M1

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	54.97
2"	50.000	266.200	54.97
1 1/2"	38.100	184.150	81.59
1"	25.400	53.860	76.20
3/4"	19.000	82.570	67.94
1/2"	12.700	52.960	62.65
3/8"	9.510	31.240	59.52
1/4"	6.350	33.800	56.14
N° 4	4.760	28.330	53.31
N° 10	2.000	67.910	46.52
N° 20	0.840	56.090	40.91
N° 30	0.595	34.780	37.43
N° 40	0.425	13.310	36.10
N° 60	0.260	26.000	33.50
N° 100	0.149	34.930	30.01
N° 200	0.074	24.390	27.57
< N° 200		7.330	26.84

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 15. Curva granulométrica de la C 05 – M1



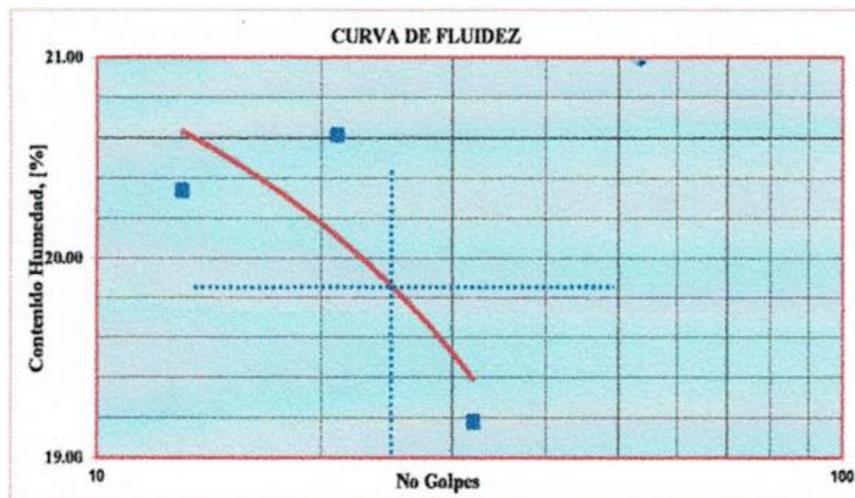
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 24. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M1

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	13	32	21
2.Peso Tara, [gr]	28.58	28.95	27.67
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	44.85	46.1	42.94
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	42.1	43.34	40.33
5.Peso Agua	2.75	2.76	2.61
6.Peso Suelo Seco, [gr]	13.52	14.39	12.66
7.Contenido de Humedad, [%]	20.34	19.18	20.62
1.Peso Tara, [gr]	26.88		26.42
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33.88		33.6
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.85		32.5
4.Peso Agua	1.03		1.1
5.Peso Suelo Seco, [gr]	5.97		6.08
6.Contenido de Humedad, [%]	17.25		18.09

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 16. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 25. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M1

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	26.7
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.7
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	123.92
4.Peso Agua	2.78
5.Peso Suelo Seco, [gr]	97.22
6.Contenido de Humedad, [%]	2.86%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

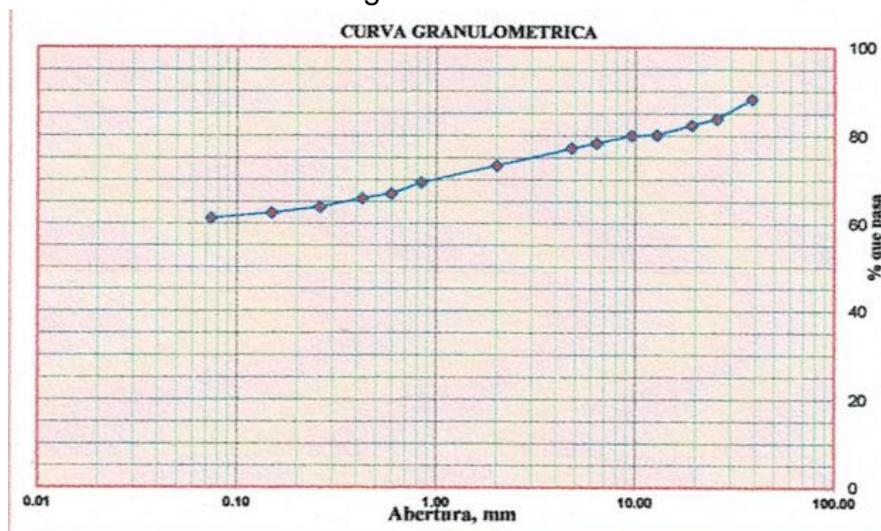
Descripción: La calicata 5 del estrato 1 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 406.69% de graba, 25.74% de arena y 27.57% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 19.82% de limite líquido, 17.67% de limite plástico y 2.15% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.86, por clasificación SUCS = GW y por clasificación AASHTO = A1-a (0).

Tabla 26. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 05 – M2

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	88.32
2"	50.000	0.000	88.32
1 1/2"	38.100	116.775	88.32
1"	25.400	44.560	83.87
3/4"	19.000	14.240	82.44
1/2"	12.700	21.710	80.27
3/8"	9.510	1.925	80.08
1/4"	6.350	17.135	78.37
N° 4	4.760	11.305	77.24
N° 10	2.000	39.400	73.30
N° 20	0.840	38.470	69.45
N° 30	0.595	25.180	66.93
N° 40	0.425	10.960	65.83
N° 60	0.260	19.730	63.86
N° 100	0.149	13.840	62.48
N° 200	0.074	11.870	61.29
< N° 200		9.020	60.39

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 17. Curva granulométrica de la C 05 – M2



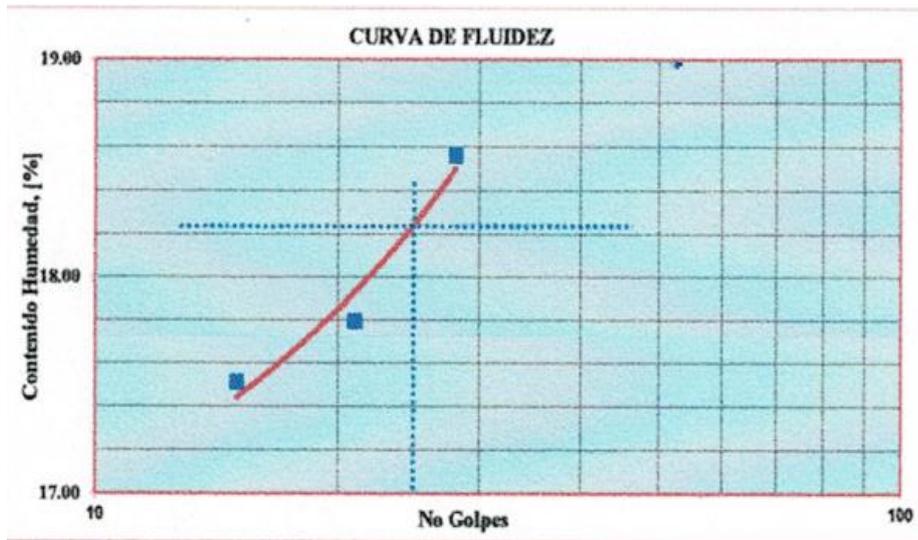
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 27. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M2

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	21	15	28
2.Peso Tara, [gr]	27.6	26.95	29.73
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37	39.23	41.29
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	35.58	37.4	39.48
5.Peso Agua	1.42	1.83	1.81
6.Peso Suelo Seco, [gr]	7.98	10.45	9.75
7.Contenido de Humedad, [%]	17.79	17.51	18.56
1.Peso Tara, [gr]	28.15	27.31	
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.92	39.09	
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.47	37.28	
4.Peso Agua	1.45	1.81	
5.Peso Suelo Seco, [gr]	8.32	9.97	
6.Contenido de Humedad, [%]	17.43	18.15	

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 18. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 28. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M2

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	26.71
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.71
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.29
4.Peso Agua	2.42
5.Peso Suelo Seco, [gr]	97.58
6.Contenido de Humedad, [%]	2.48%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

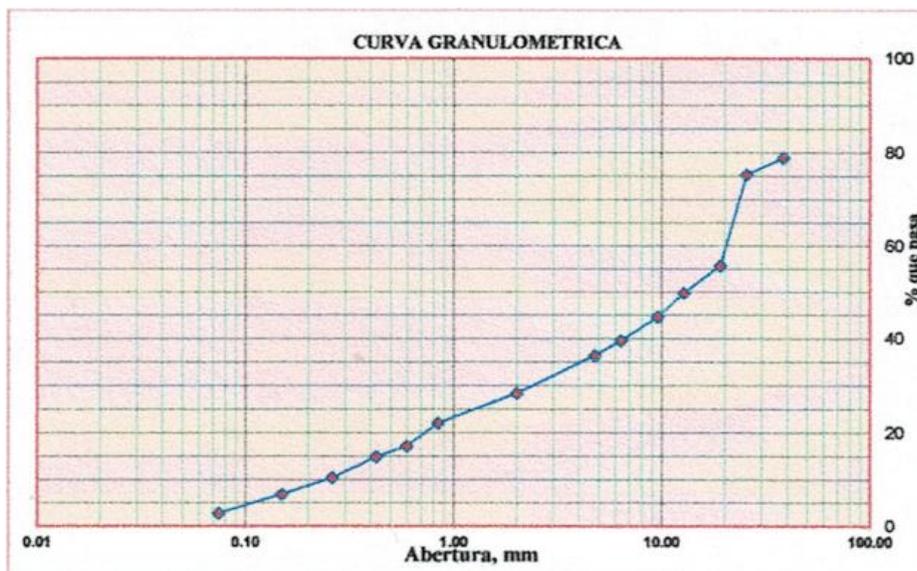
Descripción: La calicata 5 del estrato 2 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 22.27% de graba, 15.95% de arena y 61.29% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 18.22% de limite líquido, 17.79% de limite plástico y 0.43% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 2.48, por clasificación SUCS = GP-GM y por clasificación AASHTO = A-4 (0).

Tabla 29. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 05 – M3

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	78.91
2"	50.000	0.000	78.91
1 1/2"	38.100	210.920	78.91
1"	25.400	35.520	75.36
3/4"	19.000	195.870	55.77
1/2"	12.700	59.250	49.84
3/8"	9.510	51.840	44.66
1/4"	6.350	50.920	39.57
N° 4	4.760	31.620	36.41
N° 10	2.000	80.100	28.40
N° 20	0.840	63.130	22.08
N° 30	0.595	48.520	17.23
N° 40	0.425	23.010	14.93
N° 60	0.260	44.540	10.48
N° 100	0.149	35.910	6.89
N° 200	0.074	41.110	2.77
< N° 200		25.910	0.18

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 19. Curva granulométrica de la C 05 – M3



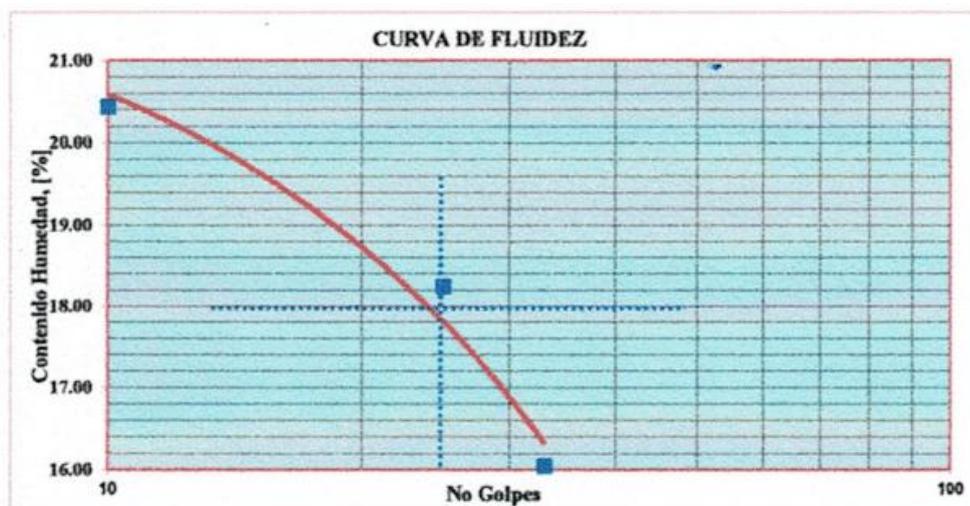
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 30. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M3

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	10	25	33
2.Peso Tara, [gr]	25.86	28.84	27.03
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.82	42.06	43.3
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.96	40.02	41.05
5.Peso Agua	1.86	2.04	2.25
6.Peso Suelo Seco, [gr]	9.1	11.18	14.02
7.Contenido de Humedad, [%]	20.44	18.25	16.05
1.Peso Tara, [gr]	29.89		26.13
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	38.66		37.7
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37.45		36.09
4.Peso Agua	1.21		1.61
5.Peso Suelo Seco, [gr]	7.56		9.96
6.Contenido de Humedad, [%]	16.01		16.16

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 20. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 31. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M3

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	27.71
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.71
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.1
4.Peso Agua	3.61
5.Peso Suelo Seco, [gr]	96.39
6.Contenido de Humedad, [%]	3.75%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

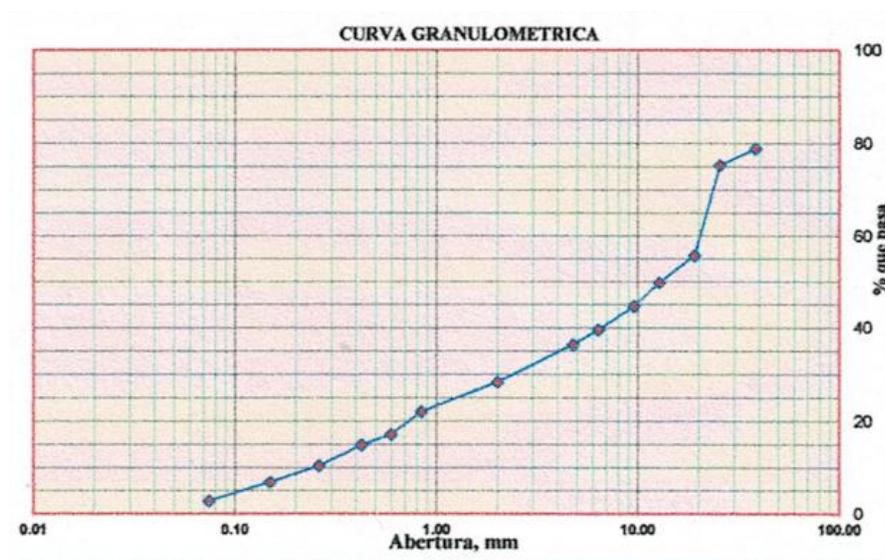
Descripción: La calicata 5 del estrato 3 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 63.59% de grava, 33.63% de arena y 2.77% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 17.82% de límite líquido, 10.72% de límite plástico y 7.10% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 3.75, por clasificación SUCS = GW y por clasificación AASHTO = A-2-4 (0).

Tabla 32. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 05 – M4

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	75.100	94.99
3/4"	19.000	83.950	89.40
1/2"	12.700	33.190	87.18
3/8"	9.510	42.570	84.35
1/4"	6.350	48.420	81.12
N° 4	4.760	34.130	78.84
N° 10	2.000	150.400	68.82
N° 20	0.840	189.010	56.22
N° 30	0.595	168.290	45.00
N° 40	0.425	107.800	37.81
N° 60	0.260	228.500	22.58
N° 100	0.149	180.520	10.54
N° 200	0.074	93.260	4.32
< N° 200		58.700	0.41

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 21. Curva granulométrica de la C 05 – M4



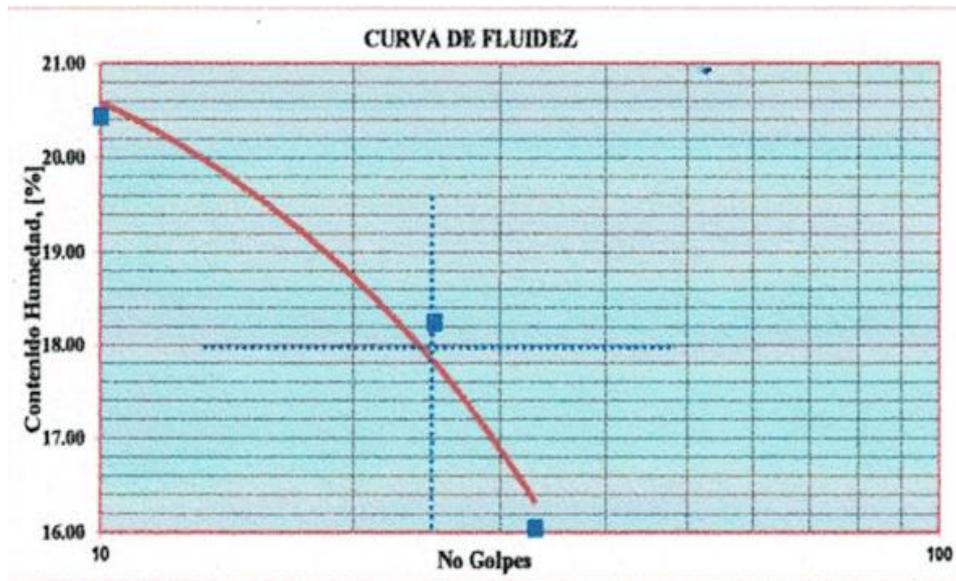
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 33. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M4

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	33	17	19
2.Peso Tara, [gr]	27.12	28.6	30.53
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	41.12	44.01	43.97
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	38.68	41.17	41.41
5.Peso Agua	2.44	2.84	2.56
6.Peso Suelo Seco, [gr]	11.56	12.57	10.88
7.Contenido de Humedad, [%]	21.11	22.59	23.53
1.Peso Tara, [gr]	0	0	0
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	0	0	0
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	0	0	0
4.Peso Agua	0	0	0
5.Peso Suelo Seco, [gr]	0	0	0
6.Contenido de Humedad, [%]	0	0	0

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 22. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 34. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M4

Procedimiento	Tara N° 1
1. Peso Tara, [gr]	28.06
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.05
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.35
4. Peso Agua	3.7
5. Peso Suelo Seco, [gr]	96.29
6. Contenido de Humedad, [%]	3.84%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

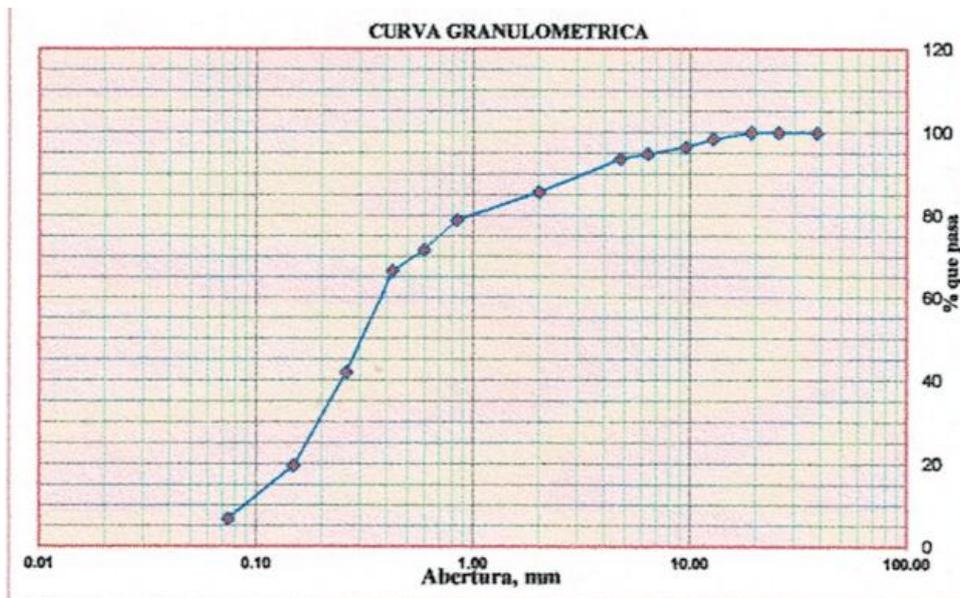
Descripción: La calicata 5 del estrato 4 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 21.16% de graba, 74.52% de arena y 4.32% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 19.62% de limite líquido, 0.00% de limite plástico y 19.62% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 3.84, por clasificación SUCS = SP y por clasificación AASHTO = A-2-6 (0).

Tabla 35. Análisis granulométrico (ASTM – D421) de la C 05 – M5

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	16.000	98.40
3/8"	9.510	19.110	96.49
1/4"	6.350	16.505	94.84
N° 4	4.760	11.590	93.68
N° 10	2.000	80.035	85.68
N° 20	0.840	67.275	78.95
N° 30	0.595	72.695	71.68
N° 40	0.425	51.825	66.50
N° 60	0.260	245.405	41.96
N° 100	0.149	223.480	19.61
N° 200	0.074	128.385	6.77
< N° 200		62.980	0.47

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 23. Curva granulométrica de la C 05 – M5



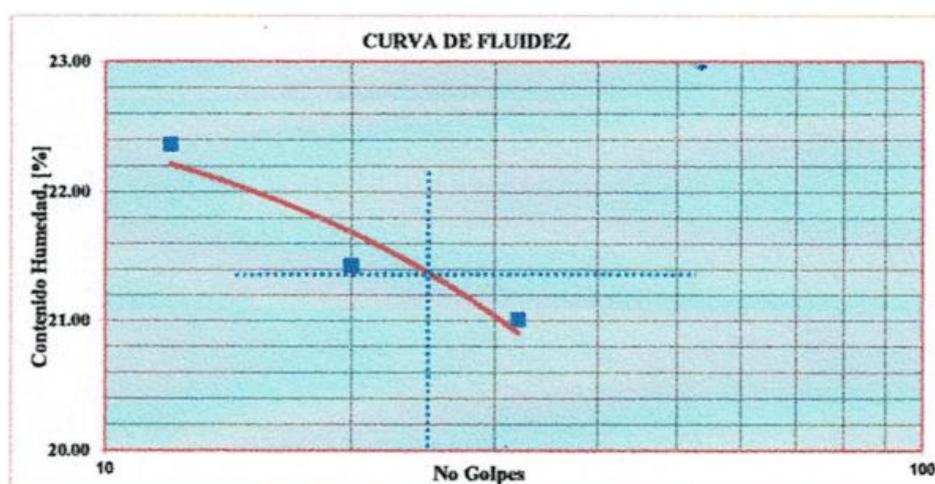
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 36. Limite líquido y limite plástico (ASTM – D4318) de la C 05 – M5

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	12	32	20
2.Peso Tara, [gr]	14.55	22.71	28.18
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, gr]	23.74	34.92	43.42
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.06	32.8	40.73
5.Peso Agua	1.68	2.12	2.69
6.Peso Suelo Seco, [gr]	7.51	10.09	12.55
7.Contenido de Humedad, [%]	22.37	21.01	21.43
1.Peso Tara, [gr]	35.36	25.88	22.22
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	40.27	29.72	26.22
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	39.48	29.09	25.59
4.Peso Agua	0.79	0.63	0.63
5.Peso Suelo Seco, [gr]	4.12	3.21	3.37
6.Contenido de Humedad, [%]	19.17	19.63	18.69

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 24. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 37. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M5

Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	27.38
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.65
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.7
4.Peso Agua	2.95
5.Peso Suelo Seco, [gr]	97.32
6.Contenido de Humedad, [%]	3.03%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

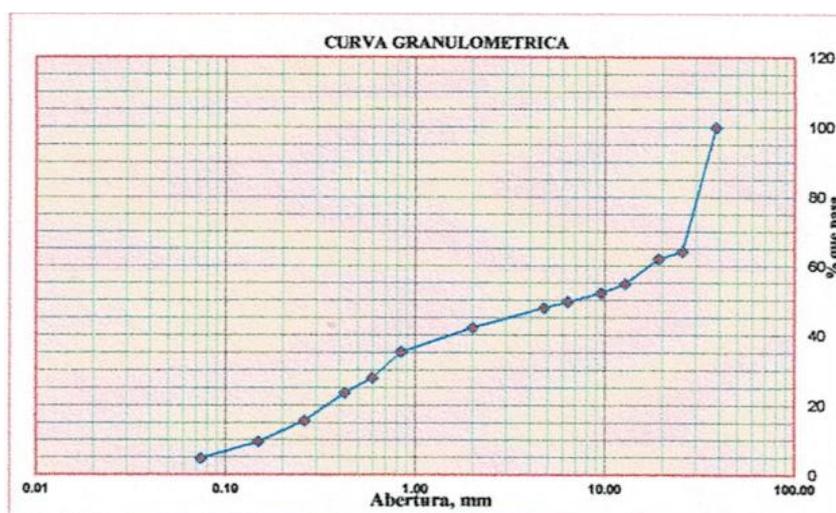
Descripción: La calicata 5 del estrato 5 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 6.32% de graba, 86.91% de arena y 6.71% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 21.29% de limite líquido, 19.17% de limite plástico y 2.12% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 3.03, por clasificación SUCS = SP-SM y por clasificación AASHTO = A-3 (0).

Tabla 38. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) de la C 05 – M6

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	357.675	64.23
3/4"	19.000	21.210	62.11
1/2"	12.700	73.280	54.78
3/8"	9.510	26.240	52.16
1/4"	6.350	25.280	49.63
N° 4	4.760	17.565	47.88
N° 10	2.000	57.095	42.17
N° 20	0.840	69.350	35.23
N° 30	0.595	73.490	27.88
N° 40	0.425	43.195	23.56
N° 60	0.260	79.650	115.60
N° 100	0.149	60.585	9.54
N° 200	0.074	47.990	4.74
< N° 200		42.820	0.46

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 25. Curva granulométrica de la C 05 – M6



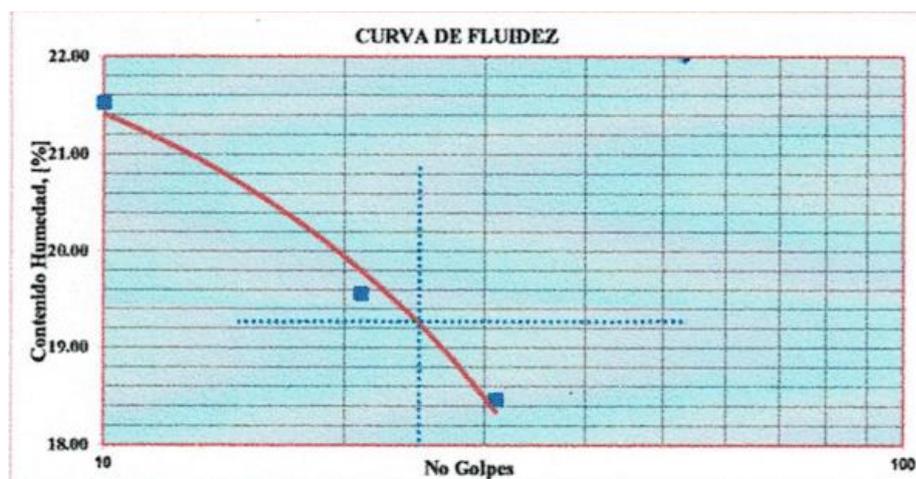
Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 39. Limite líquido (ASTM – D4318) de la C 05 – M6

Procedimiento	N° Tara		
	1	2	3
1.N° de Golpes	31	21	10
2.Peso Tara, [gr]	22.94	27.16	29.73
3.Peso Tara + Suelo Húmedo, gr]	38.59	42.01	46.61
4.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.15	39.58	43.62
5.Peso Agua	2.44	2.43	2.99
6.Peso Suelo Seco, [gr]	13.21	12.42	13.89
7.Contenido de Humedad, [%]	18.47	19.57	21.53
1.Peso Tara, [gr]	27.98	28.08	27.67
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.1	34.85	35.69
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	31.45	33.74	34.4
4.Peso Agua	0.65	1.11	1.29
5.Peso Suelo Seco, [gr]	3.47	5.66	6.73
6.Contenido de Humedad, [%]	18.73	19.61	19.17

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Gráfico 26. Curva de fluidez



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Tabla 40. Contenido de humedad (ASTM – D2216) de la C 05 – M6

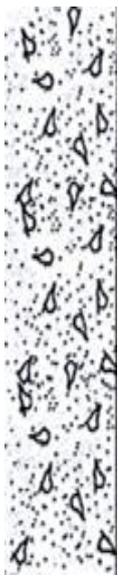
Procedimiento	Tara N° 1
1.Peso Tara, [gr]	27.28
2.Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.28
3.Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.35
4.Peso Agua	2.93
5.Peso Suelo Seco, [gr]	97.07
6.Contenido de Humedad, [%]	3.02%

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: La calicata 5 del estrato 6 según el análisis granulométrico por tamizado (ASTM – D421) tiene 52.13% de graba, 43.14% de arena y 4.74% de finos, así mismo, el ensayo de límites de consistencia (ASTM – D4318) demostró 19.22% de limite líquido, 19.17% de limite plástico y 0.05% de índice de plasticidad, finalmente se obtuvo, el peso específico de 2.81 con un contenido de humedad de 3.02, por clasificación SUCS = GP-GM y por clasificación AASHTO = A1-a (0).

4.2.2 Resultados de sondaje

Tabla 41. Registro de Sondaje de la calicata – 01

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.60	CALICATA	M - 1				Arenas bien graduadas, arena con grava, poco a nada de material fino, Arena limpia poco de material fino, amplia variación con tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios, color gris claro, condición in situ: semi compactado. Gravas % 40.95 Arenas% 54.96 Finos% 4.09 Limite Líquido 27.80% Índice de Plasticidad: 6.68%	SW
0.90		M-2				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaño granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color marrón claro, condición in situ: semi compactado. Gravas % 48.52 Arenas% 47.21 Finos% 4.27 1.imitc Liquido 26.25% Índice de Plasticidad: 3.34%	GW

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla se puede observar que la Calicata - 01 con 1.50m de excavación ubicado en el KM 06+213 a 0.60m de profundidad tiene una clasificación SW, por otro lado, los 0.90m restantes tiene una clasificación GW.

Tabla 42. Registro de Sondaje de la calicata – 02

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.20	CALICATA	M-1				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige, condición in situ: semi compactado. Gravas % 58.84 Arenas% 37.43 Finos% 3.73 Limite Líquido 19.82% Índice de Plasticidad: 0.68	GW
0.36		M-2				Gravas bien graduadas con limos, mezcla de grava con material fino, variación en tamaños granulares mezclados, variación en tamaños granulares, color beige oscuro, condición in situ, semi compactada. Gravas % 46.31 Arenas% 25.28 Finos% 28.41 1.imitc Liquido 26.25 Índice de Plasticidad:	GW-GM
0.94		M-3					Gravas bien graduadas con limos, mezcla de grava con material fino, variación en tamaños granulares mezclados, variación en tamaños granulares, color beige oscuro, condición in situ, semi compactada. Gravas % 63.28 Arenas% 28.50 Finos% 8.22 1.imitc Liquido 17.18 Índice de Plasticidad: 3.21

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla se puede observar que la Calicata - 02 con 1.50m de excavación ubicado en el KM 07+213 a 0.20m de profundidad tiene una clasificación GW, asimismo, los 0.36m restantes tiene una clasificación GW-GM y a 0.94m tiene una clasificación GW-GM.

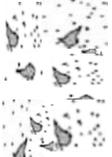
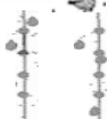
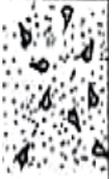
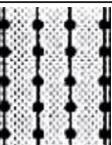
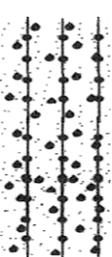
Tabla 44. Registro de Sondaje de la calicata – 04

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
1.50	C A L I C A T A	M -1				<p>Arenas bien graduadas, exentas de partículas finas o en proporciones muy reducidas y que no intervienen en las características generales del suelo, color marrón claro, condición in situ: semi compactada.</p> <p>Gravas % 0.47 Arenas% 97.64 Finos% 1.89 Limite Liquido 19.62% Índice de Plasticidad: 0.84</p>	SW

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla se puede observar que la Calicata – 04 con 1.50m de excavación ubicado en el KM 09+213 a 1.50m de profundidad tiene una clasificación SW.

Tabla 45. Registro de Sondaje de la calicata – 05

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.15	C A L I C A T A - 05	M-1				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige claro, condición in situ: semi compactado. Gravas % 46.69 Arenas% 25.74 Finos% 27.57 Limite Liquido 19.82% Índice de Plasticidad: 2.15	GW
0.14		M-2				Gravas limosas mal granuladas, mezcla de arena-grava con material fino, color beige oscuro, condición in situ: semi compactada. Gravas % 22.77 Arenas% 15.95 Finos% 61.29 Limite Liquido 18.22% Índice de Plasticidad: 2.15	GP-GM
0.28		M-3				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige claro, condición in situ: semi compactado. Gravas % 63.59 Arenas% 33.63 Finos% 2.77 Limite Liquido 17.82% Índice de Plasticidad: 7.10	GW
0.20		M-4				Arenas mal graduadas con cantidades reducidas de partículas finas, color beige oscuro, condición in situ: semi compactado. Gravas % 21.16 Arenas% 74.52 Finos% 4.32 Limite Liquido 19.62% Índice de Plasticidad: 19.62	SP
0.18		M-5				Arenas mal graduadas con cantidades de partículas finas, poco o nada de material grueso, de color gris oscuro, condición in situ: semi compactado. Gravas % 6.32 Arenas% 86.91 Finos% 6.77 Limite Liquido 21.29% Índice de Plasticidad: 2.12	SP-SM
0.55		M-6				Gravas limosas mal granuladas, mezcla de arena-grava con material fino, color marrón oscuro, condición in situ: semi compactada. Gravas % 52.13 Arenas% 43.14 Finos% 4.74 Limite Liquido 19.22% Índice de Plasticidad: 0.05	GP-GM

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla se puede observar que la Calicata – 05 con 1.50m de excavación ubicado en el KM 10+213 a 0.15m de profundidad tiene una clasificación GW, asimismo, a 0.14m de profundidad tiene una clasificación GP-GM, además, a 0.28m de profundidad tiene una clasificación GW, también, a 0.20m de profundidad tiene una clasificación SP, por otra parte, a 0.18m de profundidad tiene una clasificación SP-SM y a 0.55m de profundidad tiene una clasificación GP-GM.

4.2.3. Resultados de CBR

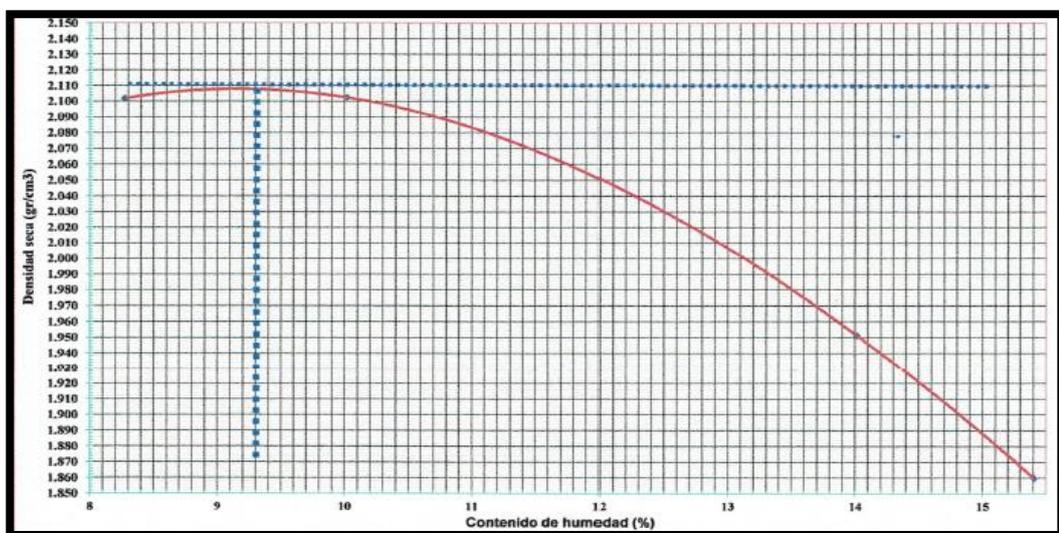
Tabla 46. Resultados del Proctor Modificado, ASTM D-1557

Peso Suelo + molde (gr)	7588.00	7665.00	7483.00	7322.00
Peso molde (gr)	2903.00	2903.00	2903.00	2903.00
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4685.00	4762.00	4580.00	4419.00
Volumen de molde (cm ³)	2058.73	2058.73	2058.73	2058.73
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.28	2.31	2.22	2.15
Recipiente N°	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	125.73	128.36	127.37	128.39
Peso del suelo seco + tara (gr)	118.28	119.19	115.11	114.04
Peso de la tara (gr)	28.24	27.68	27.63	20.90
Peso del agua (gr)	7.45	9.17	12.26	14.35
Peso del suelo seco (gr)	90.04	91.51	87.48	93.14
Porcentaje de Humedad (%)	8.27	10.02	14.01	15.41
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.102	2.102	1.951	1.860
			Densidad máxima (gr/cm ³)	2.110
			Humedad óptima (%)	9.30

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla 59 se evidencia los datos obtenidos en los ensayos del Proctor Modificado, ASTM D-1557 realizada en el laboratorio de suelos donde la densidad máxima es de 2.110 gr/cm³ y la humedad óptima se manifiesta como 9.30%.

Gráfico 27. Relación Humedad – Densidad



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En el gráfico 27 se puede observar la curva de relación entre las proporciones de Humedad y Densidad donde el punto más alto llega a 2.110 gr/cm³ interpretando como la densidad máxima, asimismo, en el eje de las abscisas se presenta como 9.30 % interpretando como el contenido de humedad.

Tabla 47. Ensayo relación soporte de california

Tamiz	N°10		N°40		N° 200		ENSAYO DE COMPACTACIÓN		
Pasa %	32.80		14.48		4.27		Método	Densidad Máxima	Humedad Optima
LL	26.25%	IP	3.34%	Clasificación	A1-a(0)	AASHTO	2.11	9.3	

Molde N°	1		2		3	
Altura Molde	17.8		18.1		18.05	
Diámetro Molde	15.24		15.23		15.21	
Altura disco Espaciador	6.14		6.14		6.14	
Diámetro disco espaciador	15.19		15.19		15.19	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	Antes de mojarse	Después de mojarse	Antes de mojarse	Después de mojarse	Antes de mojarse	Después de mojarse
Peso húmedo de la probeta + molde (g)	8815	12390	9101	12971	8960	12558
Peso de molde (g)	4192	8251	4418	8251	4192	7746
Peso del suelo húmedo (g)	4623	4139	4683	4720	4768	4812
Volumen del molde (cm ³)	3163	14395	2179	13151	2164	11158
Densidad humedad (g/cm ³)	1.103	0.502	1.06	0.572	1.137	0.621

Recipiente N°	A	11	B	22	C	33
Peso del recipiente + suelo húmedo (g)	127.34	128.81	128.81	128.41	128.43	127.41
Peso recipiente + suelo seco	114.38	112.14	115.49	114.62	115.21	111.68
Peso recipiente	27.64	30.49	28.58	28.07	28.82	27.98
Peso de agua (g)	12.96	16.67	13.32	13.79	13.22	15.73
Peso de suelo seco (g)	86.74	81.65	86.91	86.55	86.39	83.7
Contenido de humedad (%)	14.94	20.42	15.33	15.93	15.3	18.79
Densidad seca (g/cm³)	1.272	0.239	1.864	0.31	1.911	0.363

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla 60 se puede apreciar el ensayo de relación soporté de california con los datos obtenidos en laboratorio de suelos donde dicho ensayo se realizó 3 muestras en 55, 26 y 12 golpes por capas.

Tabla 48. Determinación de la expansión

Golpes por capas			56 golpes			25 golpes			12 golpes		
Fecha	Hora	Tiempo	Lecturas Extens.	Expansivos		Lecturas Extens.	Expansivos		Lecturas Extens.	Expansivos	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/08/2021	10:20	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10/08/2021	10:30	24	13.000	330.200	283.19	17.000	431.800	361.040	16.200	411.480	356.260
11/08/2021	11:00	48	15.300	338.620	333.29	21.000	533.400	461.820	18.200	462.280	400.240
12/08/2021	10:30	72	16.300	414.020	355.08	22.900	581.660	503.600	18.900	480.060	415.640

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla 61 se puede observar las lecturas diarias que fueron tomadas con el objetivo de determinar su expansión en cada molde respectivo sumergiendo dichos moldes manteniendo 4 días con un nivel de agua constante.

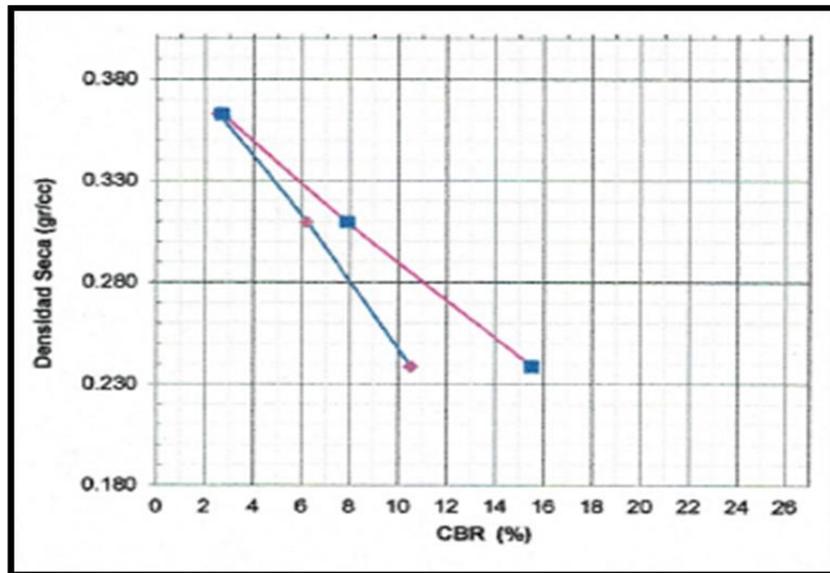
Tabla 49. Factor de deformación del anillo

Penetración		Carga Estándar Kg/cm ²	MODELO N° 1				MODELO N° 2				MODELO N° 3			
			CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN	
mm	pulg		Lect. Dial	Kg	Kg	% CBR	Lect. Dial	Kg	Kg	% CBR	Lect. Dial	Kg	Kg	% CBR
0.00 0	0.00 0		0.0	0			0.0	0.0			0	0		
0.63 5	0.02 5		3.0	0.8			17.7	56.0			4	3.8		
1.27 0	0.05 0		7.9	19.1			32.9	113.0			14	43.4		
1.90 5	0.07 5		19.0	61.1			44.4	156.2			24	78.9		
2.54 0	0.10 0	70.455	26.8	90.1	143.4	10.5	51.7	183.8	84.5	6.2	43	150.4	34.8	2.6
5.08 0	0.12 5	105.68	35.4	122.5	317.4	15.5	60.7	217.6	161.2	7.9	57	203.8	54.8	2.7
7.62 0	0.15 0		41.8	146.5			68.9	248.5			66	237.3		
10.1 60	0.20 0		55.1	196.4			89.0	323.7			86	313.4		
12.7 00	0.30 0		74.0	267.5			117.3	430.1			125	459.4		
15.2 40	0.40 0		89.3	325.0			139.9	515.0			150	551.8		
17.7 80	0.50 0		101.9	372.2			160.6	592.7			172	635.2		

Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En la tabla 62 se puede observar el valor de la relación de soporte en el laboratorio de suelos donde para el molde N° 1 se manifiesta con un CBR a 0.1 pulgadas con 10.5% y a 0.125 pulgadas con 15.5%, asimismo para el molde N° 2 se interpreta con un CBR a 0.1 pulgadas con 6.2% y a 0.125 pulgadas con 7.9% y finalmente para el molde N° 3 se coloca con un CBR a 0.1 pulgadas con 2.6% y a 0.125 pulgadas con 2.7%.

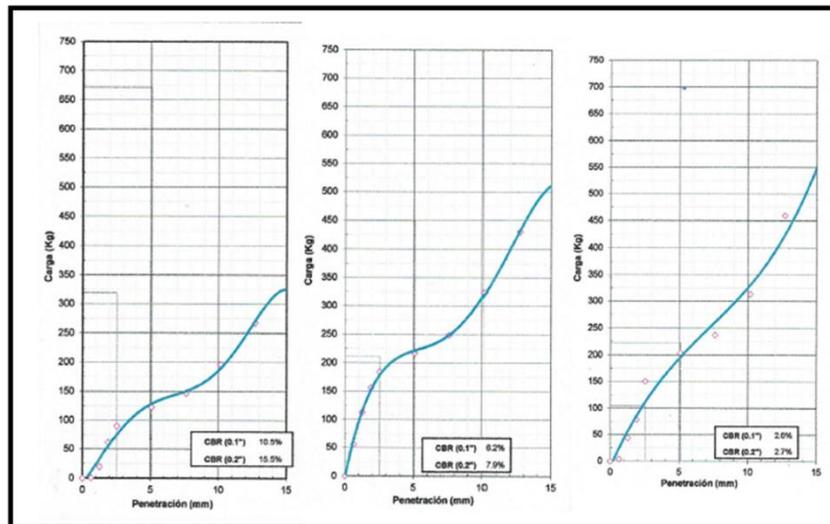
Gráfico 28. Relación de densidad seca y CBR



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En el gráfico 28 se puede observar los puntos relacionados a la tabla anterior mostrando en el eje de las abscisas los valores del CBR y en el eje de las coordenadas la densidad seca para los 3 modelos que fueron estudiados.

Gráfico 29. CBR, ASTM D1883



Fuente: Informe de laboratorio – Anexo 06

Descripción: En el gráfico 29 se evidencia 3 cuadros, relaciones entre carga vs penetración de los cuales el primero es de 56 golpes, 25 golpes

y 12 golpes teniendo como resultado un CBR al 100% con medidas de 0.1" a 34.07 y de 0.2" a 56.28 finalmente un CBR al 95% con medidas de 0.1" a 26.33 y de 0.2" a 36.68.

4.3. Estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad

Resultado del objetivo tres, el estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad que abarca la carretera Cosma desde los tramos KM 05+213 – Km 10+213 fueron de gran ayuda para el diseño óptimo de la estructura vial donde su propósito fue clasificar y cuantificar el volumen vehicular que circulan por dicha carretera ubicado a la siguiente distribución.

- País: Perú
- Departamento: Ancash
- Provincia: Santa
- Distrito: Cáceres del Perú

De manera que, para el estudio de tráfico se realizó un conteo vehicular diario durante 7 días de la fecha 15/08/2021 hasta el 21/08/2021 presentando en la siguiente tabla el total de vehículo/día. (ver anexo 5).

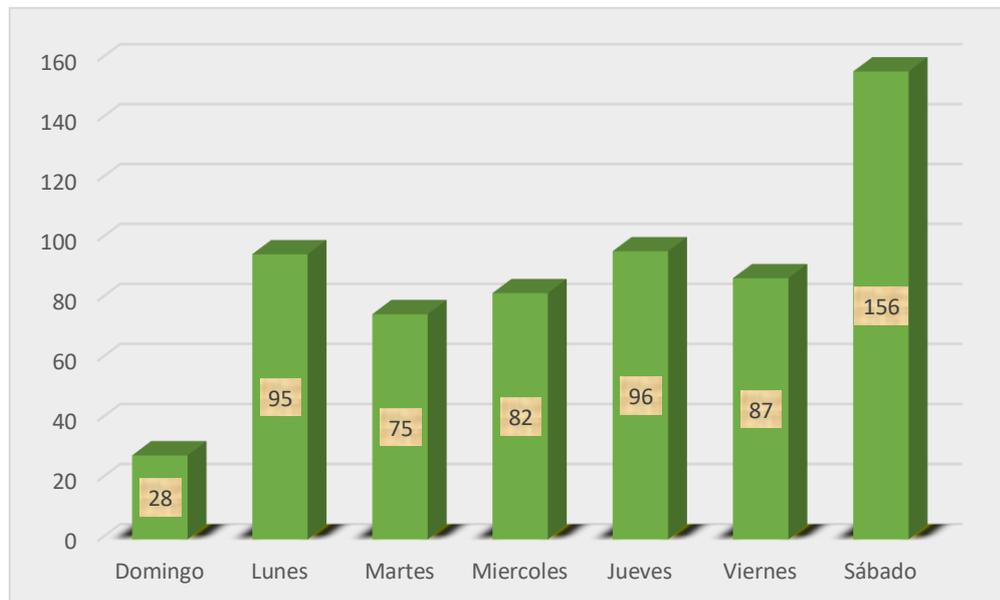
Tabla 50. Tráfico vehicular en ambos sentidos por día

Tipo de vehículo		Tráfico vehicular en ambos sentidos por día						
		Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb
Automóvil		7	25	25	22	24	21	23
S. Wagon		5	20	22	22	20	20	20
Camionetas	Pick Up	7	24	9	16	24	24	20
	Panel	0	0	0	0	0	0	2
	Rural	2	6	5	4	6	6	69
Micro		2	4	1	3	4	4	6
Ómnibus	2E	0	0	0	0	0	0	0
	3E	0	0	0	0	0	0	0
	4E	0	0	0	0	0	0	0
Camión	2E	2	4	4	5	6	0	3

	3E	3	12	9	10	12	12	13
	4E	0	0	0	0	0	0	0
Semitraylers	2S1	0	0	0	0	0	0	0
	2S2	0	0	0	0	0	0	0
	2S3	0	0	0	0	0	0	0
	3S1	0	0	0	0	0	0	0
	3S2	0	0	0	0	0	0	0
	>=3S3	0	0	0	0	0	0	0
Traylers	2T2	0	0	0	0	0	0	0
	2T3	0	0	0	0	0	0	0
	3T2	0	0	0	0	0	0	0
	>=3T3	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		28	95	75	82	96	87	156

Fuente: Ficha del Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Gráfico 30. Tráfico vehicular total por vehículos/día



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: Se puede lograr apreciar que el mayor día de incidencia vehicular es el día sábado registrando 156 vehículos/día a comparación del día domingo registrando solo 28 vehículos/día, esto a su vez se interpreta que el día con más flujo vehicular es el día sábado.

Tabla 51. Factor de corrección estacional

Vehículos Livianos	fe:	0.8717
Vehículos Pesados	fe:	0.9372

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: En la siguiente tabla se aprecia el factor de corrección de vehículos ligeros y pesados por unidad de peaje – Catac.

Tabla 52. IDM utilizado los factores de corrección

Tipo de vehículo		Tráfico vehicular en ambos sentidos por día						TOTAL SEMANA	IDMs	FC	IMDa (2021)	
		Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie					Sáb
Automóvil		7	25	25	22	24	21	23	147	21	0.8717	18
S. Wagon		5	20	22	22	20	20	20	129	18	0.8717	16
Camionetas	Pick Up	7	24	9	16	24	24	20	124	18	0.8717	16
	Panel	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0.8717	0
	Rural	2	6	5	4	6	6	69	98	14	0.8717	12
Micro		2	4	1	3	4	4	6	24	3	0.8717	3
Ómnibus	2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
Camión	2E	2	4	4	5	6	0	3	24	3	0.9372	3
	3E	3	12	9	10	12	12	13	71	10	0.9372	9
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
Semitraylers	2S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	3S1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	>=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
Traylers	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0

	>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9372	0
TOTAL		28	95	75	82	96	87	156	619	87		77

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: En la tabla se aprecia el resultado de IDMs para cada tipo de vehículo, asimismo se multiplico los valores de factores de corrección tomados del peaje Catac para obtener el IMDa.

Por otro lado, para calcular la proyección de tráfico se estimó para 15 años referenciado al departamento de Ancash con un crecimiento de vehículos livianos=0.59% y para vehículo pesado=1.05% tomados por la Oficina de Programación Multianual de Inversiones (OPMI)-MTC con el propósito de calcular el número de ejes equivalentes, asimismo se presenta a continuación la siguiente fórmula:

$$Tn = To(1 + r)^{n-1}$$

Donde:

Tn= Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

To= Tránsito actual (año base) en veh/día

n= año futuro de proyección

r= tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 53. Tráfico generado- 15años

Tipo de vehículo		Proyección de tráfico (n=15años)
		IDMa(2036)
Automóvil		20
S. Wagon		17
Camionetas	Pick Up	16
	Panel	0
	Rural	13
Micro		3
Ómnibus	2E	0
	3E	0
	4E	0
Camión	2E	3
	3E	12
	4E	0
Semitraylers	2S1	0
	2S2	0
	2S3	0
	3S1	0
	3S2	0
	>=3S3	0
Traylers	2T2	0
	2T3	0
	3T2	0
	>=3T3	0
	TOTAL	84

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: Se puede apreciar en la tabla las proyecciones de tráfico para 15 años en cada tipo de vehículo tomando como el más predominante al automóvil y al inferior presenta al micro, camión de 2 ejes.

Del mismo modo, se realizó con los cálculos de números de ejes equivalentes (ESAL) donde se aplicó la siguiente fórmula.

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

Donde:

Sumatoria f. IMDa = sumatoria de IMDa usando el reglamento nacional de vehículos

Fd = Factor direccional (1 calzada, 1 sentido y 1 carril)

Fc = Factor carril

Fca = Factor de crecimiento acumulado

Factor Fca = $(1+r)^{-1/r}$

Tabla 54. Sumatoria de IMDa por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO		IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. FLEXIBLE	f. IMDA FLEXIBLE
		2036	EJE	LLANTAS	EJE Tn		
VEHICULOS LIGEROS	Autos	19.55	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.01030064
		19.55	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.01030064
	S. Wagon	17.37	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00915612
		17.37	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00915612
	Pick Up	16.29	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00858386
		16.29	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00858386
	Panel	0.00	SIMPLE	2	1	0.00052702	0
		0.00	SIMPLE	2	1	0.00052702	0
	Rural	13.03	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00686709
		13.03	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00686709
	Micros	3.26	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00171677
		3.26	SIMPLE	2	1	0.00052702	0.00171677
OMNIBUS	2E	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0
	3E	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0
		0.00	TANDEM	6	16	1.36594455	0
	4E	0.00	TANDEM	4	14	2.19644727	0
		0.00	TANDEM	6	16	1.36594455	0
CAMIÓN	2E	3.47	SIMPLE	2	7	1.26536675	4.39385906
		3.47	SIMPLE	4	11	3.23828696	11.2446265
	3E	11.57	SIMPLE	2	7	1.26536675	14.6461969

		11.57	TANDEM	8	18	2.01921345	23.3717203	
	4E	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TRIDEM	10	23	1.5081836	0	
SEMITRAYLERS	2S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	2S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
	2S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	TRIDEM	12	25	1.70602625	0	
	3S1	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	3S2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
	>=S3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	TRIDEM	12	25	1.70602625	0	
TRAYLERS	2T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	2T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
	3T2	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
	>=3T3	0.00	SIMPLE	2	7	1.26536675	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
		0.00	SIMPLE	4	11	3.23828696	0	
		0.00	TANDEM	8	18	2.01921345	0	
							IMDa	53.7296518

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: En la tabla se puede apreciar la sumatoria de IMDa tomando como referencia al Reglamento Nacional de Vehículos donde especifica los ejes de cargas para cada tipo de vehículos requisito fundamental para continuar con el cálculo de ejes equivalente.

Del mismo modo, una vez obtenido la sumatoria de IMDa se procedió a determinar el valor de Factor direccional (Fd) a 1 por ser de 1 calzada, 1 sentido y 1 carril, Factor carril (Fc) a 1 y el factor de crecimiento acumulado (Fca) para un periodo de diseño de 20 años valores tomados del Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en los cuadros 6.1, 6.2 de dicho manual.

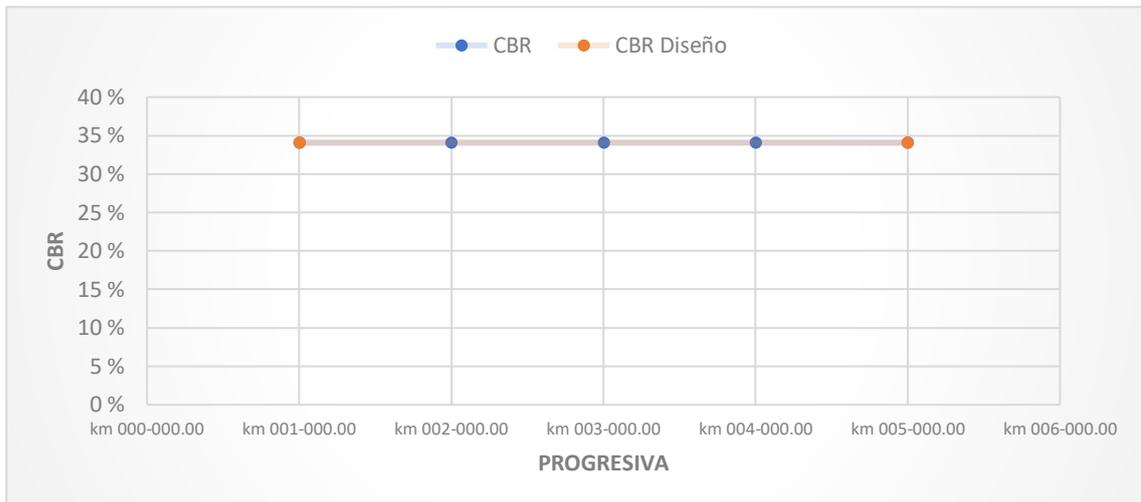
Tabla 55. Cálculo de ejes equivalentes- Esal

Factor Fca. vehículos pesados	Fca	22.13
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido		1 calzada, 1 sentido, 1 carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	1.00
Número de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\sum f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	433 930

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: En la siguiente tabla se puede observar el cálculo de ejes equivalentes (ESAL) se manifiesta con 433 930 EE dato fundamental para proceder con el diseño del pavimento flexible.

Gráfico 31. CBR de diseño



Fuente: ESAL'S y CBR de diseño

Descripción: En el siguiente gráfico se logra apreciar el CBR a 100% de M.D.S a 0.1" con 34.07% donde está delimitado por la línea anaranjada.

4.4. Diseño de la estructura del pavimento

Resultado del objetivo cuatro, para determinar las capas de la estructura del pavimento flexible se usó la metodología AASHTO-93 donde se procedió a calcular primero el número estructural requerido. Por otro lado, para el diseño del pavimento flexible se tuvo en cuenta 2 parámetros fundamentales primero viene ser las cargas de tráfico vehicular y segundo las propiedades de la subrasante donde ira el pavimento.

Empezando por ese criterio se empezó a determinar el tipo de tráfico donde se tomó en cuenta el valor del Ejes equivalente calculado como 433 930 EE donde se obtuvo un tipo Tp2 identificando como caminos de bajo volumen de tránsito, asimismo se emprendió a identificar las características de la subrasante donde ira el pavimento teniendo como resultado una Subrasante excelente.

A continuación, se mostrará la siguiente ecuación para el diseño del pavimento flexible.

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

Tabla 56. Número estructural requerido

Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL(W18)	433 930
Suelo de la subrasante	CBR =	34.07 %
Módulo de resiliencia de la subrasante	$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64}$	24440.44
Tipo de tráfico	Tipo:	TP2
Número de etapas	Etapas:	1
Nivel de confiabilidad	conf.	75.0 %
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-0.674
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de serviciabilidad Inicial según rango de tráfico	Pi	3.8
Índice de serviciabilidad final según rango de tráfico	Pt	2
Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico	ΔPSI	1.8
Numero estructural requerido	SNr	1.713

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: En la siguiente tabla se puede observar los datos para determinar el número estructural requerido mostrando un CBR de 34.07% y un cálculo ESAL's de 433 930 EE, para poder así lograr determinar el Módulo de resiliencia de la subrasante MR (psi), asimismo debido al resultado del cálculo ESAL's se pudo definir el tipo de tráfico (TP2) con un nivel de confiabilidad de 75% y desviación estándar -0.674, valores obtenidos del Manual de Transporte y Comunicaciones.

Tabla 57. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

CAPA SUPERFICIAL	BASE	SUBBASE
a1	a2	a3
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS

Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico ≤ 15'000,000 EE
0.125	0.052	0.047

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: En la tabla se puede observar que una vez obtenido el número estructural requerido se interpreta como el espesor total de la estructura vial, asimismo se modifica a espesores efectivos para cada capa de diseño, es decir de la capa de subbase, base y capa de rodadura a través de coeficientes estructurales, este procedimiento se aplicó mediante la siguiente ecuación.

$$SNR = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

Por otro lado, se continuó a determinar los coeficientes de drenaje de los cuales se tomó en consideración la influencia de drenaje del pavimento con el objetivo de adquirir dos criterios que vienen ser la calidad de drenaje y la exposición a humedades próximas de saturación, valores tomados por el Ministerio de transportes y comunicaciones, del mismo modo, la berma tendrá una distancia de 1.20 metros como indica la norma.

Tabla 58. Espesores de capa

m2		m3	
1		1	
d1	d2	d3	
5 cm	15 cm	15 cm	
Capa superficial	Base	SubBase	
SNR (Requerido)	1.713	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)	
SNR (Resultado)	2.11	SI CUMPLE	

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Descripción: El diseño estructural del pavimento está comprendido por una carpeta asfáltica con un espesor de 5 centímetros, con un espesor de 10 centímetros en la capa de la base y en la capa de subbase tiene un espesor de 15 centímetros, donde el diseño estructural sobrepasa a lo requerido con un 0.137.

V. DISCUSIÓN

En relación al diagnóstico que se realizó a lo largo de la vía, se evidenció que el tipo de falla más ocurrenciente está presentada como el tipo de falla por erosión dato que es corroborado por Escobar y Huincho (2017) el diagnóstico es un paso muy importante para identificar las distintas fallas que presenta la vía, una carretera de tercera clase o trocha carrozable generalmente presenta fallas en su capa de rodadura como se puede apreciar en los anexos, el hundimiento y la erosión son las fallas más comunes en estas vías, en la carretera Cosma existe una gran variedad de fallas como el hundimiento y huecos y donde el material granular se desprende del limo haciendo que las piedras causen baches.

El hundimiento de la capa de rodadura de la subrasante es de 5 centímetros, donde las rocas sobresalen debido al hundimiento, causando que la vía quede deformada y sea más difícil moverse por el tramo dañado, asimismo, la falla de talud de lado izquierdo de la carretera, están derrumbados lo que ocasiona que el vehículo tenga que inclinarse para pasar.

Cuando se habla de las propiedades físicas y mecánicas del suelo Conde y Rodríguez (2019), los investigadores plantearon como objetivo general en diseñar una pista flexible en la zona barrio IFA en la vía nacional del municipio de Guamo Tolima empleando la norma oferta manual de diseño de pavimentos flexibles para mínimos tamaños de tránsito, los autores aplicaron la metodología AASHTO 93 en 6 fases principales de las cuales lo ejecutaron a cielo abierto, donde encontraron las propiedades físicas y mecánicas más imprescindibles de cada capa granular existente.

Por otro lado, Cabral, Barroso y Torquato (2020), mencionan que para el diseño de un pavimento flexible se tiene que evaluar las condiciones del suelo con la finalidad de comprender su comportamiento, de acuerdo a los datos obtuvieron distintos tipos de estructuras como espesores de cada capa del pavimento granular contrastando la información con la investigación realizada aceptamos la teoría de los autores que, son de carácter obligatorio evaluar las condiciones del suelo manifestando en nuestra investigación el tipo de suelo más representativo a gravas bien graduadas mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños

granulares mezcla, color beige claro clasificando por AASHTO A1- a(0) y SUC (GW) pues así lo indican los resultados de mecánicas de suelos.

Sin embargo, el manual de carreteras (2018), identifican que las propiedades físicas y mecánicas del suelo se tiene que realizar excavaciones llamado por su nombre técnico calicata, el cual se realiza 1.5 metros de profundidad como mínimo, asimismo la calicata se realiza uno por cada kilómetro cuando el tránsito es de bajo flujo vehicular y la cantidad de calicatas dependerán del tipo de carretera a diseñar con la investigación realizada se confirma lo establecido por la norma debido que para llegar a determinar el nivel de tráfico si es alto o bajo se estableció un conteo vehicular durante una semana para lograr identificar el tipo de tráfico y poder establecer el número de calicatas como indica la norma en función al tipo de tráfico.

Los resultados de las calicatas están acordes indica la norma (MTC) manual de carreteras donde tiene las dimensiones de 1 metro cuadrado para la excavación y 1.5 metros de profundidad los datos se pueden corroborar en las tablas y gráficos del anexo N°5.

La calicata 5 tuvo 6 estratos con características muy diferentes, el último estrato tenía un espesor mayor a comparación de los demás, donde predominaba la arcilla con el limo y rocas con puntas ovaladas, por otro lado, la calicata 1 solo tenía 2 estratos donde sus características eran muy diferentes a la de la calicata 6, en la calicata predominaba la tierra negra con raíces, así mismo, tenía un gran porcentaje de grava.

La calidad del material de la carretera de Cosma es buena, debido a que contiene arcilla, limo y roca negra, el CBR al 100% salió 34.07 el cual es muy bueno para estar en la capa de subrasante.

El estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad que abarca la carretera Cosma desde los tramos KM 05+213 – Km 10+213 fueron de gran ayuda para el diseño óptimo de la estructura vial donde su propósito fue clasificar y cuantificar el volumen vehicular que circulan por dicha carretera que pertenece a una zona rural.

De la misma manera, para Montealegre y Betancourt (2019) estos investigadores es su investigación plantearon como objetivo general en realizar el diseño de pavimento flexible en vías terciarias de bajo tránsito empleando el asfalto natural como capa de rodadura. Como resultado las vías terciarias se manifestaron con un 69.4% en todo el país de Colombia, asimismo, solo el 6% están pavimentadas y el resto se encuentra en una condición precaria, es por ello, que es de urgencia de centrar conocimientos técnicos e investigativo para plantear pavimentaciones flexibles buscando mejorar la infraestructura vial en zonas rurales.

Por lo tanto, se apoya esta teoría debido a que los resultados de la investigación muestran que el lugar de estudio presenta una carretera de bajo tránsito vehicular en condiciones de mal estado con un total de Índice medio diario semanal (IDMs) de 87 vehículos con un número de 433 930 ejes equivalentes (ESAL) con este resultado se busca desarrollar un diseño de pavimento flexible y brindar bienestar al centro poblado de Cosma debido que no cuenta con un servicio básico y de esta manera llevar beneficios de salud, educación y economía también a los demás pueblos cercanos.

Según Cabral, Barroso y Torquato (2020), mencionan que para el diseño de un pavimento flexible se tiene que evaluar las condiciones del suelo con la finalidad de comprender su comportamiento, de acuerdo a los datos obtuvieron distintos tipos de estructuras como espesores de cada capa del pavimento granular (p.1).

En relación a ello, Montealegre y Betancourt mencionan que las zonas rurales necesitan de urgencia centrar esos conocimientos técnicos e investigativos de ejecutar pavimentos flexibles con el propósito de mejorar la infraestructura vial.

En relación a las capas de la estructura del pavimento flexible se usó la metodología AASHTO-93. Por otro lado, para el diseño del pavimento flexible se tuvo en cuenta 2 parámetros fundamentales primero viene ser las cargas de tráfico vehicular y segundo las propiedades de la subrasante donde ira el pavimento teniendo un resultado del cálculo de espesores de capas para subbase 15cm, base 10cm y capa superficial de asfalto 5cm.

Cabe señalar que, para Fontalba (2018), donde obtuvo un resultado analítico haciendo una comparación de los métodos teniendo criterios de espesores de capa por el método DISPAV-5 señalando que son 43 cm de peralte, 26cm de base, 10cm de capa intermedia y 7cm de capa de rodadura, por otro lado, los resultados que usaron por el método de AASTHO-93 se manifiesta con 37 cm de peralte para el pavimento flexible, 20cm son de base, 10 cm de capa intermedia y 7cm de capa de rodadura, con estos resultados concluyeron que ambos métodos de diseño son válidos de tal modo que son aplicables para diseñar nuevas vías, asimismo el presente estudio confirma lo dicho por Fontalba.

Debido a la baja transitabilidad de vehículos por día el ESAL salió mínimo produciendo que la estructura de nuestro pavimento sea de un peralte mínimo que este compuesto con una subbase de 15 centímetros, una base de 10 centímetros y una carpeta asfáltica de 5 centímetros. La estructura del pavimento cumple y sobre pasa a lo requerido.

Por su parte, contrastando nuestra investigación con Espinoza (2018), el autor propuso como objetivo general en realizar un análisis comparativo de alternativas de diseño de pavimentos rígidos y flexibles evaluando costos en ambos diseños aplicando el método de AASHTO 93. Donde obtuvieron como resultado que los pavimentos flexibles son más económicos y para espesores se direcciona en utilizar módulos residentes en sus respectivas capas, asimismo, identificaron que al determinar el módulo resiliencia de la subrasante es el más importante, debido a que, permite acceder a varias interacciones con la finalidad de hallar los espesores de las capas restantes mientras que los pavimentos rígidos son más costosos, asimismo se confirma lo establecido por el autor.

Sin embargo, la metodología que se usó en la investigación es una de las más empleadas en el Perú diseñando proyectos viales, del mismo modo, las fortalezas de la metodología realizado en la investigación es poder determinar los espesores de capa mediante el Número estructural (SNr) pero la debilidad de esta metodología es que no calcula los esfuerzos y deformaciones relacionado con el coeficiente de Poisson para determinar los espesores.

Por otra parte, la investigación es relevante debido a que contiene información de calidad para la creación del pavimento flexible donde la vía tendrá obras de arte y su ornato e imagen darán una mejor imagen a la pista, asimismo, el método de diseño aashto – 93 es de gran importancia porque nos proporciona los peraltes de cada capa que compone la estructura del pavimento.

De igual modo, el diseño del pavimento flexible que se obtuvo es factible, económico y transitable que beneficiará a la población de Cosma, la vía tendrá un ancho de cuatro metros con una plazoleta a cada 500 metros para cruce de los vehículos, así mismo, la vía contará con alcantarillas y un badén para no perjudicar a los usuarios de los que tengan terrenos y no dañen al pavimento.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Con respecto a la situación actual de la carretera Cosma del tramo Km 05+213 – Km 10+213 que se estudió cada 500 metros, se determinó que en el tramo KM 05+213 - KM 05+713 y KM 05+713 - KM 06+213 tienen como predominante la falla de deformación, por otro lado, en el tramo KM 06+213 - KM 06+713 tiene como predominante a la falla de baches, por otra parte, en el tramo KM 06+713 - KM 07+213 tiene como predominante la falla a erosión, a diferencia, del tramo anterior el tramo KM 07+213 - KM 07+713 tiene como predominante a la falla de baches y en los siguientes tramos KM 07+713 - KM 08+ 213, KM 08+ 213 - KM 08+ 713, KM 08+ 713 - KM 09+213, KM 09+213 - KM 09+713 y KM 09+713 - KM 10+213 solo predomina la falla por erosión.
- 6.2. En relación a las propiedades físicas y mecánicas del suelo, se determinó que la calicata N° 01 tuvo dos tipos de estratos, donde el primero tuvo un espesor de 60 centímetros con las siguientes propiedades 40.95% de grava, 54.96% de arena, 4.09% de fino, 27.80% de limite líquido y 6.68% de índice de plasticidad, el segundo tuvo un espesor de 90 centímetros con las siguientes propiedades 48.54% de grava, 47.21% de arena, 4.27% de finos, 26.25% de limite líquido y 3.34% de índice de plasticidad.

Por otro lado, la calicata N° 02 tuvo tres estratos donde el primero tuvo un espesor de 20 centímetros con las siguientes propiedades 58.84% de grava, 37.43% de arena, 3.73% de finos, 19.82% de limite líquido y 0.68% de índice de plasticidad, el segundo tuvo un espesor de 0.36 centímetros de espesor con las siguientes propiedades 46.31% de grava, 25.28% de arena, 28.41% de fino, 26.25% de limite líquido y no cuenta con índice plástico, en tercer tuvo un espesor de 0.94 centímetros de espesor con las siguientes propiedades 63.28% de grava, 28.50% arena, 8.22% de finos, 17.18% de limite líquido y 3.21% de índice plástico.

Del mismo modo, la calicata N°03 tuvo dos estratos donde el primero tuvo un espesor de 60 centímetros con las siguientes propiedades 28.55% grava, 67.16% de arena, 4.29% de finos, 18.62% de límite líquido y 1.50 de índice plástico, en el segundo tuvo un espesor de 90 centímetros de roca negra, asimismo, la calicata N°04 solo tuvo un estrado con las siguientes propiedades 0.47% de grava, 97.64 de arena, 1.89% de finos, 19.62% de límite líquido y 0.84% de índice plástico.

Por otro lado, la calicata N°05 tuvo seis estratos donde el primero tuvo un espesor de 0.15 centímetros con las siguientes propiedades 46.69% de grava, 25.74 de arena, 27.57 de finos, 19.82% de límite líquido y 2.15% de índice de plasticidad, el segundo tuvo un espesor de 14 centímetros con las siguientes propiedades 22.77% de grava 15.95% de arena, 61.29% de finos, 18.22% de límite líquido 2.15% de índice plástico, en el tercero tuvo un espesor de 28 centímetros con las siguientes propiedades 63.59% de grava, 33.63% de arena, 2.77% de finos, 17.82% de límite líquido y 7.10 de índice plástico.

A continuación, el cuarto estrato de la calicata N° 05 tuvo un espesor de 20 centímetros con las siguientes propiedades 21.16% de grava, 74.52% de arena, 4.32 de finos, 19.62% de límite líquido y 19,62 de índice plástico, en el quinto tuvo un espesor de 18 centímetros con las siguientes características 6.32% de grava, 86,91% de arena, 6.77% de finos, 21.29% de límite líquido y 2.12 de índice de plasticidad y la sexta tuvo un espesor de 55 centímetros con las siguientes características 52.13% de grava, 43.14% de arena, 4.74% de finos 19.22% de límite líquido y 05 de índice plástico. Asimismo, se determinó la capacidad portante del suelo de la subrasante del terreno natural de calicata N°01 donde se obtuvo un CBR de 34.07 al 100%.

- 6.3. En cuanto al estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad por medio de las fichas hechas por el Ministerio de Transporte y comunicaciones, se determinó el (IMDS) Índice Medio Diario Semanal donde tuvo 89 vehículos, por otro lado, el (IMDA) Índice Medio Diario Anual tuvo 77

vehículos, del mismo modo, se determinó el (IMDA) Índice Medio Diario Anual con una población futura de vehículos (15 años) donde se obtuvo 85. Asimismo, el factor de vehículos pesados 22.13, por otro lado, se determinó el número de calzadas (1), sentidos (1) y (1) carril por sentido con tiempo de vida útil del pavimento 20 años, de la misma manera, se determinó número de ejes equivalentes (ESAL) 433 930.

- 6.4. En función de los peraltes de las capas que conforman el pavimento flexible, se determinó la capa superficial (a1) será con carpeta asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión con un espesor de 5 centímetros, por otro lado, la base (a2) será con base granular con un CBR 80%, compactada al 100% de la MDS con un espesor de 15 centímetros y la subbase (a3) constará con una sub base granular con un CBR 40%, compactada al 100% de la MDS con un espesor de 15 centímetros.
- 6.5. Se determino el diseño del pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93, la pista está constituida por una calzada y un carril de doble función con plazoletas a cada 500 metros, su estructura está compuesto por una capa superficial o carpeta asfáltica en frío con un espesor de 5 centímetros, la base granular tiene un espesor de 15 centímetros y la subbase granular tiene un espesor de 15 centímetros, el ancho de la pista es de 4 metros y el ancho de la berma es de 1.20 metros.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Se recomienda a los ingenieros realizar el diagnóstico después de las épocas de lluvias debido a que la carretera queda en pésimas condiciones, creando pequeñas zanjas, derrumbes, pozos de agua y entre otros, es por ello, que se recomienda diagnosticar la vía en esa época.
- 7.2. Se recomienda a los diseñadores hacer un CBR por calicata para tener mayor precisión en el diseño, asimismo, reducir los costos donde el CBR tenga un gran porcentaje donde ayudar que las capas de las estructuras tengan menor peralte, la carretera tienen una capacidad portante alto por ello al momento de realizar calicatas se debe llevar picos, palanas y barretas.
- 7.3. Se recomienda a las personas de la localidad hacer el estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad en fechas de producción de palta o en fechas de fiestas patronales donde el nivel de tráfico es alto, asimismo, el conteo de vehículos realizarlo en inicio de la carretera, al final y en cada desvío para tener datos de mayor calidad.
- 7.4. Se recomienda a los futuros investigadores que para hallar las dimensiones de la estructura del pavimento flexible es necesario tener a la mano el manual de carreteras 2013 como también el Dg - 2018 para que cada proceso del diseño tenga una justificación con la norma que se está utilizando.
- 7.5. Se recomienda a la municipalidad de Cáceres del Perú a poder ejecutar diseños de pavimentos flexible con el fin de poder impulsar el incremento económico, salud y educación a la población de Cosma.

VIII. PROPUESTAS

Las obras de arte brindan una serie de beneficios a los pavimentos ya sea evacuando las aguas o dando una mejor imagen a la vía, el caserío de Cosma y el distrito Cáceres del Perú Jimbe pertenecen a la cuenca Hidrográfica Nepeña con una vertiente en el pacífico.

El proyecto de investigación está ubicado en el distrito Cáceres del Perú, provincia del santa, departamento de Ancash y en el país de Perú, tiene las siguientes coordenadas UTM 817922 este y 9002983 norte de inicio de la carretera, por otro lado, 821287.055 este y 9002810.055 norte, final de la carretera.

Tiene como objetivo determinar las obras de arte de la carretera Cosma km 05 +213 – km 10 + 213, para el diseño de cunetas se hizo usó precipitaciones máximas de 24 horas con registros de 25 años de antigüedad datos que fueron proporcionados por SENAMHI Y ANA, de acuerdo al manual de hidrología, hidráulica y drenaje estas son las dimensiones de la cuneta, 30 centímetros de profundidad y 75 centímetros de ancho, la cuneta tiene que estar a nivel de la de la capa de rodadura de la carpeta asfáltica.

Las alcantarillas deben estar a una profundidad mayor o igual a 1.50 metros, por otro lado, para que la alcantarilla no reciba cargas distribuida o puntuales que dañen a la estructura tiene que tener ese margen de distancia, la alcantarilla tendrá una forma cuadrada de 80 centímetros por 80 centímetros con una pendiente de 2.5%, la alcantarilla tendrá una capacidad de caudal de 1.84 m³/seg.

Se concluyo que la cuneta tendrá una sección triangular con 30 centímetros de profundidad y 75 centímetros de ancho, asimismo, de las 12 alcantarillas que se tiene que crear, 01 necesitara solo rehabilitación, por otro lado, se recomienda hacer un diseño para cada alcantarilla y al Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego instalar lo antes posible la estación de precipitaciones.

REFERENCIAS

1. AMES, Robert y BUSTOS Kevin. Diseño Comparativo Entre Pavimento Flexible y Pavimento Con Geomalla En El Centro Poblado De Huanchac, Huaraz, Áncash-2019. [En línea] 2020. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48295?show=full>.
2. ALNEDAWI, Nepal y Al,Ameri. Permanent Deformation Prediction Model of Unbound Granular Materials for Flexible Pavement Design. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40515-018-00068-1>
3. ANDRES, Augusto. Diseño de un pavimento flexible por el método aashto utilizando como capa de rodadura un asfalto natural y chequearlo por el método racional. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en:https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13528/1/2019_%20Dise%C3%B1o_Pavimento_%20Racional.pdf.
4. ALBERTO, Magali. Estudio y diseño de la estructura de pavimento para el mejoramiento y pavimentación de la vía Doima – Buenos Aires k0+000 al k2+000, en el Municipio de Piedras departamento del Tolima. [En línea]2019. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/20074>.
5. BHAT, Tacharjee. Incorporating uncertainties in flexible pavement design. [En línea] 2016. [Fecha de consulta: 25 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1680/jtran.15.00031>
6. BARROSO, Wendel y TORQUATO. Study of the Permanent Deformation of Soil Used in Flexible Pavement Design. [En línea]2020. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2020/4274926>.

7. BHANWALA, Rohan. Design of Flexible Pavements on Expansive Soils. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5958/2322-0465.2017.00006.5>.
8. CABRAL, Wendel; BARROSO, Suelly y TORQUATO, S. 2020. Study of the Permanent Deformation of Soil Used in Flexible Pavement Design. [En línea] 2020. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2020/4274926>.
9. CONDE, Ximena y Rodríguez. Diseño de pavimento flexible sector barrio ifa a carretera nacional en el Municipio de el Guamo Tolima. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/16858?locale=es>.
10. CHONG, Dan y WANG, Yuhong. Impacts of flexible pavement design and management decisions on life cycle energy consumption and carbon footprint. [En línea] junio de 2017. [Fecha de consulta: 22 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s11367-016-1202-x>.
11. DESHMUKH, Rohan, IYER, Saivignesh y BHANGARE, Prathamesh. Geotechnical characterization of Expanded polystyrene (EPS) beads with industrial waste and its utilization in flexible pavement. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.462>
12. ESPINOZA y EDINSON. Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93. [En línea]2018. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30348>
13. ESCOBAR, Bellido y OCHOA. Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>.

14. FONTALBA, Walter. Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector guacamayo 1°etapa. [En línea]2015. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcif678d/doc/bmfcif678d.pdf>.
15. GEORGOULI, Konstantina, PLATI, Christina y LOIZOS, Andreas. Autonomous vehicles wheel wander: Structural impact on flexible pavements. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.04.002>
16. HINOSTROZA y ALEXSANDROVICH. Diseño de pavimento flexible reforzado con geomallas para la reducción de la estructura del pavimento. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/z31p0wmy-diseno-pavimento-flexible-reforzado-geomallas-reduccion-estructura-pavimento.html>.
17. JAYARATHNA, Karn; PREMARATHNE, Rppk y MAMPEARACHCHI, Wk. Validation of Mechanistic-Empirical Pavement Design Approach for Flexible Pavement Design. [En línea] 2020. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/MERCon50084.2020.9185356>.
18. KAI, Huang, IBRAHIM, Onifade y BJORN, Birgisson. Calibration of mechanics-based pavement predictive framework for top-down cracking performance of flexible pavement considering wheel wander effect. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124792>
19. KOLLAROS y ATHANASOPOULOU. Influence of drainage on flexible road pavement design [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 22 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17515/resm2016.76ma0726.html>
20. KUMAR, Avinash y PRASAD, Jagdish. Rutting prediction models for flexible pavement structures: A review of historical and recent developments. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2021.04.003>

21. KUNA, Kranthi y KELLY, Kieran. Flexible pavement design for hot climates – a case study. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 21 de junio de 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1680/jtran.16.00097>.
22. KHAVANDI, Alireza y BEHZAD, Bakhshi. Analytical evaluation of the rutting critical response function under the heavy vehicle's moving in flexible pavement. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125052>
23. KLEIZIEN, Vaitkus y ZIDANAVICIUT. Classification of Surface Temperature for the Flexible Pavement Design. [En línea] 2017. [Fecha de consulta: 24 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.139>
24. LOZANO, Ángel. Diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible en la H.U.P. villa victoria del distrito de nuevo Chimbote, mediante el método del instituto del asfalto y aashto. [En línea]2015. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2710>
25. LIU, George. Practitioners' perspective on user experience and design of cycle highways. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198219300107>.
26. MOUSAVI, Sayedmasoud, GHAYOONI, Majid y DAVE, Eshan. A system dynamics framework for mechanistic analysis of flexible pavement systems under moisture variations. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100619>
27. MADUABUCHUKWU, Chidozie. Utilisation of recycled concrete aggregates for sustainable highway pavement applications; a review. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117444>.
28. MOHAMED, Ahmed, XIAO, Feipeng y HETTIARACHCHI, Chamod. Project Level Management Decisions in Construction and Rehabilitation of Flexible Pavements. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.104035>

29. POH, Soon. Utilisation of recycled concrete aggregates for sustainable highway pavement applications; a review. [En línea] 28 de February de 2020. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117444>.
30. PENG, Li; JUANYU, Liu y ZHAO, Sheng. Implementation of stress-dependent resilient modulus of asphalt-treated base for flexible pavement design. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10298436.2017.1402600>.
31. REYES, Brayan y ZAMORA, José. Diseño del pavimento flexible utilizando el sistema bitufo como medida sustentable en la carretera costanera huanchaco – Santiago de Cao, la libertad, 2018. [en línea] 2018. [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/unitru/12367>.
32. REZA, Mohammad, GHAFORI, Nader. Laboratory evaluation of geogrid-reinforced flexible pavements. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.treng.2021.100070>
33. SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. [En línea] 2018. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/yng3lxlz-manual-terminos-investigacion-cientifica-tecnologica-humanistica.html>
34. SENLIN, Ling, MINGJUN, Hu, DAQUAN, Sun, HANGTIAN, Ni, LEI Xu. Mechanical properties of pouring semi-flexible pavement material and engineering estimation on contribution of each phase. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125782>
35. VEGA, Daniel. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). [en línea] 2018. [Fecha de

consulta: 01 de junio de 2021]. Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12088?show=full>.

36. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia. [en línea] 2009. [Fecha de consulta: 03 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>.
37. VEJARANO, Franklin y SARAVIA, Paola. Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, capacidad de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la Carretera Huanchaco – Santiago de Cao. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://1library.co/document/9yn3nekq-influencia-policloruro-compactacion-resistencia-pavimento-carretera-huanchaco-santiago.html>.
38. YANG, You y DAVID Watkins. Sensitivity of flexible pavement design to Michigan's climatic inputs using pavement ME design. [En línea]2016. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2021]. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.1080/10298436.2015.1105373>.
39. ZHAO y LIU. Implementation of stress-dependent resilient modulus of asphalt-treated base for flexible pavement design. [En línea] 2019. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2021]. Disponible en:
<https://doi.org/10.1080/10298436.2017.1402600>
40. ZHANG, Weiguang, KHAN, Adnan, HUYAN, Ju, ZHONG, Jingtao, PENG, Tianyi y CHENG, Hanglin. Predicting Marshall parameters of flexible pavement using support vector machine and genetic programming. [En línea] 2021. [Fecha de consulta: 31 de mayo de 2021]. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.124924>



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

01 TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
Diseño de pavimento flexible	El diseño de un pavimento está conformado por varias capas de materiales sobre el nivel de terreno natural más conocido como la subrasante, de manera que, una de esas capas se refiere a la capeta asfáltica añadida sobre la sub base y base. (Castillo y Dolores, pág.15).	Se proyectará realizar el diseño del pavimento flexible mediante el método AASTHO-93, de manera que, con los resultados obtenidos se empezará a desarrollar un diseño óptimo.	Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	Estudio de suelo.	Razón
			Clasificación de tipo de pista y carga.	Estudio de tráfico.	Razón
			Estructura del pavimento.	Método AASHTO	Razón



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**02 TABLA DE
CONSISTENCIA**

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
<p>Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p>	<p>¿Cuál es el diseño que debe presentar el pavimento flexible para lograr los resultados idóneos de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021?</p>	<p>General</p>	<p>El diseño que debe presentar el pavimento flexible en la carretera Cosma es significativa para el ornato, imagen y la transitabilidad del tramo Km 05+213 – Km 10+213, Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p>	<p>Diseño de pavimento flexible</p>	<p>Propiedades físicas y mecánicas del suelo.</p>
		<p>Eespecíficos</p>			<p>Clasificación tipo de pista y carga.</p>
		<p>Diagnosticar la situación actual de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213.</p> <p>Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo por medio de los ensayos de granulometría, limite líquido y limite plástico, Proctor modificado y CBR de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p>			

<p>Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p>	<p>¿Cuál es el diseño que debe presentar el pavimento flexible para lograr los resultados idóneos de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021?</p>	<p>Determinar el estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p> <p>Determinar el peralte de las capas a utilizar en el pavimento de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p>	<p>El diseño que debe presentar el pavimento flexible en la carretera Cosma es significativa para el ornato, imagen y la transitabilidad del tramo Km 05+213 – Km 10+213, Cáceres del Perú Jimbe 2021.</p>	<p>Diseño de pavimento flexible</p>	<p>Estructura del pavimento.</p>
--	--	--	--	-------------------------------------	----------------------------------



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

03 TABLA DE CONSISTENCIA GENERAL

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	TIPOS DE INVESTIGACIÓN
Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021	¿Cuál es el diseño que debe presentar el pavimento flexible para lograr los resultados idóneos de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021?	Determinar el diseño del pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.	Diagnosticar la situación actual de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213, determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo por medio de los ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico, Proctor modificado y CBR de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 Cáceres del Perú Jimbe 2021, determinar el estudio de tráfico y las cargas de transitabilidad de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021 y determinar el peralte de las capas a utilizar en el pavimento de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú Jimbe 2021.	El diseño que debe presentar el pavimento flexible en la carretera Cosma es significativa para el ornato, imagen y la transitabilidad del tramo Km 05+213 – Km 10+213, Cáceres del Perú Jimbe 2021.	Diseño de pavimento flexible	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas y mecánicas del suelo • Clasificación tipo de pista y carga. • Estructura del pavimento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de suelo. • Estudio de tráfico. • Método AASHTO 	<p>P: La población está constituida por la carretera Cosma, desde el tramo Km 05+213 – Km 10+213 en el distrito Cáceres del Perú Jimbe.</p> <p>M: Todo el tramo de 5 kilómetros, desde el tramo Km 05+213 – Km 10+213 en el distrito Cáceres del Perú Jimbe.</p>	Aplicada



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**04 TABLAS DE ESTUDIO
DE TRÁFICO**

**FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR
ESTUDIO DE TRAFICO**

TRAMO DE LA CARRETERA			
SENTIDO	E ←		S →
UBICACIÓN			

ESTACION			
CODIGO DE LA ESTACION			
DIA Y FECHA			

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																					
00 - 01																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
																					0
23 - 24																					0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							

ENCUESTADOR : _____ JEFE DE BRIGADA : _____ ING.RESPONS: _____ SUPERV.MTCC : _____

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**05 TABLA DE
CALICATAS POR EL
TIPO DE VÍA**

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 	



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**06 RESULTADOS DE
LABORATORIO DE
SUELOS**



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

GRANULOMETRÍA, LIMITE LÍQUIDO Y LIMITE PLÁSTICO



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

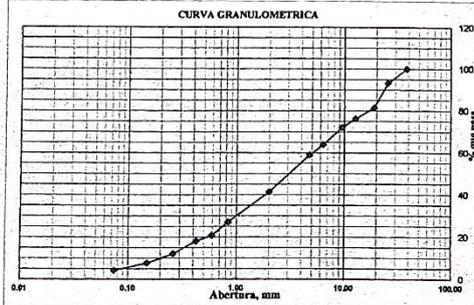
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 01-M1
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.60
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	962.530

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	68.170	93.18
3/4"	19.000	116.260	81.56
1/2"	12.700	53.410	76.22
3/8"	9.510	41.690	72.05
1/4"	6.350	81.570	63.89
Nº 4	4.760	48.410	59.05
Nº 10	2.000	176.930	41.36
Nº 20	0.840	142.580	27.10
Nº 30	0.595	62.720	20.83
Nº 40	0.425	26.940	18.13
Nº 60	0.260	60.420	12.09
Nº 100	0.149	45.270	7.56
Nº 200	0.074	34.700	4.09
< N° 200		37.470	0.35



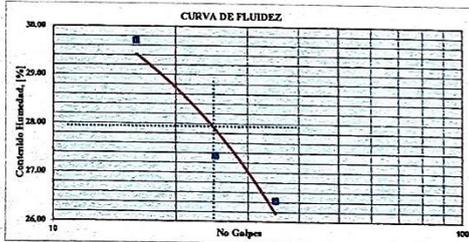
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	16	25	35
2. Peso Tara, [gr]	26.22	27.97	29.87
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.48	41.85	42.93
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.13	38.87	40.20
5. Peso Agua, [gr]	2.35	2.98	2.73
6. Peso Suelo Seco, [gr]	7.91	10.90	10.33
7. Contenido de Humedad, [%]	29.71	27.34	26.43

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	26.10	28.69	25.85
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.53	37.17	33.18
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	31.43	35.76	31.82
4. Peso Agua, [gr]	1.10	1.41	1.36
5. Peso Suelo Seco, [gr]	5.33	7.07	5.97
6. Contenido de Humedad, [%]	20.64	19.94	22.78



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	28.44
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.46
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	123.20
4. Peso Agua, [gr]	5.26
5. Peso Suelo Seco, [gr]	94.76
6. Contenido de Humedad, [%]	5.55

RESUMEN	
Grava(%)	40.95
Arena (%)	54.96
Finos(%)	4.09
Límite Líquido	27.80%
Límite Plástico	21.12%
Índice Plasticidad	6.68%
Clasif. SUCS	SW
Clasif. AASHTO	A-2-4 (0)
Contenido de Humedad	5.55
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan Rodríguez Piminchur
C.O.P. 17390 - RC 453



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C L1.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

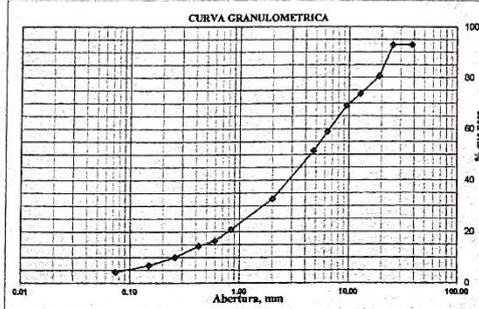
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 01-M2
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	O.90
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1500.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	1438.120

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	92.93
2"	50.000	0.000	92.93
1 1/2"	38.100	106.090	92.93
1"	25.400	0.000	92.93
3/4"	19.000	184.970	80.60
1/2"	12.700	104.260	73.65
3/8"	9.510	68.450	69.08
1/4"	6.350	151.400	58.99
Nº 4	4.760	112.700	51.48
Nº 10	2.000	280.120	32.80
Nº 20	0.840	178.990	20.87
Nº 30	0.595	66.940	16.41
Nº 40	0.425	28.950	14.48
Nº 60	0.260	65.810	10.09
Nº 100	0.149	49.170	6.81
Nº 200	0.074	38.150	4.27
< Nº 200		61.880	0.14



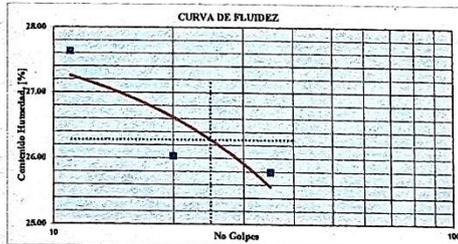
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	20	11	35
2. Peso Tara, [gr]	28.06	26.86	28.57
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.63	37.30	35.30
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.86	35.04	33.92
5. Peso Agua, [gr]	1.77	2.26	1.38
6. Peso Suelo Seco, [gr]	6.80	8.18	5.35
7. Contenido de Humedad, [%]	26.03	27.63	25.79

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	27.61	29.74	27.65
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.20	39.68	37.00
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37.02	37.82	35.28
4. Peso Agua, [gr]	2.18	1.86	1.72
5. Peso Suelo Seco, [gr]	9.41	8.08	7.63
6. Contenido de Humedad, [%]	23.17	23.02	22.54



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	26.21
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.23
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	121.45
4. Peso Agua, [gr]	4.78
5. Peso Suelo Seco, [gr]	95.24
6. Contenido de Humedad, [%]	5.02

RESUMEN	
Grava(%)	48.52
Arena (%)	47.21
Finos(%)	4.27
Límite Líquido	26.25%
Límite Plástico	22.91%
Índice Plasticidad	3.34%
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a(0)
Contenido de Humedad	5.02
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan L. Rodríguez Piminchimo
RUC 27390 - RC 435



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

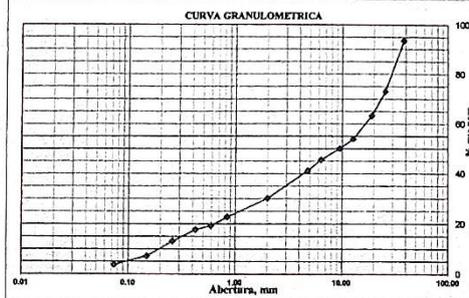
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 02-M1
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.20
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1500.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	1447.230

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	93.54
2"	50.000	0.000	93.54
1 1/2"	38.100	96.960	93.54
1"	25.400	308.320	72.98
3/4"	19.000	147.200	63.17
1/2"	12.700	138.250	53.95
3/8"	9.510	57.990	50.09
1/4"	6.350	68.400	45.53
Nº 4	4.760	65.410	41.16
Nº 10	2.000	164.520	30.20
Nº 20	0.840	111.500	22.76
Nº 30	0.595	51.910	19.30
Nº 40	0.425	23.960	17.71
Nº 60	0.260	68.880	13.11
Nº 100	0.149	89.380	7.15
Nº 200	0.074	51.340	3.73
< Nº 200		52.770	0.21



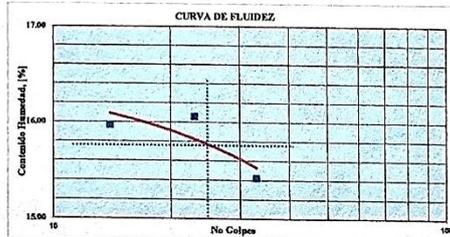
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	14	33	23
2. Peso Tara, [gr]	26.94	28.94	26.73
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43.21	43.31	41.69
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	40.97	41.39	39.62
5. Peso Agua, [gr]	2.24	1.92	2.07
6. Peso Suelo Seco, [gr]	14.03	12.45	12.89
7. Contenido de Humedad, [%]	15.97	15.42	16.06

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	27.31	27.89	27.94
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.21	36.65	37.62
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.04	35.28	36.48
4. Peso Agua, [gr]	1.17	1.37	1.14
5. Peso Suelo Seco, [gr]	8.73	7.39	8.54
6. Contenido de Humedad, [%]	13.40	18.54	13.35



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	28.07
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.88
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	126.28
4. Peso Agua, [gr]	2.60
5. Peso Suelo Seco, [gr]	98.21
6. Contenido de Humedad, [%]	2.65

RESUMEN	
Grava(%)	58.84
Arena (%)	37.43
Finos(%)	3.73
Límite Líquido	15.78%
Límite Plástico	15.10%
Índice Plasticidad	0.68%
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a(0)
Contenido de Humedad	2.65
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan J. Rodríguez Piminchino
CIP-37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS

P.J. Primero de Mayo Mz.C LL.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

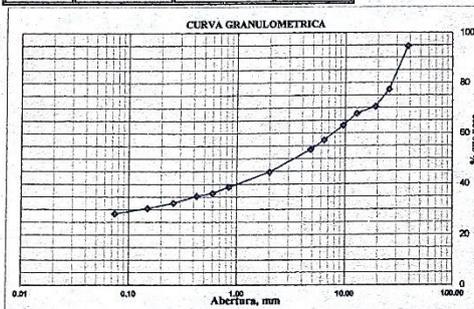
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 02-M2
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.36
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	2000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	1954.770

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	68.56
2"	50.000	520.710	68.56
1 1/2"	38.100	108.080	94.60
1"	25.400	345.480	77.32
3/4"	19.000	137.700	70.44
1/2"	12.700	52.800	67.80
3/8"	9.510	93.480	63.12
1/4"	6.350	116.700	57.29
Nº 4	4.760	71.860	53.70
Nº 10	2.000	178.300	44.78
Nº 20	0.840	117.030	38.93
Nº 30	0.595	50.410	36.41
Nº 40	0.425	22.130	35.30
Nº 60	0.260	54.290	32.59
Nº 100	0.149	42.040	30.49
Nº 200	0.074	41.460	28.41
< Nº 200		45.230	26.15



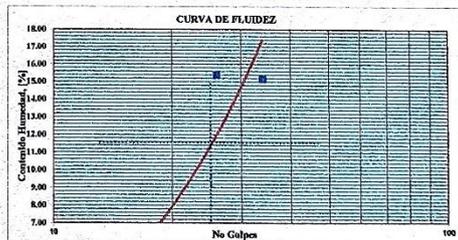
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	11	26	34
2. Peso Tara, [gr]	27.29	28.81	30.50
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33.02	37.51	40.75
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.98	36.35	39.40
5. Peso Agua, [gr]	0.04	1.16	1.35
6. Peso Suelo Seco, [gr]	5.69	7.54	8.90
7. Contenido de Humedad, [%]	0.70	15.38	15.17

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	28.42	26.54	26.41
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.60	37.36	35.22
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	38.11	35.96	33.97
4. Peso Agua, [gr]	1.49	1.40	1.25
5. Peso Suelo Seco, [gr]	9.69	9.42	7.56
6. Contenido de Humedad, [%]	15.38	14.86	16.53



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	27.63
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.05
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	125.37
4. Peso Agua, [gr]	2.68
5. Peso Suelo Seco, [gr]	97.74
6. Contenido de Humedad, [%]	2.74

RESUMEN	
Grava(%)	46.31
Arena (%)	25.28
Finos(%)	28.41
Límite Líquido	11.40%
Límite Plástico	15.59%
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a(0)
Contenido de Humedad	2.74
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan I. Rodríguez Piminchueno
CIP 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C 1.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

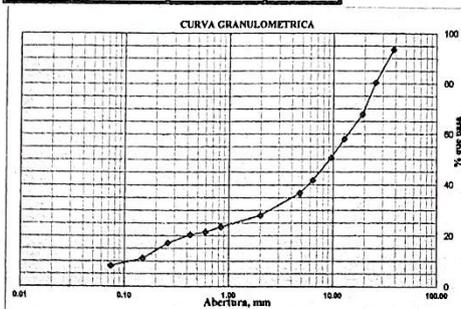
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 02-M3
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.94
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1500.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	1481.280

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	93.59
2"	50.000	0.000	93.59
1 1/2"	38.100	96.080	93.59
1"	25.400	199.470	80.30
3/4"	19.000	186.750	67.85
1/2"	12.700	146.250	58.10
3/8"	9.510	110.380	50.74
1/4"	6.350	133.480	41.84
Nº 4	4.760	76.850	36.72
Nº 10	2.000	130.190	28.04
Nº 20	0.840	67.370	23.55
Nº 30	0.595	31.970	21.41
Nº 40	0.425	15.200	20.40
Nº 60	0.260	49.080	17.13
Nº 100	0.149	90.060	11.12
Nº 200	0.074	43.630	8.22
< Nº 200		18.720	6.97



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	15	27	35
2. Peso Tara, [gr]	27.69	28.62	28.08
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	43.29	44.17	42.34
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	40.98	41.91	40.27
5. Peso Agua, [gr]	2.31	2.26	2.07
6. Peso Suelo Seco, [gr]	13.29	13.29	12.19
7. Contenido de Humedad, [%]	17.38	17.01	16.98

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	27.15	29.58	27.14
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.31	36.11	35.93
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	35.22	35.31	34.82
4. Peso Agua, [gr]	1.09	0.80	1.11
5. Peso Suelo Seco, [gr]	8.07	5.73	7.68
6. Contenido de Humedad, [%]	13.51	13.96	14.45



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	28.70
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.48
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	125.60
4. Peso Agua, [gr]	2.88
5. Peso Suelo Seco, [gr]	96.90
6. Contenido de Humedad, [%]	2.97

RESUMEN	
Grava(%)	63.28
Arena (%)	28.50
Finos(%)	8.22
Límite Líquido	17.18%
Límite Plástico	13.97%
Índice Plasticidad	3.21%
Clasif. SUCS	GW-GM
Clasif. AASHTO	A1-a(0)
Contenido de Humedad	2.97
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ingeniero Juan J. Rodríguez Piminchun
CIP 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS

P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

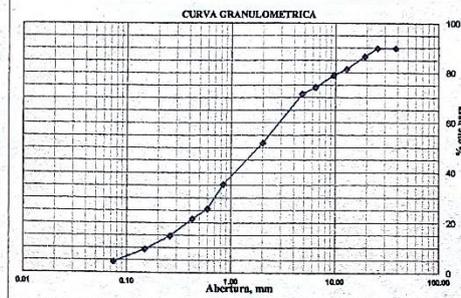
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 03-M1
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.60
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	958.020

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	89.79
2"	50.000	0.000	89.79
1 1/2"	38.100	102.070	89.79
1"	25.400	0.000	89.79
3/4"	19.000	33.430	86.45
1/2"	12.700	50.030	81.45
3/8"	9.510	25.750	78.87
1/4"	6.350	48.200	74.05
Nº 4	4.760	26.030	71.45
Nº 10	2.000	195.090	51.94
Nº 20	0.840	165.970	35.34
Nº 30	0.595	96.930	25.65
Nº 40	0.425	40.730	21.58
Nº 60	0.260	68.330	14.74
Nº 100	0.149	52.570	9.49
Nº 200	0.074	52.020	4.29
< Nº 200		41.980	0.09



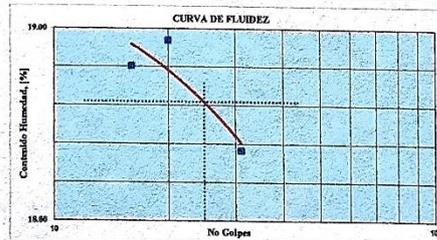
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	16	31	20
2. Peso Tara, [gr]	26.87	27.30	27.29
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	39.19	39.61	36.71
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37.24	37.70	35.21
5. Peso Agua, [gr]	1.95	1.91	1.50
6. Peso Suelo Seco, [gr]	10.37	10.40	7.92
7. Contenido de Humedad, [%]	18.80	18.37	18.94

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	26.95	14.54	27.80
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.71	24.72	35.67
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.12	23.26	34.51
4. Peso Agua, [gr]	1.59	1.46	1.16
5. Peso Suelo Seco, [gr]	9.17	8.72	6.71
6. Contenido de Humedad, [%]	17.34	16.74	17.29



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	28.24
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.29
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.16
4. Peso Agua, [gr]	2.13
5. Peso Suelo Seco, [gr]	95.92
6. Contenido de Humedad, [%]	2.22

RESUMEN	
Grava(%)	28.55
Arena (%)	67.16
Finos(%)	4.29
Límite Líquido	18.62%
Límite Plástico	17.12%
Índice Plasticidad	1.50%
Clasif. SUCS	SW
Clasif. AASHTO	A1-b(0)
Contenido de Humedad	2.22
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan P. Benítez Piminchino
C.R. 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

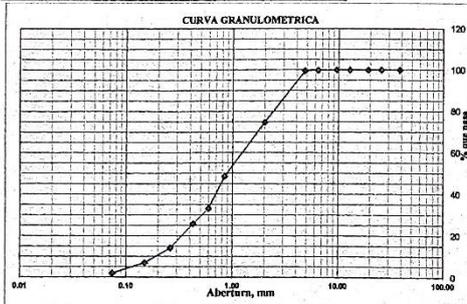
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 04-M1
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA		PROFUNDIDAD: 0.60
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	982.575

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	0.000	100.00
3/8"	9.510	0.000	100.00
1/4"	6.350	1.655	99.83
Nº 4	4.760	3.050	99.53
Nº 10	2.000	247.605	74.77
Nº 20	0.840	262.280	48.54
Nº 30	0.595	155.040	33.04
Nº 40	0.425	72.725	25.76
Nº 60	0.260	116.920	14.07
Nº 100	0.149	71.270	6.95
Nº 200	0.074	50.545	1.89
< Nº 200		17.425	0.15



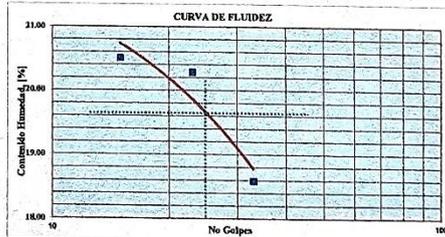
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	15	23	33
2. Peso Tara, [gr]	26.39	28.60	29.59
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	38.38	43.01	41.20
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.34	40.58	39.38
5. Peso Agua, [gr]	2.04	2.43	1.82
6. Peso Suelo Seco, [gr]	9.95	11.98	9.79
7. Contenido de Humedad, [%]	20.50	20.28	18.59

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	28.95	14.35	26.56
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	35.19	23.32	33.34
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.25	22.01	32.14
4. Peso Agua, [gr]	0.94	1.31	1.20
5. Peso Suelo Seco, [gr]	5.30	7.66	5.58
6. Contenido de Humedad, [%]	17.74	17.10	21.51



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	27.26
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.16
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.36
4. Peso Agua, [gr]	2.80
5. Peso Suelo Seco, [gr]	97.10
6. Contenido de Humedad, [%]	2.88

RESUMEN	
Grava(%)	0.47
Arena (%)	97.64
Finos(%)	1.89
Límite Líquido	19.62%
Límite Plástico	18.78%
Índice Plasticidad	0.84%
Clasif. SUCS	SW
Clasif. AASHTO	A1-b(0)
Contenido de Humedad	2.88
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan A. Rodríguez Piminchimo
C.R. 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

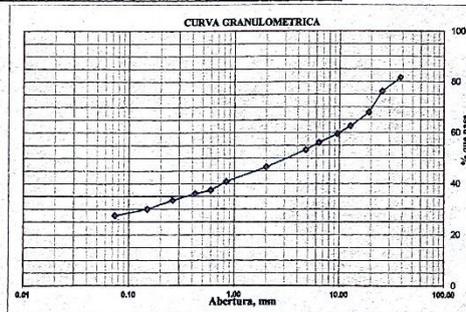
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 05-M1
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.15
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	992.670

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	54.97
2"	50.000	266.200	54.97
1 1/2"	38.100	184.150	81.59
1"	25.400	53.860	76.20
3/4"	19.000	82.570	67.94
1/2"	12.700	52.960	62.65
3/8"	9.510	31.240	59.52
1/4"	6.350	33.800	56.14
Nº 4	4.760	28.330	53.31
Nº 10	2.000	67.910	46.52
Nº 20	0.840	56.090	40.91
Nº 30	0.595	34.780	37.43
Nº 40	0.425	13.310	36.10
Nº 60	0.260	26.000	33.50
Nº 100	0.149	34.930	30.01
Nº 200	0.074	24.390	27.57
< N° 200		7.330	26.84



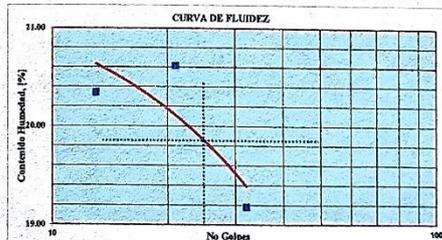
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	13	32	21
2. Peso Tara, [gr]	28.58	28.95	27.67
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	44.85	46.10	42.94
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	42.10	43.34	40.33
5. Peso Agua, [gr]	2.75	2.76	2.61
6. Peso Suelo Seco, [gr]	13.52	14.39	12.66
7. Contenido de Humedad, [%]	20.34	19.18	20.62

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	26.88	26.42
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	33.88	33.60
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	32.85	32.50
4. Peso Agua, [gr]	1.03	1.10
5. Peso Suelo Seco, [gr]	5.97	6.08
6. Contenido de Humedad, [%]	17.25	18.09



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	26.70
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.70
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	123.92
4. Peso Agua, [gr]	2.78
5. Peso Suelo Seco, [gr]	97.22
6. Contenido de Humedad, [%]	2.86

RESUMEN

Grava(%)	46.69
Arena (%)	25.74
Finos(%)	27.57
Límite Líquido	19.82%
Límite Plástico	17.67%
Índice Plasticidad	2.15%
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A1-a (0)
Contenido de Humedad	2.86
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan J. Rodríguez Piminchino
P.N. N° 390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

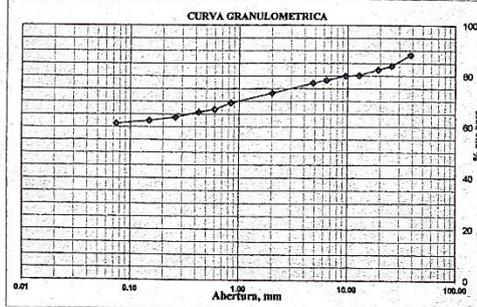
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 05-M2
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.14
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	990.980

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	88.32
2"	50.000	0.000	88.32
1 1/2"	38.100	116.775	88.32
1"	25.400	44.560	83.87
3/4"	19.000	14.240	82.44
1/2"	12.700	21.710	80.27
3/8"	9.510	1.925	80.08
1/4"	6.350	17.135	78.37
Nº 4	4.760	11.305	77.24
Nº 10	2.000	39.400	73.30
Nº 20	0.840	38.470	69.45
Nº 30	0.595	25.180	66.93
Nº 40	0.425	10.960	65.83
Nº 60	0.260	19.730	63.86
Nº 100	0.149	13.840	62.48
Nº 200	0.074	11.870	61.29
< Nº 200		9.020	60.39



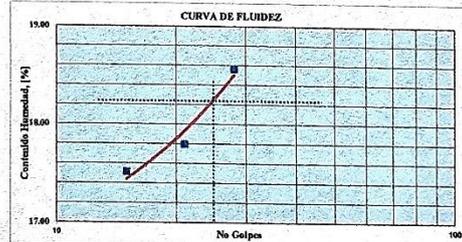
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	21	15	28
2. Peso Tara, [gr]	27.60	26.95	29.73
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.00	39.23	41.29
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	35.58	37.40	39.48
5. Peso Agua, [gr]	1.42	1.83	1.81
6. Peso Suelo Seco, [gr]	7.98	10.45	9.75
7. Contenido de Humedad, [%]	17.79	17.51	18.56

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	28.15	27.31
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	37.92	39.09
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.47	37.28
4. Peso Agua, [gr]	1.45	1.81
5. Peso Suelo Seco, [gr]	8.32	9.97
6. Contenido de Humedad, [%]	17.43	18.15



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	26.71
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	126.71
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.29
4. Peso Agua, [gr]	2.42
5. Peso Suelo Seco, [gr]	97.58
6. Contenido de Humedad, [%]	2.48

RESUMEN	
Grava(%)	22.77
Arena (%)	15.95
Finos(%)	61.29
Límite Líquido	18.22%
Límite Plástico	17.79%
Índice Plasticidad	0.43%
Clasif. SUCS	GP-GM
Clasif. AASHTO	A-4(0)
Contenido de Humedad	2.48
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan J. Rodríguez Piminchino
 CIP 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS

P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

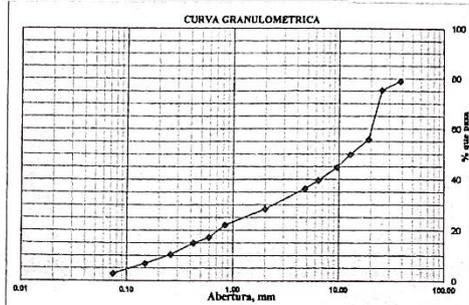
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA :	C 05-M3
LOCALIZACIÓN :	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD :	0.28
SOLICITA :	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA :	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	974.090

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	78.91
2"	50.000	0.000	78.91
1 1/2"	38.100	210.920	78.91
1"	25.400	35.520	75.36
3/4"	19.000	195.870	55.77
1/2"	12.700	59.250	49.84
3/8"	9.510	51.840	44.66
1/4"	6.350	50.920	39.57
Nº 4	4.760	31.620	36.41
Nº 10	2.000	80.100	28.40
Nº 20	0.840	63.130	22.08
Nº 30	0.595	48.520	17.23
Nº 40	0.425	23.010	14.93
Nº 60	0.260	44.540	10.48
Nº 100	0.149	35.910	6.89
Nº 200	0.074	41.110	2.77
< Nº 200		25.910	0.18



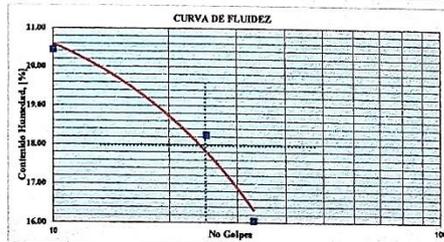
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	10	25	33
2. Peso Tara, [gr]	25.86	28.84	27.03
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	36.82	42.06	43.30
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	34.96	40.02	41.05
5. Peso Agua, [gr]	1.86	2.04	2.25
6. Peso Suelo Seco, [gr]	9.10	11.18	14.02
7. Contenido de Humedad, [%]	20.44	18.25	16.05

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No	
	1	2
1. Peso Tara, [gr]	29.89	26.13
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	38.66	37.70
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	37.45	36.09
4. Peso Agua, [gr]	1.21	1.61
5. Peso Suelo Seco, [gr]	7.56	9.96
6. Contenido de Humedad, [%]	16.01	16.16



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	27.71
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.71
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.10
4. Peso Agua, [gr]	3.61
5. Peso Suelo Seco, [gr]	96.39
6. Contenido de Humedad, [%]	3.75

RESUMEN	
Grava(%)	63.59
Arena (%)	33.63
Finos(%)	2.77
Límite Líquido	17.82%
Límite Plástico	10.72%
Índice Plasticidad	7.10%
Clasif. SUCS	GW
Clasif. AASHTO	A-2-4(0)
Contenido de Humedad	3.75
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan J. Rodríguez Piminchimo
CIP 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C LL.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

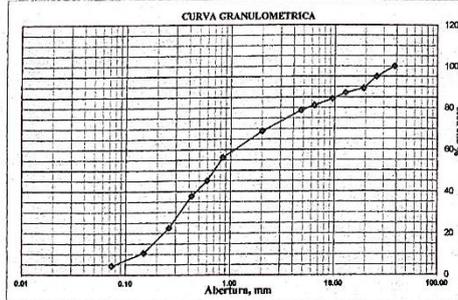
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 05-M4
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.20
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1500.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	1441.300

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	75.100	94.99
3/4"	19.000	83.950	89.40
1/2"	12.700	33.190	87.18
3/8"	9.510	42.570	84.35
1/4"	6.350	48.420	81.12
Nº 4	4.760	34.130	78.84
Nº 10	2.000	150.400	68.82
Nº 20	0.840	189.010	56.22
Nº 30	0.595	168.290	45.00
Nº 40	0.425	107.800	37.81
Nº 60	0.260	228.500	22.58
Nº 100	0.149	180.520	10.54
Nº 200	0.074	93.260	4.32
<Nº 200		58.700	0.41



2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	33	17	19
2. Peso Tara, [gr]	27.12	28.60	30.53
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	41.12	44.01	43.97
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	38.68	41.17	41.41
5. Peso Agua, [gr]	2.44	2.84	2.56
6. Peso Suelo Seco, [gr]	11.56	12.57	10.88
7. Contenido de Humedad, [%]	21.11	22.59	23.53

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]			
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]			
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]			
4. Peso Agua, [gr]			
5. Peso Suelo Seco, [gr]			
6. Contenido de Humedad, [%]			



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	28.06
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	128.05
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.35
4. Peso Agua, [gr]	3.70
5. Peso Suelo Seco, [gr]	96.29
6. Contenido de Humedad, [%]	3.84

RESUMEN	
Grava(%)	21.16
Arena (%)	74.52
Finos(%)	4.32
Límite Líquido	19.62%
Límite Plástico	0.00%
Índice Plasticidad	19.62%
Clasif. SUCS	SP
Clasif. AASHTO	A-2-6(0)
Contenido de Humedad	3.84
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan J. Rodríguez Piminchunza
C.R. 7390 - RC 435



CORPORACION GEOTECNIA SAC.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C LL.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

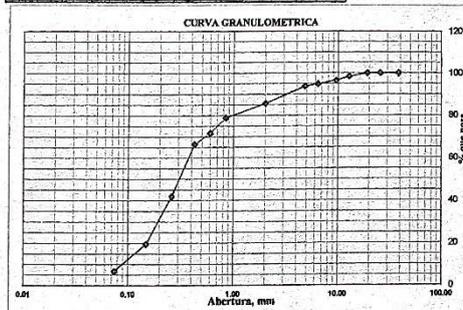
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 05-M5
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0,18
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	937.020

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	0.000	100.00
3/4"	19.000	0.000	100.00
1/2"	12.700	16.000	98.40
3/8"	9.510	19.110	96.49
1/4"	6.350	16.505	94.84
Nº 4	4.760	11.590	93.68
Nº 10	2.000	80.035	85.68
Nº 20	0.840	67.275	78.95
Nº 30	0.595	72.695	71.68
Nº 40	0.425	51.825	66.50
Nº 60	0.260	245.405	41.96
Nº 100	0.149	223.480	19.61
Nº 200	0.074	128.385	6.77
< Nº 200		62.980	0.47



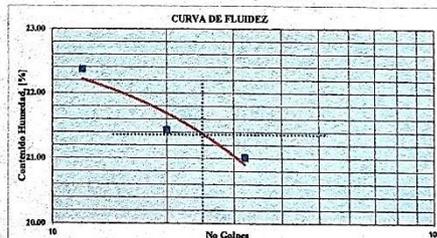
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	12	32	20
2. Peso Tara, [gr]	14.55	22.71	28.18
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	23.74	34.92	43.42
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	22.06	32.80	40.73
5. Peso Agua, [gr]	1.68	2.12	2.69
6. Peso Suelo Seco, [gr]	7.51	10.09	12.55
7. Contenido de Humedad, [%]	22.37	21.01	21.43

B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	35.36	25.88	22.22
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	40.27	29.72	26.22
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	39.48	29.09	25.59
4. Peso Agua, [gr]	0.79	0.63	0.63
5. Peso Suelo Seco, [gr]	4.12	3.21	3.37
6. Contenido de Humedad, [%]	19.17	19.63	18.69



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	27.38
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.65
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.70
4. Peso Agua, [gr]	2.95
5. Peso Suelo Seco, [gr]	97.32
6. Contenido de Humedad, [%]	3.03

RESUMEN	
Grava(%)	6.32
Arena (%)	86.91
Finos(%)	6.77
Límite Líquido	21.29%
Límite Plástico	19.17%
Índice Plástico	2.12%
Clasif. SUCS	SP-SM
Clasif. AASHTO	A-3(0)
Contenido de Humedad	3.03
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan J. Rodriguez Piminchuto
C.P. 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

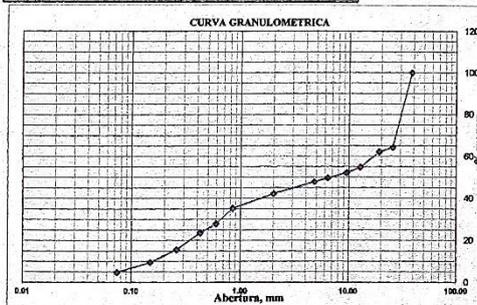
RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA - MUESTRA	C 05- M6
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	0.55
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

1. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

Peso Inicial Seco, [gr]	1000.000
Peso Lavado y Seco, [gr]	957.180

Mallas	Abertura [mm]	Peso retenido [grs]	% pasa
3"	75.000	0.000	100.00
2"	50.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	100.00
1"	25.400	357.675	64.23
3/4"	19.000	21.210	62.11
1/2"	12.700	73.280	54.78
3/8"	9.510	26.240	52.16
1/4"	6.350	25.280	49.63
Nº 4	4.760	17.565	47.88
Nº 10	2.000	57.095	42.17
Nº 20	0.840	69.350	35.23
Nº 30	0.595	73.490	27.88
Nº 40	0.425	43.195	23.56
Nº 60	0.260	79.650	15.60
Nº 100	0.149	60.585	9.54
Nº 200	0.074	47.990	4.74
< Nº 200		42.820	0.46



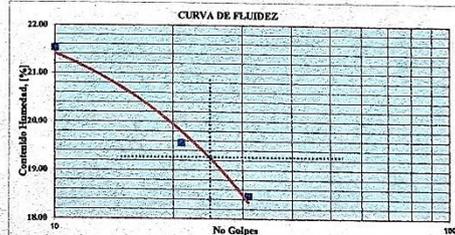
2. LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LIQUIDO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. No de Golpes	31	21	10
2. Peso Tara, [gr]	22.94	27.16	29.73
3. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	38.59	42.01	46.61
4. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	36.15	39.58	43.62
5. Peso Agua, [gr]	2.44	2.43	2.99
6. Peso Suelo Seco, [gr]	13.21	12.42	13.89
7. Contenido de Humedad, [%]	18.47	19.57	21.53

B. LIMITE PLASTICO

Procedimiento	Tara No		
	1	2	3
1. Peso Tara, [gr]	27.98	28.08	27.67
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	32.10	34.85	35.69
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	31.45	33.74	34.40
4. Peso Agua, [gr]	0.65	1.11	1.29
5. Peso Suelo Seco, [gr]	3.47	5.66	6.73
6. Contenido de Humedad, [%]	18.73	19.61	19.17



3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara No 1
1. Peso Tara, [gr]	27.28
2. Peso Tara + Suelo Húmedo, [gr]	127.28
3. Peso Tara + Suelo Seco, [gr]	124.35
4. Peso Agua, [gr]	2.93
5. Peso Suelo Seco, [gr]	97.07
6. Contenido de Humedad, [%]	3.02

RESUMEN

Grava(%)	52.13
Arena (%)	43.14
Finos(%)	4.74
Límite Líquido	19.22%
Límite Plástico	19.17%
Índice Plasticidad	0.05%
Clasif. SUCS	GP-GM
Clasif. AASHTO	A1-a(0)
Contenido de Humedad	3.02
Peso específico	2.81
Índice de Grupo	0

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan J. Rodríguez Piminchino
CIE 07390 - RC 455



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ESTATIGRAFÍA



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C L1.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH		
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	CALICATA	C-01
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA. WALDIR YULIÑO	PROFUNDIDAD:	1.50
NIVEL FREATICO:	NP	FECHA:	21/09/2021

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.60	C	M-1				Arenas bien graduadas, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios, color gris claro, condicion in situ: semi compactado. Gravas % 40.95 Arenas% 54.96 Finos% 4.09 Limite Liquido 27.80% Indice de Plasticidad : 6.68%	SW
	A						
0.90	L	M-2				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco de material fino, variación en tamaños granulares, color marron claro, condicion in situ: semi compactada. Gravas % 48.52 Arenas% 47.21 Finos% 4.27 Limite Liquido 26.25% Indice de Plasticidad : 3.34%	GW
	I						
	C						
	A						
	T						
A							

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan J. Rodriguez Planchena
RUC 20390 - REC 458



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH		
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	CALICATA	C-02
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	PROFUNDIDAD:	1.50
NIVEL FREATICO:	NP	FECHA:	21/09/2021

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.20	C	M-1				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco de material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige, condicion in situ: semi compactado. Gravas % 58.84 Arenas% 37.43 Finos% 3.73 Limite Liquido 15.78 Indice de Plasticidad : 0.68	GW
0.36	A L	M-2				Gravas bien graduadas con limos, mezcla de grava con material fino, variación en tamaños granulares mezclados, variación en tamaños granulares, color beige oscuro, condicion in situ, semi compactada. Gravas % 46.31 Arenas% 25.28 Finos% 28.41 Limite Liquido 26.25 Indice de Plasticidad :	GW-GM
0.94	I C A T A	M-3				Gravas bien graduadas con limos mezcla, grava con poco de material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige oscuro, condicion in situ: semi compactada. Gravas % 63.28 Arenas% 28.50 Finos% 8.22 Limite Liquido 17.18 Indice de Plasticidad : 3.21	GW-GM

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Juan A. Rodríguez Piminchurru
CIP 20390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.L. Primero de Mayo - Mz.C 14.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JUNIO 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH		
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	CALICATA :	C 03
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	PROFUNDIDAD:	1.50
NIVEL FREATICO:	NP	FECHA:	21/09/2021

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.60	C A L	M-1				Arenas bien graduadas, exentas de partículas finas o en proporciones muy reducidas y que no intervienen en las características generales del suelo, color beige oscuro, condicion in situ: semi compactada. Gravas % 28.55 Arenas% 67.16 Finos% 4.29 Limite Líquido 18.62% Índice de Plasticidad : 1.50%	SW
0.90	I C A T A					SE EVIDENCIO ROCA POR TAL MOTIVO NO SE ELABORO SU GRANULOMETRIA PERO SI SU PESO ESPECIFICO PARA RECOMENDAR QUE TIPO DE ROCA COLOR OSCURO.	

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Ing. Juan Rodríguez Piminchun
CIP 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C Ll.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

REGISTRO DE SONDAJE

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C. P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH		
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	CALICATA:	C 05
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	PROFUNDIDAD:	1.50
NIVEL FREATICO:	NP	FECHA:	21/09/2021

Profundidad (metros)	Tipo de excavación	Muestras obtenidas	PRUEBAS		SIMBOLO	DESCRIPCION DEL MATERIAL	CLASIFICACION (SUCS)
			GRÁFICO	H.N.			
0.15	C	M-1				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige claro, condicion in situ: semi compactado. Gravas % 46.69 Arenas% 25.74 Finos% 27.57 Limite Liquido 19.82% Indice de Plasticidad : 2.15	GW
0.14	A	M-2				Gravas limosas mal graduadas, mezcla de arena-grava con material fino, color beige oscuro, condicion in situ: semi compactada. Gravas % 22.77 Arenas% 15.95 Finos% 61.29 Limite Liquido 18.22% Indice de Plasticidad : 2.15	GP-GM
0.28	L	M-3				Gravas bien graduadas mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares mezcla, grava con poco material fino, variación en tamaños granulares, color beige claro, condicion in situ: semi compactado. Gravas % 63.59 Arenas% 33.63 Finos% 2.77 Limite Liquido 17.82% Indice de Plasticidad : 7.10	GW
0.20	I	M-4				Arenas mal graduadas con cantidades reducidas de particulas finas, color beige oscuro, condicion in situ: semi compactado. Gravas % 21.16 Arenas% 74.52 Finos% 4.32 Limite Liquido 19.62% Indice de Plasticidad : 19.62	SP
0.18	C	M-5				Arenas mal graduadas con cantidades de particulas finas, poco o nada de material grueso, de color gris oscuro, condicion in situ: semi compactado. Gravas % 6.32 Arenas% 86.91 Finos% 6.77 Limite Liquido 21.29% Indice de Plasticidad : 2.12	SP-SM
0.55	A T A	M-6				Gravas limosas mal graduadas, mezcla de arena-grava con material fino, color marron oscuro, condicion in situ: semi compactada. Gravas % 52.13 Arenas% 43.14 Finos% 4.74 Limite Liquido 19.22% Indice de Plasticidad : 0.05	GP-GM

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
Mg. Juan Rodríguez Piminchun
RUC 27390 - RC 455



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

CBR



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

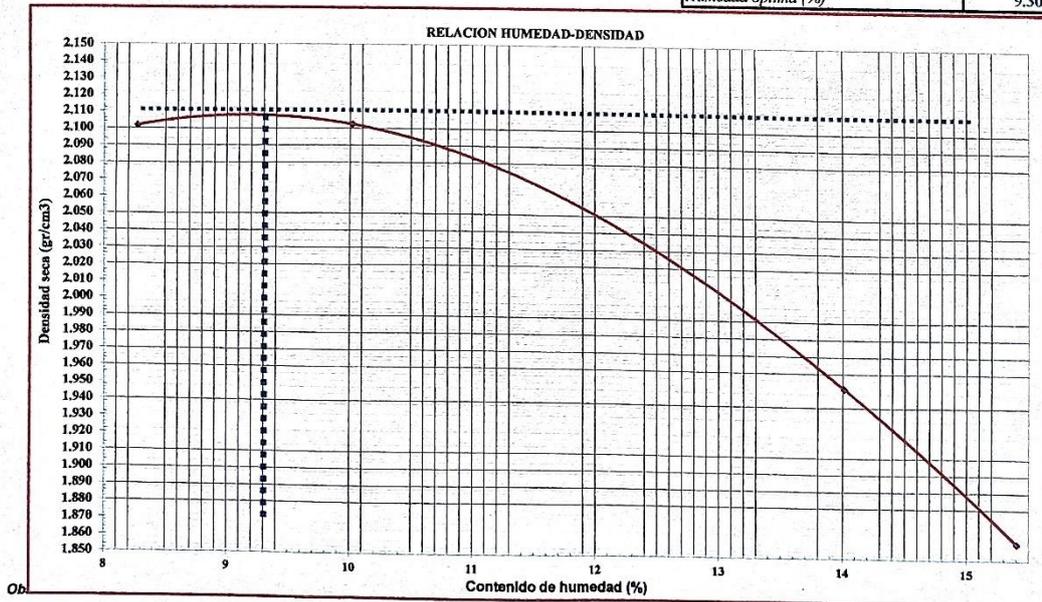
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo Mz.C.Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

RESULTADOS DE ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213 - KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH		
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	CALICATA:	C-01
SOLICITA:	TESISTAS: CHÚGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	PROFUNDIDAD:	1.50
NIVEL FREATICO:	NP	FECHA:	21/09/2021

Peso suelo + molde	gr	7588.00	7665.00	7483.00	7322.00
Peso molde	gr	2903.00	2903.00	2903.00	2903.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	4685.00	4762.00	4580.00	4419.00
Volumen del molde	cm ³	2058.73	2058.73	2058.73	2058.73
Peso volumétrico húmedo	gr/cm ³	2.28	2.31	2.22	2.15
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	125.73	128.36	127.37	128.39
Peso del suelo seco + tara	gr	118.28	119.19	115.11	114.04
Peso de la Tara	gr	28.24	27.68	27.63	20.90
Peso de agua	gr	7.45	9.17	12.26	14.35
Peso del suelo seco	gr	90.04	91.51	87.48	93.14
Porcentaje de Humedad	%	8.27	10.02	14.01	15.41
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	2.102	2.102	1.951	1.860

Densidad máxima (gr/cm ³)	2.110
Humedad óptima (%)	9.30



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Mtro. Juan Manuel Rodríguez Pantoja
Telf. 043-763305 - RUC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
P.J. Primero de Mayo - Mz.C L1.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D-1883

PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213- KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C. P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH	CALICATA MUESTRA	C1-M2
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	PROFUNDIDAD:	1.50
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	FECHA:	21/09/2021

ENSAYO RELACION SOPORTE DE CALIFORNIA

Tamiz	Nº 10	Nº 40	Nº 200	ENSAYO DE COMPACTACION				
Pasa %	32.80	14.48	4.27	Metodo	Densidad Maxima	Humedad Optima		
LL	26.25%	IP	3.34%	Clasificación	A1-a(0)	ASSTHO	2.11	9.30

Molde Nº	1		2		3			
Altura Molde	17.8		18.1		18.05			
Diametro Molde	15.24		15.23		15.21			
Altura disco Espaciador	6.14		6.14		6.14			
Diametro disco espaciador	15.19		15.19		15.19			
Capas Nº	5		5		5			
Golpes por capa Nº	56		25		12			
Condición de la muestra	Antes de mojar		despues de mojado		Antes de mojar		despues de mojado	
Peso humedo de la probeta + molde (g)	8815	12390	9101	12971	8960	12558		
Peso de molde (g)	4192	8251	4418	8251	4192	7746		
Peso del suelo húmedo (g)	4623	4139	4683	4720	4768	4812		
Volumen del molde (cm³)	3163	14395	2179	13151	2164	11158		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.103	0.502	1.060	0.572	1.137	0.621		
Recipiente (Nº)	A		B		C			
Peso del Recipiente + suelo húmedo (g)	127.34	128.81	128.81	128.41	128.43	127.41		
Peso Recipiente + suelo seco	114.38	112.14	115.49	114.62	115.21	111.68		
Peso Recipiente	27.64	30.49	28.58	28.07	28.82	27.98		
Peso de agua (g)	12.96	16.67	13.32	13.79	13.22	15.73		
Peso de suelo seco (g)	86.74	81.65	86.91	86.55	86.39	83.70		
Contenido de humedad (%)	14.94	20.42	15.33	15.93	15.30	18.79		
Densidad seca (g/cm³)	1.272	0.239	1.864	0.310	1.911	0.363		

DETERMINACIÓN DE LA EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion		Lectura Extens.	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
	10:20	0	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.00
	10:30	24	13.000	330.200	283.19	17.000	431.80	361.04	16.200	411.480	356.26
	11:00	48	15.300	388.620	333.29	21.000	533.400	461.82	18.200	462.280	400.24
	10:30	72	16.300	414.020	355.08	22.900	581.660	503.60	18.900	480.060	415.64

C. B. R. FACTOR DE DEFORMACION DEL ANILLO

Penetración		Carga Estándar Kg/cm2	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm.	pulg.		Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR	Lect. Dial	kg	kg	% CBR
0.000	0.000		0.0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		3.0	0.8			17.7	56.0			4	3.8		
1.270	0.050		7.9	19.1			32.9	113.0			14	43.4		
1.905	0.075		19.0	61.1			44.4	156.2			24	78.9		
2.540	0.100	70.455	26.8	90.1	143.4	10.5	51.7	183.8	84.5	6.2	43	150.4	34.8	2.6
5.080	0.125	105.68	35.4	122.5	317.4	15.5	60.7	217.6	161.2	7.9	57	203.8	54.8	2.7
7.620	0.150		41.8	146.5			68.9	248.5			66	237.3		
10.160	0.200		55.1	196.4			89.0	323.7			86	313.4		
12.700	0.300		74.0	267.5			117.3	430.1			125	459.4		
15.240	0.400		89.3	325.0			139.9	515.0			150	551.8		
17.780	0.500		101.9	372.2			160.6	592.7			172	635.2		

CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Juan J. Rodríguez Piminchimo
CIP 37390 - RC 455



CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
 ESTUDIOS GEOTECNICOS, PROYECTOS, OBRAS CIVILES, MECANICO ELECTRICAS
 P.J. Primero de Mayo Mz.C Lt.09 Nuevo Chimbote - Telf. 043 - 763305

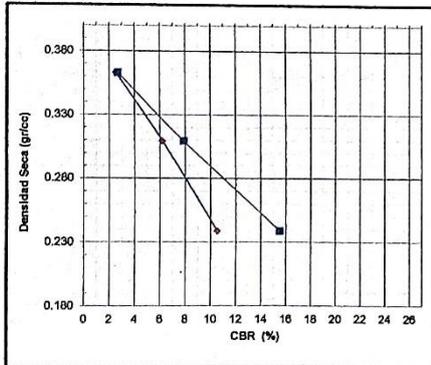
PROYECTO :	TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213- KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO DE AASHTO - 93 CACERES DEL PERU - JIMBE 2021"		
UBICACIÓN :	C.P. COSMA, DISTRITO CACERES DEL PERU, SANTA, ANCASH		
LOCALIZACIÓN:	C.P. COSMA	CALICATA:	C-01
SOLICITA:	TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA. GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	PROFUNDIDAD:	1.50
NIVEL FREATICO:	NP	FECHA:	21/09/2021

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

MUESTRA : CALICATA 01

MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CLASIFICACION (SUCS) : SW

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.110
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.300

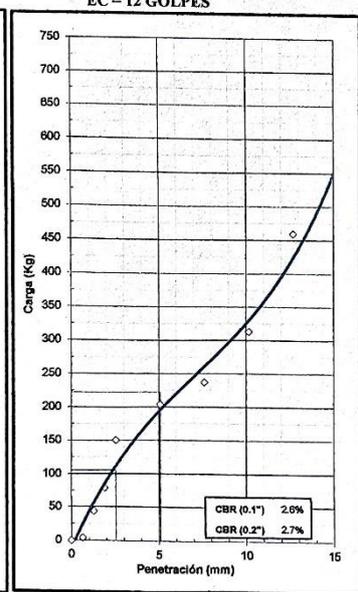
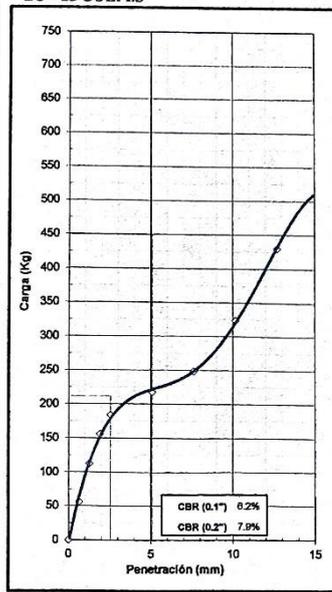
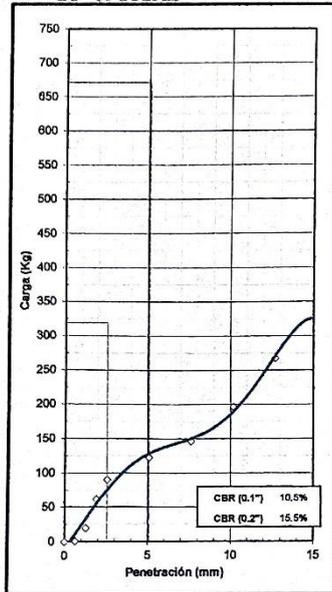


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 34.07	0.2": 56.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 26.33	0.2": 38.68

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 12 GOLPES



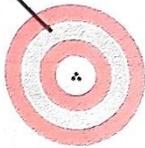
CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
 LAB. MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Juan J. Rodríguez Piminchimo
 37390 - RC 455



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**07 CERTIFICADOS DE
CALIBRACIÓN**



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1063 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 216-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-07

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 20
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : C&M
Serie : NO INDICA
Material : ACERO
Color : PLATEADO
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
07 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

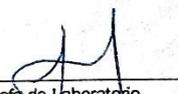
6. Condiciones Ambientales

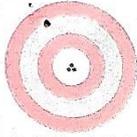
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19.9	19.8
Humedad %	65	65

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

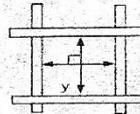
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1063 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

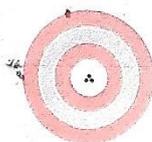
MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
845	847	854	858	851	853	849	844	850	848	851	850	1	39,36	4,29
844	844	854	851	849	858	849	847	848	854					
853	854	848	847	850	844	854	856	847	849					
858	847	845	851	858	853	849	853	851	851					
844	853	857	858	857	849	845	844	851	858					
857	844	853	854	849	853	856	847	856	854					
850	851	844	851	850	858	847	853	858	849					
847	847	845	850	857	849	848	854	844	851					
848	845	857	854	847	851	857	844	858	849					
850	850	853	844	849	854	845	855	850	855					
847	849	848	854	851	849	850	858	847	849					
848	845	853	851	848	847	857	844	848	851					
849	850	857	845	857	850	851	853	858	856					
848	853	851	856	844	851	854	847	844	845					
847	849	858	856	845	858	849	851	857	851					
848	854	850	854	853	849	853	848	858	844					



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1062 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 216-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-07

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 10

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : C&M

Serie : NO INDICA

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
07 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

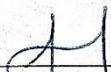
6. Condiciones Ambientales

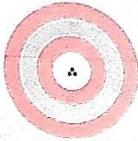
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,8
Humedad %	65	64

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

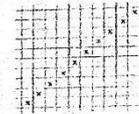
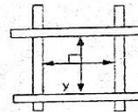
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1062 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

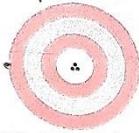
MEDIDAS TOMADAS										(*)				
mm										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
										mm	mm	mm	mm	mm
1,987	2,004	2,007	1,995	1,989	1,996	2,020	1,985	1,993	2,003	1,996	2,000	-0,004	0,072	0,009
2,007	1,985	1,995	2,020	2,007	2,000	1,985	2,003	1,994	1,990					
2,003	1,994	2,004	2,004	2,020	1,987	1,994	1,995	2,007	1,995					
1,993	1,987	1,989	2,007	1,989	2,004	2,004	1,990	2,003	2,004					
1,994	2,000	1,995	1,989	1,987	2,003	1,993	1,995	1,985	1,989					
1,985	2,003	1,989	2,004	2,020	1,996	1,987	1,993	1,987	1,990					
2,000	1,995	1,987	2,000	1,995	2,020	1,985	2,007	1,993	1,995					
2,004	1,985	1,993	2,003	2,004	1,987	1,996	1,985	1,989	1,993					
2,003	1,987	2,007	1,989	1,995	1,989	2,004	2,000	1,987	1,995					
1,995	1,990	2,003	1,995	1,985	2,007	1,995	1,996	1,990	1,995					
1,990	1,985	1,996	2,000	1,987	1,989	2,020	1,993	1,989	2,000					
2,003	1,995	1,985	2,004	1,994	1,995	1,996	2,007	1,993	1,989					



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Cápcha
 Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1061 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 216-2020
Fecha de Emisión : 2020-10-07

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 3/4 pulg

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : C&M

Serie : NO INDICA

Material : ACERO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
07 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

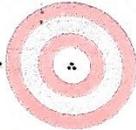
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,7
Humedad %	64	64

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

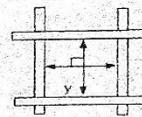
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1061 - 2020

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
18,89	19,05	18,87	18,94	18,91	18,70	18,72	19,04	19,15	18,94	18,93	19,00	-0,07	0,446	0,134
19,01	19,01	18,94	19,15	19,15	18,94	18,72	19,15	18,91	18,94					
18,70	18,89	18,87	18,70	18,91	19,05	18,94	18,70	19,05	18,91					
18,92	19,01	19,04	18,92	18,87	19,04	18,89	18,94	18,94	19,15					
19,15	18,70	19,04	19,05	18,91	18,91	18,92	18,87	18,72	18,72					

(*)



FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 325 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 263-2021
Fecha de emisión : 2021-07-05

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - SANTA - NUEVO CHIMBOTE - ANCASH

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2,1 bar
División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar
Clase de Exactitud : NO INDICA
Marca de Manómetro : WINTERS
Modelo de Manómetro : PFQ SERIES
Serie de Manómetro : NO INDICA
Procedencia de Manómetro : NO INDICA
Posición de Trabajo : POSTERIOR

Marca de Botella : C&M
Modelo de Botella : SP 01
Serie de Botella : 0027
Material de Botella : ALUMINIO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. Lugar y fecha de Calibración
ASOCIACIÓN CULTURA PERUANA MODERNA MZ. D7 LT. 12 - SANTA ANITA - LIMA
03 - JULIO - 2021

5. Método de Calibración
Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

6. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	CCP - 0340 - 003 - 20	INACAL - DM

7. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,1	19,1
Humedad %	69	69

8. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $K=2$, para un nivel de confianza de 95%
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 325 - 2021

Página : 2 de 2

Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
	ASCENSO	DESCENSO	DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
			(psi)	(psi)	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	4,8	4,9	0,2	0,1	0,1
10	9,3	9,4	0,7	0,6	0,1
15	13,9	13,7	1,1	1,3	-0,2
20	18,8	18,9	1,2	1,1	0,1
25	23,6	23,4	1,4	1,6	-0,2
30	28,2	28,2	1,8	1,8	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	1,8	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	-0,2	psi

La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

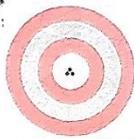
LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	1,8
3	2,6
4	3,6
5	4,4
6	5,4
7	6,4
8	7,0
9	8,0
10	9,0
11	9,8
12	10,8
13	11,8
14	12,6
15	13,6
16	14,6
17	15,6
18	16,2
19	17,4
20	18,6

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 995 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 216-2020
Fecha de emisión : 2020-09-28

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : NO INDICA
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Contómetro : DIGITAL
Marca de Contómetro : AUTONICS
Modelo de Contómetro : LA8N
Serie de Contómetro : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
26 - SETIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

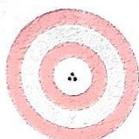
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	20,1
Humedad %	68	67

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 995 - 2020

Página : 2 de 2

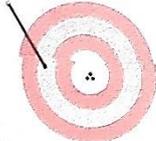
Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE							
CONJUNTO DE LA CAZUELA					BASE		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	53,90	1,99	25,20	44,96	47,58	146,86	123,95
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125
TOLERANCIA \pm	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0
ERROR	-0,1	-0,01	-1,8	-2,04	-2,42	-3,14	-1,05

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1064 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 216-2020
Fecha de emisión : 2020-10-07

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MOLDE PROCTOR 6"

Marca : C&M

Serie : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : 015

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C
07 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

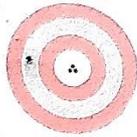
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,1	20,1
Humedad %	66	66

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



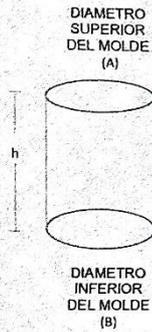
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 1064 - 2020

Página : 2 de 2

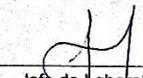


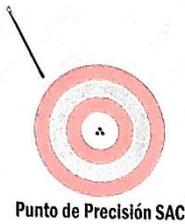
DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN POR EL MÉTODO DE MEDIDAS LINEALES

N° DE MEDICIONES	DIAMETRO INTERIOR SUPERIOR	DIAMETRO INTERIOR INFERIOR	ALTURA
	A mm	B mm	h mm
1	151,96	152,39	116,35
2	152,31	151,94	116,33
3	152,24	151,95	116,30
4	152,22	152,16	116,40
5	152,05	152,35	116,42
6	151,99	151,92	116,38
PROMEDIO	152,13	152,12	116,36
ESTANDAR	152,40	152,40	116,40
TOLERANCIAS (±)	0,70	0,70	0,50
ERROR	-0,27	-0,28	-0,04
VOLUMEN DETERMINADO POR MEDIDAS LINEALES	2115 cm ³		

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1065 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : T 216-2020
Fecha de emisión : 2020-10-07

1. Solicitante : CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO - NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : MARTILLO PROCTOR

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Material : FIERRO ZINCADO

Color : PLATEADO

Código de Identificación : 015

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
07 - OCTUBRE - 2020

4. Método de Calibración
Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 698 - ASTM D 1557.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PJE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 1238 - 2019	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2020	PUNTO DE PRECISIÓN

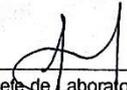
6. Condiciones Ambientales

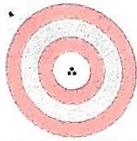
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21,1
Humedad %	65	65

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1065 - 2020

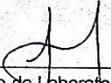
Página : 2 de 2

Resultados de Verificación

MEDICIONES	ALTURA DE CAIDA (mm)	PESO (g)	DIÁMETRO DE CARA DE IMPACTO (mm)
1	456	4533	50,78
2	458	4533	50,82
3	456	4533	50,81
4	457	4533	50,77
5	456	4533	50,89
6	457	4533	50,84
PROMEDIO	456,7	4533	50,82
ESTANDAR	457,2	4536,4	50,80
TOLERANCIA ±	1,3 mm	9 g	0,13 mm
ERROR	-0,5 mm	-3,40 g	0,02 mm

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO

Consulta RUC

Resultado de la Búsqueda
Número de RUC: 20531604688 - CORPORACION GEOTECNIA S.A.C.
Tipo Contribuyente: SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Nombre Comercial: -
Fecha de Inscripción: 04/11/2008 Fecha de Inicio de Actividades: 01/11/2008
Estado del Contribuyente: ACTIVO
Condición del Contribuyente: HABIDO
Domicilio Fiscal: AV. PANAMERICANA NORTE MZA. C LOTE. 9 P.J. PRIMERO DE MAYO (FRENTE DE INKAFARMA) ANCASH - SANTA - NUEVO CHIMBOTE
Sistema Emisión de Comprobante: MANUAL Actividad Comercio Exterior: SIN ACTIVIDAD
Sistema Contabilidad: MANUAL
Actividad(es) Económica(s): Principal - 4663 - VENTA AL POR MAYOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, ARTÍCULOS DE FERRETERÍA Y EQUIPO Y MATERIALES DE FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN Secundaria 1 - 4100 - CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS Secundaria 2 - 7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS

Comprobantes de Pago c/aut. de impresión (F. 806 u 816): FACTURA ----- GUIA DE REMISION - REMITENTE
Sistema de Emisión Electrónica: FACTURA PORTAL DESDE 31/08/2021 ----- BOLETA PORTAL DESDE 25/11/2020
Emisor electrónico desde: 25/11/2020
Comprobantes Electrónicos: BOLETA (desde 25/11/2020),FACTURA (desde 31/08/2021)
Afiliado al PLE desde: -
Padrones: NINGUNO
Fecha consulta: 13/10/2021 16:22



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**08 PANEL
FOTOGRAFICO**

Tramo KM 05+213 hasta tramo KM 05+713, tipo de falla por deformación



Tramo KM 05+713 hasta el tramo KM 06+213, tipo de falla por deformación



Tramo KM 06+213 hasta el tramo KM 06+713, tipo de falla por cauce de río



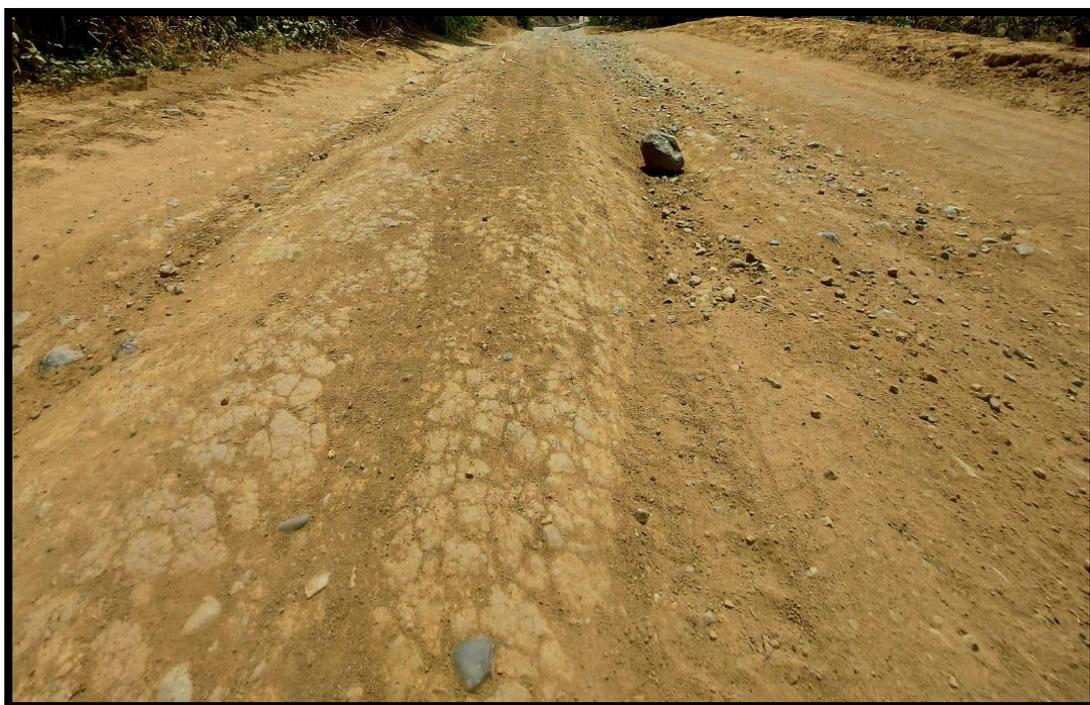
Tramo KM 06+713 hasta el tramo KM 07+213 tipo de falla por erosión



Tramo KM 07+213 hasta el tramo KM 07+713, tipo de falla por bache



Tramo KM 07+713 hasta el tramo KM 08+213, tipo de falla por erosión



Tramo KM 08+213 hasta el tramo KM 08+713, Tipo de falla por erosión



Tramo KM 08+713 hasta el tramo KM 09+213, Tipo de falla por erosión



Tramo KM 09+213 hasta tramo KM 09+713, Tipo de falla por erosión



Tramo KM 09+713 hasta tramo KM 10+213, Tipo de falla por erosión



Conteo vehicular y clasificación en el kilómetro 05 +213



Conteo vehicular y clasificación de los vehículos en el kilómetro 10 +213



Calicata de un metro cuadrado por metro y medio de profundidad con su respectivo cartel de identificación – Calicata 01



Calicata de un metro cuadrado por metro y medio de profundidad con su respectivo cartel de identificación – Calicata 02



Calicata de un metro cuadrado por metro y medio de profundidad con su respectivo cartel de identificación – Calicata 03



Calicata de un metro cuadrado por metro y medio de profundidad con su respectivo cartel de identificación – Calicata 04



Calicata de un metro cuadrado por metro y medio de profundidad con su respectivo cartel de identificación – Calicata 05



Calicata de un metro cuadrado por metro y medio de profundidad con su respectivo cartel de identificación – Calicata 05



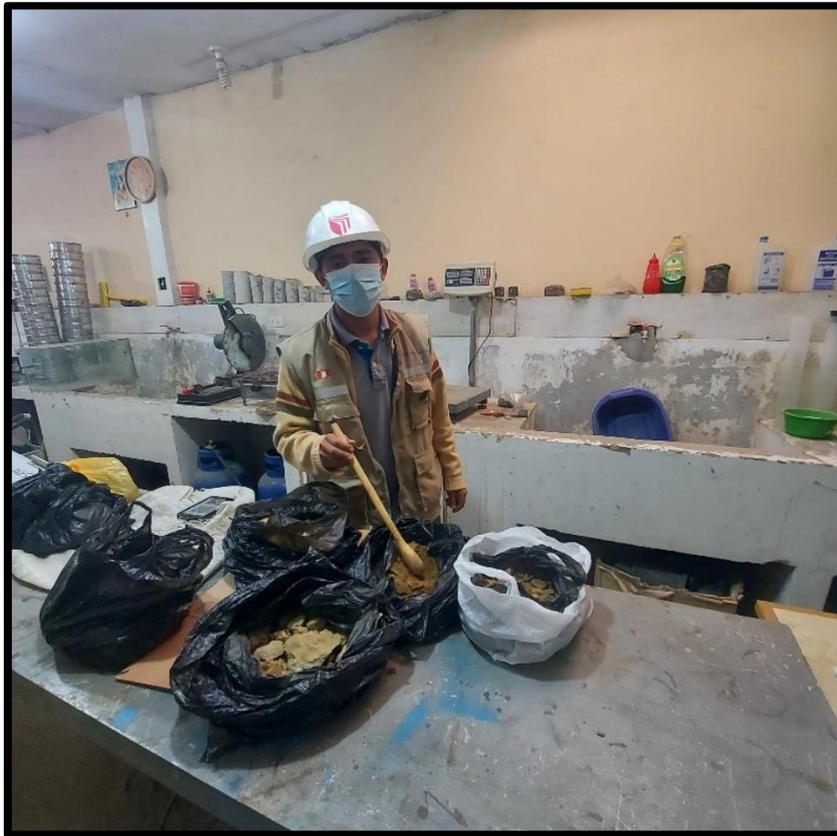
Contenido de humedad natural de cada estrado de las calicatas



Secado del material en el horno durante 24 horas



Secado del material a aire libre hasta que se encuentre seco



Tamizado del material, ya sea un kilo o kilo y medio para facilitar el proceso



Determinación del peso específico de la roca oscura



Determinación del límite líquido y límite plástico por medio de los límites de Atterberg



Material pasante a la malla $\frac{3}{4}$ de 6 kilos para cada Proctor modificado con su respectiva dosificación de acuerdo a los cálculos



Enrasando al Proctor modificado para que quede nivelado y se le pueda pesar



Moldes para el CBR de 12, 25 y 56 golpes



Realizando los golpes con el pisón por cada capa como indica la norma



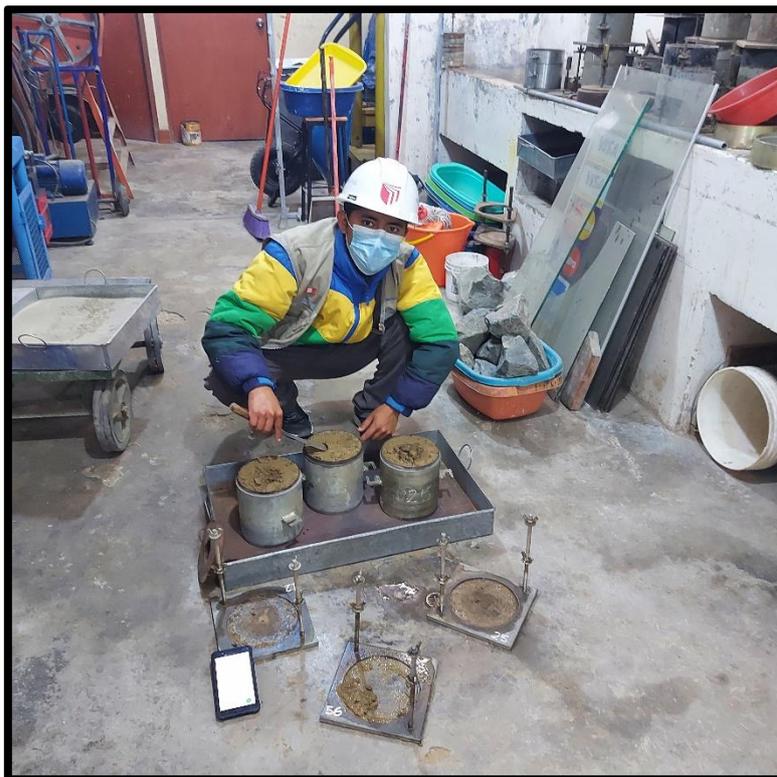
Las probetas sumergidas durante 96 horas la lectura se le toma cada 24 horas para verificar su expansión



El CBR en compresión por las prensas



Toma de muestra de la parte inferior del CBR para obtener su contenido de humedad



Toma de muestra de la parte inferior del CBR para obtener su contenido de humedad



Cruce del rio en la carretera, donde se realizará un baden



Cruces de riachuelos artificiales, donde se creará una alcantarilla

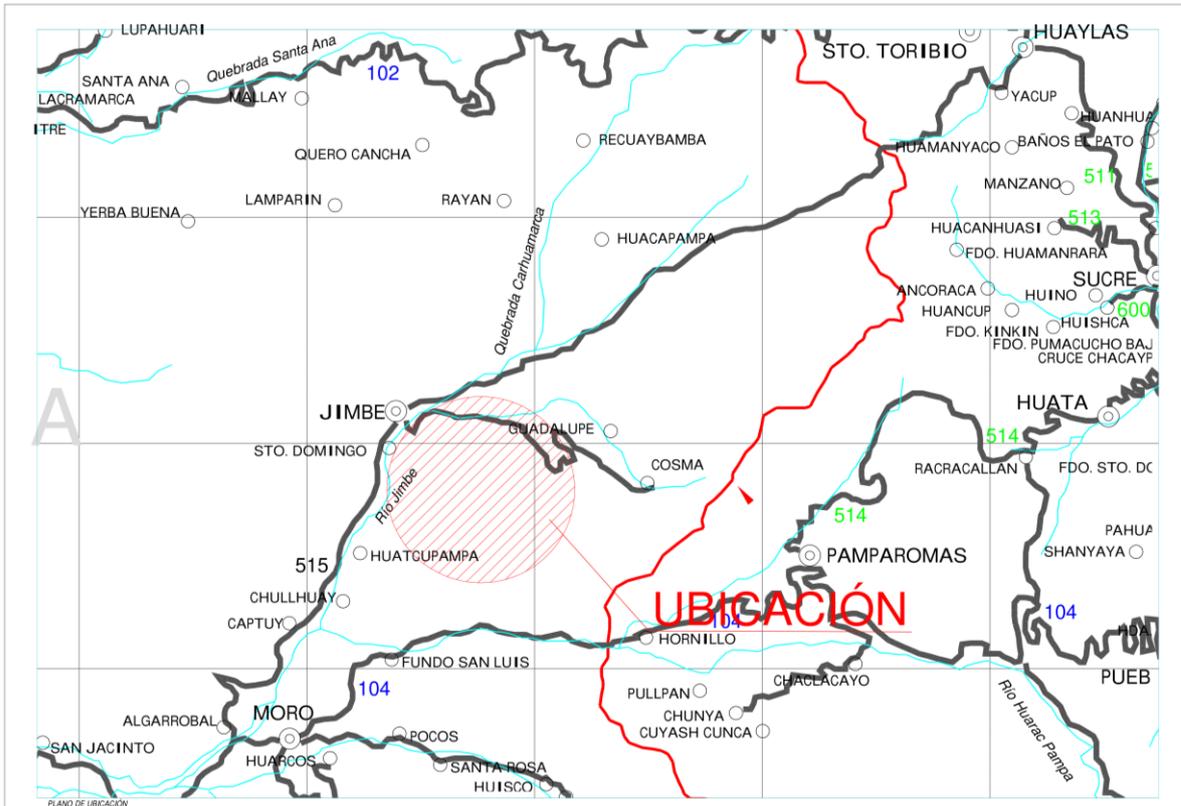




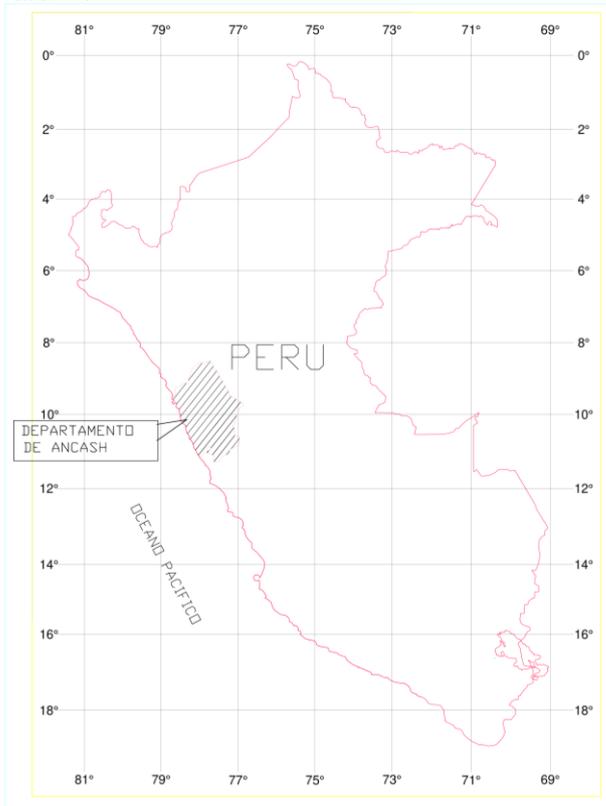
UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**09 PLANO DE
UBICACIÓN**



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:5,000



PLANO DE LOCALIZACION
ESCALA 1:15,000



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
TITULO: "DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA COSMA TRAMO KM 05+213- KM 10+213 EMPLEANDO EL METODO AASHTO-93 CACERES DEL PERU, JIMBRE-2021"			
PLANO UBICACION			
<small>ELABORADO POR:</small> DIONISIO ORPEZALDEGONSKI USA FLORES GARCERAN/ANDRÉS YULIO	<small>UBICACION:</small> Departamento: ANCASH Provincia: SANTA Distrito: CACERES DEL PERU	<small>TIPO:</small> INDICADA	<small>FECHA:</small> NOVIEMBRE - 2021 PU - 01

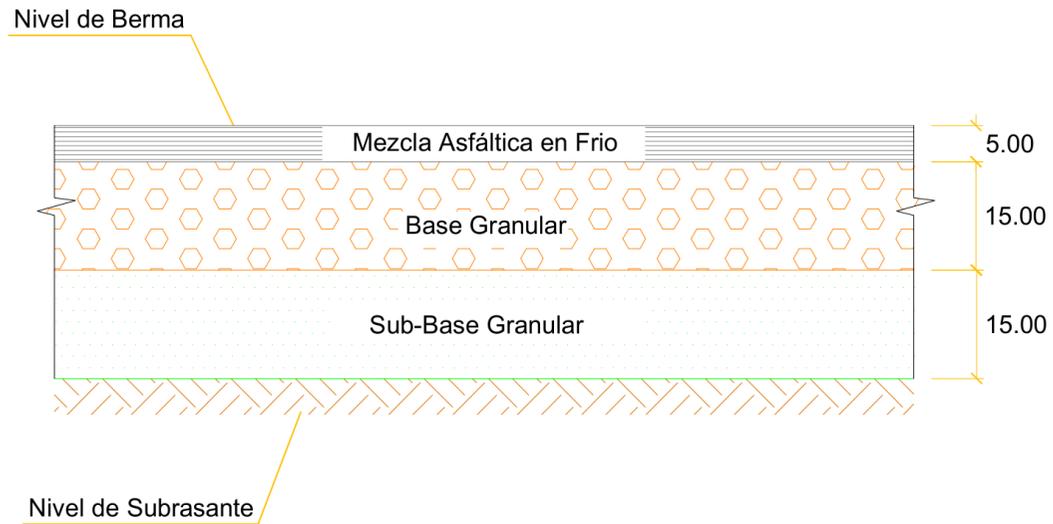


UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**10 PLANO
ESTRUCTURAL DEL
PAVIMENTO**

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CAPA ESTRUCTURAL	CARACTERÍSTICAS
Mezcla Asfáltica en Frio	Mezcla Asfáltica con Emulsión
Base Granular	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS
Sub-Base Granular	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Subrasante	Compactada al 95% de la MDS

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

TESIS: Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú, Jimbe - 2021

PLANO: PLANO DE DETALLE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

TESISTAS: CHUGNAS OROPEZA, GERSON ISAI FLORES GARCIA, WALDIR YULIÑO	Ubicación:		CÁCERES DEL PERÚ
	Depart: ANCASH	Prov: SANTA	Distrito:
Escola: INDICADA	Fecha: NOVIEMBRE - 2021	N° Lamina: PE - 01	



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

**11 AUTORIZACIÓN DE
LOS DATOS DE ANA**

INFORMACIÓN DE TRÁMITE

Datos del documento	
Dni:	74836208
Apellidos y Nombres:	CHUGNAS OROPEZA GERSON ISAI
Dirección:	AA.HH TIERRA PROMETIDA J' LT01
Nro Documento:	SOLICITUD - 1
Asunto:	SOLICITUD PARA LA AUTORIZACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN EL INFORME "EVALUACIÓN DE RECURSOS HIDRICOS EN LAS CUENCAS DE LOS RIOS SANTA, LACRAMARCA Y NEPEA"
Fecha Documento:	8/11/2021
Folios:	1

NOTA:

Estimado administrado, de cumplir con los requisitos de admisibilidad se le comunicará, al correo electrónico consignado por su persona la aceptación de su solicitud. Caso contrario, se indicarán las observaciones detectadas, las mismas que deberán ser subsanadas obligatoriamente en la Mesa de Partes Virtual dentro del plazo máximo de dos (02) días hábiles, computados desde la recepción del correo electrónico institucional. Tener en cuenta que la recepción de su solicitud NO da conformidad al contenido presentado.

De: Luis Alberto Azaña Mesa
Enviado: viernes, 12 de noviembre de 2021 11:29 a. m.
Para: gerson_chugnas98@hotmail.com
Asunto: RV: Información solicitada

Luis Alberto Azaña Mesa ha compartido un archivo de OneDrive para la Empresa con usted. Para verlo, haga clic en el vínculo siguiente.

 [Estudio Hidrológico Río Nepeña\(1\).pdf](#)

Buenos días, de acuerdo a su solicitud de CUT 181808-2021 se está adjuntando la información del Estudio Hidrológico del río Nepeña, por favor confirmar la recepción.

Bach. Luis Alberto Azaña Meza
Técnico de Campo

Administración Local de Agua Santa- Laeramarca-Nepaña
D.: Urb. El Bosque Mz E Lt 26 - Nuevo Chimbote -Santa- Ancash
T.: 043 318842 Cel: 972 627 025





UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

ANEXOS

12 PROPUESTAS

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El ciclo hidrológico del agua abarca a las precipitaciones a su vez esto constituye a los estados líquido y sólido que dependerá en función a conceptos de altitud donde refiere puntualmente a la escorrentía, donde trae por consecuencia daños de forma directa a los trabajos de infraestructura vial, viviendas, sistema de riego y puentes, asimismo se deberá tener la idea que las aguas de las precipitaciones serán conducidas por cunetas o tuberías a zonas de evacuaciones adecuadas.

Por otro lado, la vertiente del Pacífico, la vertiente del Amazonas y la hoya del Titicaca son las tres vertientes que tiene nuestro país de manera que nuestro proyecto de investigación se encuentra en la vertiente del pacífico, cuenca de Nepeña.

Sin embargo, el distrito de Cáceres del Perú cuya capital Jimbe se encuentran ubicada en la cuenca Hidrográfica del río Nepeña, en una zona donde los sistemas de drenaje son de gran importancia pues tienen como fin evacuar las aguas que se encuentran mayormente en la superficie. Para rehabilitar y diseñar, en caso sea necesario, las estructuras de drenaje como lo son las alcantarillas, cunetas, etc., se utilizará la Hidrología y Estadística, esto nos dará un mejor análisis de las precipitaciones y escorrentía de acuerdo con los datos meteorológicos de años anteriores en la estación más cercana que existe en el área de influencia del proyecto.

Es por ello, en nuestro proyecto de investigación titulado “Diseño de pavimento flexible de la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213 empleando el Método AASHTO-93 Cáceres del Perú, Jimbe – 2021” busca diseñar las obras de arte permitiendo una correcta evacuación de las aguas pluviales en la zona de estudio.

En relación a la problemática que presenta el proyecto de investigación se basa que el lugar de estudio presenta una carretera en un estado deficiente trocha carrozable con daños significativos donde trae por consecuencia enfermedades

respiratorias a la población, también pérdida económica debido a que los conductores no deciden pasar por la carretera al ver la condición en que se encuentra permitiendo que los agricultores gasten más de lo indebido.

Por otro lado, el sistema de drenaje cumple un papel importante en este proyecto de investigación permitiendo la durabilidad de la estructura vial evacuando las aguas de las precipitaciones a lugares adecuadas.

1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El lugar del proyecto de investigación se encuentra ubicado en la siguiente distribución:

- País: Perú
- Departamento: Ancash
- Provincia: Santa
- Distrito: Cáceres del Perú

A su vez, la carretera Cosma está situada entre las coordenadas UTM:

Tabla 1. Coordenadas UTM

CARRETERA COSMA	ESTE	NORTE
INICIO	817922	9002983
FINAL	821287.055	9002810.055

Fuente: Municipalidad de Cáceres del Perú

Por otro lado, se describirá la vía de acceso al lugar del proyecto de investigación:

Tabla 2. Vía de acceso

DESCRIPCIÓN	KM	TIEMPO
NUEVO CHIMBOTE- JIMBE	74	90min
JIMBE-CORRTERA COSMA	20	15min

Fuente: Municipalidad de Cáceres del Perú

CAPÍTULO II

2.1. OBJETIVO

- a) Determinar las obras de arte en la carretera Cosma tramo Km 05+213 – Km 10+213.

CAPÍTULO III

3.1. DISEÑO DE CUNETAS

- a) Evaluación de la precipitación

La cuenca del río Nepeña no cuenta con estaciones de precipitación debido que el Perú sufrió el sismo de 1970 no funcionan las estaciones, pero buscando información de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) se logró poder adquirir información pluviométrica de la cuenca de Nepeña, debido que los datos son escasos e insuficiente asimismo toda información sin un instrumento que me permita dar un dato es referencial.

- b) Requisitos para el diseño

En relación a lo descrito anteriormente, para diseñar cunetas se necesita datos de precipitación máxima en 24 horas teniendo un registro de 25 años que permita predecir eventos a futuro según la norma Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, pero el presente proyecto de investigación no cuenta con esos datos debido que fueron solicitados al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) mostrando datos solo desde el año 1956 -1963.

Por otro lado, se solicitó a la Autoridad Nacional de Agua (ANA) la autorización de los datos en el informe de estudio higrológico de Nepeña detallando el caudal de diseño, las precipitaciones por año.

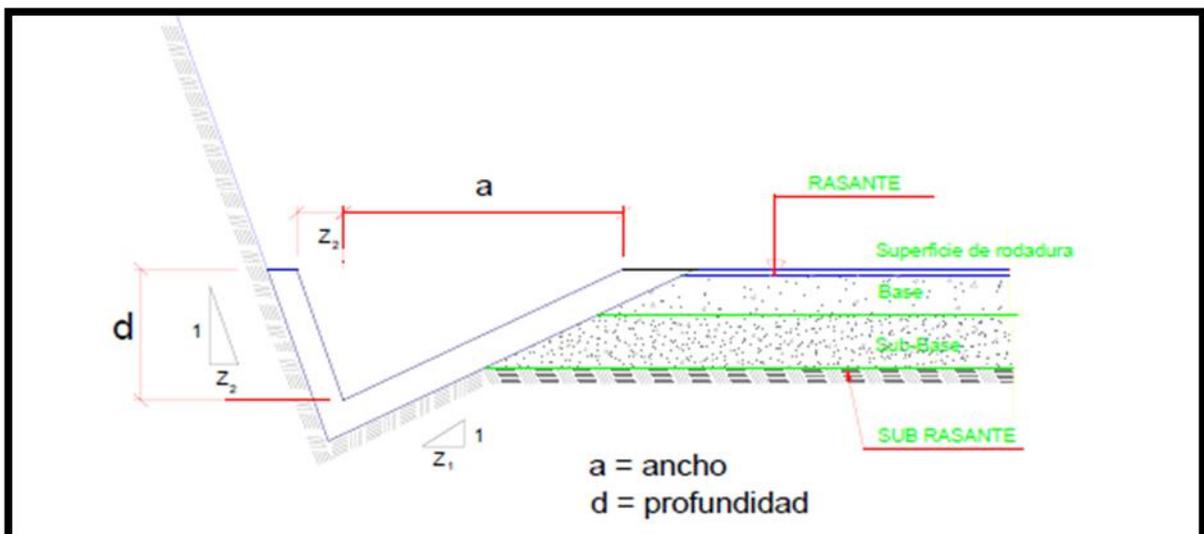
- c) Detalle de la obra de arte

Figura 1. Dimensiones mínimas de cunetas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje

Figura 2. Sección típica de cuneta triangular



Fuente: Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje

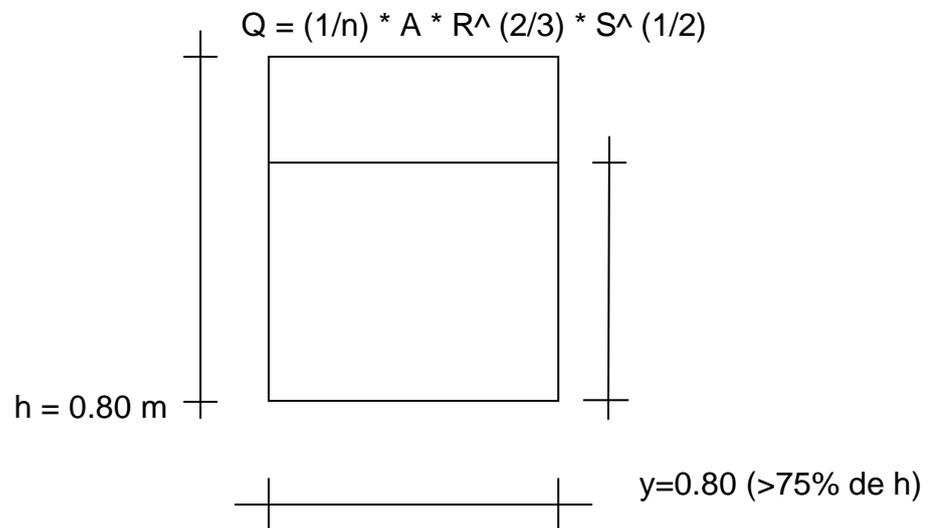
3.2. ALCANTARILLA

1. Espesor mínimo de relleno sobre las alcantarillas

Las alcantarillas son estructuras que están diseñadas para soportar una variedad de cargas vivas (vehículos) y cargas muertas (estructura del pavimento), la alcantarilla debe estar a una profundidad no menor a 1.50 metros, ya que a esta distancia las cargas suman cero.

2. Sustento Hidráulico:

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA ALCANTARILLA (PROPUESTO)



$$b = 0.80 \text{ m}$$

Donde: $n = 0.015$ la superficie es de concreto

$$A' = 0.80 * 0.80 = 1.60 \text{ m}^2$$

$$A = 0.80 * 0.60 = 0.48 \text{ m}^2$$

$$P = 5.00 \text{ m}$$

$$R = 0.22 \text{ m}$$

$$S = 2.5 \% = 0.025 \dots \dots \dots \text{ propuesta}$$

Reemplazando, se tiene: $Q_{\text{capAlc}} = 1.84 \text{ m}^3/\text{s}$

CAPÍTULO IV

4.1. CONCLUSIONES

1. Se pudo concluir que el caudal de diseño para el presente estudio de investigación tomando como referencia la información de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es de 0.770 m³/s.
2. Se ha determinado que las precipitaciones por año en la cuenca de Nepeña oscilan entre 300 y 700 mm/año.
3. Se ha establecido que la cuneta es de sección triangular y las dimensiones típicas son de 0.30 m de profundidad y 0.75m de ancho.
4. Se determino que las obras de arte drenaran el agua que transcurre por la carretera en todo el tramo.
5. Se pudo concluir que de las 12 alcantarillas a crear 01 será rehabilitada por su estado actual de la estructura.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al ministerio de Desarrollo Agrario y Riego en poder instalar estaciones de precipitación en la cuenca de Nepeña lo que permite no tener un comportamiento hidrológico de la cuenca.
2. Se recomienda al ministerio de economía y finanzas en poder invertir en estos dispositivos sofisticados para poder tener estimaciones veraces, a su vez poder diseñar con claridad y tener datos reales.
3. Se recomienda a los estudiantes a poder investigar la línea de investigación de Diseño de obras hidráulicas y saneamiento para tener información más clara y poder unificar conocimientos.
4. Se recomienda a los ingenieros realizar un diseño estructural para cada alcantarilla.