



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**Proporcionalidades del material granular de la cantera Alfa y
Omega empleados como base de pavimentos en La Libertad –
Trujillo.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR(ES):

Calderón Calderón, Víctor Eduard (ORCID: 0000-0001-9763-666X)

Quiñones Cruzado, José David (ORCID: 0000-0002-3173-0546)

ASESOR:

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

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

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO - PERÚ

202

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme, acompañarme siempre y darme la fuerza necesaria para poder culminar con éxito una de mis metas.

A mi madre, por los consejos que me da, el apoyo y confianza en mí durante todo este trayecto universitario.

A mi pequeña hijita, quien es mi fuente de inspiración para cada día superarme, esforzarme y tratar de ser mejor persona y así darle un buen ejemplo día a día.

Calderón Calderón, Víctor Eduard

A Dios, por sus bendiciones siempre, por brindarme salud para poder compartir con mis seres queridos uno de mis objetivos trazados.

A mis padres, por su amor reflejado en sus cuidados y apoyo durante este trayecto, por nunca abandonarme y confiar en mí siempre.

Quiñones Cruzado, José David

AGRADECIMIENTO

A Dios, por el brindarme vida, salud y cada lección aprendida en este camino.

A mis padres, quienes me motivan día a día para ser mejor persona y levantarme con sus ánimos cuando lo necesito.

A nuestro asesor, quien, con su dedicación, fue de gran inspiración y ayuda al desarrollo del presente trabajo.

A mi compañero de trabajo, con quien nos embarcamos en esta aventura de ser grupo y así lograr una meta más en nuestras vidas.

Quiñones Cruzado, José David

Agradezco a Dios por otorgarme la oportunidad de gozar con mi familia el poder avanzar un escalón más en mis sueños.

A mis padres por cada palabra de aliento y por la confianza hacia mí.

A nuestro asesor, quien con mucha paciencia nos acompañó en este camino, compartiendo sus conocimientos y brindando su ayuda ante cualquier situación

Calderón Calderón, Víctor Eduard

RESUMEN

En las distintas obras de pavimentación que se ejecutan en la ciudad de Trujillo, unos de los problemas para los ingenieros civiles es conseguir una cantera adecuada para extraer su material de base, el cual cumpla con las especificaciones de la norma; la investigación tiene como objetivo es evaluar las proporcionalidades del material de cantera Alfa y Omega utilizado como base de pavimentos, empleando las normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en La Libertad – Trujillo 2021, donde el material que se extrae de cantera sólo cumple para subbase, pero realizando una combinación de agregados, se llega a obtener un material apropiado para base, en la investigación se utiliza la metodología no experimental, de tipo descriptiva, donde después de analizar varias proporciones se llega a obtener una proporción óptima con 40% del material tipo D-2 (piedra ¾”) y 60% del material tipo afirmado D-3 (hormigón 01), llegando a la conclusión que al material resultante se le realizaron todos los ensayos exigidos por el Manual de Carreteras en la Sección 403 - Bases Granulares, obteniéndose valores que cumplen con lo solicitado. Por lo que se concluye que este proporcionamiento puede ser utilizado como material base para pavimentos.

Palabras Claves:

Proporcionalidades, Base de pavimentos, Cantera, Hormigón

ABSTRACT

In the different paving works that are executed in the city of Trujillo, one of the problems for civil engineers is to find a suitable quarry to extract the base material, which complies with the specifications of the standard; The objective of the research is to evaluate the proportionalities of the Alfa and Omega quarry material used as pavement base, using the norms of the Ministry of Transportation and Communications in La Libertad - Trujillo 2021, where the material extracted from the quarry is only suitable for subbase, but by making a combination of aggregates, it is possible to obtain an appropriate material for base, in the research the non-experimental methodology is used, After analyzing several proportions, an optimal proportion was obtained with 40% of the D-2 type material ($\frac{3}{4}$ " stone) and 60% of the D-3 type material (concrete 01), reaching the conclusion that the resulting material underwent all the tests required by the Highway Manual in Section 403 - Granular Bases, obtaining values that comply with the requirements. Therefore, it is concluded that this proportioning can be used as a base material for pavements.

Key words:

Proportionalities, Pavement base, Quarry, Concrete.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO..... | ii |
| RESUMEN | iii |
| ABSTRACT | iv |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.2. Bases teóricas | 12 |
| III. METODOLOGIA..... | 19 |
| 3.1 Enfoque, Tipo y diseño de investigación | 19 |
| 3.1.1 Enfoque De Investigación | 19 |
| 3.1.2 Tipo De Investigación | 19 |
| 3.1.3 Diseño De Investigación..... | 20 |
| 3.2 Operacionalización de variables | 21 |
| 3.2.1 Matriz de operacionalización de variables | 22 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo..... | 22 |
| 3.3.1. Población | 22 |
| 3.3.2. Muestra | 22 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 22 |
| 3.4.1. Técnicas de recolección de datos | 22 |
| 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos | 23 |
| 3.4.3. Validación del instrumento de recolección datos..... | 25 |
| 3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos. | 26 |
| 3.5.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 3.5.2. Contenido de Humedad de los agregados gruesos y finos..... | 29 |
| 3.5.3. Limite líquido y plástico | 31 |
| 3.5.4. Cantidad de partículas con una cara fracturada y partículas con dos caras fracturadas del agregado grueso. | 34 |
| 3.5.5. Abrasión los ángulos del agregado grueso..... | 36 |
| 3.5.6. Partículas chatas y alargadas del agregado grueso. | 37 |
| 3.5.7. Sales solubles..... | 38 |
| 3.5.8. Durabilidad al sulfato de magnesio para el agregado grueso y fino..... | 39 |
| 3.5.9. Equivalente de arena..... | 42 |
| 3.5.10. CBR..... | 44 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 47 |
| 3.6.1. Técnicas de análisis de datos | 47 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 47 |
| 3.8 Desarrollo de tesis..... | 48 |
| 3.8.1. Análisis de materiales de cantera Alfa y Omega que será utilizado como base de pavimento. | 48 |
| 3.8.2. Procesamiento en laboratorio. | 48 |
| 3.8.3. Trabajo de gabinete. | 49 |
| IV. RESULTADOS..... | 50 |
| 4.1. Clasificación de los materiales de Cantera Alfa y Omega. | 50 |
| 4.2. Determinación de las propiedades mecánicas y químicas. | 50 |
| 4.3. Combinación de Agregados..... | 51 |
| 4.4. Determinación del CBR óptimo por combinaciones..... | 53 |
| 4.5. Propuesta de Material Óptimo | 54 |
| V. DISCUSIÓN | 55 |
| VI. CONCLUSIONES | 60 |

| | |
|-----------------------|----|
| RECOMENDACIONES | 62 |
| REFERENCIAS..... | 63 |
| ANEXOS | 73 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Requerimientos Granulométricos para Sub base Granular. | 14 |
| Tabla 2. Requerimientos de Ensayos Especiales para sub bases granulares. ... | 14 |
| Tabla 3. Requerimientos Granulométricos para base Granular. | 15 |
| Tabla 4. Valor Relativo de aporte. | 15 |
| Tabla 5. Requerimientos Agregado grueso..... | 15 |
| Tabla 6. Requerimientos Agregado fino | 16 |
| Tabla 7. Identificación de las variables..... | 21 |
| Tabla 8. Instrumentos y Validaciones..... | 24 |
| Tabla 9. Requisitos mínimos en los pesos de las masas..... | 30 |
| Tabla 10. Cantidades de muestra a ensayar..... | 35 |
| Tabla 11. Durabilidad al sulfato de magnesio para el agregado fino..... | 41 |
| Tabla 12. Durabilidad al sulfato de magnesio para el agregado grueso..... | 41 |
| Tabla 13. Penetraciones | 46 |
| Tabla 14. Resumen de clasificación de agregados..... | 50 |
| Tabla 15. Resumen de ensayos mecánicos..... | 51 |
| Tabla 16. Resumen de ensayos mecánicos..... | 51 |
| Tabla 17. Combinación de agregados en porcentajes..... | 52 |
| Tabla 18. Datos de Proctor y CBR..... | 53 |
| Tabla 19. Comparación con Manual MTC..... | 54 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Estructura típica de un pavimento rígido. | 18 |
| Figura 2. Estructura típica de un pavimento flexible. | 18 |
| Figura 3. Modelo investigación no experimental – transversal. | 20 |
| Figura 4. Procedimientos. | 28 |
| Figura 5. Esquema de una Partícula Fracturada con una Cara de fractura. | 34 |
| Figura 6. Calibrador proporcional | 37 |
| Figura 7. Mejoramiento de las proporcionalidades con cada gradación | 47 |
| Figura 8. Curva Granulométrica combinación 55% D-2 + 45% D-3. | 52 |
| Figura 9. Curva Granulométrica combinación 40% D-2 + 60% D-3. | 53 |

INDICE DE ECUACIONES

| | |
|--|----|
| Ecuación 1. Contenido de Humedad (%): | 31 |
| Ecuación 2. limite liquido | 32 |
| Ecuación 3. Limite plástico | 33 |
| Ecuación 4. Porcentaje de conteo de partículas con el número especificado de caras fracturadas con aproximación al 1%: | 35 |
| Ecuación 5. Degaste (%) | 36 |
| Ecuación 6. Partículas chatas y alargadas | 38 |
| Ecuación 7. sales solubles | 39 |
| Ecuación 8. Perdida total % | 41 |
| Ecuación 9. Perdida corregida % | 41 |
| Ecuación 10. Perdida total % | 42 |
| Ecuación 11. Pérdida corregida % | 42 |
| Ecuación 12. % de Equivalente de arena | 43 |
| Ecuación 13. % agua a añadir | 46 |
| Ecuación 14. Expansión | 46 |

I. INTRODUCCIÓN

El material de base tiene principalmente una utilización en la realización de obras viales, visto que las características que la gran capacidad de resistencia a cargas y esfuerzos del tránsito, no obstante, actualmente en el campo del transporte se ve un déficit en obras de pavimentación puntualizando en el bajo CBR de dichos materiales granulares empleados por la mala proporcionalidades, dado que ocasionan fallas en la estructura de la base y sub base, en la actualidad en el mundo se puede evidenciar que el material afirmado no cumple con el CBR requerido por la norma MTC E-132 por la baja calidad de los materiales de canteras que existe y a su vez la mala proporcionalidad de los materiales.

En la ciudad de Colombia realizaron unos diferentes ensayos al material granular de origen de la cantera que se encuentra en el río de oro para conocer sus propiedades y características del material que se emplea en pavimentos dando como un bajo CBR y propiedades no cumpliendo con las normas estandarizadas, produciendo así una mala base ya que el material granular tiene una baja resistencia al desgaste bajo cargas abrasivas, donde buscan el mejoramiento de las proporcionalidades para obtener un CBR deseado por los parámetros de la norma (Acosta y Macias, 2006).

En Ecuador – Quito en la comuna de “San Vicente de Cucupuro”, de la Parroquia tiene un déficit en sus vías donde han utilizado material granular y afirmado de las minas de Pintag y Pifo donde la vía tiene un bajo porcentaje de CBR donde Rodríguez recomienda que la compactación del afirmado sea al menos 100%, teniendo un mejoramiento de las proporcionalidades en la mezcla de materiales con la finalidad de que al ser empleado en pavimentación obtenga una mejora y que sus características estén bajo el régimen de las normas la consideración de la vida útil de 25 años para así la comuna Vicente de Cucupuro tenga un óptima carreteras y vías. (Rodríguez, 2015).

En Cuba donde el mayor problema es la carencia de material granular y afirmado han hecho un estudio y análisis a dichos materiales con el fin de obtener un mejoramiento de las proporcionalidades para así poder alcanzar los parámetros requeridos de capacidad soportante que satisfacen su uso como subrasante de pavimentos de acuerdo a las normas de España, Cuba e incluso la AASHTO, es por esto que la mayoría de los materiales granulares y afirmados no cumplen dichos parámetros y por eso recurren a la buena proporcionalidad de agregado con afirmado y a su vez a un aditivo químico llamado Rocamix liquido donde así pueden obtener un CBR óptimo. (Junco del pino, 2011).

En Perú, hoy en día se puede ver el déficit en la carreteras y vías, esto debido al mal manejo y calidad de materiales empleados en la elaboración de la sub base y bases procedentes de canteras clandestinas y canteras que no cuentan con cumplen parámetros establecidos por el MTC, donde los ingenieros recurren a técnicas como mezclar afirmado con aditivos para alcanzar al CBR deseado, a su vez a los mejoramientos de las proporcionalidades del material granular.

En La Libertad, la ciudad de Trujillo no es ajena al mal manejo de proporcionalidades de material granular, material granular que incumplen los parámetros dados por el MTC ya que se ve reflejado en el bajo CBR en el tramo del molino, hasta Singarran, y san Martín en el Kilómetro 6 + 400, en Cascas, provincia de gran Chimú en la región La Libertad”, por lo que se hizo un mejoramiento de las proporcionalidades del material granular para poder obtener CBR de diseño de 7.43 al 95%. (Ruiz, 2018).

La variable mejoramiento de las proporcionalidades se rige al diseño de material granular basado principalmente por las normas MTC E110, MTC E-111, MTC E-114, MTC E-207, MTC E-209, MTC E-221, MTC E-132, MTC E-219, ASTM D-1557, MTC E-115, donde nos muestran principalmente los requerimientos mínimos y máximos.

(Acosta y Macías, 2006). Encontró que los materiales que se encuentra en la cantera del Río de oro poseen propiedades que están dentro de los parámetros establecidos por el INVIAS, pero la resistencia al desgaste cuando se aplican

cargas abrasivas no es la adecuada para un material empleado en la capa del pavimento debido que a la baja resistencia de este material granular ocasionaría daños en las carreteras y un nivel de costo y beneficio no conviene ya que a la larga el costo de mantenimiento sería muy elevado, donde concluyen que no se puede utilizar como base de pavimentación debido a su baja resistencia al desgaste.

(Velásquez, 2018). Encontró en su estudio que los materiales empleados en el Tramo de Santa Rosa con San Idelfonso, hasta Buenos Aires, Nuevo Horizonte Y con la localidad de Pueblo Nuevo, en la ciudad de Chepén, en La Libertad, fueron optimo ya que en los estudios de suelos están en el rango de las normas estipuladas por el MTC y a la vez las proporciones para la base de la pavimentación ya que el CBR es de 3.59% está en lo permitido.

(Vargas, 2017). En su investigación del estudio de material granular de las 2 canteras Chota y Bazán, donde analizaron las propiedades mecánicas y físicas en las que se hicieron estudios de contenido de humedad, límites de Atterberg, abrasión, granulometría, compactación y CBR, realizando proporciones de **75%/25%**, **50%/50%** donde concluyeron que el CBR de ambas canteras no eran óptimas para la base de pavimentación, pero al combinar ambos agregados de las canteras obtuvieron un CBR con las proporciones de **75% / 25%**, obtuvo mejor capacidad de soporte CBR y cumpliendo con el manual de carreteras 2013.

Es claro que en la actualmente en el Perú hay materiales de canteras que no cumplen con el CBR establecido por el manual de carreteras 2013 por lo que ayudan a los males estructurales de las carreteras ya sea agrietamientos, desgaste, donde se tiene que mejorar en proporciones y en mezclas entre canteras para dar solución al bajo CBR para así obtener carreteras con mayor durabilidad.

En la localidad de Trujillo, La Libertad, la empresa CANTERA EL MILAGRO con RUC (20440190601). El material es de depósitos aluviales, mezcla de gravas de forma sub-redondeadas, posee cantos rodados de tamaño límite de 8.0" y un porcentaje promedio de bloques superiores a 20.0" de 2%, donde para la base tiene un tratamiento de Trituración Secundaria, Zarandeo y Mezclado, donde por uso tiene un rendimiento de 90%, donde el CBR por norma MTC 80% min. Donde su

material granular para base es de 101.50% es decir está en cumpliendo con la norma MTC.

En La Libertad, ciudad de Trujillo, la compañía CANTERA BAUNER S.A. con RUC (20211493225), Posee un material compuesto por diferentes elementos, principalmente pétreos de distintos tamaños que resultan de la fragmentación tanto natural como artificial de la roca., donde por uso tiene un rendimiento de 90%, donde el CBR por norma MTC 80% min. Donde su material granular para base es de 102.40% es decir está en cumpliendo con la norma MTC.

En la ciudad de Trujillo el deterioro y descuido de los pavimentos de las principales calles es más evidente, a través de los años se puede visualizar la desaparición del pavimento de las pistas, la av. América presenta desgaste y perforaciones en el asfalto a su vez la av. Húsares de Junín y av. Fátima presentan similares fallas en el asfalto, donde a raíz de estas fallas ocasionan accidentes automovilísticos y fallas económicas en los bienes de los conductores. (Correo, 2013).

En la ciudad de Trujillo, en la pavimentación de la av. Juan Pablo ocurrió un problema donde el asfalto del pavimento se abrió de forma ovalada produciendo el hundimiento de un automóvil (Perú 21, 2016), donde analizando esta falla sería por una serie de problemas que comprenden desde la composición de los materiales granulares donde se observa que el material no cumplía con el CBR requerido para la base de dicha carretera produciendo dicha falla.

Debido al incremento de canteras informales en la ciudad de Trujillo donde los materiales que extraen no satisfacen los parámetros mínimos requeridos por el MTC, la falta de conocimiento por parte de los proveedores que brindan la distribución de dichos materiales en obras civiles y enfocándose en obras viales como carreteras donde al ejecutarlas con materiales granulométricos sus características físicas y mecánicas no cumple con el MTC, tienen como consecuencias la visualización de fallas como el desgaste en el pavimento, agrietamiento, hundimiento del asfalto donde no contribuyen al crecimiento socioeconómico de la ciudad.

(Huamán, 2017), En el Perú la explotación de las canteras están orientadas a destinar la mejor distancia, calidad y volumen de la diversidad de materiales

fundamentales para la construcciones de obras civiles, no obstante en la actualidad hay demasiadas canteras informales e ilegales que proveen material que no garantiza la calidad para diversos tipos de obras, debido al alza de la población en la ciudad de Trujillo, es fundamental ejecutar obras viales debido que son obras de comunicación de desarrollo y progreso de una sociedad.

Es por esto que el actual trabajo de investigación comprende en la elaboración de un estudio de las propiedades tanto mecánicas como físicas del material granular de la cantera Alfa y Omega empleado en la base del pavimento para ver si satisfacen con los parámetros establecidos por el MTC, no obstante, para obtener un CBR aplicaremos nuevas proporcionalidades de material granular, por lo que si no realizamos dicha investigación a la cantera Alfa y Omega, podría proveer materiales que no cumplan con los parámetros del MTC ocasionando obras viales con una baja calidad de vida, Mantenimiento de pavimentos prematuros, patologías prematuras, dificultad del flujo económico.

Problema:

¿Cuál es la proporcionalidad adecuada del material de la cantera Alfa y Omega para obtener un CBR de 80% empleado como base de pavimentos, en la Libertad – Trujillo 2021?

Justificación de la investigación:

La podemos sustentar ya que la presente investigación realizará el estudio a las propiedades del material granular que posee la cantera Alfa y Omega de uso para base de pavimentación donde mejoraremos las proporciones de porcentajes de agregados de uso para base de pavimentación de acuerdo las normas plasmadas por el MTC, además identificaremos el déficit de los materiales granulares empleados para el uso de base de pavimentación, y mejoraremos las proporcionalidades del material granular con los parámetros establecidas por el MTC con la finalidad de reducir fallas en la estructura de la base de pavimentos.

Este proyecto de investigación beneficiará a los automovilistas del departamento La Libertad, ciudad de Trujillo ya que reduciremos las patologías que presenta la base de pavimentos aumentando la calidad y la vida útil así, beneficiando también, al MTC, gobiernos locales, evitando pérdidas económicas y ahorrando en

mantenimiento en prematuro, finalmente nuestra investigación servirá como referente para futuras investigaciones.

Justificación Teórica:

Debido a que usaremos técnicas de ensayos bajo el régimen del MTC por sus normas referentes a la evaluación del material granular, dichas normas son: análisis granulométrico tanto de agregados finos como de gruesos (ASTM C136), partículas con una y dos cara fracturada (MTC E – 210), abrasión de los ángeles (MTC E – 207), partículas tanto chatas como alargadas (ASTM D 4791), sales solubles y durabilidad al sulfato de magnesio (MTC E– 219, MTC E– 209), límite líquido y plástico (MTC E – 111), equivalente de arena (MTC E – 114), valor relativo de soporte CBR (MTC E – 132), donde establecen parámetros mínimos para la elaboración de la base de pavimentación y a la vez permitirá conocimientos nuevos en las proporciones de materiales granulares para base de pavimentación.

Justificación práctica:

Porque propone y busca la solución del problema a un nivel nacional mejorando la proporcionalidad de material granular de la cantera Alfa y Omega para uso como base de pavimentación donde obtendremos bajo la gradación correcta para el CBR deseado.

Justificación metodológica:

se justifica dado a que utilizaremos el método de la estadística descriptiva y a su vez mejoraremos los instrumentos para recolectar datos de nuestros antecedentes estipulados en nuestra investigación, debido a que carecen de poca información que nos aportaría en la recolección de datos que nos brindan el laboratorio que analizará nuestra variable teniendo así una relación con el objeto de estudio.

Objetivo general:

Evaluar las proporcionalidades del material de cantera Alfa y Omega utilizado como base de pavimentos, empleando las normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en La Libertad – Trujillo 2021.

Objetivos Específicos:

OE1: Clasificar los materiales extraídos de la Cantera Alfa y Omega.

OE2: Determinar las características mecánicas y químicas de los materiales de la Cantera Alfa y Omega, según ensayos del manual del MTC.

OE3: Realizar combinaciones de los agregados para obtener una gradación que cumpla para un material Base.

OE4: Determinar un CBR óptimo para material Base de acuerdo a la combinación de agregados de la Cantera Alfa y Omega, que cumpla con lo establecido por el MTC.

OE5: Proponer un material que cumpla con las características establecidas por el MTC.

Hipótesis General:

Las proporcionalidades de los materiales granulares de cantera Alfa y Omega de las gradaciones propuestas cumplen con el mínimo del CBR del 80 % para ser empleadas en base de pavimentos en el departamento de La Libertad, en la ciudad de Trujillo – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Según Huamán (2017), indica en su investigación “Evaluación de las características de los materiales de canteras empleados como base y subbase de pavimentos, en la ciudad de Barranca – 2016”, utilizando las medidas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (p.6). Su metodología es cuantitativa, donde la obtención de los datos será en el campo, una investigación de tipo aplicada con un diseño no experimental (pág. 28). De acuerdo a la base de datos mejoraron la calidad del material granular con proporciones adecuadas de la muestra 01 con el 50% material de cantera Upaca más el 50% de la Cantera Julquillas, consiguiendo un CBR de 96,40%, la muestra 02 con material de cantera Upaca (50%) + Cantera

Rio seco (50%), obteniendo un CBR de 95.80%, donde concluyeron que las 2 muestras satisfacen el mínimo requerido por la norma EG – 2013 que es el 80% de CBR , donde el material vendría a ser utilizado como base de carreteras tanto de segunda como de tercera clase con un tránsito de poco volumen.(pág.66).

La siguiente investigación nos ayuda a tener un adecuado manejo de materiales granulares empleados en la base y a su vez nos brindan una proporción de 17% de agregado grueso por cada metro cubico de afirmado para así poder dar solución al bajo CBR para así cumplir con el mínimo requerido por norma.

Para Acosta y Macías (2006), en su trabajo “Determinación de las características mecánicas y físicas del material de la cantera Río de Oro” (pág.24). Con una metodología simple con el fin de poder plasmar si el material de cantera es apto para la utilización de carreteras y pavimentos, donde dicho material es sometido a una serie de ensayos para ver si cumplen con las especificaciones propuestas por el INVIAS, donde plantean utilizar solo material granular superiores al tamaño del tamiz $\frac{1}{4}$ ” , 6.35mm, donde concluyeron que este material granular de base para pavimentos flexibles se acerca al mínimo requerido donde se considera como aceptable requerido por la norma de INVIAS E- 148. (pág.41).

Donde la investigación tiene un gran aporte para el proyecto de investigación, debido que nos muestra un listado de ensayos que debemos emplear para saber las propiedades tanto mecánicas como físicas del material de muestra de estudio para así ver si cumple con las normas del MTC, así mismo da una óptima proporcionalidad para que cumpla en caso no satisfaga los parámetros.

Cahuina (2016), en su investigación “Evaluación del valor de la resistencia mecánica CBR de las canteras Anahuarque y Pata-Pata de la ciudad de Cusco con la adición de filamentos de tereftalato de polietileno (pet) para mejoramiento de subbase”, donde el objetivo principal es la demostración y el comportamiento aceptable que puede poseer el tereftalato de polietileno (PET), empleándolo como aditivo estabilizante y dar mejora a suelos con demandas de carga dadas en la parte estructural del pavimento es decir la Sub-base, que es la carpeta en que se dieron los diversos estudios elaborados a las muestras de las canteras de Anahuarque, Saylla y Patapata en San Jerónimo, Cusco. Donde tiene una

metodología simple para la determinación del comportamiento del aditivo PET, donde el ensayo de suelos que se centra el CBR, donde en correlación a los 6 kg que puede contener el molde de la muestra; ejemplo 0,25% es igual a 15 g, para plantear el valor inmejorable de las muestras con un (0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 y 0.50 %) de PET, donde concluyeron que el mejor porcentaje fue el de 0.35%. (pág.7).

Donde la investigación tiene un gran aporte para el proyecto de investigación, ya que nos servirá de guía para la selección del material de tamaño de la malla N°4 para el ensayo de CBR verificando las normas planteadas por el MTC.

Para Salazar (2019), en su trabajo de investigación: "Influencia de la adición del polímero megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6%, en el CBR del material de cantera para afirmados" considera que es importante determinar la participación de tres porcentajes los cuales son 2, 4 y 6% del polímero Megasoil en el CBR del material para afirmados. (pág.16). Con una metodología de tipo de investigación experimental, Donde analizaron el material granular de la cantera Banzan ubicado en la ciudad de Cajamarca , donde al hacer el ensayo de Proctor modificado y del CBR donde muestra que la muestra patrón es decir muestra sin adicionar polímero megasoil posee un CBR optimo dando como resultado de 106.00 cumpliendo así con el mínimo requerido por la norma del MTC que es de 80% no obstante el CBR con el 6% de adición del aditivo polímero megasoil tuvo un CBR de 148.00 donde también es óptimo, donde se concluye que el material de la cantera Banzan de Cajamarca tiene una calidad buena de material de afirmado para base de pavimentación. (pág.60).

El presente proyecto de investigación tiene un gran aporte para el proyecto de investigación, debido a que tenemos una guía experimental de procesos mecánicos en la elaboración de recolección de datos para así llevar la muestra al laboratorio para someterla a los estudios respectivos para poder calcular el CBR.

Alvarez (2017), en el siguiente proyecto: "Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado", determina la influencia de la combinación de material de río y cerro en la capacidad de aguante de un afirmado (pág.10). Con una metodología simple para determinar la influencia

en combinaciones de los materiales de las canteras para que el CBR aumente donde la recolección de datos será mediante fichas obtenidas de los resultados de laboratorio, Usaron agregado de la cantera Chonta y de la cantera Banzan con 3 porcentajes de proporciones los cuales fueron 75%/25%, 50%/50%, 25%/75% , donde a someterse a ensayos dentro del laboratorio la cantera Chonta obtuvo que el CBR es de 15% y de la cantera Banzan de 22% pero con la proporcionalidad de 75% de agregado de la cantera Chonta y 25 % de agregado de la cantera Banzan obtuvieron un CBR de 110% , donde con los datos conseguidos concluyeron que ni una de la 2 canteras satisface el mínimo requerido para el diseño de afirmado con respecto al manual de carreteras 2013, mientras la combinación de 75%25% cumplió con el mínimo requerido por el MTC. (pág. 111)

Tiene un gran aporte al proyecto de investigación, debido que tenemos una modelo experimental del tamaño del material granular a ensayar para mezclar con proporcionalidad del mismo tamaño de piedra y a su vez un listado de ensayos como guía para poder emplear dichos ensayos a nuestra muestra de estudio del material granular de la cantera Alfa y Omega.

Según Sánchez, Hermenejildo, Guzhñay y Proaño, (2015), en su investigación: “Caracterización de los áridos del río dos mangas y cantera del cerro el tablazo de la provincia de Santa Elena para utilizarlo como material de construcción” analiza los materiales obtenidos en el río Dos Mangas y la cantera ubicada en el Cerro el Tablazo, empleando la obtención de una muestra de las mismos (pág. 2). Donde La descripción MOP - 001F - 2002 indica que sea para sub-base, como también para rellenos de los posteriores ensayos. Donde el ensayo del CBR del material de la cantera Rio Dos mangas donde el CBR fue de 245 y de la cantera Cerro del Tablazo un CBR de 48% donde el MOP nos indica que el CBR debe ser mayor a 30%, donde concluyeron que mediante los estudios y ensayos físicos elaborados se consiguió que los agregados poseen una buena calidad para utilizar en obras, a la vez para obtener una granulometría deseada combinando con un material diferente (proporción de agregado grueso). (pág. 8).

Donde este artículo posee un gran aporte para el proyecto de investigación, porque nos da una serie de métodos de extracción de material granular y a su vez no brinda

información valiosa en el método del CBR dando así para nuestra investigación un mejor alcance de lo que debemos realizar.

Para Chen y Rivera (2020), en su trabajo “Evaluación del índice CBR de suelos granulares en ladera de cerro y lecho de río para capa base de pavimentos flexibles”, Evaluar el índice CBR de los suelos granulares en la falda del cerro y orilla de río para base en pavimentos flexibles (pág.15). Donde evaluaron 5 diseños de proporcionalidades como 100% del material de la cantera Ladera del cerro , 100% de la cantera Lecho del Rio , 60%40% , 70%30% y 80%20% , el material de la mezcla es de tamaño de 3/4” , concluyendo que ni necesidad de mezclar material de ambas canteras tienen un buen CBR como la cantera ladero de cerro que su CBR es de 145.43% y la cantera lecho de río con un CBR de 171.05% , cumpliendo así con ser materiales granulares buenos para composición de carpetas para base en vías con poco tránsito o vías que sean de primera clase con un tráfico en los ejes equivalentes menor igual a 106concluyendo así que Los porcentajes índice CBR obtenidos satisfacen la demanda de suelos granulares buenos para carreteras tanto de segunda como de tercera clase, tránsito de poco volumen, o con un tráfico en ejes equivalentes. (pág.74).

Tiene un gran aporte para el proyecto de investigación, lo cual nos ayuda a diferenciar que por tener un gran porcentaje de CBR sea óptimo para la base de una pavimentación ya que se él % de CBR de 171.05% declara como suelo no apto por tender a desmoronarse a causa del escaso % de las caras fracturadas que se presenta en el agregado grueso.

Vásquez (2019), en su investigación “Evaluación de la mezcla de agregados de las canteras el guitarrero y piedra chancada del río chonta para bases y sub bases de pavimentos en la ciudad de Cajamarca”, considera que, evaluar la combinación de materiales de la cantera “El Guitarrero” y la piedra triturada obtenida del río Chonta empleados para base y sub-base de asfaltos en la localidad de Cajamarca. (pág.14.). Se desarrolló una metodología de una investigación Aplicada, práctica. Donde sometieron una proporción de 80% de agregado de la cantera y un 20% de piedra triturada, así como también un 70% de agregado de la cantera y 30% de piedra triturada, y por último un 60% de material de cantera y 40% de piedra

triturada, donde concluyeron el mejor CBR fue de la proporción 60% 40% cumpliendo con la norma EG – 2013 (MTC) para base de pavimentos. (pág. 76).

Donde esta tesis tiene un gran aporte para el proyecto de investigación, debido que nos muestras los parámetros mínimos requeridos mínimos por la norma EG – 2013 (MTC) y a su vez nos dan una pauta sobre el tamaño de debemos tener nuestro material granular a ensayar con fines de pavimentaciones.

Según Aguilar (2018), en su proyecto, “Mejoramiento de las características físicas y mecánicas del suelo de la cantera Taparachi mezclados con agregados procesados para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca”, establecer la influencia que tienen los agregados ya procesados en el CBR de la superficie de la cantera “Taparachi” y discrepar según los valores planteados por el EG-2013 para etapa granulares de asfaltos en la ciudad de Juliaca. (pág.18). Su metodología es experimental con sentido cuantitativo con un nivel predictiva, donde utilizaron la cantera Taparachi y cantera Cabanillas haciendo una mezcla de 75-25%, 50-50% y 25-75%, dando como conclusión donde cumplieron con los mínimos requeridos para la base para las pavimentaciones futuras. (pág. 128).

Donde esta investigación tiene un gran aporte para el proyecto de investigación, debido que nos muestra una serie de ensayos de forma lineal para así llegar al ensayo del CBR con éxito y para mejorar los agregados que utilizaremos para base de pavimentaciones nos da un listado de tamaño requerido opcional para poder llegar al porcentaje CBR deseado.

2.2. Bases teóricas

PROPORCIONALIDAD

La proporción se refiere a una armoniosa y justa relación de una parte con otra o con el todo. Esta relación no solamente es de magnitud, sino también de cantidad o grado. (Medina, 2011).

MEJORAMIENTO DE LAS PROPORCIONALIDADES

Se da con las definiciones detalladas de granulometría, estudio de suelos y la manera de determinarla a través de números para mejorar las gradaciones. (Vásquez, 2019).

CANTERA

Es el lugar donde se extrae la materia granular o agregados para diferente uso de obras civiles. (MTC-2013).

PAVIMENTO

Se puede definir como un grupo de fases de materiales comprendidas entre la subrasante y la superficie rasante. (Acosta y Macias, 2006).

ELEMENTOS DE UN PAVIMENTO

SUBRASANTE

Es la capa donde soporta las cargas de la base con la finalidad de distribuir debidamente las capas del pavimento. (Rocas y Minerales, 2016).

SUB-BASE

Es la capa con la función principal de soportar y transmitir uniformemente las fuerzas aplicadas en el área de rodadura, donde va colocada en la subrasante y la capa de base. (Rocas y Minerales, 2016).

OFICIOS DE LA SUBBASE

DISMINUCIÓN DE LAS IMPERFECCIONES

Tiene como funcionalidad el absorber cambios de temperatura extremas con lo que impide deformaciones en la capa de rodamiento.

RESISTENCIA

Tiene una gran resistencia al aguantar cargas ejercidas por medios de transporte a mediante capas superiores que es transmitida al nivel de la subrasante.

REQUERIMIENTOS PARA SUBBASE

Tabla 1. Requerimientos Granulométricos para Sub-base Granular.

| Tamiz | Porcentaje que pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (Nº 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (Nº 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | 25 – 50 | 40 – 70 |
| 4.25 um (Nº 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (Nº 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 – 15 | 8 – 15 |

Fuente: Sección 402, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

Tabla 2. Requerimientos de Ensayos Especiales para sub bases granulares.

| Ensayo | Norma | | | Requerimiento | |
|-----------------------|-----------|--------|--------|---------------|-------------|
| | MTC | ASTM | AASHTO | < 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Abrasión | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 50 % máx | 50 % máx |
| CBR (1) | MTC E 132 | D 1883 | T 193 | 40 % mín | 40 % mín |
| Límite Líquido | MTC E 110 | D 4318 | T 89 | 25% máx | 25% máx |
| Índice de Plasticidad | MTC E 111 | D 4318 | T 90 | 6% máx | 4% máx |
| Equivalente de Arena | MTC E 114 | D 2419 | T 176 | 25% mín | 35% mín |
| Sales Solubles | MTC E 219 | -- | -- | 1% máx. | 1% máx. |

Fuente: Sección 402, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

BASE

Es el elemento más importante del pavimento encargado transmitir las fuerzas generadas por vehículos a la sub- base. (Rocas y Minerales, 2016).

REQUERIMIENTOS PARA BASE

De acuerdo al Manual Centro americano para Diseño de Pavimentos (2002), Tiene que componerse por una buena calidad de piedra y combinada con material de relleno.

Tabla 3. Requerimientos Granulométricos para base Granular.

| Tamiz | Porcentaje que pasa en Peso | | | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Gradación A | Gradación B | Gradación C | Gradación D |
| 50 mm (2") | 100 | 100 | --- | --- |
| 25 mm (1") | --- | 75 – 95 | 100 | 100 |
| 9.5 mm (3/8") | 30 – 65 | 40 – 75 | 50 – 85 | 60 – 100 |
| 4.75 mm (Nº 4) | 25 – 55 | 30 – 60 | 35 – 65 | 50 – 85 |
| 2.0 mm (Nº 10) | 15 – 40 | 20 – 45 | 25 – 50 | 40 – 70 |
| 4.25 um (Nº 40) | 8 – 20 | 15 – 30 | 15 – 30 | 25 – 45 |
| 75 um (Nº 200) | 2 – 8 | 5 – 15 | 5 – 15 | 8 – 15 |

Fuente: Sección 402, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

El material granular empleado en la base debe satisfacer los requerimientos mínimos de la tabla 3,4, 5 y 6.

Tabla 4. Valor Relativo de Soporte.

| | | |
|------------------------------------|--|----------|
| Valor Relativo de Soporte, CBR (1) | Tráficos en ejes equivalentes (<math> < 10^6 </math>) | Min.80% |
| | Tráficos en ejes equivalentes (>math> \geq 10^6 </math>) | Min.100% |

Fuente: Sección 402, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

Referido al 100% de la MDS y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).

Tabla 5. Requerimientos Agregado grueso.

| Ensayo | Norma | | | Requerimiento | |
|-------------------------------------|-----------|--------|--------|---------------|-------------|
| | MTC | ASTM | AASHTO | < 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 80 % mín. | 80 % mín. |
| Partículas con dos caras fracturada | MTC E 210 | D 5821 | | 40 % mín. | 50 % mín. |
| Abrasión Los Angeles | MTC E 207 | C 131 | T 96 | 40% máx. | 40% máx. |
| Partículas chatas y alargadas (1) | | D 4791 | | 15% máx. | 15% máx. |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | D 1888 | | 0.5% max. | 0.5% max. |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 219 | C 88 | T 104 | | |

Fuente: Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

Tabla 6. Requerimientos Agregado fino.

| Ensayos | Norma | Requerimientos | |
|------------------------------------|-----------|----------------|-------------|
| | | Altitud | |
| | | < 3000 msnm | ≥ 3000 msnm |
| Índice plástico | MTC E 111 | 4% max. | 2% min. |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 35% min. | 45% min. |
| Sales solubles | MTC E 219 | 0.5% max. | 0.5% max. |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | ---- | 15% |

Fuente: Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

Cualidades del material empleado en la base de pavimentos

- Exponer la granulometría que obstruya la segregación y a su vez exhibir el rozamiento interno resistiendo a esfuerzos.
- Comprende partículas rígidas.
- La concurrencia de finos es mínima.
- La estabilidad mecánica es independiente a las condiciones climatológicas y al contenido de humedad.
- Exponer el elevado grado de compactación.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

• RESISTENCIA DE MATERIALES GRANULARES

El material debe ofrecer una secuencia de propiedades como una correcta composición de partículas para que el material para así el conjunto de material haga una apropiada compactación y logre una resistencia óptima para resistir cargas de tránsito y así transmita esfuerzos resultantes con intensidades adecuadas.

• RIGIDEZ DE LOS MATERIALES GRANULARES

El material que se emplea en base al someterse a cargas debe resistir y no fracturarse, donde para que el material granular obtenga su rigidez debe contener una resistencia al desgaste baja, donde las partículas deben estar constituidas uniformemente, ni tan extensas ni tampoco tan planas, como por su porosidad y su fracturamiento.

- **PERDURABILIDAD DE LAS CAPAS GRANULARES**

Comprende en la preservación de las propiedades tanto mecánicas como físicas, por ejemplo, el aguante al deterioro por carga abrasiva y ante el trabajo de sulfatos, también a una correcta gradación en la proporción en la granulometría.

CAPA DE RODADURA

Capa superior del pavimento la cual aguanta directamente las cargas directas del tráfico, donde tiene múltiples funciones tales como impedir el ingreso del agua a las capas inferiores. (Rocas y Minerales, 2016).

TIPOS DE PAVIMENTO

PAVIMENTOS TRANSITORIOS

Pavimentos con una duración máxima de 3 años, donde su función principal es satisfacer una solución transitoria. (Rocas y Minerales, 2016).

PAVIMENTOS PARA BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

Son pavimentos aptos para soportar el aumento prolongado del tránsito, donde da solución a lugares donde necesitan una vía donde el tráfico sea muy poco. (Rocas y Minerales, 2016).

PAVIMENTOS DE CONCRETO

Se define como a la estructura en dirigir a disipar eficazmente las sollicitaciones del tránsito. Por su rigidez la distribución de presión empleada por el tráfico es en un área mayor para así disminuir esfuerzos sobre las capas de soporte. (Argos, 2017).

PAVIMENTO RÍGIDO

son pavimentos compuesto por una losa de concreto, tiene una alta capacidad de elasticidad y la repartición de esfuerzos se da en una gran área amplia, depende de lo que resisten las plataformas por lo que el sostén de las capas subyacentes no tiene mucho dominio en el diseño del ancho del asfalto. (Monsalve, Giraldo y Gaviria, 2012).

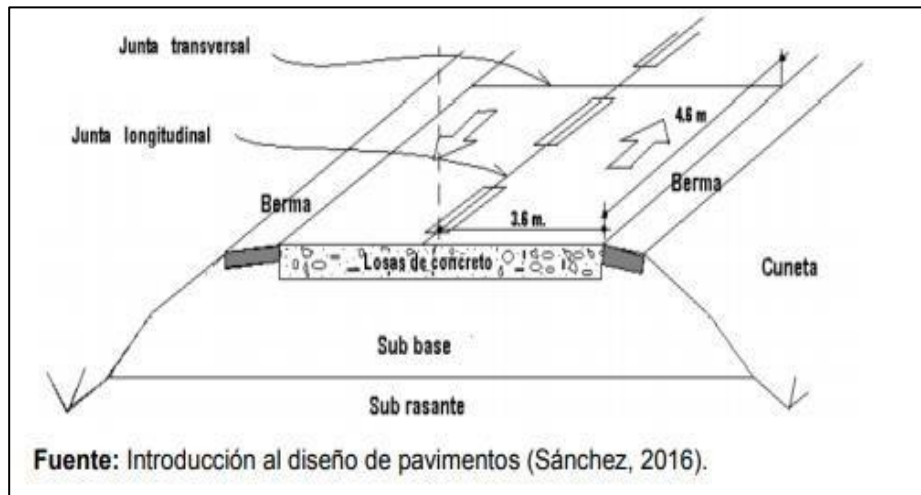


Figura 1. Estructura típica de un pavimento rígido.

PAVIMENTO FLEXIBLE

Este pavimento se conforma por una capa bituminosa (Asfáltica) donde descansa en la base no rígida, en la base y en la subbase, es imprescindible en cualquiera de dichas capas de acuerdo a la necesidad del proyecto. (Monsalve, Giraldo y Gaviria, 2012).

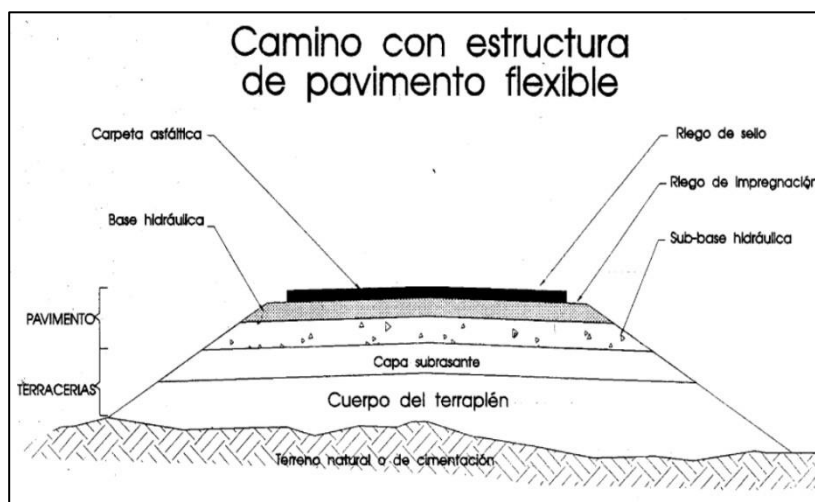


Figura 2. Estructura típica de un pavimento flexible.

III. METODOLOGIA

3.1 Enfoque, Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque De Investigación

La actual investigación muestra un enfoque cuantitativo en vista que vamos a cuantificar las propiedades tanto física, como químicas y también mecánicas de las muestras obtenidas de la cantera Alfa y Omega tanto como el grupo testigo como el grupo experimental para proponer una gradación del material para obtener un cbr de 80%, utilizado en la base del pavimento y a la vez posee un método inductivo ya que vamos a razonar mediante observaciones particulares donde generamos conceptos nuevos de proporciones del material granulares empleados para uso de base de pavimentos.

3.1.2 Tipo De Investigación

Por El Propósito:

La presente investigación se basa en la aplicación de conocimientos existentes en los grupos participes en la sociedad en general y a su vez posee como principal objetivo en crear nuevas y mejorar estrategias para analizar la realidad social. (Vargas, 2009)

La actual investigación tiene un carácter aplicado ya que indaga la utilización directa de los conocimientos para obtener una proporción en la mezcla del material granular que posee la cantera Alfa y Omega para utilización como base de pavimentación cumpliendo como los requisitos que requiere la norma del MTC.

Por El Diseño:

La actual investigación es no experimental dado que no se encuentra manejo de las variables donde se centra la observación de contextos, sucesos de la variable sin la participación directa del investigador. (Dzul, 2013). Así mismo, permite la descripción de las proporcionalidades (variable independiente) y a su vez de la muestra de estudio.

Por El Nivel:

En el nivel se tiene que es descriptivo por que se califica por escoger una variedad de interrogantes, cuantificando independientemente cada una. Por lo tanto, en el

espacio científico, el referir es equivalente a medir según (Bernardo, 2019). Por ende, la actual investigación es de nivel descriptivo dado que se efectuará la descripción a la gradación adecuada del material de la cantera Alfa y Omega para obtener un cbr de 90%.

3.1.3 Diseño De Investigación

La actual investigación posee un diseño no experimental, porque solo hay una variable de estudio la cual es la proporcionalidad, donde no existe otra variable que pueda alterar, de diseño transversal dado a que la investigación se elaborará en solamente un espacio de tiempo, tanto en campo como en oficina, a su vez analizar la muestra donde solo una vez extraemos información y aplicaremos instrumentos en una sola ocasión para cada requerimiento de los objetivos y tendrá un diseño descriptivo ya que vamos a describir, clasificar la gradación correcta de las proporcionalidades para el uso de base de pavimentación.

El diseño de investigación que se determinó para esta investigación es:

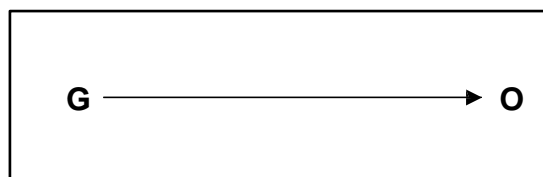
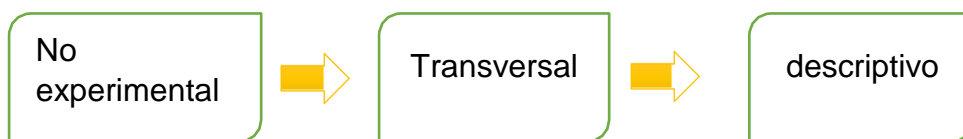


Figura 3. Modelo investigación experimental – transversal.

Dónde:

G: Gradación del material granular de la Cantera Alfa y Omega.

O: Medición de la variable. (Proporcionalidades).

3.2 Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Proporcionalidades:

Proporcionalidades se refiere a una armoniosa y justa relación de una parte con otra o con el todo. Esta relación no solamente es de magnitud, sino también de cantidad o grado. (Medina, 2011).

Tabla 7. Identificación de las variables.

| Variables | Relación | Naturaleza | Escala de medición | Dimensión | Forma de medición |
|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------|
| Proporcionalidades | Independiente | Cuantitativa y Continua. | Razón | Multidimensional | Indirecta |

3.2.1 Matriz de operacionalización de variables

La MOV está ingresada y ubicada en el Anexo 3.1.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

La población del siguiente proyecto es el material granular de la cantera Alfa y Omega empleado como base de pavimentos, en La Libertad – Trujillo 2021.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Técnica de Muestreo

El muestreo es no probabilístico porque se va a emplear y elegir procesos anteriormente existentes del objeto de investigación para de esta forma mejorar las proporciones del material granular de la cantera Alfa y Omega empleados como base de pavimentos. Por juicio de expertos, debido a que el Manual de ensayos del MTC E101 del año 2016, nos indica la cantidad en kilogramos para cada ensayo que debemos emplear para uso de base de pavimentos y así mismo será por conveniencia ya que emplearemos antecedentes empleados en la investigación para definir los porcentajes para las proporciones del material granular.

3.3.2.2. Tamaño de Muestra

Contemplando nuestros antecedentes planteados en el estudio se ha elegido las proporciones de 75% material D-2 + 25% D-1, 55% material D-2 + 45% D-1, 40% material D-2 + 60% D-1, 75% material D-2 + 25% D-3, 65% material D-2 + 35% D-3, 55% material D-2 + 45% D-3, 40% material D-2 + 60% D-3, que será la contribución que le adjuntaremos al tema estudiado.

El tamaño de la muestra es por juicio de expertos, es por esto que el Manual de ensayos del MTC E101 del año 2016 nos dice que es de 600kg. de material granular.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica usada será la observación no experimental, dado que se visualizará las proporciones del material de la cantera Alfa y Omega que son empleadas para el uso de base en pavimentos, donde recolectaremos los datos de una muestra específica para cada estudio que se necesita según el MTC.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

El instrumento para recolectar datos a emplear en la investigación será la guía de observación, los cuales tenemos:

- Guía de observación de Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino. (ASTM C-136). (Anexo 7.1 y 7.2).
- Guía de observación de Contenido de Humedad del agregado grueso y fino por secado (MTC E-215). (Anexo 7.3 y 7.4).
- Guía de observación de análisis del ensayo del límite líquido y plástico. (MTC E-111). (Anexo 7.5).
- Guía de observación de la cantidad de partículas con una y dos caras fracturadas del agregado grueso (MTC E-210). (Anexo 7.6).
- Guía de observación de la cantidad de análisis de abrasión de los ángulos del agregado grueso (MTC E-207). (Anexo 7.7).
- Guía de observación de la cantidad de análisis partículas chatas y alargadas del agregado grueso (ASTM D-4791). (Anexo 7.8).
- Guía de observación de la cantidad de sales solubles del agregado grueso y fino (MTC E-219). (Anexo 7.9).
- Guía de observación de la cantidad de durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso y fino (MTC E-209). (Anexo 7.10).
- Guía de observación de la cantidad análisis del equivalente de arena del agregado fino (MTC E-114). (Anexo 7.11).
- Guía de observación de la cantidad análisis del CBR (MTC E 132). (Anexo 7.12).

Tabla 8. Instrumentos y validaciones.

| Etapas de la investigación (Dimensiones) | Instrumentos | Validación |
|---|------------------------|-------------------|
| Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino. | Guía de observación 1 | Norma ASTM C-136 |
| Contenido de Humedad del agregado grueso y fino. | Guía de observación 2 | Norma MTC E-215 |
| Análisis del ensayo del límite líquido y plástico. | Guía de observación 3 | Norma MTC E-111 |
| cantidad de partículas con una y dos caras fracturadas del agregado grueso. | Guía de observación 4 | Norma MTC E-210 |
| Análisis de abrasión de los ángeles del agregado grueso | Guía de observación 5 | Norma MTC E-207 |
| Análisis Partículas chatas y alargadas del agregado grueso | Guía de observación 6 | Norma ASTM D-4791 |
| Sales solubles del agregado grueso y fino | Guía de observación 7 | Norma MTC E-219 |
| Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso y fino | Guía de observación 8 | Norma MTC E-209 |
| Análisis del equivalente de arena del agregado fino | Guía de observación 9 | Norma MTC E-114 |
| Análisis del CBR | Guía de observación 10 | Norma MTC E-132 |

3.4.3. Validación del instrumento de recolección datos.

Nuestros instrumentos para recolectar datos obtienen una aprobación por juicios de expertos donde contaremos ingenieros expertos y normas estandarizadas.

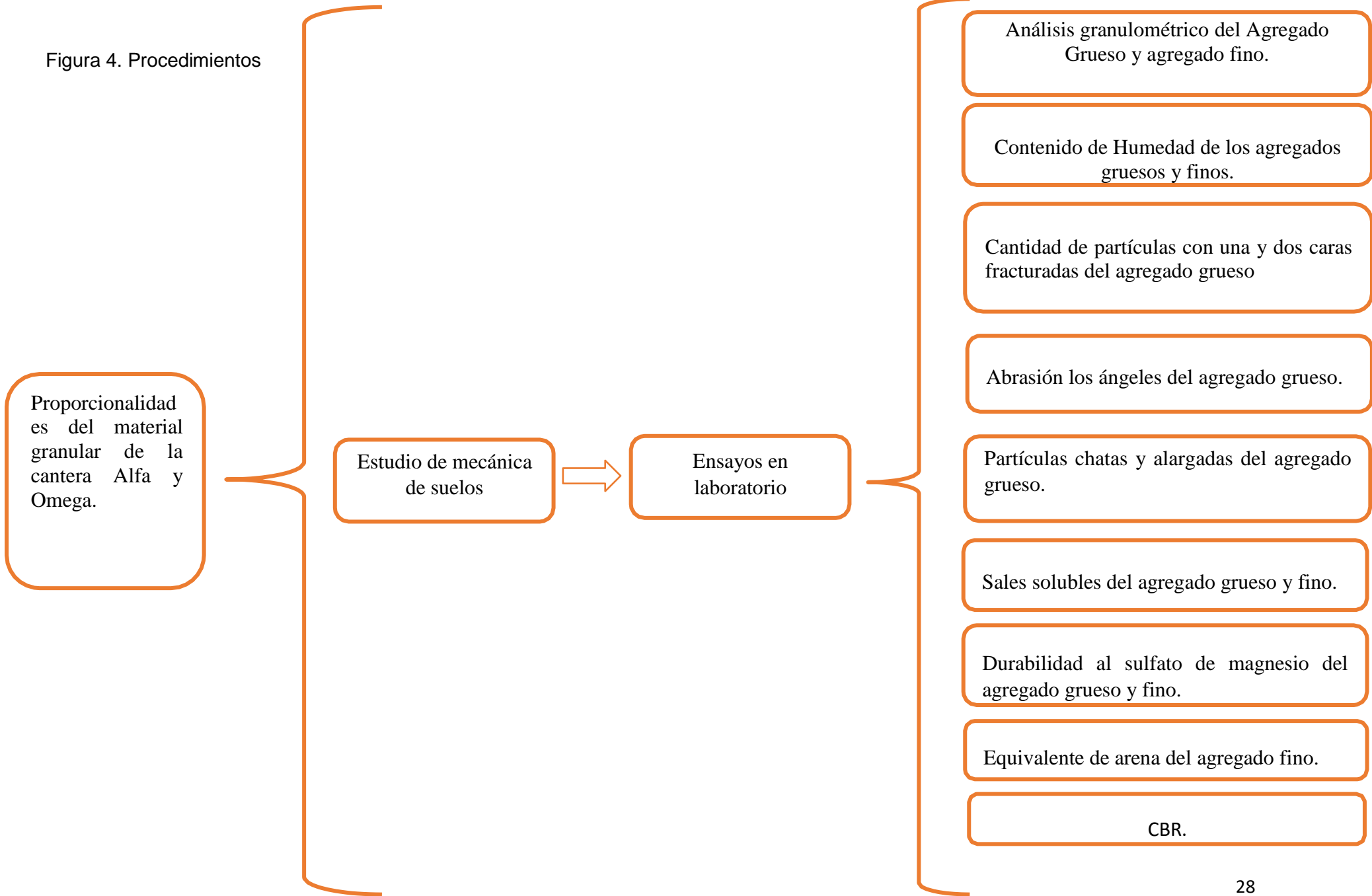
- Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino, tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Contenido de Humedad de los agregado grueso y fino, tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Análisis del ensayo del límite líquido y plástico, tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Cantidad de partículas con una y dos caras fracturadas del agregado grueso. tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Análisis de abrasión de los ángeles del agregado grueso tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Análisis Partículas chatas y alargadas del agregado grueso tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Sales solubles del agregado grueso y fino tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso y fino, tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Análisis del equivalente de arena del agregado fino, tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).
- Análisis del CBR, tenemos como especialista al Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña. (Anexo 5).

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

- La confiabilidad del estudio de Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino, está dada y garantizada por el MTC en la norma ASTM C-136 y al mismo tiempo por el experto y especialista de laboratorio suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio de Contenido de Humedad de los agregados fino y grueso, está dada y garantizada en la norma MTC E 215, así mismo por el encargado especialista del laboratorio suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio Análisis del ensayo del límite líquido y plástico, está dada y garantizada en la norma MTC E 111 y también por el especialista del laboratorio de suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio de la cantidad de partículas con una y dos caras fracturadas del agregado grueso, está planteada y garantizada en la norma MTC E 210 y a su vez por el laboratorio de suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio Análisis de abrasión los ángeles del agregado grueso, está dada y garantizada en la norma MTC E 207 y por el encargado del laboratorio de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio Análisis Partículas chatas y alargadas del agregado grueso, está dada y garantizada en la norma ASTM D 4791 y al mismo tiempo por el especialista del laboratorio de suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio Sales solubles del agregado grueso y fino, está dada y garantizada en la norma MTC E 219 y también por el experto del laboratorio de mecánica suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso y fino, está plasmada y garantizada en la norma MTC E 209 y el laboratorio de suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.
- La confiabilidad del estudio Análisis del equivalente de arena del agregado fino, está dada y aprobada en la norma MTC E 114 y también por el especialista de laboratorio de suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.

- La confiabilidad del estudio Análisis del CBR, está brindada y garantizada en la norma MTC E 132 y también por el experto del laboratorio de suelos de JVC Consultoría Geotecnia SAC.

Figura 4. Procedimientos



3.5.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso.

La función principal es de dividir las partículas para así poder aprender a identificar el tamaño y peso de las partículas del material granular donde se emplearán 2.5 kg de muestra

3.5.1.1. Equipos utilizados.

- Báscula con una sensibilidad de 0,01gramo. (con un índice de error de +- 2 décimas).
- Tamices ASTM de mallas catalogadas con números 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N° 8, N° 10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°80, N °100, N°200 y la bandeja.
- Brochón de cerda de aluminio.
- Horno de deshidratación con gradación de 110°.
- fuente de aluminio.

3.5.1.2. Procedimiento del ensayo

- Apuntar el peso de la muestra seca inicial.
- Lavar la muestra seca inicial.
- Secado de la muestra en el horno graduado en 110 °C ± 5 °C.
- Apuntar el peso de la muestra seca ya lavada.
- Apuntar el peso perdido de la muestra seca ya lavada.
- Organizar de más a menos la medida de los tamices para el pasado manualmente.
- Apuntar el peso contenido en cada tamiz.
- El peso global del material luego del tamizado, tiene que ser comparado y verificado con el peso real.
- Para finalmente con los datos conseguidos determinar la curva granulométrica, coef. de uniformidad y coef. de curvatura.

3.5.2. Contenido de Humedad de los agregados gruesos y finos.

El ensayo se conoce como la conexión con la humedad de la superficie, con relación de masa de la superficie húmeda en relación con la masa de la superficie seca donde se representa en forma de % del peso de agua.

3.5.2.1. Equipos utilizados.


- Báscula con una sensibilidad de 0.01 gramo. (con un índice de traspie de maso menos de 2 décimas).
- Envases pesados y numerados perdurable al desgaste y a las temperaturas altas.
- Horno para secado con una gradación de 110°.
- Artefactos para manipular envases como guanteletes, cuchillos, paletas, cucharon, divisores de muestra.

El material de muestreo que se utilizarán para el ensayo debe ser trasladada en recipientes herméticos de acuerdo al parámetro del MTC E 215. Para los estudios según reglamento no se empleará muestras menos de 20 gr. como muestra distintiva.

Tabla 9. Requisitos mínimos en los pesos de las masas.

| máximo tamaño de partículas (pasa el 100%) | tamaño de malla estándar | masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$ | masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenido de humedad reportados a $\pm 1\%$ |
|--|---------------------------|---|--|
| 2mm o menos | 2.00mm(N°10) | 20g. | 20g. |
| 4.75mm. | 4.760mm(N°4) | 100g. | 20g. |
| 9.5mm. | 9.525mm($\frac{3}{8}$ " | 500g | 50g |
| 19mm. | 19.050mm($\frac{3}{4}$ " | 2.5kg | 250g |
| 37.5mm. | 38.1mm(1 $\frac{1}{2}$ " | 10kg. | 1kg. |
| 75.0mm. | 76.200mm(3" | 50kg. | 5kg. |

3.5.2.2. Procedimiento del ensayo

- Apuntar el peso del envase que se utilizara ()
- Codificar los envases con rotulaciones del laboratorio.
- Anotar el peso de la tara junto con el muestrario húmedo.
- Ingresar la muestra mojada al horno a una temperatura a 105 °C \pm 5 °C, para su secado del elemento a estudiar.
- Después que la modelo se haya secado en un tiempo de 16 horas, se saca del horno y se debe calmar a temperie ambiente.

- Por último, se calcula el % de humedad (%W).

3.5.2.3. Cálculo de contenido de humedad

Fórmula para el cálculo:

- 1) Peso del recipiente o tara más Peso la superficie húmeda.
- 2) Peso del recipiente o tara más Peso de la superficie seca.
- 3) Peso del agua contenida = (1) – (2).
- 4) Peso del recipiente o tara.
- 5) Peso de la superficie seca = (2) – (4).

Ecuación 1. Contenido de Humedad (%):

$$W = \frac{\text{Peso del h2O}}{\text{Peso de la superficie seca}} \times 100$$

3.5.3. Limite líquido y plástico.

3.5.3.1. Limite líquido.

Es el contenido de humedad, referido en porcentaje, donde encontramos el límite dividido en los estados líquido y plástico.

3.5.3.1.1. Equipos utilizados.

- Contenedor para Almacenar la muestra, una tinaja de porcelana.
- Artefacto de Casagrande.
- Acanalador.
- Calibrador.
- Bolsa hermética para trasladar la muestra.
- Balanza con sensibilidad de 0,01g.
- Cocina eléctrica termostáticamente.
- Espátula.
- Agua destilada.

3.5.3.1.2. Procedimiento del ensayo

- La muestra a ensayar será depositada en la vajilla y es tapada con un trapo para que no pierda la humedad de la muestra.
- Instalar un fragmento de muestra uniformemente con profundidad de 10mm en la copa de Casagrande y dividir la muestra en 2 partes iguales con la ayuda del acanalador.
- Comprobar que no exista residuos de muestra por debajo de la copa, luego realizar el mecanismo de alzar y soltar la copa mediante el manubrio que ejerce la función hasta que la muestra se junte formando una sola muestra.
- Examinar que el cierre no fuese adelantado por causa de pompas de aire, verificando que ambos lados de la raya se hayan trasladado al mismo tiempo.
- Apuntar la cantidad de golpes hasta el punto de unión de la muestra dividida, agarrar un pedazo de muestra del tamaño del ancho de la espátula y colocarlo en la vasija de peso conocido.
- Retomar la muestra de la copa en la vasija de mezclado, lavar y secar la copa y el acanalador, posteriormente dejar en su lugar para la siguiente prueba.
- Combinar toda la muestra en la vasija de mezclado introduciendo agua sublimada para acrecentar el contenido de humedad y así bajar la cantidad de golpes que se necesita para unir la muestra dividida donde será menos de 2 pruebas adicionales con golpes de 25 a 35 golpes, 1 para un cierre entre 20 a 30 golpes, y 1 ensayo para un cierre que necesite de 15 a 25 golpes.
- Determinar el contenido de humedad de cada muestreo obtenido donde el peso inicial debe obtener después de terminar el ensayo.

3.5.3.1.3. Cálculo del límite líquido.

- Peso de tarro (Registrar).
- Peso tara + superficie húmeda
- Peso tara + superficie seca
- Porcentaje de humedad.

Ecuación 2. limite liquido

$$W^h = W^n * \left(\frac{0.121}{25} \right)$$

N = Números de golpes.

W^n = Contenido de humedad de la muestra.

3.5.3.2. Limite Plástico.

Se le llama limite plástico a la capacidad de formar barras de 3.2 mm de diámetro de la muestra en el punto más bajo de humedad de la muestra.

3.5.3.2.1. Equipos utilizados.

- Espátula de dimensiones 3" – 4" de longitud y 3/4" en ancho.
- Vasija para Almacenar.
- Báscula con una aproximación a 0,01 gr.
- Horno con una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Tamiz número 40.
- Agua destilada.
- Depósitos para hallar las humedades.
- Tabla de vidrio esmerilado para que sea la superficie de rodadura.

3.5.3.2.3. Procedimiento del ensayo

- Moldear el 50% de la muestra con una silueta de elipsoide con ayuda de las yemas de los dedos sobrepuesta en la superficie de la tabla de vidrio hasta formar cilindros la muestra.
- Cuando la muestra de forma cilíndrica tiene un 1/8" de diámetro se quiebra se procede a colocar la muestra en vasijas y se repite hasta llegar a los 6 g.
- Con la otra mitad de la muestra se reincide el mismo proceso.

3.5.3.2.4. Cálculo del límite plástico.

- Peso de tarro.
- Peso tara más superficie húmeda
- Peso tara más superficie seca

porcentajede humedad

Ecuación 3. Limite plástico

$$\diamond = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} * 100$$

3.5.4. Cantidad de partículas con una y dos caras fracturadas del agregado grueso.

Este estudio nos facilita hallar la aceptabilidad del material grueso con las características requeridas como maximizar el esfuerzo cortante y obtener la fricción aumentada por la textura del agregado usado para pavimentos.

3.5.4.1. Equipos utilizados.

- Báscula con precisión de al menos al 0,1%.
- Tamices.
- Cuarteador.
- Espátula.

3.5.4.2. Procedimiento del ensayo

3.5.4.2.1. Preparación de la muestra

- La muestra tiene que estar completamente seca para poder lograr la separación entre material fino y grueso en el tamizado, la muestra debe ser tamizada por la malla N° 4.
- La parte retenida en la malla empleando el cuarteador para que así llegue al tamaño exigente para el ensayo.

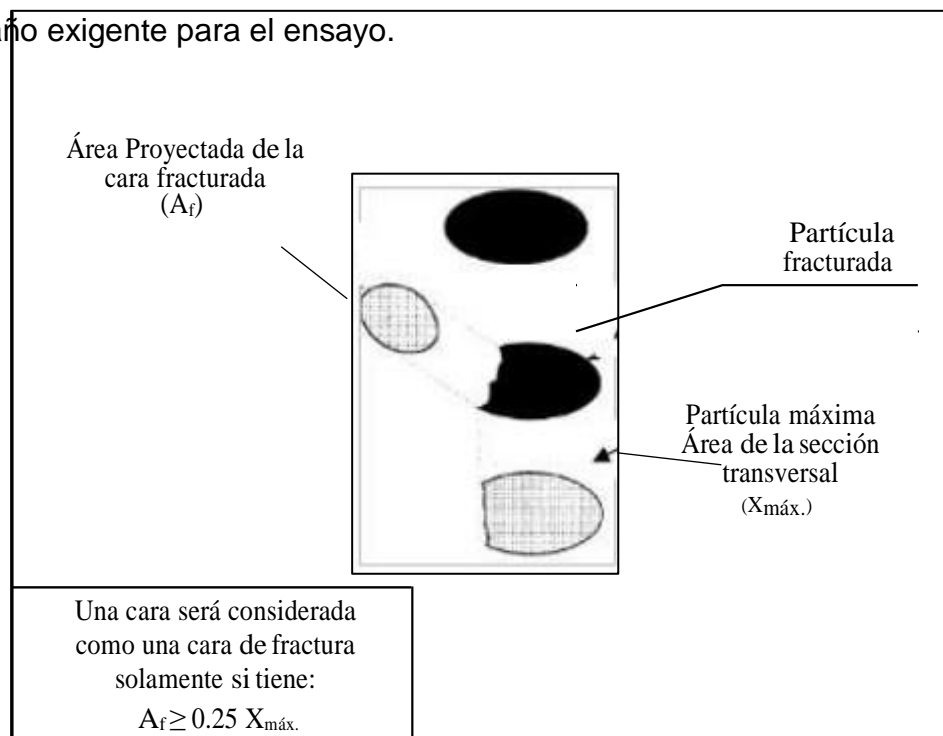


Figura 5. Esquema de una Partícula Fracturada con una Cara de fractura.

- La muestra que se empleará en el ensayo tendrá cantidades mayores a los pesos dados en la siguiente tabla:

Tabla 10. Cantidades de muestra a ensayar

| Tamaño Máximo Nominal | Peso mínimo para el ensayo (gramos.) |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 3/8" | 200 |
| 1/2" | 500 |
| 3/4" | 1.500 |
| 1" | 3.000 |
| 1 1/2" | 7.500 |
| 2" | 15.000 |
| 2 1/2" | 30.000 |
| 3" | 60.000 |
| 3 1/2" | 90.000 |

3.5.4.2.2. Procedimiento del ensayo

- Lavar y secar la muestra.
- Registrar la masa de la muestra.
- Dispersar la muestra seca en una base plana y libre de impurezas para el reconociendo de cada partícula y comprobar entre en el criterio de fracturada, si la cara contiene al menos un 1/4 de la máx. sección transversal de la partícula de piedra se considera como una cara fracturada.
- Empleando la paleta, procede a la separación de dos clases: (1) partículas fracturadas en base que, si posee el dígito solicitado de caras fracturadas, (2) partículas que no cumplen con lo especificado.
- Hallar la cantidad de partícula en la clase que corresponde para ser empleada en el cálculo de partículas fracturadas.

3.5.4.3. Cálculos.

Ecuación 4. Porcentaje del conteo de las partículas con un número especificado de caras fracturadas con una aproximación de 1%:

$$p = \frac{F}{F + N} * 100$$

Donde:

P = % de partículas de caras fracturadas.

F = Cantidad de partículas fracturadas.

N = Número de partículas con la categoría de no fracturadas

3.5.5. Abrasión de los ángeles del agregado grueso.

El ensayo radica en la puesta del modelo en el artefacto de abrasión de los ángeles donde obtendremos el desgaste de la muestra ensayada donde obtener este resultado es fundamental para la elaboración de pisos y pavimentos.

3.5.5.1. Equipos utilizados.

- Máquina de los Ángeles.
- Carga: Constituidos en bolas de acero de aproximadamente (1 27/32pulg) de diámetro con peso un peso mínimo de 390 g. y con un peso máximo de 445 g.
- Tamices.
- Báscula con exactitud al 0,1 %.
- Horno eléctrico con temperatura constante de 110 + 5 °C.

3.5.5.2. Procedimiento del ensayo

- Lavar la muestra que será ensayada y secar en el horno con temperatura constante de 110+5 °C.
- Colocar la muestra en el tambor de la maquina luz ángeles.
- Activar la función de girar de la maquina a una velocidad constante de 30 a 35 r.p.m. hasta lograr 500 revoluciones.
- Retiramos la muestra en una bandeja para que el material sea tamizado por la malla N° 12 (1.70mm) y Registrar el peso de la muestra retenida.

3.5.5.3. Cálculos.

Ecuación 5. Degaste (%)

$$\text{Degaste (\%)} = \frac{P1 - P2}{P1} * 100$$

P.1: Peso muestra seca antes de ser ensayada.

P.2: Peso muestra seca después del ensayo, previo lavado antes sobre la malla n°12

3.5.6. Partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

El ensayo tiene como finalidad de corroborar si la muestra está cumpliendo las especificaciones para que no interfiera con la consolidación en la puesta de materiales en el pavimento.

3.5.6.1. Equipos utilizados

- Dispositivo calibrador proporcional.
- Balanza con precisión de 0,5%.
- Bandeja de aluminio.
- horno con temperatura de $110 \pm 5C$.
- Tamiz N° 3/8 y N° 4.

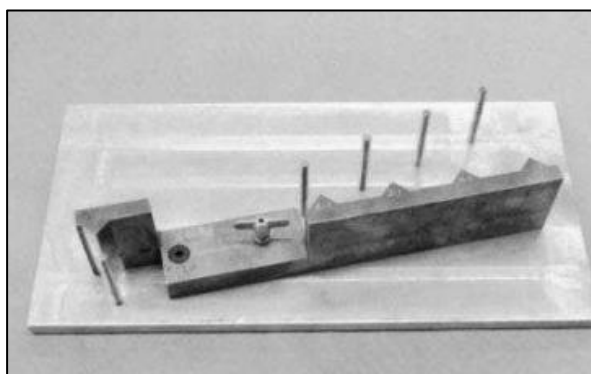


Figura 6. Calibrador proporcional

3.5.6.2. Procedimiento del ensayo

- Registrar el peso a la muestra, y poner secar la muestra al horno.
- Tamizar con la malla N° 3/8 y si es necesario por la malla N°4, hasta lograr la cantidad de 100 partículas.
- Con la utilización del calibre colocaremos la muestra en uno de los siguientes grupos: 1) Alargadas, 2) Chatas y 3) Ni alargadas ni chatas.
- Para la determinación del grupo chatas ajustaremos la abertura dividida en el brazo mayor y el poste, y si su espesor pasa por la abertura menor se considera chata.

- Para la determinación del grupo alargada ajustaremos la mayor abertura a la distancia de la partícula, si su ancho ingresa por la abertura menor es alargada.
- Registrar el peso de la muestra por cada grupo clasificado.

3.5.6.3. Cálculos.

Ecuación 6. Partículas alargadas y chatas

$$(\%) \text{Partículas alargadas y chatas} = \frac{\sum \text{Partículas alargadas y chatas}}{\sum \% \text{Partículas}} * 100$$

3.5.7. Sales solubles.

Es el tratamiento de cristalización para obtener la cantidad de sulfatos y cloruros que se disuelven en agua, donde serán utilizados en bases y mezclas asfálticas.

3.5.7.1. Equipos utilizados

- Balanza de precisión de 0,01 gramos
- cocina, de temperatura constante de 105 ± 5 °C.
- Plancha de calentamiento.
- Encendedores.
- Matraces.
- Copas de precipitado.
- Pipetas.
- Agua destilada.
- Tubos de ensayo.
- Disolución de Nitrato de Plata.
- Disolución de Cloruro de Bario.

3.5.7.2. Procedimiento del ensayo

- deshumedecer el material muestreado con horno a 110 ± 5 °C. (Registre esta masa como A.)
- Situar el material muestreado en una copa de precipitado, añadir líquido que esté destilada hasta tapar 3 cm encima del nivel del material muestreado y calentar hasta ebullición.

- Sacudir a lo largo de 1 minuto, repetir el procedimiento de sacudir por intervalos hasta lograr cuatro veces el proceso por un periodo de 10 minutos.
- Depurar por lo menos diez minutos hasta visualizar que el líquido esté transparente, localizar en forma separada, los 2 tubos de ensayo, las sales solubles con cada reactivo químico.
- Repetir los puntos anteriores hasta no visualizar las sales.
- Una vez fríos, vaciar los líquidos retenidos, a un matraz aforado y envase con agua destilada. (Anotar el aforo como B).
- Agarrar una alícuota con capacidad de 50 y 100 mililitros, el material muestreado será homogeneizada, del matraz aforado y anote su capacidad. (Registre su volumen como C.)
- Cristalizar la alícuota en el horno a 100 ± 5 °C, hasta que el material muestreado sea constante y registrar el peso del material. (registre la masa como D)

3.5.7.3. Cálculos.

A = Muestra seca inicial.

B = Aforo de todos los líquidos sobrenadantes acumulados

C= Volumen del material muestreado homogeneizada.

D= Muestra Cristalizada de la alícuota seca.

Ecuación 7. sales solubles

$$\text{Sales solubles (\%)} = \frac{1}{\frac{A}{B} - \frac{C}{D}} * 100$$

3.5.8. Durabilidad al sulfato de magnesio para el agregado grueso y fino.

El ensayo nos proporciona una información valiosa para apreciar la alterabilidad de la muestra ensayada con la acción de la intemperie para así obtener el cuidado en plantear los límites adecuados en especificaciones.

3.5.8.1. Equipos utilizados

- Tamices de tamaño de malla N° 100, N° 50, N° 30, N° 16, N° 8, N° 5, N° 4.
- Contenedor.

- Regulación de la temperatura.
- Se usará una balanza con capacidad mayor o igual a 5 kg con precisión de 0.1g.
- Horno eléctrico con temperatura constante de 110 ± 5 °C
- Reactivo solución de sulfato de magnesio.

3.5.8.2.1 Procedimiento del ensayo para el agregado fino y grueso.

3.5.8.2.1.1 Procedimiento del ensayo para el agregado fino.

- El material a ensayar deberá pasar por el tamiz N° 3/8 hasta obtener 100 g.
- Lavar el material a ensayar por la malla N° 50, proceder al secado en el horno con temperatura constante de 110 ± 5 °C y registrar su peso.
- Sumersión de la muestra en la solución de magnesio, en un lapso de tiempo no menor de 16 hrs donde la solución deber obtener un nivel de 13 mm sobre la muestra, cubrir el contenedor para impedir la evaporación y contaminación, mantener la temperatura de 21 ± 1 °C (70 ± 2 °F) en el lapso que esta sumergida la muestra.
- Secado del ensayo en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C, subsiguiente a la sumersión, dejar reposar para que tome temperatura ambiente en un lapso no menor de 4 hrs y mayor de 18 hrs hasta alcanzar un peso constante y registrar el peso.
- Luego sumergir el material ensayado em la solución como indica el numeral.

3.5.8.2.1.2. Procedimiento del ensayo para el agregado grueso.

- El material a ensayar deberá pasar por el tamiz N° 4 hasta obtener 7 000 g.
- Lavar el material a ensayar, proceder al secado en el horno con temperatura constante de 110 ± 5 °C, registrar su peso.
- Sumersión de la muestra en la solución de magnesio, en un lapso de tiempo no menor de 16 hrs donde la solución deber obtener un nivel de 13 mm sobre la muestra, cubrir el contenedor para impedir la gasificación y contaminación, conservar la temperatura de 21 ± 1 °C (70 ± 2 °F) en el lapso que esta sumergida la muestra.
- Secado de la muestra en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C, subsiguiente a la sumersión, dejar reposar para que tome temperatura ambiente

en un lapso no menor de 4 hrs y mayor de 18 hrs hasta alcanzar un peso constante y registrar el peso.

- Luego sumergir el material ensayado en la solución como indica el numeral

3.5.8.3. Cálculo para el agregado fino y grueso.

3.5.8.3.1. Cálculo para el agregado fino.

Tabla 11. Durabilidad al sulfato de magnesio para el agregado fino.

| Fracción | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|----------|---------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Pasa | Retiene | Gradación original % | Peso de la fracción ensayada (g) | Peso retenido después del ensayo (g) | Pérdida total % | Pérdida Corregida % |

- (2) Fracciones pesadas con límites.
- (3) Fracciones pesadas después del ensayo.
- (4) Pérdida total %

Ecuación 8. Perdida total %

$$\frac{\text{Peso de la fracción ensayada} - \text{Peso retenido después del ensayo}}{\text{Peso de la fracción ensayada}} * 100$$

- (5) Pérdida Corregida %

Ecuación 9. Perdida corregida %

$$\frac{\text{Pérdida total \%} - \text{Gradación original \%}}{100}$$

3.5.8.3.2. Cálculo para el agregado grueso

Tabla 12. Durabilidad al sulfato de magnesio para el agregado grueso.

| Fracción | | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
|----------|---------|----------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Pasa | Retiene | Gradación original % | Peso de la fracción ensayada (g) | N° de partículas | Peso retenido después del ensayo (g) | Pérdida total % | Pérdida corregida % | N° de partículas |

- (2) Fracciones pesadas de acuerdo con límites.
- (3) Contadas antes del ensayo.
- (4) Fracciones pesadas después del ensayo.
- (5) Pérdida total %

Ecuación 10. Perdida total %

$$\frac{\text{Fracciones pesadas de acuerdo con límites} - \text{Fracciones pesadas después del ensayo}}{\text{Fracciones pesadas de acuerdo con límites}} * 100$$

- (6) Pérdida corregida %

Ecuación 11. Pérdida corregida %

$$\frac{\text{Gradación original \%} - \text{Pérdida total \%}}{100}$$

- (7) Se cuentan todas aquéllas no desintegradas después del ensayo.

3.5.9. Equivalente de arena.

Tiene como objetivo de indicar las proporciones de un suelo arcilloso o polvos en el suelo donde son partículas no aptas para el uso de pavimento y a la vez dar a conocer la cantidad permisible de partículas no aptas en el agregado.

3.5.9.1. Equipos utilizados.

- Un cilindro graduado de color transparente.
- Horno con temperatura constante de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Agitador mecánico.

- Agitador de operación manual.
- Lata de 85 ± 5mL.
- Tamiz número 4.
- Embudo.
- Botellas con una capacidad de 3,8 L.
- Platillo plano.
- Reloj.
- Papel filtro.
- Cloruro cálcico Anhidro.
- Glicerina USP.
- Formaldehído.
- Agua destilada.
- Solución de trabajo de cloruro cálcico.

3.5.9.2. Procedimiento del ensayo.

- Secar el modelo ensayado y tamizar con un tamiz número 4 y así obtener el peso 100g para el ensayo.
- Llenar el agua destilada a la probeta gradada.
- Llenar la muestra pesada a la probeta graduada mediante el embudo.
- Dejar reposar en un lapso de tiempo de 10 minutos (muestra de 100g conjunto con el agua dentro de la probeta).
- Mover la probeta hasta lograr tenerla en forma horizontal con 90 movidas en 30 segundos.
- Sacudir y dejar reposar 20 minutos.
- Proceder a tomar lectura fina y de arena cuando ha transcurrido 20 minutos

3.5.9.3. Cálculos.

Ecuación 12. % de Equivalente de arena

$$\frac{\text{LECTURA DE ARENA}}{\text{LECTURA DE FINOS}} * 100$$

3.5.10. CBR.

El ensayo tiene el fin de obtener el índice de resistencia de la muestra ensayada con respecto a la relación de soporte y a su vez estima lo que resiste la subrasante, sub-base y del material de la base, empleados en pavimentos.

3.5.10.1 Equipos utilizados.

- Prensa.
- Recipiente de metal con dimensiones 152,4 milímetros \pm 0,66 milímetros (6 \pm 0,026 pulgadas) de diámetro interior y de 177,8 \pm 0,46 milímetros (7 \pm 0,018 pulgadas) de altura.
- Disco espaciador de metal de forma circular.
- 4 pisón de compactación.
- Instrumento indicador de expansión.
- Pesas anulares de metal de peso 0.02 kg y pesas ranuradas de peso 0.02 kg.
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1").
- Tanque.
- Horno con temperaturas constantes de 110 \pm 5° C.
- Básculas con aguante de 20 kilogramos y otra de 1000 gramos.
- Tamices (No. 4), (3/4") y (2")
- Misceláneos.

3.5.10.2. Procedimiento del ensayo y preparación de la muestra.

3.5.10.2.1. Preparación de la muestra.

El material para el ensayo debe ser tamizada por la malla N 3/4", si hay material retenido en la malla, la muestra retenida deberá ser reemplazado por una masa con el mismo peso que pase por la malla de 3/4 pulgada y sea retenido por la malla número 4.

3.5.10.2.2. Procedimiento del ensayo.

- Obtener 5kg por cada molde que indique el ensayo de la muestra preparada.
- Obtener una óptima humedad y la máxima densidad de los especímenes de la muestra ensayada con las fuerzas comunes del Proctor Modificado, Proctor

Estándar y una Energía menor al Proctor Estándar, donde con los datos obtenidos graficaremos el diagrama de agua contra el peso unitario.

- Obtener la humedad del suelo.
- Obtenida la humedad del suelo, introducir la cantidad de agua para que alcance la humedad fijada.
- Para la fabricación de los especímenes primero debemos registrar el molde con la base, situar el collar y el disco espaciador sobrepuesto el disco de papel, para que el molde esté preparado.
- Con el molde ya preparado, procede se compacta la muestra utilizando la proporción de agua y energía necesarias para obtener la humedad y densidad deseada, para materiales granulares se emplea 12,26 y 55 golpes por capa y con contenido de agua que corresponde a la óptima, para obtener las curvas en la relación entre el peso específico, la humedad y la relación de capacidad de soporte.
- De los pasos anteriores obtenemos el índice del CBR, no obstante, si la muestra a ensayar se sumerge, se deberá agarrar una porción de 100g y 500g antes y final de la compactación, si la muestra no será sumergida la porción del material a ensayar se obtendrá del centro de la probeta resultante de la compactación de la muestra en el molde para determinar la humedad.
- A terminar la compactación se saca el collar y se empareja la muestra mediante el un cuchillo resistente, rellanar el material que sobra sin gruesos y compactar con ayuda de la espátula, desmotar el molde y ingresar el peso de la muestra.
- **Inmersión.** Poner el ensayo en la placa perforada, para la sobrecarga no mayor de 4.54 kg utilizar los anillos que se requiera produciendo la presión.
- Registrar la primera medida tras el hinchamiento situando el trípode, apuntar la lectura y posteriormente sumergir el molde al tanque con la sobrecarga, mantener la probeta un lapso de tiempo de 96 horas.
- Al finalizar el periodo de inmersión, registrar el hinchamiento y colocar el trípode en la posición requerida, para obtener la expansión nos ayuda el porcentaje de la altura de la muestra, de deja escurrir el molde en un lapso de tiempo de 15 minutos se quita la sobrecarga con la placa y registrar el peso.

- **Penetración.** Cargar la sobrecarga suficiente para fabricar la intensidad de carga equivalente al peso del asfalto no menor de 4.54 kg, asentar el pistón, luego colocar la primera sobrecarga sobrepuesta de la muestra, sacar la medida a la penetración del pistón y aplicar una carga de 50 N, a continuación, situar en cero las agujas de medidor, aplicar la carga en el pistón penetrador con la ayuda del gato con una velocidad uniforme de 0.05” en un minuto y registrar las cargas para penetraciones posteriores:

Tabla 13. Penetraciones

| Milímetros | Pulgadas |
|------------|----------|
| 0,63 | 0,025 |
| 1,27 | 0,050 |
| 1,90 | 0,075 |
| 2,54 | 0,100 |
| 3,17 | 0,125 |
| 3,81 | 0,150 |
| 5,08 | 0,200 |
| 7,62 | 0,300 |
| 10,16 | 0,400 |
| 12,70 | 0,500 |

3.5.9.3. Cálculos.

- Humedad de compactación.

Ecuación 13. % agua a añadir

Donde:

$$\% \text{ agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} * 100$$

H = Humedad prefijada.

h = Humedad natural.

Ecuación 14. Expansión

Donde:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L2 - L1}{127} * 100$$

L1=Lectura inicial en mm.

L2=Lectura final en mm.

3.6. Método de análisis de datos.

3.6.1. Técnicas de análisis de datos

La siguiente investigación posee técnica de análisis de datos, las cuales son:

3.6.1.1. Estadística descriptiva.

Como la actual tesis posee un diseño no experimental y transversal entonces se empleará la estadística descriptiva donde se realizará gráficos como tabla de frecuencia, gráfico de barras con ayuda del software Microsoft Excel 2016 donde para la variable mejoramiento de las proporcionalidades se utilizará el gráfico de barras el cual nos ayudaran a la comparación de las muestras utilizadas para cada gradación correspondiente.

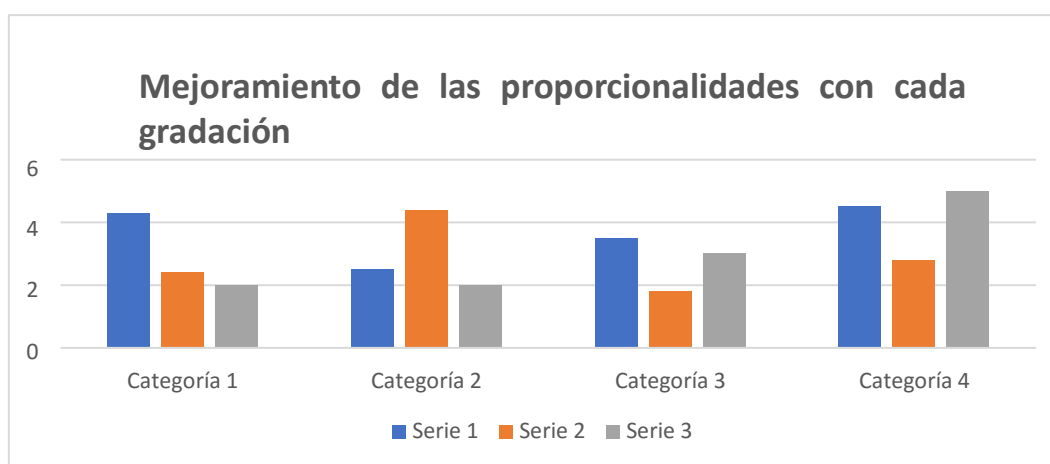


Figura 7. Mejoramiento de las proporcionalidades con cada gradación

Donde el gráfico nos mostrará si la muestra ensayada mejora en cada proporcionalidad empleada.

3.7. Aspectos éticos.

En el ámbito laboral el profesional tiene que tener ética, es por esto que los siguientes datos adquiridos son verdaderos bajo las normas del MTC por lo tanto los ensayos están cumpliendo los parámetros establecidos y a su vez nuestra ética y moral están plasmados en la investigación citando adecuadamente la norma ISO 690 y la 690-2 con lo que la herramienta Turnitin certificara que nuestra moral está plasmada en la información.

3.8 Desarrollo de tesis

3.8.1. Análisis de materiales de cantera Alfa y Omega que será utilizado como base de pavimento.

Cantera estudiada: Cantera Alfa & Omega, ubicada en Panamericana Norte Km 587 +960 m - Huanchaco – Trujillo. (Anexo 6.1).

Se realizó la inspección de la cantera con los distintos materiales que extrae y procesa, de donde se evidencio que entre los materiales que produce la mencionada cantera, tenemos arena fina y gruesa, piedra de $\frac{1}{2}$ y de $\frac{3}{4}$, también dos materiales tipo hormigón uno amarillento y otro gris lo que ya en alguna oportunidad han sido utilizado como materiales de subbase y base para pavimentos tanto rígidos como flexibles. (Anexo 6.2).

Para nuestro estudio se realizó el muestreo de 3 agregados como es el caso del material denominado D-1, de color gris claro, tipo hormigón, otro material seleccionado es la piedra zarandeada de $\frac{3}{4}$ al cual se le rotula como D-2, y por último se selecciona otro material tipo hormigón pero de color amarillento al cual se le denomina D-3, estos agregados son almacenados en bolsas de plástico debidamente rotuladas, impermeables y libres de contaminantes de tal manera de que sus propiedades no se vean afectadas en su almacenamiento y transporte. Cabe mencionar que se recolectaron aproximadamente 600 kilos de cada agregado para su proceso en el laboratorio. (Anexo 6.3).

3.8.2. Procesamiento en laboratorio.

Luego de recibirse las muestras en el laboratorio JVC Consultoría Geotecnia SAC, se procede al procesamiento de las muestras respectivas, realizándose los ensayos respectivos mencionados anteriormente en el procedimiento que se ubica en este capítulo, tales como humedad, plasticidad, clasificación y granulometría, así como los ensayos requeridos para el análisis de cantera como son CBR, Proctor modificado, equivalente de arena, abrasión , caras fracturadas, partículas chatas y alargadas, así como el ensayo respectivo de sales, etc. (Anexo 6.4).

Obteniendo los valores respectivos de cada ensayo plasmados en los respectivos instrumentos utilizados y validados por el laboratorio en mención, todos los ensayos fueron realizados por los investigadores en compañía y asesoramiento del personal de dicho laboratorio a cargo del Ingeniero Oscar Ibañez Díaz, jefe de laboratorio. (Anexo 6.5).

3.8.3. Trabajo de gabinete.

Luego de recabar la información en laboratorio, se procedió a procesar la información obtenida en el laboratorio y a calcular los proporcionamientos respectivos para poder obtener un mejor material de base, pues por si solos los dos agregados estudiados cumplieron para subbase, trabajándose con el material D-3, que es el que mejores características presentó, sin llegar a considerarse como material de base, por lo que se le empezó a combinar con la piedra que produce la cantera Alfa y Omega, obteniéndose que para algunos porcentajes podría funcionar el proporcionamiento, llegándose a obtener un porcentaje que llegó a cumplir como material de base, luego de realizar las pruebas respectivas en el laboratorio de los porcentajes seleccionados.

IV. RESULTADOS

4.1. Clasificación de los materiales de Cantera Alfa y Omega.

Como primera actividad se realizó la inspección visual de la cantera, para reconocer los diversos tipos de suelos existentes.

Se procedió a ejecutar la excavación de las calicatas a fin de llevarlas al laboratorio y poder conocer el tipo de suelo para proseguir con la investigación.

Del reconocimiento de campo, se identificaron 3 tipos de suelos, realizándose calicatas para extraer material y proceder a los ensayos de clasificación.

De los ensayos se obtuvieron los datos especificados en la siguiente tabla:

Tabla 14. Resumen de clasificación de agregados.

| Calicata | Prof. | Muestra | % Grava | % Arenas | % Finos | Límite Líquido | Límite Plástico | Índice de Plasticidad | Clasificación SUCS | Clas. AASHTO |
|----------|-------|---------|---------|----------|---------|----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------|
| C-1 | 2.00 | D-1 | 47.08 | 48.42 | 4.5 | NP | NP | NP | SP | A-1-a(0) |
| C-2 | 2.00 | D-2 | | | | | | | | |
| C-3 | 2.00 | D-3 | 24.16 | 61.41 | 14.43 | 29 | 22 | 7 | SC | A-2-4(0) |

Como se puede observar, del análisis granulométrico realizado y de los Límites de Atterberg, se procedió a clasificar las muestras en el sistema SUCS y AASTHO. Esta clasificación nos va a permitir poder agrupar los materiales para realizar las combinaciones de acuerdo a porcentajes e ir variando hasta llegar a una gradación que cumpla con las especificaciones de material base.

4.2. Determinación de las propiedades mecánicas y químicas.

Una vez obtenida la clasificación de los materiales, se procede a realizar los ensayos acordes con el tipo de material y según el manual del MTC.

4.2.1. Ensayos mecánicos:

Se enviaron muestras al laboratorio con un propósito que es conocer las propiedades mecánicas de los agregados para saber si están en los límites permitidos.

Tabla 15. Resumen de ensayos mecánicos

| Muestra | Proctor Modificado | | CBR | | Equivalente de arena | Ensayo de Desgaste por Abrasión % | Método de ensayo para determinación de partículas chatas y alargadas en agregado grueso | |
|---------|--------------------|-------|-------|------|----------------------|-----------------------------------|---|------------|
| | MDS | % OCH | 100% | 90% | | | En Masa | Por Conteo |
| D - 1 | 2.121 | 6.25 | 83.49 | 41.8 | 39 | 27.6 | 3.5 | 1.2 |
| D - 2 | --- | --- | --- | --- | --- | -- | | |
| D - 3 | 2.102 | 6.19 | 75.95 | 33.4 | 46 | 29.8 | 3 | 0.8 |

Los valores obtenidos están dentro de los límites permitidos según el manual del MTC.

4.2.2. Ensayos Químicos

Los ensayos químicos solicitados por el MTC son los que aparecen en la tabla siguiente:

Tabla 16. Resumen de ensayos químicos

| Muestra | Contenido de Sales Solubles en agregados | | Inalterabilidad de los agregados al Sulfato de Sodio o Magnesio | |
|---------|--|--------|---|--------|
| | Fino | Grueso | Fino | Grueso |
| D - 1 | 0.15 | 0.04 | 9.02 | 11.05 |
| D - 2 | ---- | | ---- | |
| D - 3 | 0.37 | 0.09 | 8.13 | 12.41 |

Los valores conseguidos están por debajo de los valores permitidos según el manual del MTC.

4.3. Combinación de Agregados

Teniendo la clasificación de los tipos de materiales encontrados en la Cantera Alfa y Omega, se procedió a realizar la combinación de estos agregados, a fin de que cumplan con la gradación correspondiente al material Base. De los 3 tipos de agregados encontrados, se combinaron según Tabla 18:

Tabla 17. Combinación de agregados en porcentajes

| Calicata | Código de Muestra | Clasificación SUCS | Combinación | |
|----------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | |
| C-1 | D - 1 | SP | 75% D-2 + 25% D-1 | --- |
| | | | 55% D-2 + 45% D-1 | |
| C-2 | D - 2 | GP | 40% D-2 + 60% D-1 | 75% D-2 + 25% D-3 |
| | | | --- | 65% D-2 + 35% D-3 |
| C-3 | D - 3 | SC | | --- |
| | | | 40% D-2 + 60% D-3 | |

De las 3 combinaciones realizadas entre D-1 y D-2, no se obtuvieron resultados satisfactorios, ya que las curvas granulométricas resultantes no están dentro de los valores mínimos y máximos de la gradación para un material Base.

Lo que si se llegó a obtener fue un material con buena gradación y comportamiento para ser usado como material de relleno u hormigón.

De las 4 combinaciones realizadas entre los materiales D-2 y D-3, En 2 de ellas las curvas granulométricas no estaban dentro del rango especificado, de las combinaciones con 55% D-2 + 45% D-3 y 40% D-2 + 60% D-3 se obtuvieron curvas muy bien graduadas que cumplen con los valores para un material base.

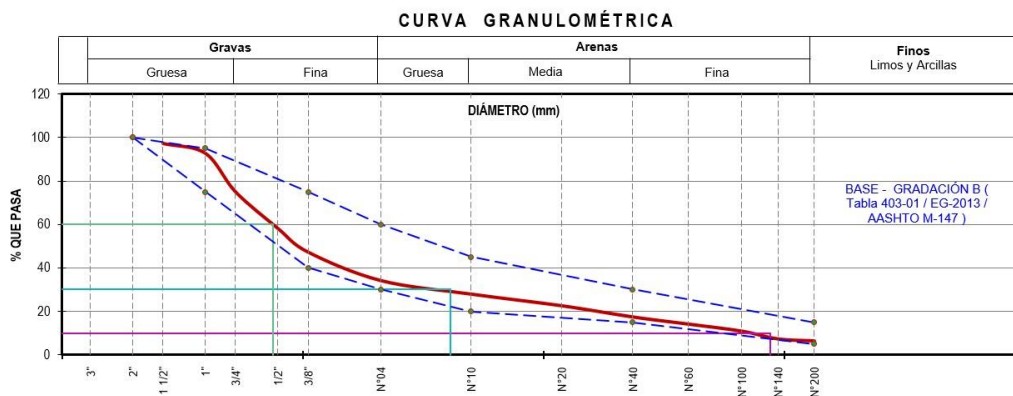


Figura 8. Curva Granulométrica combinación 55% D-2 + 45% D-3

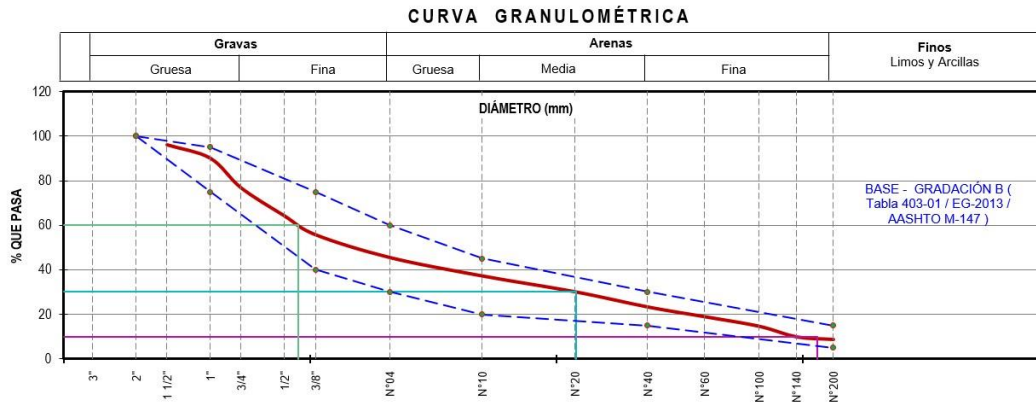


Figura 9. Curva Granulométrica combinación 40% D-2 + 60% D-3

Con las combinaciones 55% D-2 + 45% D-3 y 40% D-2 + 60% D-3, se efectuará el ensayo de CBR a fin de obtener valores de acuerdo a las exigencias del material Base.

4.4. Determinación del CBR óptimo por combinaciones

De las combinaciones que cumplen con la gradación para un material Base, se procedió a realizar el estudio de Proctor modificado para obtener la Máxima Densidad Seca MDS y el Óptimo Contenido de Humedad OCH, los cuales serán utilizados para realizar el ensayo de CBR.

También se realizó un ensayo de CBR al material tipo Hormigón obtenido de la combinación 40% D-2 + 60% D-1.

Tabla 18. Datos de Proctor y CBR

| Combinación | Proctor Modificado | | CBR | |
|-------------------|--------------------|-------|----------|---------|
| | MDS | % OCH | 100% MDS | 95% MDS |
| 40% D-2 + 60% D-1 | 7.128 | 7.85 | 71.12 | 40.80 |
| 55% D-2 + 45% D-3 | 2.18 | 8.34 | 79.95 | 62.20 |
| 40% D-2 + 60% D-3 | 2.23 | 8.96 | 95.30 | 81.50 |

Como se aprecia en los resultados conseguidos, en el material Hormigón, tiene un 40.80 al 95% de la MDS. Este material puede ser empleado en obras como material de relleno o como capa filtrante.

De las combinaciones de los materiales D-2 y D-3 se obtuvieron muy buenos valores; pero la combinación de 40% D-2 + 60% D-3 llegó a obtener un CBR de 81.50 al 95%MDS, cumpliendo con lo especificado para ser utilizado como material Base.

4.5. Propuesta de Material Óptimo

Como se describió en las líneas anteriores la combinación que de agregados 40% D-2 + 60% D-3 es la que cumple con las características especificadas para material base según el Manual de Carreteras en la Sección 403 - Bases Granulares.

Clasificación SUCS: GP-GM

Clasificación AASHTO: A-1-a (0)

Tabla 19. Comparación con Manual MTC

| Requerimientos agregado grueso | | | |
|--|-----------|---------------|---------|
| Ensayo | Norma | Requerimiento | Muestra |
| Partículas con una cara fracturada | MTC E 210 | 80% min | 81.37 |
| Partículas con dos caras fracturadas | MTC E 210 | 40% min | 55.33 |
| Abrasión Los Ángeles | MTC E 207 | 40% máx | 28.7 |
| Partículas chatas y alargadas | D 4791 | 15% máx | 3.2 |
| Sales solubles totales | MTC E 219 | 0.5% máx | 0.11 |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | --- | 10.24 |
| Requerimientos agregado fino | | | |
| Índice plástico | MTC E 111 | 4% máx | 3 |
| Equivalente de arena | MTC E 114 | 35% min | 48 |
| Sales solubles | MTC E 219 | 0.5% máx | 0.33 |
| Durabilidad al sulfato de magnesio | MTC E 209 | --- | 7.53 |
| Valor Relativo de Soporte, CBR al 100% MDS y a 0.1" de penetración | | 80% min | 95.30 |

Como se aprecia los valores obtenidos en los ensayos correspondientes, son valores permisibles según el Manual del MTC, es decir el material obtenido de la combinación se puede utilizar como un material Base.

V. DISCUSIÓN

En la evaluación de las proporcionalidades del material de cantera Alfa y Omega utilizado como base de pavimentos, empleando los parámetros del MTC en La Libertad, se realizó la inspección a la cantera donde se observó diversos tipos de materiales, de los cuales 3 fueron tomados para ser llevados a procesar en el laboratorio JVC consultoría Geotecnia SAC como lo indica la Tabla 14, consiguiendo así determinar las propiedades tanto químicas como mecánicas las cuales se pueden visualizar en las tablas 15 y 16, pudiendo así alcanzar el porcentaje requerido. Se tomó como referencia a Huamán (2017), dado que en su investigación “Evaluación de las características de los materiales de canteras empleados como base y subbase de pavimentos, en la ciudad de Barranca–2016”, donde concluyen que 2 muestras satisfacen el mínimo requerido por la norma EG – 2013 que es el 80% de CBR, donde el material vendría a ser utilizado como base de carreteras tanto de segunda como de tercera clase con un tránsito de poco volumen(pág.66).

Para clasificar los materiales extraídos de la cantera, se establecieron porcentajes de material para los ensayos granulométricos, de la combinación seleccionada, 40% D-2 + 60% D-1 se obtuvo una clasificación SUCS de GP-GM y AASHTO A-1-a (0); el manual no establece una clasificación determinada para el tipo de agregado a utilizar como material base, he aquí que al momento de seleccionar una cantera se realizan todos los ensayos sin antes tener una clasificación adecuada, esto evitaría gastos por ensayos inservibles.

Al determinar las cuatro (4) gradaciones establecidas A, B, C y D en la Tabla 403-01 del requerimientos granulométricos para base granular de la Sección 403 Bases Granulares de la DG-2013, no se menciona en qué casos utilizar cada gradación, ya que los requerimientos químicos y mecánicos siguen siendo los mismos para

cada tipo de gradación; teniendo en cuenta que este manual es del 2013 y ya han pasado varios años que no cuenta con una actualización.

Al realizar la combinación de los agregados 40% D-2 + 60% D-1, el ensayo CBR arrojó un valor de 40.80% al 95%MDS agregándosele un aditivo para aumentar la capacidad de soporte como lo demuestra Salazar, 2019 en su tesis “Influencia de la adición del polímero megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6%, en el cbr del material de cantera para afirmado” el cual propone la incorporación del aditivo para mejorar la capacidad de soporte del material de la cantera, llegando a valores superiores al 100%.

De los CBR realizados a las muestras a combinar, el material D-3 SC presenta un CBR de al 95%MDS de 41.8, que al combinarse con el material D-2 GP, aumenta significativamente el esfuerzo mecánico, arrojando un valor de 95.30 al 100%MDS, lo que demuestra la adhesión de estos agregados al momento de compactación; por parte Álvarez, 2017 en su tesis “Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado”, en el cual los CBR presentados de los materiales utilizados con valores de superiores al 110%, comprueba que adoptando proporciones adecuadas se puede llegar a valores de CBR superiores al 100%.

La normativa peruana de acuerdo al manual de carreteras en la Sección 403 de Bases Granulares, plantea 4 gradaciones A, B, C y D para material base, estas gradaciones van desde la malla 2” (500mm) hasta la #200 (0.075mm), estas gradaciones requeridas provocan en el material una buena compactación ya que el material fino rellenará los vacíos dejados entre los agregados de mayor tamaño; lo que difiere con los planteado por Acosta y Macias, 2006 en su investigación “Estudios sobre materiales granulares de la cantera del río de oro utilizados como bases granulares para pavimentos flexibles” en la cual utilizan las especificaciones propuestas por INVIAS Colombia para utilizar materiales granulares superiores al tamiz ¼ (6.35mm) para ser usado como base.

Según Huamán (2017), en su investigación “Evaluación de las características de los materiales de canteras empleados como base y subbase de pavimentos, en la ciudad de Barranca – 2016”, donde concluyeron que 2 muestras satisfacen el mínimo requerido por la norma EG – 2013 que es el 80% de CBR, donde el material vendría a ser utilizado como base de carreteras tanto de segunda como de tercera clase con un tránsito de poco volumen(pág.66).

Para Acosta y Macías (2006), en su trabajo “Determinación de las características físicas y mecánicas del material de la cantera Río de Oro” (pág.24). donde concluyeron que este material granular de base para pavimentos flexibles se acerca al mínimo requerido donde se considera como aceptable requerido por la norma de INVIAS E- 148. (pág.41).

Cahuina (2016), en su investigación “Evaluación del valor de la resistencia mecánica CBR de las canteras Anahuarque y Pata-Pata de la ciudad de Cusco con la adición de filamentos de tereftalato de polietileno (pet) para mejoramiento de subbase”, Donde tiene una metodología simple para la determinación del comportamiento del aditivo PET, donde el estudio de suelos que se centra el CBR, donde en relación a los 6 kilogramos que puede contener el recipiente del estudio; ejemplo: 0,25% = 15 gramos, para plantear el valor óptimo de los modelos con un (0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45 y 0.50 %) de PET, donde concluyeron que el mejor porcentaje fue el de 0.35%. (pág.7).

Para Salazar (2019), en su trabajo de investigación: “Influencia de la adición del polímero megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6%, en el CBR del material de cantera para afirmados” donde se concluye que el material de la cantera Banzan de Cajamarca tiene una calidad buena de material de afirmado para base de pavimentación. (pág.60).

Alvarez, (2017), en su proyecto: “Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado”, donde con los datos conseguidos concluyeron que ni una de las 2 canteras satisface el mínimo requerido para el diseño de afirmado con respecto al manual de carreteras 2013, mientras la combinación de 75%25% cumplió con el mínimo requerido por el MTC. (pág. 111)

Según Sánchez, Hermenejildo, Guzhñay y Proaño, (2015), en su investigación: “Caracterización de los áridos del río dos mangas y cantera del cerro el tablazo de la provincia de Santa Elena para utilizarlo como material de construcción” donde concluyeron que mediante los estudios y ensayos físicos elaborados se consiguió que los agregados poseen una buena calidad para utilizar en obras, a la vez para obtener una granulometría deseada combinando con un material diferente (proporción de agregado grueso). (pág. 8).

Para Chen y Rivera (2020), en su trabajo “Evaluación del índice CBR de suelos granulares en ladera de cerro y lecho de río para capa base de pavimentos flexibles” con lo que se concluye que Los porcentajes índice CBR obtenidos satisfacen la demanda de suelos granulares buenos para carreteras tanto de segunda como de tercera clase, tránsito de poco volumen, o con un tráfico en ejes equivalentes. (pág.74).

Vásquez (2019), en su investigación “Evaluación de la mezcla de agregados de las canteras el guitarrero y piedra chancada del río chonta para bases y sub bases de pavimentos en la ciudad de Cajamarca” donde concluyeron el mejor CBR fue de la proporción 60% 40% cumpliendo con la norma EG – 2013 (MTC) para base de pavimentos. (pág. 76).

Según Aguilar (2018), en su proyecto, “Mejoramiento de las características físicas y mecánicas del suelo de la cantera Taparachi mezclados con agregados procesados para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca” dando como conclusión donde cumplieron con los mínimos requeridos para la base para las pavimentaciones futuras. (pág. 128).

La limitación que se presentó en el siguiente proyecto son los estudios en campo, estudio de suelos, dado que la situación por la que está pasando el país, se tuvo que hacer uso de un especialista que tenga mayor autorización de ingreso al laboratorio. La presente investigación brinda nuevos conocimientos para que a futuro se puedan desarrollar nuevos proyectos de proporcionalidades para material de base.

Los resultados conseguidos para el material granular de la cantera Alfa y Omega que se encuentra ubicada en la localidad Trujillo, departamento de La Libertad, desde el estudio de suelo hasta los resultados de la evaluación de las proporcionales del material para base de pavimento, se puede observar que la unidad de estudio se elaboró bajo la norma del MTC, dando un resultado que cumple con el porcentaje mínimo estipulado.

En resumen, los resultados expuestos y presentados se realizaron tomando en cuenta la norma establecida por el estado. Estos resultados como la clasificación de los materiales extraídos de la cantera Alfa y Omega que permitió identificar 3 tipos de materiales, además la determinación de las características mecánicas y químicas que se obtuvo mediante diversos ensayos, logrando comprobar que los valores están dentro de los rangos permitidos.

VI. CONCLUSIONES

Se logró evaluar las proporcionalidades del material de la cantera Alfa y Omega utilizado como base de pavimentos, empleando los parámetros del MTC en La Libertad – Trujillo 2021, dando como resultado un CBR que cumple con el mínimo de 80% estipulado en la sección 402 del EG-2013, permitiendo que el material sea empleado como base de pavimentos.

Se logró clasificar los materiales extraídos de la Cantera Alfa y Omega, donde se recolectaron 3 muestras, obteniendo materiales como D-1 SP arena pobremente graduada con grava, D-2 Grava pobremente graduada, D-3 Arena arcillosa con grava.

Se determinó las características tanto mecánicas como químicas de los agregados de la cantera Alfa y Omega, según ensayos del manual del MTC, a fin de seleccionar los materiales adecuados y realizar las combinaciones correspondientes. Los ensayos mecánicos realizados fueron Proctor Modificado, CBR, Equivalente de arena, Ensayo de Desgaste por Abrasión, ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas en el agregado grueso; así mismo los ensayos químicos fueron Contenido de sales solubles en agregados e Inalterabilidad de los agregados al sulfato de sodio o magnesio. En ambos ensayos los valores obtenidos cumplen con los rangos permitidos por el MTC.

Se realizó combinaciones de los agregados para obtener una gradación que cumpla para un material base; Con la combinación de Piedra y Arena arcillosa, resultaron 2 combinaciones (55% D-2 + 45% D-3 y 40% D-2 + 60% D-3) que cumplen con la gradación B para material base.

Se determinó un CBR óptimo para material Base de acuerdo a la combinación de agregados de la Cantera Alfa y Omega que cumpla con lo establecido por el MTC; obteniendo de la combinación 40% D-2 + 60% D-3 un valor de 95.30 al 100%MDS.

Se logró proponer un material que cumpla con las características establecidas por el MTC; siendo este el de la combinación 40% D-2 + 60% D-3, dado que satisface los parámetros del manual de Carreteras en la Sección 403 de bases granulares y puede ser utilizado como material base para pavimentos.

RECOMENDACIONES

- Al propietario Ausberto Calderon Castillo que, para próximos estudios con fines de explotación, realizar un levantamiento topográfico a fin de delimitar las áreas y volúmenes de los agregados existentes en la cantera Alfa y Omega, a fin de evitar combinaciones no controladas y conocer la potencia de explotación de la cantera.
- Al propietario Ausberto Calderon Castillo, realizar continuamente los estudios para corroborar adecuadamente sus propiedades tanto físicas como mecánicas y la calidad de agregados de la cantera Alfa y Omega, ya que éstas se podrían alterar con el tiempo y con la profundidad de los agregados.
- Al ingeniero especialista en suelos o materiales que al momento de la inspección ocular tenga una adecuada selección y muestreo de las muestras a ensayar.
- A los ingenieros del laboratorio que debe tener un promedio de los ensayos realizados para tener un dato mucho más exacto, ya que por lo general las muestras ensayadas son producto de cuarteos y muchas veces no identifican la muestra real.
- A los estudiantes metodólogos de diferentes especialidades profundizar y complementar el proyecto.

REFERENCIAS

1. ACOSTA, Freiner y MACIAS, Juan. Estudios sobre materiales granulares de la cantera del río de oro utilizados como bases granulares para pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Bucaramanga: Universidad industrial de Santander facultad de ingenierías fisicomecánicas, 2006. Disponible en: <https://docplayer.es/40481892-Estudios-sobre-materiales-granulares-de-la-cantera-del-rio-de-oro-utilizados-como-bases-granulares-para-pavimentos-flexibles.html>
2. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala: USAID/SIECA, 2002. 51 pp.
3. AGUILAR, Pedro. Mejoramiento de las características físicas y mecánicas del suelo de la cantera taparachi mezclados con agregados procesados para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca. Tesis (Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Andina, 2018. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3147>
4. AGUINAGA, Miguel y NARRO, Marlon. Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017. Tesis (Grado de Titulación). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2017. 111 pp. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12857/Aguinaga%20Moreno%20Miguel%20Angel%20-%20Narro%20Carrera%20Marlon%20Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. ANDAGUA, María y RAMOS, Gean. Propuesta de método de diseño de afirmado para caminos no pavimentados en la región Lima-provincias. Tesis (Grado de Titulación). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2018. 550 pp.
Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1520>
6. Anónimo. Rocas y Minerales. 26 de junio del 2016. [Fecha de consulta: 27 de abril]. Disponible en:

<https://www.rocasym minerales.net/pavimento/#:~:text=Subrasante%3A%20Esta%20capa%20tiene%20como,las%20capas%20de%20pavimento%20subsecuentes.>

7. ARTEAGA, Gean y TORRES, Walter. Estudio de las características físicas y mecánicas de los agregados de la cantera Caballo Muerto para fines de control de calidad en concreto y pavimentación. Tesis (Grado de Titulación). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2021. 282 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8085>
8. AVALOS, Michel y ESPEJO, Leyder. Influencia de la combinación de los agregados de cerro y río en la capacidad de soporte de afirmado – 2019. Tesis (Grado de Titulación). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. 111 pp. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50733>
9. BALBOA Chávez, Marjorie. Estudio del material afirmado para el terraplén de carreteras Chasquitambo. Tesis (Grado de Titulación). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2019. 91 pp. Disponible en <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3462>
10. BELITO, Gilmar y PAUCAR, Fortunato. Influencia de agregados de diferentes procedencias y diseño de mezcla sobre la resistencia del concreto. Tesis (Grado de Titulación). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018. 136 pp. Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1581>
11. BELTRÁN Magallanes, José. Propiedades físicas de los suelos, un recurso natural prestador de servicios biológicos y ambientales. ResearchGate [en línea]. Marzo 2018. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/323906391_Propiedades_fisicas_de_los_suelos_un_recurso_natural_prestador_de_servicios_biologicos_y_ambientales
12. BERNAL, Andy y HERNÁNDEZ, Alberto. Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas INCA-scielo. [en línea]. Octubre- diciembre 2017, vol. 38, nº 4. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n4/ctr10417.pdf>
13. CABALLERO, P.W., DAMIANI, C. A. y RUIZ, Á.A. Optimization of the concrete through the addition of nanosilice, using aggregates of the cantera de

- Añashuayco de Arequipa. Revista Ingeniería de Construcción RIC. [en línea]. Diciembre 2021, vol. 36, nº 1. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi66YGpq7T0AhUEZzABHe2KDaQQFnoECAYQAQ&url=http%3A%2F%2Fricuc.cl%2Findex.php%2Fric%2Farticle%2Fview%2F1125%2FPDF%2520ENGLISH&usg=AOvVaw0HYRObWt3PdOsng6RNzINo>
14. CAHUINA, Cristóbal. Evaluación del valor de la resistencia mecánica cbr de las canteras anahuarque y pata-pata de la ciudad de cusco con la adición de filamentos de tereftalato de polietileno (pet) para mejoramiento de subbase. Tesis (Ingeniero Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016. Disponible en:
<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/58>
15. CARO, Silvia y CAICEDO, Bernardo. Technologies for tertiary roads: Perspectives and experiences from an academic approach. Revista de Ingeniería. [en línea]. 2017, nº 45. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121052004005.pdf> ISSN: 0121-4993
16. CHEN, Jhosiel y RIVERA, Oswaldo. Evaluación del índice CBR de suelos granulares en ladera de cerro y lecho de río para capa base de pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad peruana unión, 2020. Disponible en:
<http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1990698>
17. CIPRIANO. Conceptos básicos de diseño de pavimentos de concreto. Argos. 07 de mayo 2004. [Fecha de consulta: 27 de mayo]. Disponible en:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/diseno-de-pavimentos-de-concreto>
18. DZUL, Marisela. Aplicación básica de los métodos científicos. México: Universidad autónoma del estado de Hidalgo, 2013. Disponible en:
https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf
19. EJETA, Almaz, TUCAY Emer y GETACHEW, Kabtamu. Engineering properties of mechanically stabilized subbase material using natural gravel around jimma

- quarry sites for unpaved road construction. Global Scientific Journals [en línea]. Mayo 2017, volumen 5, nº 5. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.scipedia.com/public/Quezon_2017c
20. GARNICA, Paul, GÓMEZ, José y SESMA, Jesús. Mecánica de Materiales para Pavimentos. Secretaría de comunicaciones y transportes instituto mexicano del transporte- SCT. [en línea]. 2002, nº 197. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt197.pdf> ISSN: 0188-7297
21. GONZALES Ticle, Cabrini. Estudio de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro-El Porvenir-Laredo). La Libertad, 2019. Tesis (Grado de Titulación). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 166 pp. Disponible en <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12324/Gonzales%20Ticle%2c%20Cabrini%20Nelson.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. GUZMÁN Quispe, Pamela. Influencia de aditivos químicos en las características físico – mecánicas y relación costo – beneficio de suelos a emplearse en la superficie de rodadura de la vía Puno – Aeropuerto de Ventilla, región Puno. Tesis (Grado de Titulación). Juliaca: Universidad Nacional Néstor Cáceres Velásquez, 2017. 305 pp. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/249337711.pdf>
23. HERRERA Herbert, Juan. Diseño de exploraciones de canteras. [en línea]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2007. [fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: https://oa.upm.es/21839/1/071120_L3_CANTERAS-ARIDOS.pdf
24. HIGUERA Sandoval, Carlos. Road pavements structure's design. Revista Facultad de Ingeniería UPTC. [en línea]. 30 de mayo 2018. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1357/1352> ISSN: 0121-1129
25. HOYOS Patiño, Fabián. Geotecnia: diccionario básico. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2011. 240 pp.

26. HUAMÁN, Heliden. Evaluación de los materiales de canteras utilizados como base y sub-base de pavimentos en la ciudad de Barranca – 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2017. Disponible en:
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1698>
27. HUANG, Yang. Pavement analysis and design. 2ª ed. Estados Unidos: University of Kentucky, 2004. 785 pp. ISBN: 0131424734
28. HUARSAYA Medina, Fredy. Evaluación geológica y geotécnica del terreno de fundación y canteras Prog. km 25+470 al km 35+130. autopista Puno – Juliaca. Tesis (Grado de Titulación). Puno: Universidad Nacional del Altiplano - Puno, 2017. 99 pp. Disponible en:
http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9297/Huarsaya_Medina_Fredy_Sixto.pdf?sequence=1&isAllowed=y
29. JIMÉNEZ, Elizabeth y GARCÍA, Hernán. Aprovechamiento de los RCD en proyectos de construcción y conservación de pavimentos urbanos. Tesis (Grado de Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016. 81 pp. Disponible en
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13905/4/Aprovechamiento%20de%20los%20RCD%20en%20proyectos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20conservaci%C3%B3n%20de%20pavimentos%20urbanos.pdf>
30. JUNCO DEL PINO, Juan. Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos arcillosos de subrasantes de carreteras. Artículo (Ingeniero Civil). Matanzas: Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas, 2011. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/1939/193921394002.pdf>
31. LOZADA Tiglla, Edwar. Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba. Tesis (Grado de Titulación). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2018. 173 pp. Disponible en
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5301/Lozada%20Tiglla%20Edwar%20Francis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

32. MANTILLA, Víctor. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la Carretera Cuyuchugo - Caulimalca, Distrito de Usquil - Provincia de Otuzco – Región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26858>
33. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (MTC). Manual de Ensayo de Materiales, 2016.
34. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. MTC 2013, 2013: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción. Lima: El Peruano, 2017. 17 pp.
35. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Evaluación de la Aplicación de Estabilizadores de Suelos (OAT), (R.D. N° 073 – 2005 – MTC/14). Lima, 2005. 8 pp.
36. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras, Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción (EG-2013). Lima, 2013. 1282 pp.
37. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos (R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14). Lima, 2014. 355 pp.
38. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de ensayo de materiales (R.D. N° 18 – 2014 – MTC/14). Lima, 2016. 1296 pp.
39. MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito- Dirección general de caminos y ferrocarriles DGCF (R.D. N° 084 – 2005 – MTC/14). Lima, 2005. 202 pp.
40. MONSALVE Lina, GIRALDO Laura y GAVIRIA Jessyca. Diseño de pavimento flexible y rígido. Tesis (Ingeniero Civil). Armenia: Universidad del Quindío, 2012. Disponible en: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-04-29_03-02-0798398.pdf
41. NAGARAJ, H. B. y SURESH M. R. Influence of clay mineralogy on the relationship of CBR of fine-grained soils with their index and engineering properties. Transportation Geotechnics. [en línea]. 17 de febrero 2018. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en:

- https://www.researchgate.net/publication/323248088_Influence_of_Clay_mineralogy_on_the_relationship_of_CBR_of_fine-grained_soils_with_their_Index_and_Engineering_properties
42. NYEMB, Joel [et al]. Assessment of the determination of Californian Bearing Ratio of laterites with contrasted geotechnical properties from simple physical parameters. *Transportation Geotechnics*. [en línea]. 25 de febrero 2019. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214391218302083?token=D75277DC67F4DF3CA5EDDB5DBEF12275039995F5FAF9292451DD43FCAB08B91230DA5C1C3CECE63D91C5FBC72959820A&originRegion=us-east-1&originCreation=20211120032617>
 43. OLARTE Buleje, Zuly. Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles. Tesis (Grado de Titulación). Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes, 2017. 547 pp. Disponible en <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/100/1/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf>
 44. OROBIO, Armando. Considerations for design and construction of gravel surfaced roads stabilized with calcium chloride. *Dyna*. [en línea]. Nro. 165. Febrero 2011. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi45uDOrrT0AhWzRTABHRUFDmwQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Frevistas.unal.edu.co%2Findex.php%2Fdyna%2Farticle%2Fview%2F25643&usg=AOvVaw1LoIGJk9NFPAl_9z-ez06p ISSN: 0012-7353
 45. RODRÍGUEZ, José. Estudio y diseño del sistema vial de la comuna san Vicente de Cucupuro de la parroquia rural del quinche del distrito metropolitano de quito, provincia de pichincha. Tesis (Ingeniero Civil). Quito: Universidad internacional del ecuador, 2015. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/1/T-UIDE-1233.pdf>
 46. RUIZ, Santiago. Diseño de mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera el molino – Singarran – San Martín (km 6+400), distrito de cascás - provincia gran

- Chimú – región la libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26132>
47. SALAZAR, Juan. Influencia de la adición del polímero megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6%, en el cbr del material de cantera para afirmados. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del norte, 2019. Disponible en:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22278>
48. SÁNCHEZ Tania, HERMENEJILDO Silvia, GUZHÑAY Julio y PROAÑO Gastón. Caracterización de los áridos del río dos mangas y cantera del cerro el tablazo de la provincia de santa elena para utilizarlo como material de construcción. Artículo (Ingeniero Civil). Guayaquil: universidad en Guayaquil, 2015. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/12404498.pdf>
49. SANCHEZ, Tania [et al]. Caracterización de los áridos del río Dos Mangas y cantera del cerro el Tablazo de la provincia de Santa Elena para utilizarlo como material de construcción. Transportation Geotechnics. [en línea]. Enero 2018. [Fecha de consulta: 15 de octubre de 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/50206973_Caracterizacion_de_los_aridos_del_rio_dos_mangas_y_cantera_del_cerro_el_tablazo_de_la_provincia_de_Santa_Elena_para_utilizarlo_como_material_de_construccion
50. SINGHA, Meenakshi, TRIVEDIA, Ashutosh Y SHUKLA Sanjay. Strength enhancement of the subgrade soil of unpaved road with geosynthetic reinforcement layers. Transportation Geotechnics. [en línea]. 31 de enero 2019. [Fecha de consulta: 16 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2019.01.007>
51. TARUM, Naskar. The Basics of Soil Mechanics in Civil Engineering. [en línea]. 2012. [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: The Basics of Soil Mechanics in Civil Engineering - Bright Hub Engineering
52. TEJEDOR, José, LOZADA, Héctor y VALBUENA, Julio. Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes de canteras aledañas a Bogotá, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y el sistema AASHTO. Tesis (Grado de Especialización en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2015. 35 pp.

Disponible en
https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2978/4/TG_H%C3%89CTOR%20JULIO%20VALBUENA%20MOJICA.pdf

53. TICLLA Ríos, Thalía. Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del distrito de Chota. Tesis (Grado de Titulación). Chota: Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2021. 396 pp. Disponible en <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/162>
54. TOIRAC Corral, José. El suelo-cemento como material de construcción. Ciencia y Sociedad. [en línea]. Octubre- diciembre 2008, vol. 33, nº 4. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87012672003.pdf> ISSN: 0378-7680
55. VARGAS, Frank. Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del norte, 2017. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10700>
56. VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista. San Pedro: Universidad de Costa Rica, 2009. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
57. VARGAS Álvarez, Frank. Influencia de la combinación de agregado de cerro y de río en la capacidad de soporte de un afirmado. Tesis (Grado de Titulación). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2017. 15 pp. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10700/Vargas%20Alvarez%20%2cFrank%20Dario.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
58. VÁSQUEZ, Jhonny. Evaluación de la mezcla de agregados de las canteras el guitarrero y piedra chancada del río chonta para bases y sub bases de pavimentos en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad nacional de Cajamarca, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3576>
59. VELÁSQUEZ, Santos. Diseño del mejoramiento de la carretera tramo C.P. santa rosa, san Idelfonso, buenos aires, nuevo horizonte, distrito de pueblo nuevo, provincia de Chepén, la libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad

César Vallejo, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28214>

60. VILLANUEVA Rodríguez, Tomás. Los Áridos en Castilla y León. Castilla y León: Doménech e-learning multimedia, S.A, 2008. 24 pp.
61. WOJAHN, Rael [et al]. Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Agregados de Composição Granítica Oriundos de Duas Jazidas do Estado do Rio Grande do Sul. Revista Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ. [en línea]. 2021, vol 44. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2021].

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

| Titulo | Formulación del problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Metodología |
|--|--|---|---|---|---|
| Proporcionalidades del material granular de la cantera Alfa y Omega empleados como base de pavimentos en La Libertad – Trujillo. | ¿Cuál fue proporcionalidad adecuada del material de la cantera Alfa y Omega para obtener un cbr de 80% empleado como base de pavimentos, en la Libertad – Trujillo 2021? | <p>Objetivo general Evaluar las proporcionalidades del material de cantera Alfa y Omega utilizado como base de pavimentos, empleando las normas del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en La Libertad – Trujillo 2021.</p> <p>Objetivos específicos OE1: Clasificar los materiales extraídos de la Cantera Alfa y Omega. OE2: Determinar las características mecánicas y químicas de los materiales de la Cantera Alfa y Omega, según ensayos del manual del MTC. OE3: Realizar combinaciones de los agregados para obtener una gradación que cumpla para un material Base. OE4: Determinar un CBR óptimo para material Base de acuerdo a la combinación de agregados de la Cantera Alfa y Omega, que cumpla con lo establecido por el MTC. OE5: Proponer un material que cumpla con las características establecidas por el MTC</p> | Las proporcionalidades de los materiales granulares de cantera Alfa y Omega de las gradaciones propuestas cumplen con el mínimo del CBR del 80 % para ser empleadas en base de pavimentos en el departamento de La Libertad, en la ciudad de Trujillo – 2021. | <p>Variable independiente: Proporcionalidades</p> | <p>Diseño: No Experimental- Descriptivo.</p> <p>Población: El material granular de la cantera Alfa y Omega empleado como base de pavimentos, en La Libertad – Trujillo 2021.</p> <p>Instrumentos: guía de observación</p> <p>Muestra: Manual de ensayos de materiales - muestreo de Suelos y Rocas - MTC E101 (2016) es de 535.10 kg. de material granular.</p> <p>Análisis de datos: En esta investigación se utilizará la técnica de la Estadística Descriptiva donde se realizará gráficos como tabla de frecuencia, gráfico de barras con ayuda del software Microsoft Excel 2016 donde para la variable mejoramiento de las proporcionalidades se utilizará el gráfico de barras el cual nos ayudaran a la comparación de las muestras utilizadas para cada gradación correspondiente.</p> |

Anexo 3.

Anexo 3.1. Matriz de operacionalización de variables.

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICION |
|---------------------------|--|--|-------------------------|---|--------------------|
| Proporcionalidades | Proporcionalidades se refiere a la justa y armoniosa relación de una parte con otras o con el todo. Esta relación puede ser no solo de magnitud, si no de cantidad o también de grado. (Medina, 2011). | Conjunto de métodos, ensayos, fórmulas para determinar las características de los agregados empleados para base de pavimentación y a su vez la gradación de los agregados. | Análisis granulométrico | Tamaño máximo nominal del agregado grueso | Razón |
| | | | | Módulo de finura del agregado fino | |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|-------|
| | | | Contenido de Humedad | Porcentaje de humedad del agregado grueso. | Razón |
| | | | | Porcentaje de humedad del agregado fino. | |
| | | | Cantidad de partículas con una cara fracturada y partículas con dos caras fracturadas | Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso | Razón |
| | | | Abrasión los ángeles | Porcentaje de la Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión | Razón |
| | | | Partículas chatas y alargadas | Porcentajes Partículas chatas y alargadas en el agregado grueso | Razón |
| | | | sales solubles | Porcentaje del contenido de sales en el suelo del agregado grueso | |
| | | | Durabilidad al sulfato de magnesio | Porcentaje desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de magnesio del agregado grueso | Razón |
| | | | | Porcentaje desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de magnesio del agregado fino | |

| | | | | |
|--|--|---|--|-----------|
| | | Límites de Atterberg (%) | límite líquido | Razón |
| | | | límite plástico | |
| | | | Índice de plasticidad | |
| | | Equivalente de arena | Porcentaje de finos o apariencia arcillosa del agregado fino | Razón |
| | | CBR | Máxima Densidad Seca | Razón |
| | | | Penetración de Carga de 0.1" | |
| | | | Porcentaje del índice del CBR | |
| | | Grado de cumplimiento de los materiales | Parámetros de las normas del MTC. | Intervalo |
| | | proporciones en la mezcla para el material granular | Porcentaje de cantidad del agregado grueso. | Razón |
| | | | Porcentaje de cantidad del agregado fino | |

Anexo 3.2. Indicadores de variables

| OBJETIVO ESPECÍFICO | DIMENSIONES | INDICADOR | DESCRIPCIÓN | TÉCNICA / INSTRUMENTO | TIEMPO EMPLEADO | MODO DE CÁLCULO |
|--|--------------------------|--|---|--------------------------------|-----------------|--|
| OE1: Clasificar los materiales extraídos de la Cantera Alfa y Omega. | Análisis granulométrico | Tamaño máximo nominal del agregado grueso. | Es el método el cual separa las partículas con la finalidad de conocer e identificar el peso y tamaño de las partículas de los agregados finos y gruesos. | Formato de guía de observación | 29 horas | $LL = W^n \left[\frac{N}{25} \right]^{0.121}$ $LL = kW^n$ |
| | | Módulo de finura del agregado fino | | | | |
| | Contenido de Humedad | Porcentaje de humedad del agregado grueso. | Es el método en el cual el vínculo con la humedad del suelo, dando así la relación de la masa del suelo húmedo con respecto a la masa del suelo seco, expresado en porcentaje del peso de agua. | Formato de guía de observación | 29 horas | $W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo seco}} \times 100$ |
| | | Porcentaje de humedad del agregado fino. | | | | |
| | Límites de Atterberg (%) | Límite líquido. | Es el contenido de humedad, referido en porcentaje, donde encontramos el límite dividido en los estados líquido y plástico. | Formato de guía de observación | 12 horas | $LL = W^n * \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$ |
| | | Límite plástico | | | | |
| | | Índice de plasticidad | | | | |

| | | | | | | |
|--|--|--|---|--------------------------------|-----------|---|
| OE2: Determinar las características mecánicas y químicas de los materiales de la Cantera Alfa y Omega, según ensayos del manual del MTC. | Abrasión de los ángeles | Porcentaje de la Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión. | El ensayo radica en la colocación de la muestra en la máquina de abrasión de los ángeles donde obtendremos el desgaste de la muestra ensayada donde obtener este resultado es fundamental para la elaboración de pisos y pavimentos. | Formato de guía de observación | 9 horas | Desgaste (%): $\frac{P1 - P2}{P1} * 100$ |
| | Cantidad de partículas con una cara fracturada y partículas con dos caras fracturadas. | Porcentaje de caras fracturadas en el agregado grueso. | Este ensayo nos facilita la determinación de la aceptabilidad del agregado grueso con las características requeridas como maximizar el esfuerzo cortante y obtener la fricción aumentada por la textura del agregado usado para pavimentos. | Formato de guía de observación | 48 horas. | $p = \frac{F}{F + N} * 100$ $\frac{\sum \text{caras fracturadas}}{\sum \% \text{ agregado}} * 100$ |
| | Partículas chatas y alargadas | Porcentajes Partículas chatas y alargadas en el agregado grueso. | El ensayo contiene finalidad de corroborar si la muestra está cumpliendo las especificaciones para no interfiera con la colocación de materiales en el pavimento. | Formato de guía de observación | 24 horas | |

| | | | | | | |
|--|------------------------------------|---|---|--------------------------------|----------|---|
| | sales solubles | Porcentaje del contenido de sales en el suelo del agregado grueso. | Es el tratamiento de cristalización para obtener la cantidad de cloruros y sulfatos, solubles en agua, donde serán utilizados en bases y mezclas asfálticas. | Formato de guía de observación | 46 horas | Sales solubles (%) : $\frac{1}{\frac{P_1 * P_2}{P_3 * P_4} - 1} * 100$ |
| | | Porcentaje del contenido de sales en el suelo del agregado fino. | | | | |
| | Durabilidad al sulfato de magnesio | Porcentaje desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de magnesio del agregado grueso. | El ensayo nos proporciona una información valiosa para apreciar la alterabilidad de la muestra ensayada con la acción de la intemperie para así obtener el cuidado en establecer los límites correctos en especificaciones. | Formato de guía de observación | 16 horas | (Gradación original % (-) Pérdida total %) / 100 |
| | | Porcentaje desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de magnesio del agregado fino | | | | |


| | | | | | | |
|---|---|--|--|--------------------------------|----------|--|
| | Equivalente de arena | Porcentaje de finos o apariencia arcillosa del agregado fino | Tiene como objetivo de indicar las proporciones de un suelo arcilloso o polvos en el suelo donde son partículas no aptas para el uso de pavimento y a la vez dar a conocer la cantidad permisible de partículas no aptas en el agregado. | Formato de guía de observación | 20 horas | $\frac{\text{LECTURA DE ARENA}}{1 \text{LECTURA DE FINOS}} * 100$ |
| OE3: Realizar combinaciones de los agregados para obtener una gradación que cumpla para un material Base. | proporciones en la mezcla para el material granular | Porcentaje de cantidad del agregado grueso. Porcentaje de cantidad del agregado fino. | Análisis que nos permite en analizar procesos matemáticos para obtener proporciones mediante la estadística. | Formato de guía de observación | 24 horas | Calculo estadístico y matemático |
| OE4: Determinar un CBR óptimo para material Base de acuerdo a la combinación de agregados de la Cantera Alfa y Omega, que cumpla con lo establecido por el MTC. | CBR | Máxima Densidad Seca. Penetración de Carga de 0.1". Porcentaje del índice del CBR | En ensayo tiene como finalidad de obtener el índice de resistencia de la muestra ensayada con respecto a la relación de soporte y a su vez evalúa la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, empleados en pavimentos. | Formato de guía de observación | 28 horas | % Expansión $\frac{L2 - L1}{127} * 100$ % agua a añadir $\frac{H - h}{100 + h} * 100$ |

| | | | | | | |
|---|---|----------------------------------|--|--------------------------------|----------|-------------------------|
| OE5: Proponer un material que cumpla con las características establecidas por el MT | Grado de cumplimiento de los materiales | Parámetros de las normas del MTC | Utilización de la Matriz de comparación de cálculos obtenidos en laboratorio | Formato de guía de observación | 42 horas | La comparación de datos |
|---|---|----------------------------------|--|--------------------------------|----------|-------------------------|

Anexo 4. Certificados de Ensayos Elaborados

4.1. Ensayo del material tipo Hormigón 01 (D-3)

4.1.1. Análisis Granulométrico por Tamizado



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

| | |
|-------------|---|
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACION | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 |

| | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------|----|
| DATOS: | D-3 | Contenidas: | N |
| Sondaje/Muestra | CANTERA | Norte | - |
| Código de Muestra | EVALUACIÓN MATERIAL DE BASE | Este | - |
| Observación | TIPO AFIRMADO | Cota | - |
| | | Progravo | En |

| | | | |
|--------------------------------|-------------|--------------------------|------------|
| ENSAYO: | 1,711.0 gr. | Masa de Finos Eliminados | 715.75 gr. |
| Masa Béica de Fracción | 985.3 gr. | Error de Tamizado | 71.88% |
| Masa de Fracción Limpia y Seca | 1,710.8 gr. | | |
| Masa de Fracción Tamizada | | | |

| HUMEDAD NATURAL | |
|-----------------|--------------|
| Bh + Tara | 1,541.70 gr. |
| Ba + Tara | 1,507.00 gr. |
| Tara | 109.75 gr. |
| Humedad(%) | 2.85 |

| LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA | |
|-----------------------------------|----|
| L. Líquido | 29 |
| L. Plástico | 22 |
| Ind. Plástico | 7 |

| CLASIFICACION / ASTM | |
|---------------------------|-----------|
| Clas. SUCB (ASTM D2487) | SC |
| Clas. AASHTO (ASTM D3282) | A-2.4 (F) |

| NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA | |
|---------------------------------------|--|
| Arena pobremente graduada con arcilla | |

| DESCRIPCIÓN DE BONDADJE | |
|-------------------------|--------------------|
| TIPO DE MATERIAL | Granular (Cantera) |
| PROF. MUEST. | En Plaza |

| PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA | |
|-------------------------------|-------|
| % Grava | 24.16 |
| % Arena | 61.41 |
| % Finos | 14.43 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------|------------------------|--------------|--|-----------------|
| DIAMETROS EFECTIVOS | D10 = 0.05 | COEF. LINE Y CURVATURA | CU = -424.30 | BASE - GRADACIÓN D | % Grava = 24.16 |
| | D30 = -1.13 | | CC = -1.30 | Talla 400-01 / 800-2013 / AASHTO M-147 | % Arena = 61.41 |
| | D60 = -32.05 | | | | % Finos = 14.43 |

CURVA GRANULOMÉTRICA

Gravas

Arenas

Finos

Gruesa

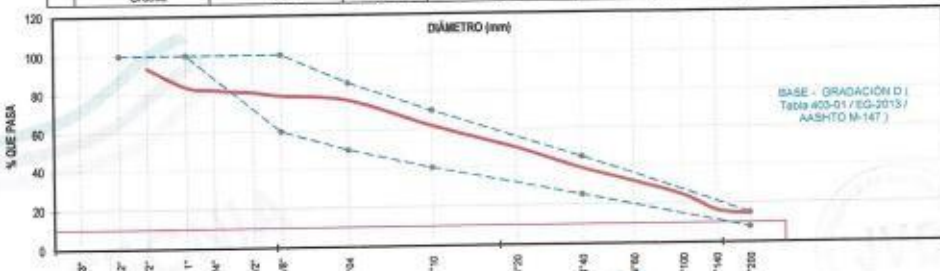
Fina

Gruesa

Medio

Fina

Finos



BASE - GRADACIÓN D
Talla 400-01 / 800-2013 /
AASHTO M-147

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz

GERENTE GENERAL

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Carlos Javier Ramirez Muñoz

Ingeniero Civil

CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

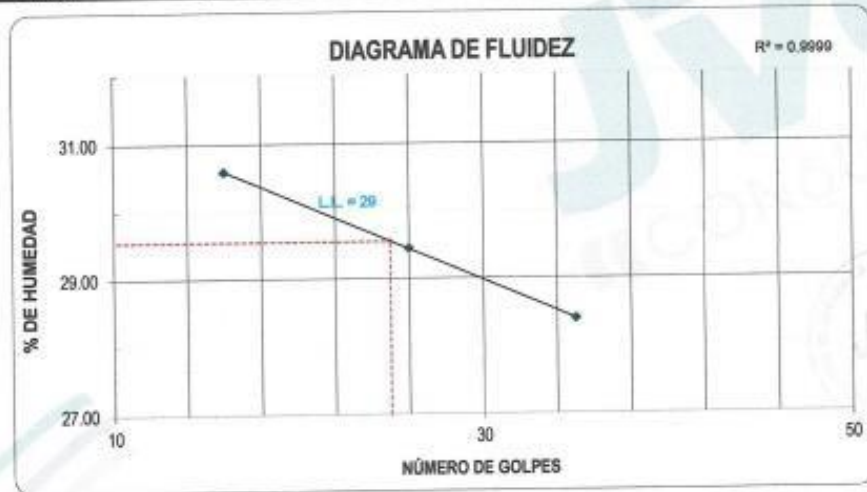
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.1.2. Límites de Consistencia

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
| PROYECTO | : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DEL 2021 |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | LÍMITE LIQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 16 | 25 | 35 | - | - |
| Nº de golpes | | | | | |
| Peso tara (gr.) | 12.34 | 11.78 | 12.45 | 12.78 | 11.78 |
| Peso tara + suelo húmedo (gr.) | 35.22 | 35.56 | 36.37 | 20.78 | 21.33 |
| Peso tara + suelo seco (gr.) | 29.86 | 30.15 | 31.08 | 19.33 | 19.59 |
| Humedad % | 30.59 | 29.45 | 28.40 | 22.14 | 22.28 |
| Límites | 29.00 | | | 22.00 | |



OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agostin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574

4.1.3. Contenido de Humedad

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D2216

| | | |
|-------------|---|---|
| PROYECTO | : | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : | OCTUBRE DEL 2021 |

| | | | | | |
|--------------------|---|--------------------|----------------------------------|---|--------------|
| Prof. de Muestreo | : | Granular (Cantera) | Analisis Preliminar (Separación) | : | |
| Calicata / Muestra | : | D-3 | Tamaño Máximo | : | N° 04 |
| Estrato | : | En Pista m. | Tamiz Separador | : | No Requerido |

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

| DESCRIPCIÓN | C-10 | K-11 |
|---|----------|----------|
| Masa de Recipiente (gr.) | 106.30 | 113.20 |
| Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.) | 1,532.60 | 1,550.80 |
| Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.) | 1,492.43 | 1,516.27 |
| Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.) | 1,490.10 | 1,513.90 |
| Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.) | 1,490.10 | 1,513.90 |
| Masa de Suelo Seco (gr.) | 1,383.80 | 1,400.70 |
| Masa de Agua (gr.) | 42.50 | 36.90 |
| Contenido de Humedad (%) | 3.07 | 2.63 |
| Clasificación Visual - Manual | SC | SC |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.85 | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

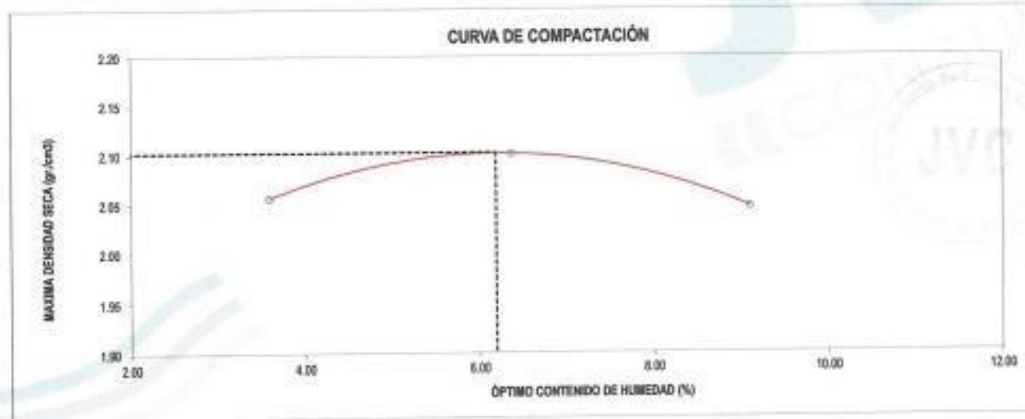

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.1.4. Compactación – Proctor modificado para CBR

| | |
|--|---|
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | |
| MÉTODO C | |
| ASTM D-1557 / ASTM D1683 | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 |

| | | | | | |
|----------------------|------------|-------------|------|---|---------|
| Material | Eval. Base | Profundidad | in | Molde N° | 6 - 125 |
| Procedencia | Cantera | Verte | N | Peso del Molde gr | 6,733 |
| N° de Muestra | D-3 | Este | E | Volumen del Molde cm³ | 2,154 |
| Ubicación | | Cota | norm | N° de Capas | 5 |
| | | | | N° de Golpes por capa | 56 |

| MUESTRA N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---------|---------|---------|---|---|---|
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 11,236 | 11,457 | 11,633 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 6,733 | 6,733 | 6,733 | | | |
| Peso del suelo Húmedo (gr.) | 4,503 | 4,724 | 4,720 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.13 | 2.23 | 2.23 | | | |
| CAPSULA N° | K-11 | C-13 | D-02 | | | |
| Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 1,276.4 | 1,615.2 | 1,302.6 | | | |
| Peso de suelo seco + Cápsula (gr.) | 1,236.1 | 990.7 | 1,265.2 | | | |
| Peso de Agua (gr) | 40.3 | 54.5 | 97.6 | | | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 113.1 | 195.9 | 133.0 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 1,123.0 | 695.7 | 1,072.2 | | | |
| % de Humedad | 3.89 | 6.37 | 6.10 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.06 | 2.10 | 2.06 | | | |



| | |
|--|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 2.102 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 6.19 |

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.1.5. Valor de Soporte de California

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1083) | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 |

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| Nº DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 55 | | 25 | | 10 | |
| SOBRECARGA (gr.) | 5940 | | 5868 | | 5815 | |
| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 13084 | | 13047 | | 12986 | |
| Peso de Molde (gr.) | 8343 | | 8423 | | 8328 | |
| Peso de Suelo Húmedo (gr.) | 5041 | | 4624 | | 4258 | |
| Volumen de Molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.38 | | 2.18 | | 2.01 | |
| CAPSULA Nº | C-10 | | C-8 | | C-11 | |
| Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 2683.8 | | 2785.7 | | 2726.8 | |
| Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.) | 2523.1 | | 2598.9 | | 2548.7 | |
| Peso de Agua (gr.) | 160.70 | | 186.80 | | 178.10 | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 106.40 | | 105.40 | | 104.70 | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 2416.70 | | 2493.50 | | 2444.00 | |
| % de Humedad | 6.65 | | 6.69 | | 7.29 | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.23 | | 2.05 | | 1.87 | |

| ENSAYO DE EXPANSIÓN | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------|---------------------|-----------|------|---------------------|-----------|------|---------------------|-----------|------|
| MOLDE | TIEMPO | MOLDE 1 - 50 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | |
| | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | |
| | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 0 hrs | 0 | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 |
| 24 hrs | 13 | 0 | 0.330 | 0.25 | 15 | 0.391 | 0.30 | 22 | 0.813 | 0.64 |
| 48 hrs | 17 | 0 | 0.432 | 0.34 | 24 | 0.610 | 0.48 | 43 | 1.002 | 0.86 |
| 72 hrs | 19 | 0 | 0.483 | 0.38 | 29 | 0.737 | 0.58 | 48 | 1.219 | 0.96 |
| 96 hrs | 21 | 0 | 0.533 | 0.42 | 32 | 0.813 | 0.64 | 52 | 1.321 | 1.04 |

| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|------------|--------------------|--------------------|
| ENSAYO DE CARGA PENETRACION | CARGA | | | CORRECCION | | | CARGA | | | CORRECCION | | |
| | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | kg/cm ² |
| 0.000 | 0.000 | 0.0 | | 0.000 | 0.0 | | 0.000 | 0.0 | | 0.000 | 0.0 | |
| 0.021 | 120 | 5.1 | | 95 | 4.7 | | 38 | 1.9 | | | | |
| 0.050 | 280 | 19.1 | | 214 | 10.6 | | 85 | 4.3 | | | | |
| 0.071 | 614 | 32.4 | | 342 | 17.0 | | 134 | 6.7 | | | | |
| 0.089 | 926 | 45.8 | 53.4 | 488 | 24.9 | 38.7 | 189 | 9.4 | 12.1 | | | |
| 0.150 | 1324 | 65.6 | | 786 | 38.9 | | 245 | 12.1 | | | | |
| 0.209 | 1668 | 82.6 | 88.3 | 1027 | 51.9 | 54.1 | 489 | 24.2 | 25.8 | | | |
| 0.300 | 2314 | 114.7 | | 1365 | 67.8 | | 598 | 29.6 | | | | |
| 0.400 | 3357 | 160.7 | | 1686 | 85.7 | | 711 | 35.2 | | | | |
| 0.500 | 4671 | 223.3 | | 2324 | 117.2 | | 803 | 39.8 | | | | |
| ENSAYO | MOLDE 1 - 50 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | | | | |

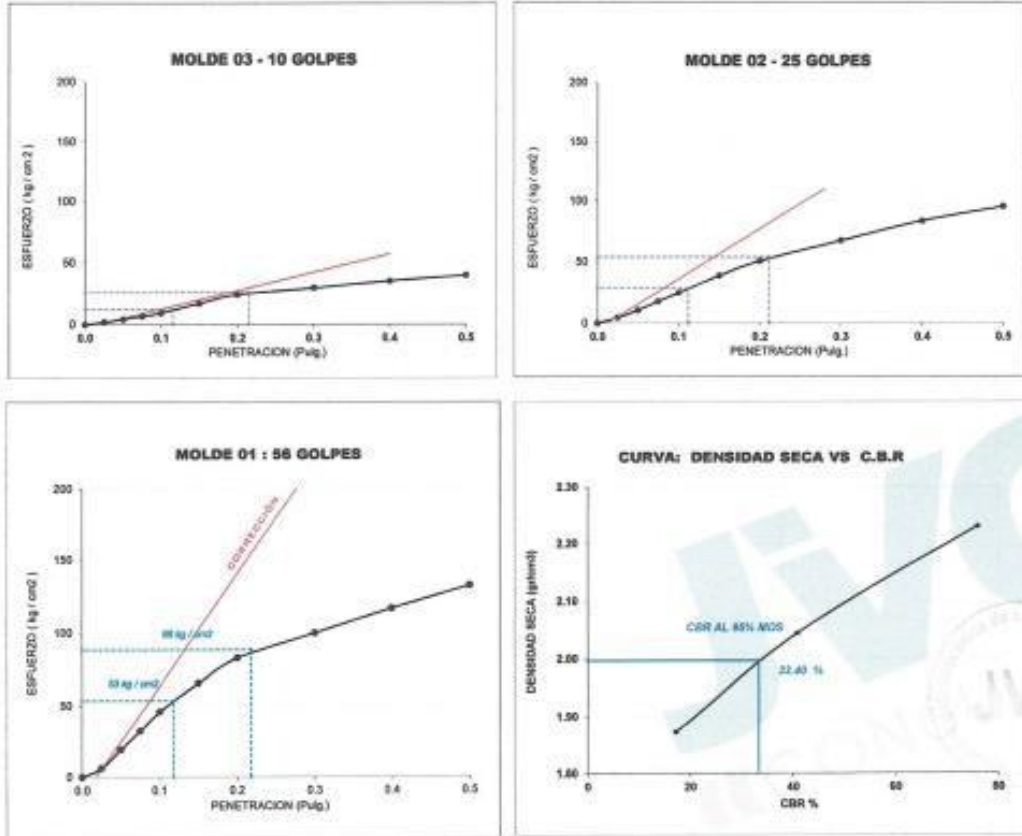
OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 1470574

4.1.6. Curvas – Valores Preliminares

CURVAS - VALORES PRELIMINARES



Valores Corregidos

| MOLDE Nº | PENETRACIÓ N (pulg) | PRESION APLICADA (kg/cm ²) | PRESION PATRÓN (kg/cm ²) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm ³) |
|----------|---------------------|--|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 1 | 0.1 | 53.4 | 70.307 | 75.95 | 2.231 |
| 2 | 0.1 | 28.7 | 70.307 | 40.82 | 2.045 |
| 3 | 0.1 | 12.1 | 70.307 | 17.21 | 1.873 |

| MOLDE Nº | PENETRACIÓ N (pulg) | PRESION APLICADA (kg/cm ²) | PRESION PATRÓN (kg/cm ²) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm ³) |
|----------|---------------------|--|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 1 | 0.2 | 88.3 | 105.46 | 83.73 | 2.231 |
| 2 | 0.2 | 54.1 | 105.46 | 51.30 | 2.045 |
| 3 | 0.2 | 25.8 | 105.46 | 24.46 | 1.873 |

| METODO DE COMPACTACIÓ N : ASTM D1557 | | |
|---|--|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) al 100 % | | 2.10 |
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) al 95 % | | 2.00 |
| ÓPTIMO Contenido de Humedad | | 6.19% |

| RESULTADOS | | |
|---|--|--------|
| Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca | | 75.95% |
| Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca | | 33.40% |

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

4.1.7. Desgaste por Abrasión

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C 131 | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 |

Material : BASE TIPO AFIRMADO (SC) Procedencia : CANTERA

| PASA | TAMIZ - RETIENE | GRADACIÓN | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------|---------|-----------|-----------|
| | | "A" | "B" | "C" | "D" |
| 1 1/2" - 1" | | 1250 ± 25 | 1,253.4 | - | - |
| 1" - 3/4" | | 1250 ± 25 | 1,248.6 | - | - |
| 3/4" - 1/2" | | 1250 ± 10 | 1,253.2 | 2500 ± 10 | - |
| 1/2" - 3/8" | | 1250 ± 10 | 1,247.5 | 2500 ± 10 | - |
| 3/8" - 1/4" | | - | - | 2500 ± 10 | - |
| 1/4" - Nº4 | | - | - | 2500 ± 10 | - |
| Nº4 - Nº8 | | - | - | - | 5000 ± 10 |
| ESFERAS | | 12 | 11 | 8 | 8 |
| PESO DE LA MUESTRA | | 5,002.7 | | | |
| Peso Retenido Tamiz Nº 12 | | 3,512.6 | | | |
| Peso Pasante Tamiz Nº 12 | | 1,489.9 | | | |
| % DESGASTE | | 29.78 | | | |
| PROMEDIO | | | | 29.8% | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.1.8. Equivalente de Arena

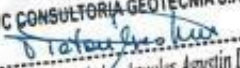
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419 | |
| PROYECTO | : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DEL 2021 |

Material : BASE GRANULAR TIPO AFIRMADO Procedencia : CANTERA

| ITEM | DESCRIPCIÓN | ENSAYOS | | |
|------|---|---------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Tamaño Máximo (mm) | 4.76 | 4.76 | 4.76 |
| 2 | Muestra N° | 1 | 2 | 3 |
| 3 | Hora de Entrada | 08:40 | 08:48 | 08:57 |
| 4 | Hora de Salida | 08:50 | 08:58 | 09:07 |
| 5 | Hora de Entrada | 08:52 | 09:00 | 09:09 |
| 6 | Hora de Salida | 09:12 | 09:20 | 09:29 |
| 7 | Altura Máxima de la Arena (Pulgadas) | 4.15 | 4.06 | 4.11 |
| 8 | Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas) | 8.75 | 8.94 | 8.83 |
| 9 | Equivalente de Arena (%) | 47.4 | 45.4 | 46.5 |
| 10 | Equivalente de Arena Promedio (%) | 46 | | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

4.1.9. Contenido de Sales Solubles en Agregados

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS | |
| REF. MTC 219 - 2009 | |
| PROYECTO | : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUINONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DE 2021 |

Material : BASE GRANULAR TIPO AFIRMADO Procedencia : CANTERA

| AGREGADO FINO | | | | | |
|---------------|----------------------------|-----|---------|--------|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | | ENSAYOS | | |
| | | | 01 | 02 | 03 |
| 1 | Recipiente | gr. | | | |
| 2 | Masa (Biker 250 ml.) | gr. | 104.32 | 102.98 | 103.47 |
| 3 | Masa + Sal + Biker 250 ml. | gr. | 104.36 | 103.61 | 103.51 |
| 4 | Masa Sal | gr. | 0.04 | 0.03 | 0.04 |
| 5 | Masa de Agregado | gr. | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 6 | Alforno de Agua Total | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 7 | Volumen de Agua Utilizada | % | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 8 | Sales Solubles | % | 0.400 | 0.300 | 0.400 |
| 9 | Promedio Sales Solubles | % | | 0.37 | |

| AGREGADO GRUESO | | | | | |
|-----------------|----------------------------|-----|---------|--------|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | | ENSAYOS | | |
| | | | 01 | 02 | 03 |
| 1 | Recipiente | gr. | | | |
| 2 | Masa (Biker 250 ml.) | gr. | 105.28 | 102.33 | 103.56 |
| 3 | Masa + Sal + Biker 250 ml. | gr. | 105.33 | 102.37 | 103.60 |
| 4 | Masa Sal | gr. | 0.05 | 0.04 | 0.04 |
| 5 | Masa de Agregado | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 6 | Alforno de Agua Total | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 7 | Volumen de Agua Utilizada | % | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 8 | Sales Solubles | % | 0.096 | 0.082 | 0.081 |
| 9 | Promedio Sales Solubles | % | | 0.09 | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.1.10. Inalterabilidad de los Agregados al Sulfato de Sodio o Magnesio

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|--|---|
| INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C 88 | |
| PROYECTO : | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE : | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA : | OCTUBRE DEL 2021 |

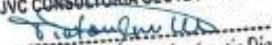
Material : BASE GRANULAR TIPO AFIRMADO Procedencia : CANTERA

| AGREGADO FINO | | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL % | PESO ANTES DEL ENSAYO Grs. | PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | % DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO % | % DE PERDIDA CORREGIDAS % | |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | | |
| 3/8" | N° 4 | 2.5 | | | | 3.30 | 0.08 | |
| N° 4 | N° 8 | 22.9 | 100.0 | 99.8 | 9.20 | 9.20 | 2.11 | |
| N° 8 | N° 16 | 24.8 | 100.0 | 91.1 | 8.90 | 8.90 | 2.21 | |
| N° 16 | N° 30 | 19.2 | 100.0 | 91.8 | 8.20 | 8.20 | 1.57 | |
| N° 30 | N° 60 | 20.1 | 100.0 | 94.2 | 5.80 | 5.80 | 1.17 | |
| N° 60 | N° 100 | 11.5 | 100.0 | 91.4 | 8.60 | 8.60 | 0.99 | |
| < N° 100 | | 0.8 | | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | 8.13 | |

| AGREGADO GRUESO | | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL % | PESO ANTES DEL ENSAYO Grs. | PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | % DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO % | % DE PERDIDA CORREGIDAS % | |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | | |
| 2 1/2" | 1 1/2" | 4.9 | | | | 5.20 | 0.25 | |
| 1 1/2" | 3/4" | 25.6 | 1504.4 | 1342.6 | 162.40 | 10.80 | 2.76 | |
| 3/4" | 3/8" | 45.1 | 1003.8 | 888.3 | 134.90 | 13.40 | 6.04 | |
| 3/8" | N° 4 | 23.8 | 300.1 | 257.9 | 42.20 | 14.66 | 3.35 | |
| < N° 4 | | 0.6 | | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | 12.41 | |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Solución utilizada : Sulfato de Magnesio

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574

4.1.11. Determinación de Partículas Chatas y Alargadas de agregado grueso

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|--|---|
| METODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO ASTM D 4751 | |
| PROYECTO | "REHABILITACIÓN DE CAMINO VECINAL - 2.33 KM EN CAMINO VECINAL EMP. PE-19 A - BARRAZA, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD" |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIMONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 |

Material : BASE GRANULAR TIPO AFIRMADO

Procedencia : CANTERA

| TAMZ (Pulg.) | ABERTURA (mm) | AGREGADO GRUESO | | Masa de partículas Chatas | Masa de partículas Alargadas | Masa de partículas Chatas y Alargadas | CHATAS y ALARGADAS (Σ-1) | | |
|---------------------------|---------------|------------------------------|------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----|---------------|
| | | Masa Retenida Grad. Original | % Retenido | | | | Σ | (%) | (%) CORREGIDO |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | | | | 0.00 | - | - |
| 1 1/2" | 38.100 | | 0.0 | | | | 0.00 | - | - |
| 1" | 25.400 | 397.46 | 9.5 | 18.70 | | 13.21 | 31.91 | 8.0 | 0.8 |
| 3/4" | 19.000 | 796.38 | 19.1 | | 42.32 | 13.40 | 55.70 | 7.0 | 1.3 |
| 1/2" | 12.700 | 671.38 | 16.1 | 15.30 | | 12.10 | 27.40 | 4.1 | 0.7 |
| 3/8" | 9.500 | 914.98 | 21.9 | | 4.80 | | 4.80 | 0.5 | 0.1 |
| N° 4 | 4.750 | 1387.20 | 33.3 | 6.10 | | | 6.10 | 0.4 | 0.1 |
| MASA TOTAL DE LA MUESTRA: | | 4166.9 | | | | | | | |

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN MASA (%) **3.0**

| TAMZ (Pulg.) | ABERTURA (mm) | AGREGADO GRUESO | | N° de partículas Chatas | N° de partículas Alargadas | N° de partículas Chatas y Alargadas | CHATAS y ALARGADAS (Σ-1) | | |
|---------------------------|---------------|------------------------------|------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------|---------------|
| | | Cantidad de partículas G. Or | % Retenido | | | | Σ | (%) | (%) CORREGIDO |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | | | | 0 | - | - |
| 1 1/2" | 38.100 | 14 | 0.3 | | | | 0 | - | - |
| 1" | 25.400 | 28 | 0.7 | 1 | | 2 | 3 | 10.7 | 0.1 |
| 3/4" | 19.000 | 118 | 2.8 | | 5 | 4 | 9 | 7.6 | 0.2 |
| 1/2" | 12.700 | 209 | 5.0 | 2 | | 11 | 13 | 6.2 | 0.3 |
| 3/8" | 9.500 | 756 | 18.4 | 4 | | | 4 | 0.5 | 0.1 |
| N° 4 | 4.750 | 465 | 11.2 | | 5 | | 5 | 1.1 | 0.1 |
| MASA TOTAL DE LA MUESTRA: | | 1600 | | | | | | | |

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS POR CONTEO (%) **6.8**

OBSERVACIONES:

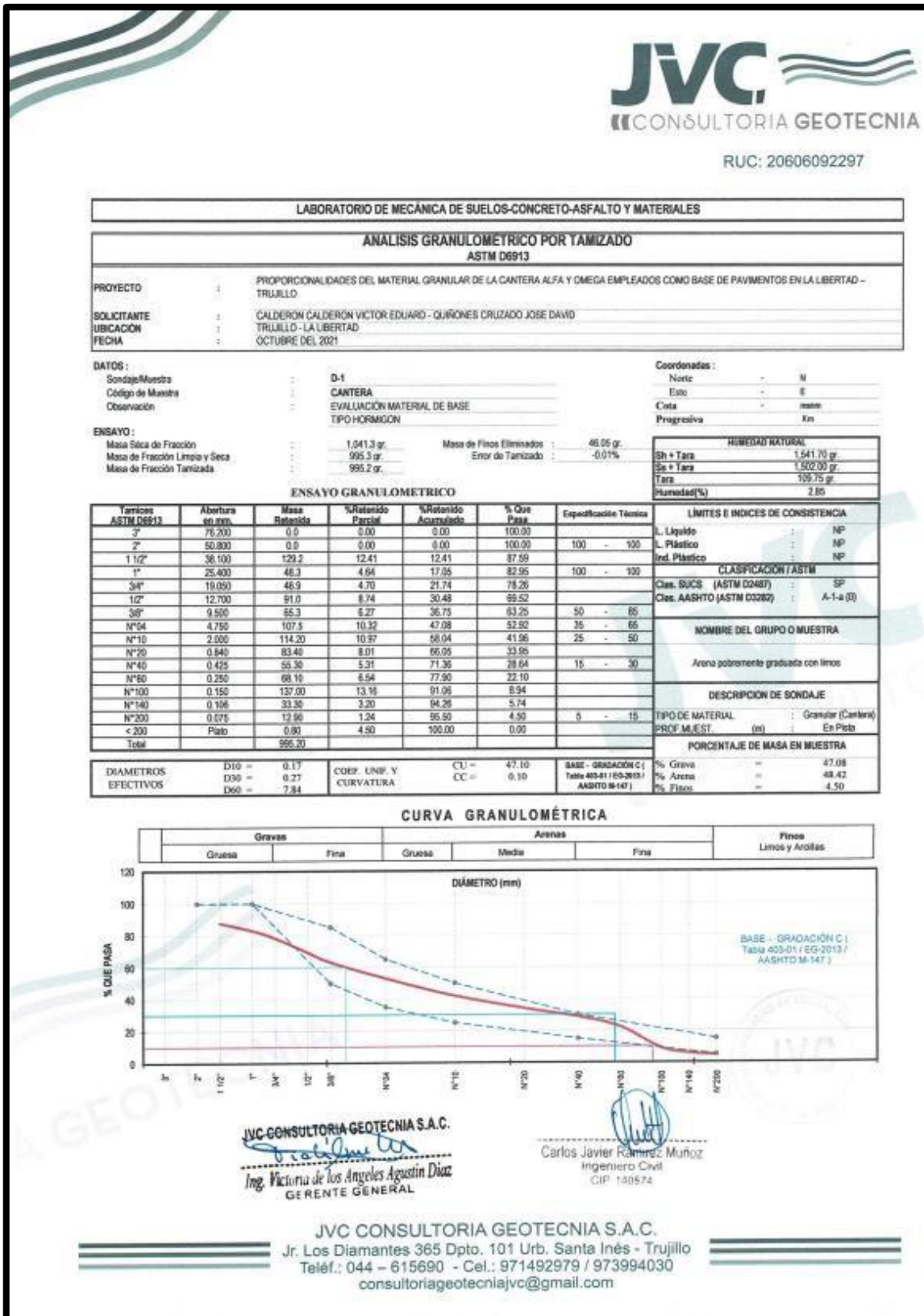
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agostin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.2. Ensayo del material tipo Hormigón 02 (D-1) – NO CUMPLE PARA BASE

4.2.1. Análisis Granulométrico por Tamizado



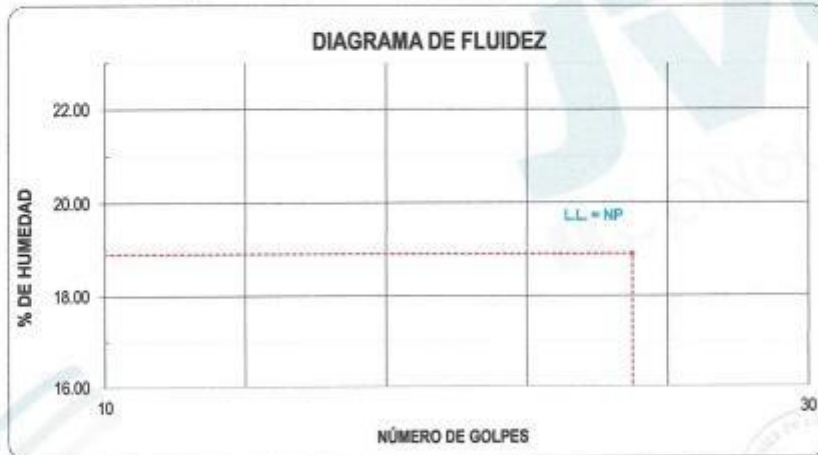
4.2.2. Límites de Consistencia

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318

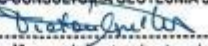
| | | |
|-------------|---|---|
| PROYECTO | : | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : | OCTUBRE DEL 2021 |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------------------------|----------------|------|------|-----------------|------|
| Nº de golpes | | | | | |
| Peso tara (gr.) | | | | | |
| Peso tara + suelo húmedo (gr.) | | | | | |
| Peso tara + suelo seco (gr.) | | | | | |
| Humedad % | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Límites | | | | 0.00 | |



OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.2.3. Contenido de Humedad

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216

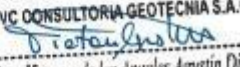
| | | |
|-------------|---|---|
| PROYECTO | : | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : | OCTUBRE DEL 2021 |

| | | | | | |
|--------------------|---|--------------------|----------------------------------|---|--------------|
| Prof. de Muestreo | : | Granular (Cantera) | Analisis Preliminar (Separación) | : | |
| Calicata / Muestra | : | D-1 | Tamaño Máximo | : | N° 04 |
| Estrato | : | En Pista m. | Tamiz Separador | : | No Requerido |

CONTENIDO DE HUMEDAD
D-2216


| DESCRIPCIÓN | C-10 | K-11 |
|---|-------------|----------|
| Masa de Recipiente (gr.) | 106.30 | 113.20 |
| Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.) | 1,532.60 | 1,590.80 |
| Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.) | 1,492.43 | 1,516.27 |
| Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.) | 1,490.10 | 1,513.90 |
| Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.) | 1,490.10 | 1,513.90 |
| Masa de Suelo Seco (gr.) | 1,383.80 | 1,400.70 |
| Masa de Agua (gr.) | 42.50 | 36.90 |
| Contenido de Humedad (%) | 3.07 | 2.63 |
| Clasificación Visual - Manual | SP | SP |
| Contenido de Humedad Promedio (%) | 2.85 | |

OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574

4.2.4. Compactación – Proctor modificado para CBR



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

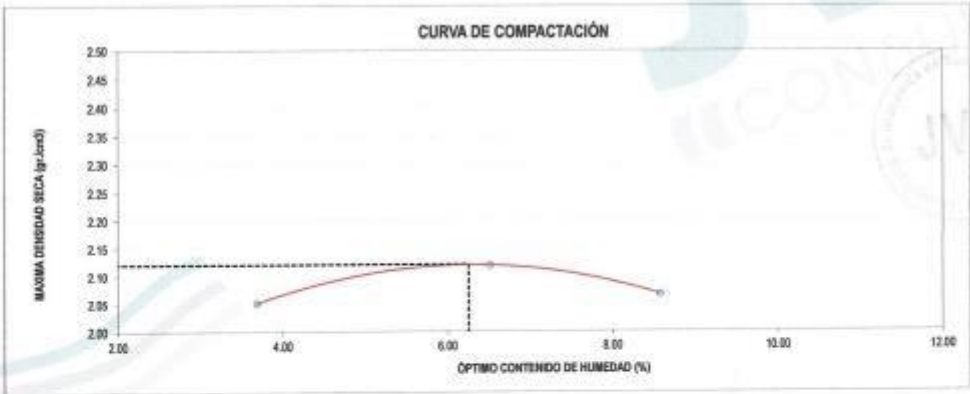
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
MÉTODO C
ASTM D-1557 / ASTM D1883

| | | | |
|-------------|---|--|--|
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO | | |
| SOLICITANTE | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO, JOSÉ DAVID | | |
| UBICACIÓN | TRUJILLO LA LIBERTAD | | |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 | | |

| | | | | | |
|---------------|------------|--------------|-----|-----------------------------------|---------|
| Material | Eval. Base | Prehumbidad: | m | | |
| Procedencia | Cantón | Noria: | N | Molde Nº | S - 123 |
| Nº de Muestra | D-1 | Esta: | E | Peso del Molde gr. | 6,733 |
| Ubicación | | Cota: | mnm | Volumen del Molde cm ³ | 2,114 |
| | | | | Nº de Capas | 5 |
| | | | | Nº de Golpes por capa | 56 |

| MUESTRA Nº | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|---------|---------|---------|---|---|---|
| Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.) | 11,229 | 11,505 | 11,476 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 6,733 | 6,733 | 6,733 | | | |
| Peso del suelo Húmedo (gr.) | 4,496 | 4,772 | 4,743 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.12 | 2.26 | 2.24 | | | |
| CAPSULA Nº | K-6 | C-2 | P-11 | | | |
| Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 1,291.1 | 1,041.5 | 1,246.0 | | | |
| Peso de suelo seco + Cápsula (gr.) | 1,248.9 | 964.8 | 1,156.5 | | | |
| Peso de Agua (gr) | 42.2 | 56.7 | 89.5 | | | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 103.2 | 115.1 | 112.5 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 1,145.7 | 869.7 | 1,044.0 | | | |
| % de Humedad | 3.68 | 6.52 | 8.57 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.05 | 2.12 | 2.27 | | | |

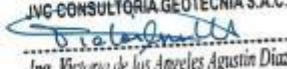
CURVA DE COMPACTACIÓN




| | |
|--|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 2.121 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 6.25 |

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.



Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo

Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030

consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.2.5. Valor de Soporte de California

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883) | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 |

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| Nº DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 56 | | 25 | | 10 | |
| SOBRECARGA (gr.) | 5940 | | 5660 | | 5910 | |
| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 13257 | | 13052 | | 12947 | |
| Peso de Molde (gr.) | 8343 | | 8423 | | 8328 | |
| Peso del Suelo Húmedo (gr.) | 4914 | | 4629 | | 4319 | |
| Volumen de Molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.32 | | 2.20 | | 2.04 | |
| CÁPSULA Nº | C-10 | | C-01 | | C-11 | |
| Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 2853.8 | | 2765.7 | | 2726.8 | |
| Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.) | 2523.1 | | 2599.9 | | 2548.7 | |
| Peso de Agua (gr) | 160.70 | | 166.80 | | 178.10 | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 106.40 | | 105.40 | | 104.70 | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 2416.70 | | 2493.50 | | 2444.00 | |
| % de Humedad | 6.65 | | 6.69 | | 7.28 | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.17 | | 2.06 | | 1.90 | |

| ENSAYO DE EXPANSIÓN | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------|---------------------|-----------|------|---------------------|-----------|------|---------------------|-----------|------|
| MOLDE | TIEMPO | MOLDE 1 - 56 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | |
| | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | |
| | 0 hrs | 0 | mm | % | 0 | mm | % | 0 | mm | % |
| | 24 hrs | 13 | 0.230 | 0.26 | 15 | 0.381 | 0.30 | 32 | 0.813 | 0.64 |
| | 48 hrs | 17 | 0.432 | 0.34 | 24 | 0.612 | 0.48 | 43 | 1.092 | 0.86 |
| | 72 hrs | 18 | 0.483 | 0.38 | 29 | 0.737 | 0.58 | 40 | 1.219 | 0.96 |
| | 96 hrs | 21 | 0.633 | 0.42 | 32 | 0.813 | 0.64 | 52 | 1.321 | 1.04 |

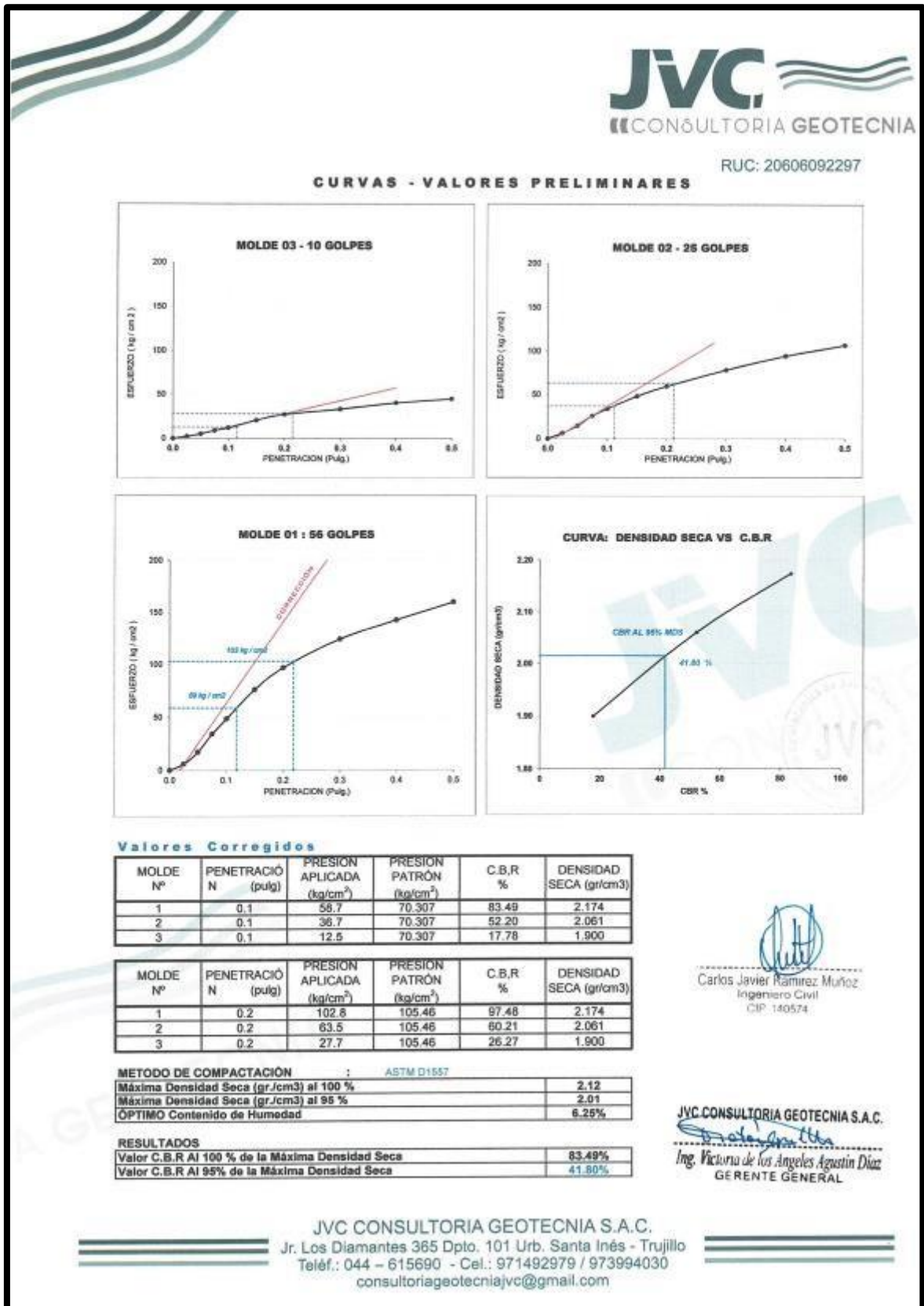
| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------|--------------------|---------------------|------------|-------|--------------------|--------------------|
| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | CARGA | | | CORRECCIÓN | CARGA | | | CORRECCIÓN | CARGA | | |
| | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² |
| 0.000 | 0.000 | 0.0 | | 0.000 | 0.0 | | 0.000 | 0.0 | | | |
| 0.025 | 120 | 5.9 | | 123 | 6.1 | | 41 | 2.0 | | | |
| 0.050 | 240 | 11.7 | | 250 | 12.5 | | 102 | 5.1 | | | |
| 0.075 | 360 | 17.5 | | 378 | 18.6 | | 178 | 8.8 | | | |
| 0.100 | 480 | 23.3 | | 501 | 24.7 | 26.7 | 239 | 11.8 | 12.5 | | |
| 0.150 | 720 | 35.0 | | 757 | 36.2 | | 407 | 20.1 | | | |
| 0.200 | 960 | 46.7 | 102.8 | 1000 | 49.5 | 63.8 | 542 | 26.8 | 27.2 | | |
| 0.300 | 1440 | 69.9 | | 1503 | 75.6 | | 662 | 32.8 | | | |
| 0.400 | 1920 | 93.1 | | 1992 | 101.1 | | 803 | 39.8 | | | |
| 0.500 | 2400 | 116.3 | | 2484 | 126.8 | | 898 | 44.1 | | | |
| ESPECIMEN | MOLDE 1 - 56 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | | | |

OBSERVACION:
Muestras previstas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574

4.2.6. Curvas – Valores Preliminares



4.2.7. Desgaste por Abrasión

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C 131 | |
| PROYECTO | : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DE 2021 |

Material : HORMIGON Procedencia : CANTERA

| TAMIZ PASA - RETIENE | GRADACIÓN | | | |
|---------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | "A" | "B" | "C" | "D" |
| 1 1/2" - 1" | 1250 ± 25 1,243.3 | - | - | - |
| 1" - 3/4" | 1250 ± 25 1,234.6 | - | - | - |
| 3/4" - 1/2" | 1250 ± 10 1,249.7 | 2500 ± 10 | - | - |
| 1/2" - 3/8" | 1250 ± 10 1,255.6 | 2500 ± 10 | - | - |
| 3/8" - 1/4" | - | - | 2500 ± 10 | - |
| 1/4" - Nº4 | - | - | 2500 ± 10 | - |
| Nº4 - Nº6 | - | - | - | 5000 ± 10 |
| ESFERAS | 12 | 11 | 8 | 6 |
| PESO DE LA MUESTRA | 4,803.2 | | | |
| Peso Retenido Tamiz Nº 12 | 3,607.0 | | | |
| Peso Pasante Tamiz Nº 12 | 1,376.2 | | | |
| % DESGASTE | 27.62 | | | |
| PROMEDIO | | 27.8% | | |

OBSERVACIONES:


* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574

4.2.8. Equivalente de Arena




RUC: 20606092297

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | | | | |
|---|---|---|--|--|
| EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419 | | | | |
| PROYECTO | : | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO | | |
| SOLICITANTE | : | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID | | |
| UBICACIÓN | : | TRUJILLO - LA LIBERTAD | | |
| FECHA | : | OCTUBRE DEL 2021 | | |


Material : BASE GRANULAR TIPO HORMIGON Procedencia : CANTERA

| ITEM | DESCRIPCIÓN | ENSAYOS | | |
|------|---|---------|-------|-------|
| | | | | |
| 1 | Tamaño Máximo (mm) | 4.75 | 4.75 | 4.75 |
| 2 | Muestra N° | 1 | 2 | 3 |
| 3 | Hora de Entrada | 09:50 | 09:58 | 10:07 |
| 4 | Hora de Salida | 10:00 | 10:08 | 10:17 |
| 5 | Hora de Entrada | 10:02 | 10:10 | 10:19 |
| 6 | Hora de Salida | 10:22 | 10:30 | 10:39 |
| 7 | Altura Máxima de la Arena (Pulgadas) | 3.81 | 3.74 | 3.53 |
| 8 | Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas) | 9.25 | 9.47 | 9.38 |
| 9 | Equivalente de Arena (%) | 41.2 | 39.5 | 37.7 |
| 10 | Equivalente de Arena Promedio (%) | 39 | | |

OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante




JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.2.9. Contenido de Sales Solubles en Agregados



RUC: 20606092297


| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS | |
| REF. MTC 219 - 2000 | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 |
| Material | BASE GRANULAR TIPO HORMIGON |
| Procedencia | CANTERA |

| AGREGADO FINO | | | | | |
|---------------|----------------------------|-----|---------|--------|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | gr. | ENSAYOS | | |
| | | | 01 | 02 | 03 |
| 1 | Recipiente | gr. | | | |
| 2 | Masa (Biker 250 ml.) | gr. | 105.35 | 103.25 | 104.52 |
| 3 | Masa + Sal + Biker 250 ml. | gr. | 105.36 | 103.26 | 104.54 |
| 4 | Masa Sal | gr. | 0.01 | 0.02 | 0.02 |
| 5 | Masa de Agregado | gr. | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 6 | Aforo de Agua Total | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 7 | Volumen de Agua Utilizada | % | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 8 | Sales Solubles | % | 0.131 | 0.172 | 0.161 |
| 9 | Promedio Sales Solubles | % | 0.15 | | |


| AGREGADO GRUESO | | | | | |
|-----------------|----------------------------|-----|---------|--------|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | gr. | ENSAYOS | | |
| | | | 01 | 02 | 03 |
| 1 | Recipiente | gr. | | | |
| 2 | Masa (Biker 250 ml.) | gr. | 103.25 | 104.30 | 102.99 |
| 3 | Masa + Sal + Biker 250 ml. | gr. | 103.26 | 104.31 | 103.02 |
| 4 | Masa Sal | gr. | 0.01 | 0.01 | 0.04 |
| 5 | Masa de Agregado | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 6 | Aforo de Agua Total | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 7 | Volumen de Agua Utilizada | % | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 8 | Sales Solubles | % | 0.022 | 0.026 | 0.074 |
| 9 | Promedio Sales Solubles | % | 0.04 | | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.2.10. Inalterabilidad de los Agregados al Sulfato de Sodio o Magnesio

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|--|---|
| INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C 88 | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 |

Material : BASE GRANULAR TIPO HORMIGON Procedencia : CANTERA

| AGREGADO FINO | | | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|------|--|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL % | PESO ANTES DEL ENSAYO Grs. | PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | % DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO % | % DE PERDIDA CORREGIDAS % | | |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | | | |
| 38" | N° 4 | 2.5 | | | | 3.30 | 0.08 | | |
| N° 4 | N° 8 | 22.9 | 100.0 | 89.7 | 10.30 | 10.30 | 2.36 | | |
| N° 8 | N° 16 | 24.8 | 100.0 | 92.4 | 7.60 | 7.60 | 1.88 | | |
| N° 16 | N° 30 | 19.2 | 100.0 | 91.7 | 8.30 | 8.30 | 1.59 | | |
| N° 30 | N° 50 | 20.1 | 100.0 | 88.7 | 11.30 | 11.30 | 2.27 | | |
| N° 50 | N° 100 | 11.5 | 100.0 | 92.8 | 7.20 | 7.20 | 0.83 | | |
| < N° 100 | | 0.8 | | | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | | 9.02 | |

| AGREGADO GRUESO | | | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|-------|--|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL % | PESO ANTES DEL ENSAYO Grs. | PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | % DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO % | % DE PERDIDA CORREGIDAS % | | |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | | | |
| 2 1/2" | 1 1/2" | 4.9 | | | | 5.20 | 0.25 | | |
| 1 1/2" | 3/4" | 25.6 | 1500.0 | 1387.0 | 143.00 | 9.53 | 2.44 | | |
| 3/4" | 3/8" | 45.1 | 1000.0 | 887.9 | 112.10 | 11.21 | 5.06 | | |
| 3/8" | N°4 | 23.8 | 300.0 | 298.4 | 41.80 | 13.87 | 3.30 | | |
| < N° 4 | | 0.6 | | | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | | 11.05 | |


OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Solución utilizada : Sulfato de Magnesio

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.2.11. Determinación de Partículas Chatas y Alargadas de agregado grueso



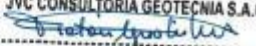
RUC: 20606092297

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|-------------|---------|--|--|--|
| METODO DE ENSAYO PARA DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO ASTM D 4751 | | | | | | | | | |
| PROYECTO | REHABILITACIÓN DE CAMINO VECINAL - 2.33 KM EN CAMINO VECINAL EMP. PE-10 A - BARRAZA, DISTRITO DE LAREDO, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD. | | | | | | | | |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARDO - QUIONES CRUZADO JOSE DAVID | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD | | | | | | | | |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 | | | | | | | | |
| Material | BASE GRANULAR TIPO HORMIGON | | | | Procedencia | CANTERA | | | |


| TAMZ (Pulg.) | ABERTURA (mm) | AGREGADO GRUESO | | Masa de partículas Chatas | Masa de partículas Alargadas | Masa de partículas Chatas y Alargadas | CHATAS y ALARGADAS (S-1) | | |
|---|---------------|------------------------------|------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|------|---------------|
| | | Masa Retenido Grad. Original | % Retenido | | | | Σ | (%) | (%) CORREGIDO |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | | | | 0.00 | - | |
| 1 1/2" | 38.100 | 156.24 | 4.5 | 16.30 | 11.24 | | 27.54 | 17.6 | 0.8 |
| 1" | 25.400 | 328.47 | 9.4 | | 12.80 | | 12.80 | 3.9 | 0.4 |
| 3/4" | 19.000 | 687.54 | 19.6 | 36.40 | | 12.34 | 48.74 | 7.1 | 1.4 |
| 1/2" | 12.700 | 345.84 | 9.9 | | 11.30 | 9.80 | 21.10 | 6.1 | 0.6 |
| 3/8" | 9.500 | 844.31 | 24.1 | 4.20 | | | 4.20 | 0.5 | 0.1 |
| N° 4 | 4.750 | 1137.60 | 32.5 | | 8.40 | | 8.40 | 0.7 | 0.2 |
| MASA TOTAL DE LA MUESTRA: | | 3500.00 | | | | | | | |
| PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN MASA (%) | | | | | | | 3.5 | | |

| TAMZ (Pulg.) | ABERTURA (mm) | AGREGADO GRUESO | | N° de partículas Chatas | N° de partículas Alargadas | N° de partículas Chatas y Alargadas | CHATAS y ALARGADAS (S-1) | | |
|--|---------------|-------------------------------|------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------|------|---------------|
| | | Cantidad de partículas G. Or. | % Retenido | | | | Σ | (%) | (%) CORREGIDO |
| 2" | 50.800 | | 0.0 | | | | 0 | - | |
| 1 1/2" | 38.100 | 18 | 0.5 | | | | 0 | - | |
| 1" | 25.400 | 32 | 0.9 | 2 | 1 | | 3 | 9.4 | 0.1 |
| 3/4" | 19.000 | 108 | 3.1 | 6 | | 5 | 11 | 10.2 | 0.3 |
| 1/2" | 12.700 | 217 | 6.2 | | 5 | | 9 | 14 | 6.5 |
| 3/8" | 9.500 | 853 | 24.4 | | 3 | 5 | 8 | 0.9 | 0.2 |
| N° 4 | 4.750 | 522 | 14.9 | 3 | | 2 | 5 | 1.0 | 0.1 |
| MASA TOTAL DE LA MUESTRA: | | 1750 | | | | | | | |
| PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS POR CONTEO (%) | | | | | | | 1.2 | | |

OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL




Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.3. Ensayo de material para Combinaciones (D-2) – Piedra ¾”

4.3.1. Análisis Granulométrico



RUC: 20606092297

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS
NTP 400.012 / MTC E 204

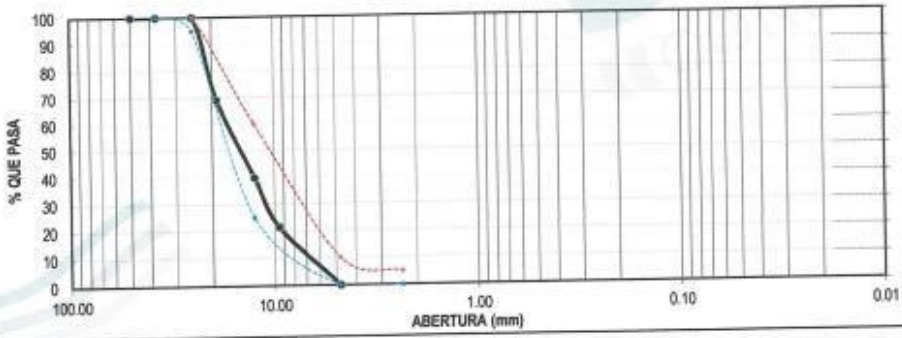
PROYECTO : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD – TRUJILLO
SOLICITANTE : CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID
UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA : OCTUBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO


MUESTRA : CANTERA
MATERIAL : PIEDRA **PROFUNDIDAD :** ---- m **COORDENADA UTM :** E: ---- N: ----
PROGRESIVA : ----

| Tamices | Abertura | Peso | %Retenido | %Retenido | % que | Especificación | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|---------|----------|----------|-----------|-----------|--------|----------------|------------------------------------|
| ASTM | en mm. | Retenido | Parcial | Acumulado | Pasa | | |
| 2" | 50.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 | Peso de inicial seco: : 1371.68 gr |
| 1 1/2" | 37.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 - 100 | TAMAÑO MAXIMO : 1" |
| 1" | 25.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 95 - 100 | TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 3/4" |
| 3/4" | 19.00 | 422.98 | 30.84 | 30.84 | 69.16 | - | HUSO 57 ASTM 33 |
| 1/2" | 12.50 | 403.82 | 29.44 | 60.28 | 39.72 | 25 - 60 | |
| 3/8" | 9.50 | 251.14 | 18.31 | 78.59 | 21.41 | 0 - 10 | |
| Nº 4 | 4.75 | 293.74 | 21.41 | 100.00 | 0.00 | 0 - 0 | |
| FNDO | | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | |
| Total | | 1371.68 | 100.0 | | | | |


CURVA GRANULOMÉTRICA



*** Muestreo e identificación realizada por el solicitante.



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.3.2. Contenido de Humedad y Gravedad Especifica

ENSAYOS DE AGREGADOS: CONTENIDO DE HUMEDAD Y GAVEDAD ESPECIFICA

PROYECTO : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO
 SOLICITANTE : CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID
 UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD
 FECHA : OCTUBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA : CANTERA
 MATERIAL : PIEDRA PROFUNDIDAD : m COORDENADA UTM : E : N :
 PROGRESIVA :

**CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.185**

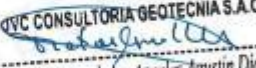
| TARA | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|---------|---------|---|
| Peso tara (gr) | 115.20 | 106.10 | |
| Peso tara + Material húmedo (gr) | 1561.50 | 1756.80 | |
| Peso tara + Material seco (gr) | 1553.10 | 1750.40 | |
| Peso del agua (gr) | 8.40 | 6.40 | |
| Peso de material seco (gr) | 1437.90 | 1645.30 | |
| Humedad % | 0.58% | 0.39% | |

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE AGREGADOS GRUESO
(NORMA MTC E-206, NTP 400.021: AASHTO T-85)**

| | | | |
|--|--|--|--|
| Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr) | | | |
| Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr) | | | |
| Vol. de masa + vol de vacios (gr) | | | |
| Peso material seco en estufa (105 °C) (gr) | | | |
| Vol de masa (gr) | | | |
| Pe bulk (Base seca) | | | |
| Pe bulk (Base saturada) | | | |
| Pe aparente (Base Seca) | | | |
| Porcentaje de absorción | | | |

RESUMEN DE CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

| | |
|---------------------------|-------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD % | 0.49% |
| Pe bulk (Base seca) | |
| Pe bulk (Base saturada) | |
| Pe aparente (Base Seca) | |
| Porcentaje de absorción | |

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574

4.3.2. Desgaste por Abrasión

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C 131 | |
| PROYECTO : | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE : | CALDERON CALDERON VICTOR EDUARD - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACIÓN : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA : | OCTUBRE DEL 2021 |

Material : PIEDRA 3/4" Procedencia : CANTERA

| TAMIZ PASA - RETIENE | GRADACIÓN | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------|-----------|-----------|
| | "A" | "B" | "C" | "D" |
| 1 1/2" - 1" | 1250 ± 25 | - | - | - |
| 1" - 3/4" | 1250 ± 25 | - | - | - |
| 3/4" - 1/2" | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 2,508.3 | - | - |
| 1/2" - 3/8" | 1250 ± 10 | 2500 ± 10 2,501.8 | - | - |
| 3/8" - 1/4" | - | - | 2500 ± 10 | - |
| 1/4" - Nº4 | - | - | 2500 ± 10 | - |
| Nº4 - Nº6 | - | - | - | 5000 ± 10 |
| ESFERAS | 12 | 11 | 8 | 8 |
| PESO DE LA MUESTRA | | 5,610.1 | | |
| Peso Retenido Tamiz Nº 12 | | 3,642.5 | | |
| Peso Pasante Tamiz Nº 12 | | 1,967.5 | | |
| % DESGASTE | | 27.30 | | |
| PROMEDIO | | 27.3% | | |

OBSERVACIONES:

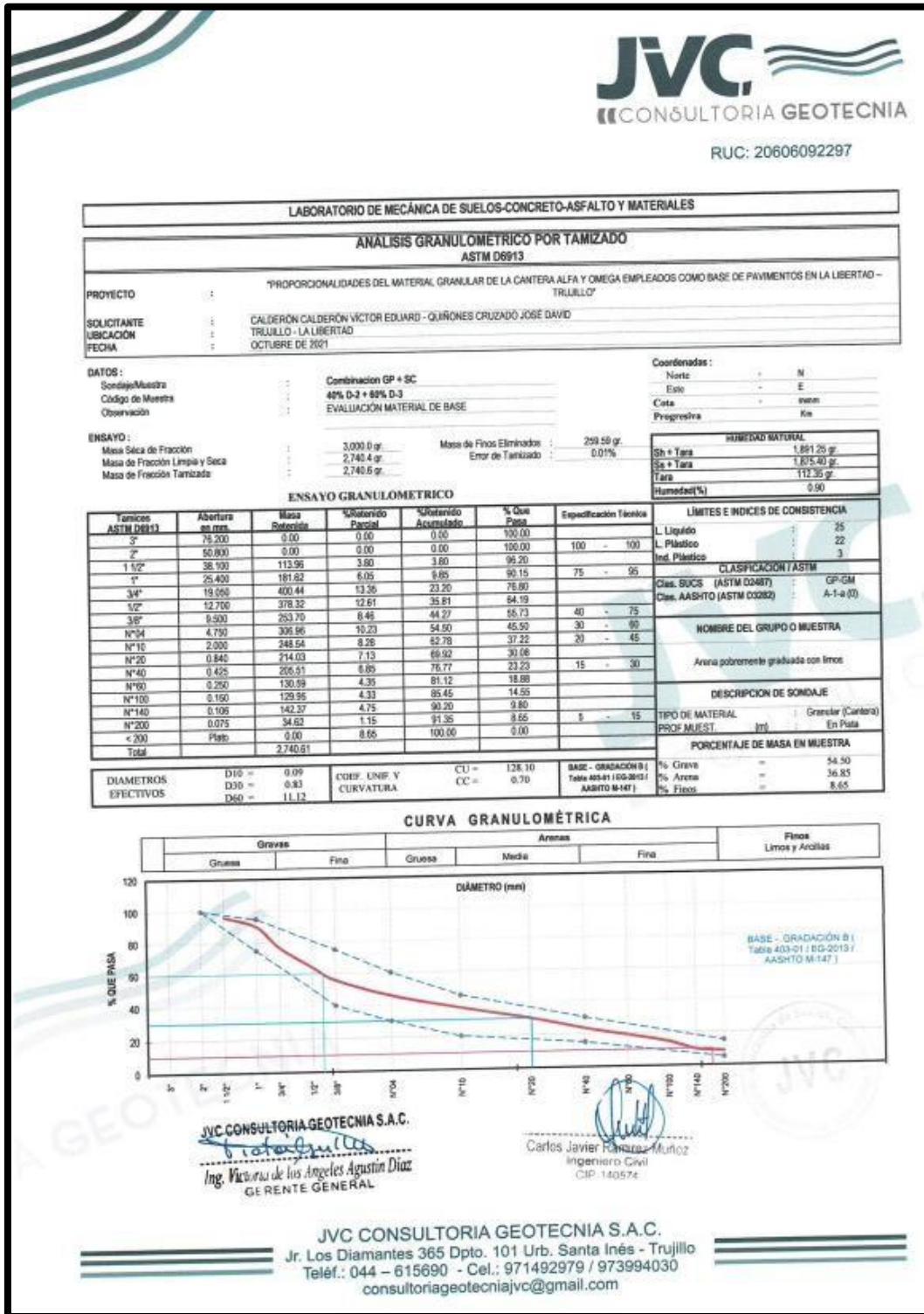
* Muestras provisionales e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.4. Clasificación del material D-2 y D-3

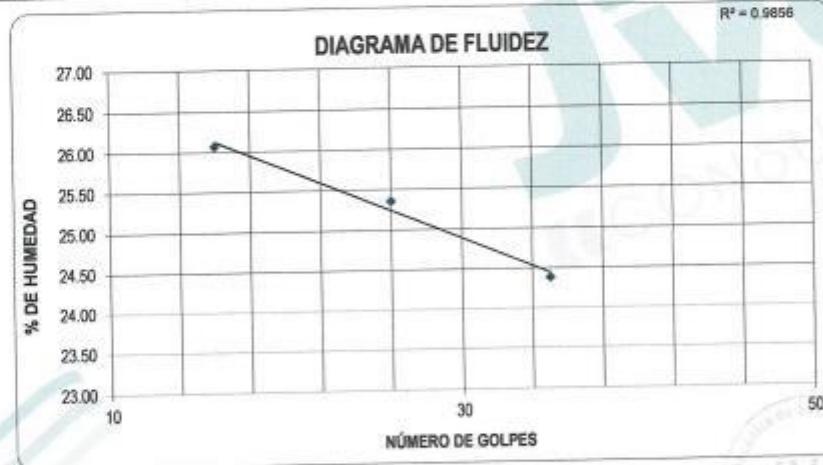
4.4.1. Análisis Granulométrico (40% D-2 + 60% D-3) – SÍ CUMPLE



4.4.2. Límites de Consistencia

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
| PROYECTO | : "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" |
| SOLICITANTE | : CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARD - QUINONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DE 2021 |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 16 | 26 | 35 | - | - |
| Nº de golpes | 16 | 26 | 35 | - | - |
| Peso tara (gr.) | 12.34 | 11.78 | 12.45 | 12.78 | 11.78 |
| Peso tara + suelo húmedo (gr.) | 35.02 | 35.36 | 36.17 | 20.78 | 21.33 |
| Peso tara + suelo seco (gr.) | 30.33 | 30.59 | 31.52 | 19.32 | 19.60 |
| Humedad % | 26.07 | 25.36 | 24.38 | 22.32 | 22.12 |
| Límites | 25.00 | | | 22.00 | |



OBSERVACIONES:

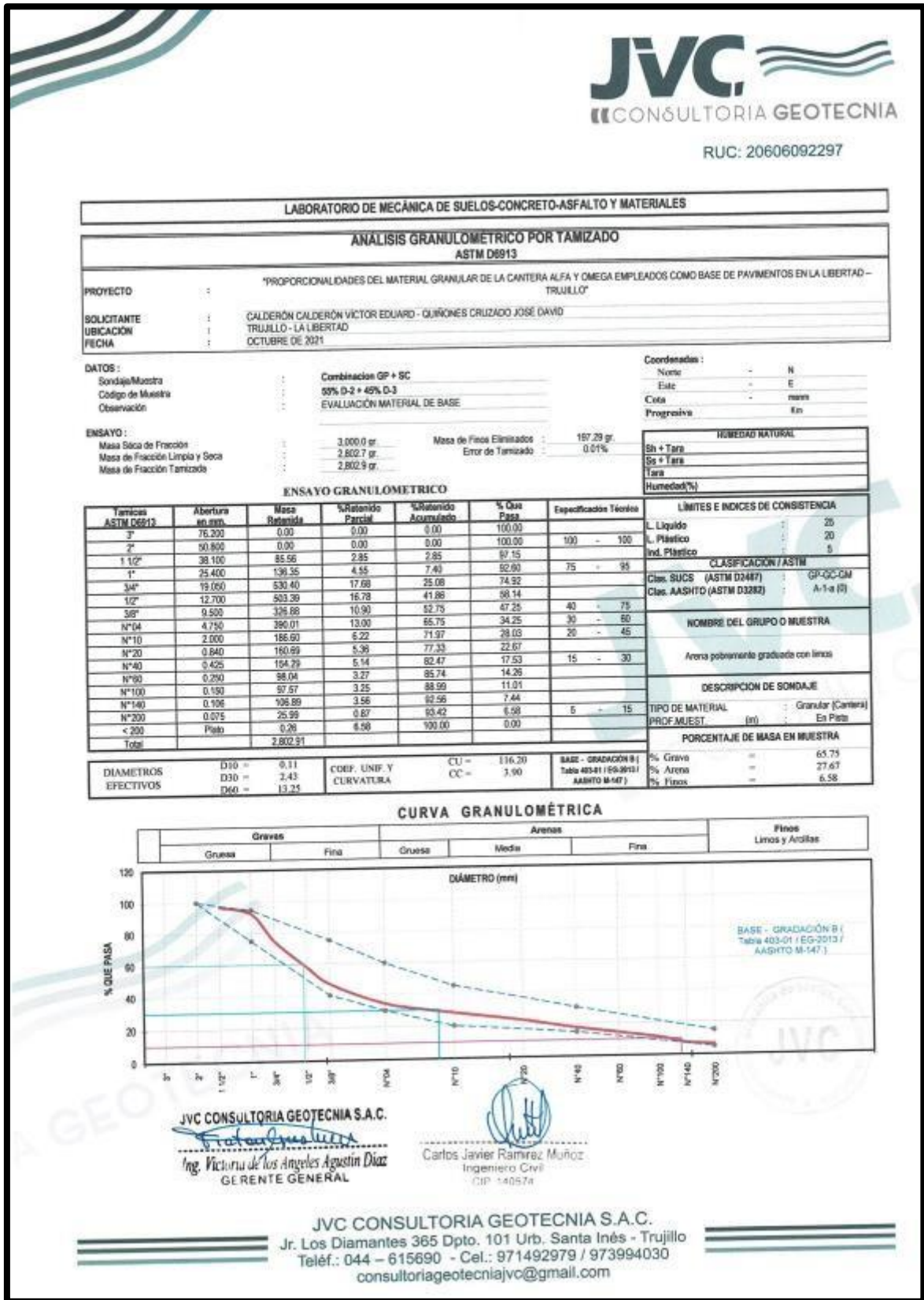
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

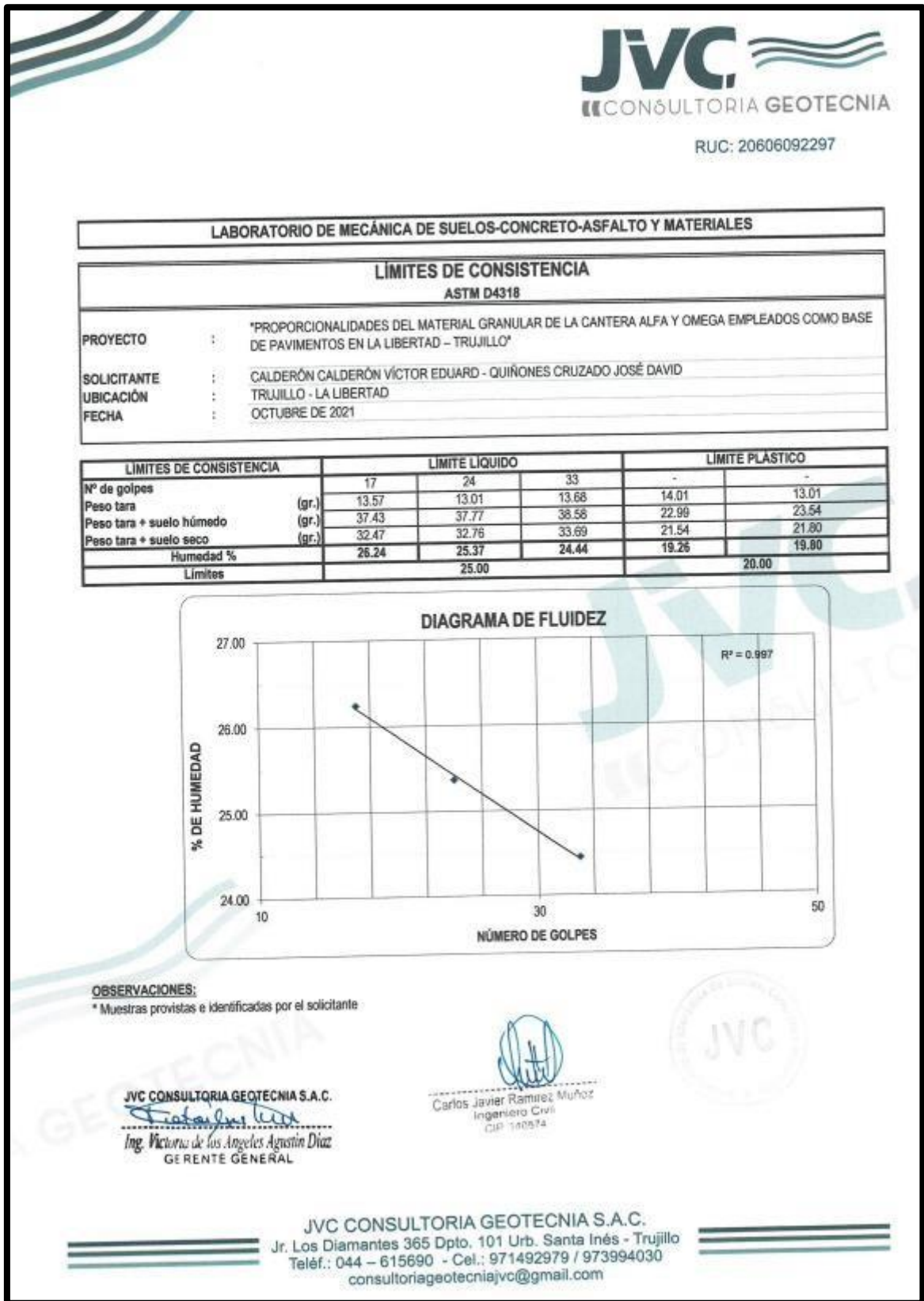
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574


4.4.3. Análisis Granulométrico (55% D-2 + 45% D-3)



4.4.4. Límites de Consistencia



4.4.5. Análisis Granulométrico (65% D-2 + 35% D-3)



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO : "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y ÓMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO"

SOLICITANTE : CALDERÓN CALDERÓN VICTOR EDUARDO - GUÍRONES CRUZADO JOSÉ DAVID

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DE 2021

DATOS :
 Sondaje/Muestra : Combinación GP + SC
 Código de Muestra : 65% D-2 + 35% D-3
 Observación : EVALUACIÓN MATERIAL DE BASE

Coordenadas :
 Norte : N
 Este : E
 Cota : mm
 Progresiva : Km

ENSAYO :
 Masa Saca de Fracción : 3.000,0 gr Masa de Finos Eliminados : 151,51 gr
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 2.848,5 gr Error de Tamizado : 0,01%
 Masa de Fracción Tamizada : 2.848,7 gr

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

| Tamices ASTM D6913 | Abertura en mm | Masa Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificación Técnica |
|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|----------------------|------------|------------------------|
| 3" | 76.200 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | |
| 2" | 50.800 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 100 - 100 |
| 1 1/2" | 38.100 | 66,48 | 2,32 | 2,32 | 97,68 | |
| 1" | 25.400 | 105,96 | 3,73 | 6,05 | 93,25 | 75 - 95 |
| 3/4" | 19.000 | 619,04 | 20,63 | 26,38 | 73,62 | |
| 1/2" | 12.700 | 588,69 | 19,62 | 46,01 | 53,99 | |
| 3/8" | 9.500 | 375,86 | 12,56 | 58,57 | 41,43 | 40 - 75 |
| Nº54 | 4.750 | 446,74 | 14,89 | 73,46 | 26,54 | 30 - 50 |
| Nº10 | 2.000 | 144,98 | 4,83 | 78,29 | 21,71 | 20 - 45 |
| Nº20 | 0.840 | 124,85 | 4,16 | 82,45 | 17,55 | |
| Nº40 | 0.425 | 119,88 | 4,00 | 86,45 | 13,55 | 15 - 30 |
| Nº60 | 0.250 | 78,18 | 2,54 | 88,99 | 11,01 | |
| Nº100 | 0.150 | 75,61 | 2,53 | 91,52 | 8,48 | |
| Nº140 | 0.106 | 83,05 | 2,77 | 94,28 | 5,72 | |
| Nº200 | 0.075 | 20,19 | 0,67 | 94,96 | 5,04 | 5 - 15 |
| < 200 | Plato | 0,00 | 0,04 | 100,00 | 0,00 | |
| Total | | 2.848,69 | | | | |

LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA

| | |
|---------------|----|
| L. Líquido | 26 |
| L. Plástico | 20 |
| Ind. Plástico | 6 |

CLASIFICACIÓN / ASTM

| | |
|---------------------------|------------|
| Clas. SUCS (ASTM D2487) | GP-7CC-GM |
| Clas. AASHTO (ASTM D3282) | A-1-a (II) |

NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA

Arena gobernante graduada con finos

DESCRIPCIÓN DE SONDAJE

TIPO DE MATERIAL : Granular (Cantera)
 PROF. MUEST. (m) : En Plato

PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA

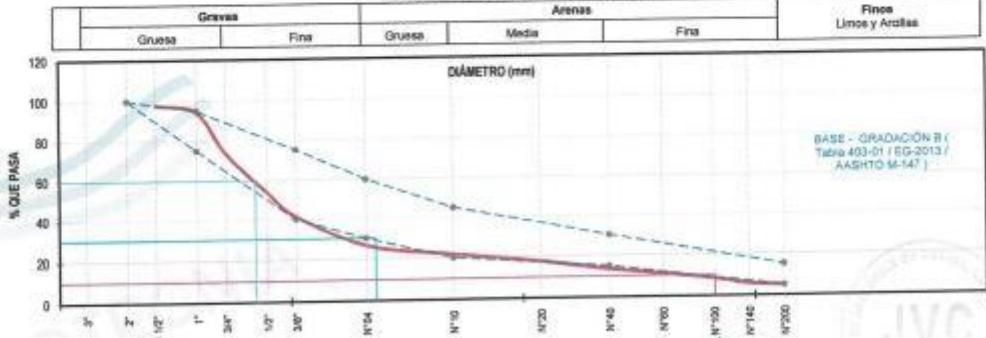
| | |
|---------|-------|
| % Grava | 13,46 |
| % Arena | 21,50 |
| % Finos | 5,04 |

DIAMETROS EFECTIVOS

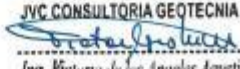
| | | | | | |
|-------|-------|---------------|------|-------|--------------------------|
| D10 = | 0,15 | COEF. UNIF. Y | CU = | 95,70 | BASE - GRADACIÓN B (|
| D30 = | 4,31 | CURVATURA | CC = | 8,90 | Tabla 403-01 / EG-2013 / |
| D60 = | 14,23 | | | | AASHTO M-147) |


CURVA GRANULOMÉTRICA

| Gravas | | Arenas | | | Finos Limos y Arcillas |
|--------|------|--------|-------|------|---------------------------|
| Gruesa | Fina | Gruesa | Medio | Fina | |



BASE - GRADACIÓN B (Tabla 403-01 / EG-2013 / AASHTO M-147)

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

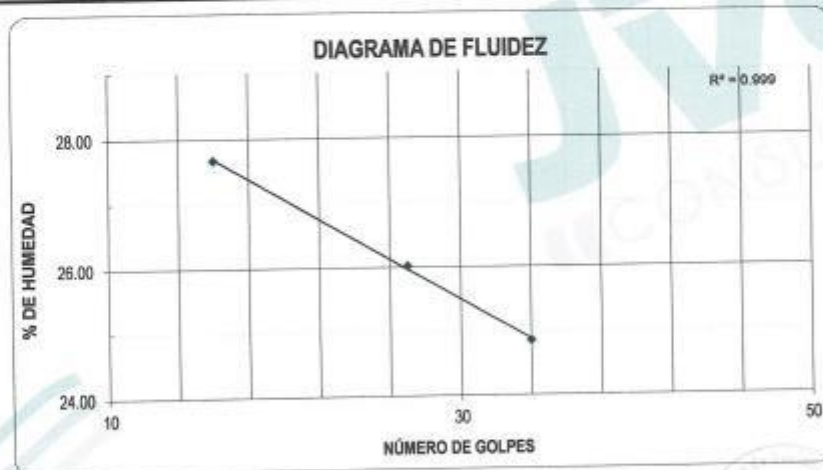

 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.4.6. Límites de Consistencia

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 | |
| PROYECTO | : *PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO* |
| SOLICITANTE | : CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DE 2021 |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 16 | 27 | 34 | - | - |
| Nº de golpes | 16 | 27 | 34 | - | - |
| Peso tara (gr.) | 14.20 | 13.64 | 14.31 | 14.64 | 13.64 |
| Peso tara + suelo húmedo (gr.) | 36.90 | 37.42 | 38.23 | 22.52 | 23.03 |
| Peso tara + suelo seco (gr.) | 31.98 | 32.51 | 33.47 | 21.19 | 21.45 |
| Humedad % | 27.67 | 26.02 | 24.84 | 20.31 | 20.23 |
| Límites | 26.00 | | | 20.00 | |



OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140574

4.4.7. Análisis Granulométrico (75% D-2 + 25% D-3)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO : "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO"

SOLICITANTE : CALDERÓN CALDERÓN VICTOR EDUARDO - QUIRÓNES CRUZADO JOSÉ DAVID

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DE 2021

DATOS:

Sondaje/Muestra : Combinación GP + SC
 Código de Muestra : 75% D-2 + 25% D-3
 Observación : EVALUACIÓN MATERIAL DE BASE

Coordenadas :
 Norte : - N
 Este : - E
 Cota : - msnm
 Progresiva : Km

ENSAYO:

Masa Seca de Fracción : 3,000.0 gr. Masa de Finos Eliminados : 108.27 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 2,891.7 gr. Error de Tamizado : 0.01%
 Masa de Fracción Tamizada : 2,891.9 gr.

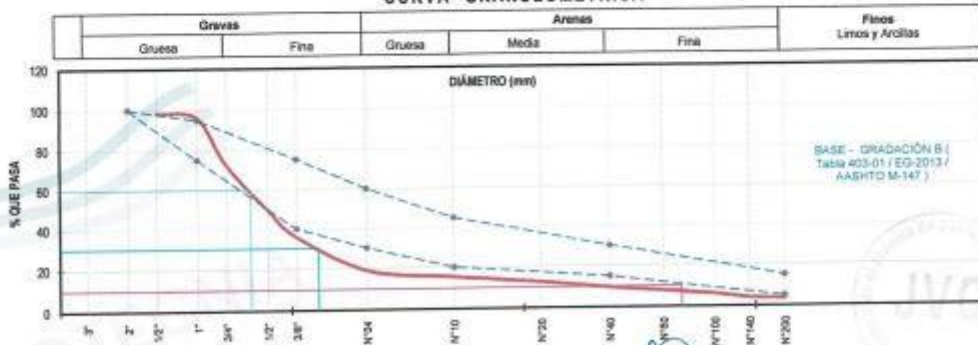
| HUMEDAD NATURAL | |
|-----------------|--|
| Sh + Tara | |
| Sg + Tara | |
| Tara | |
| Humedad(%) | |

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

| Tamices ASTM D6913 | Abertura en mm | Masa Retenida | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificación Técnica | LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA |
|--------------------|----------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------------|--|
| 3" | 76.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 - 100 | L. Líquido : 29 |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | | L. Plástico : 22 |
| 1 1/2" | 38.100 | 47.48 | 1.58 | 1.58 | 98.42 | | Ind. Plástico : 7 |
| 1" | 25.400 | 75.68 | 2.52 | 4.11 | 95.89 | 75 - 95 | CLASIFICACIÓN / ASTM |
| 3/4" | 19.050 | 706.48 | 23.56 | 27.65 | 72.35 | | Clas. SUCS (ASTM D2467) : GP |
| 1/2" | 12.700 | 672.84 | 22.43 | 50.08 | 49.92 | | Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-2-4 (0) |
| 3/8" | 9.500 | 426.12 | 14.20 | 64.29 | 35.71 | 40 - 75 | NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA |
| Nº94 | 4.750 | 302.66 | 10.10 | 74.39 | 25.61 | 30 - 60 | Arena pobremente graduada con limos |
| Nº10 | 2.000 | 103.56 | 3.45 | 77.84 | 22.16 | 20 - 45 | DESCRIPCIÓN DE SONDAJE |
| Nº20 | 0.840 | 66.18 | 2.27 | 79.91 | 20.09 | | TIPO DE MATERIAL : Granular (Carriera) |
| Nº40 | 0.425 | 65.83 | 2.85 | 82.76 | 17.24 | 15 - 30 | PROF. MUEST. (m) : En Piso |
| Nº60 | 0.250 | 64.41 | 2.81 | 85.57 | 14.43 | | PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA |
| Nº100 | 0.150 | 64.15 | 2.81 | 88.38 | 11.62 | | % Grava : 81.04 |
| Nº140 | 0.106 | 63.32 | 2.98 | 91.36 | 8.64 | | % Arcilla : 15.36 |
| Nº200 | 0.075 | 14.42 | 0.48 | 91.84 | 8.16 | | % Finos : 1.60 |
| < 200 | Plato | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | | |
| Total | | 2,891.95 | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|---|-------------------------|--------------------------|---|--|
| DIAMETROS EFECTIVOS | D10 = 0.21 D30 = 7.66 D60 = 14.97 | COEF. LÍNEA Y CURVATURA | CU = 71.90 CC = 18.80 | BASE: GRADACIÓN B (Tabla 403-01 / EG-2013 / AASHTO M-147) | % Grava = 81.04 % Arcilla = 15.36 % Finos = 1.60 |
|---------------------|---|-------------------------|--------------------------|---|--|

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

4.4.8 Límites de Consistencia

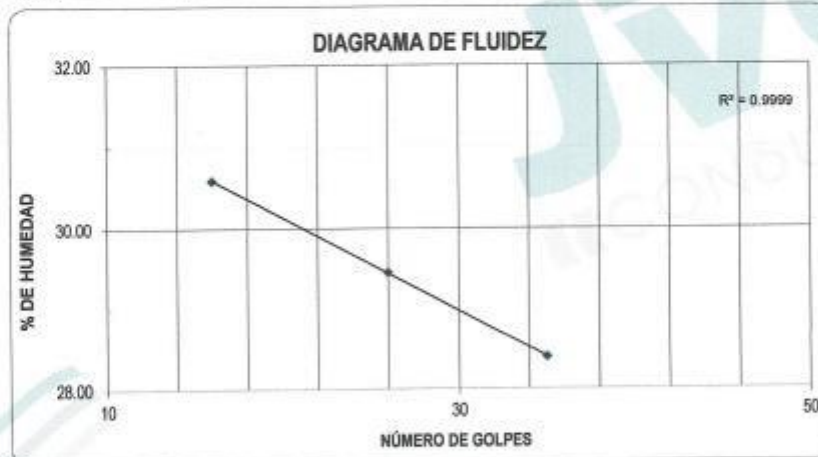
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D4318

| | | |
|-------------|---|---|
| PROYECTO | : | *PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO* |
| SOLICITANTE | : | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : | OCTUBRE DE 2021 |

| LÍMITES DE CONSISTENCIA | LÍMITE LÍQUIDO | | | LÍMITE PLÁSTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-----------------|-------|
| N° de golpes | 16 | 26 | 35 | - | - |
| Peso tara (gr.) | 12.34 | 11.78 | 12.45 | 12.78 | 11.78 |
| Peso tara + suelo húmedo (gr.) | 35.22 | 35.56 | 36.37 | 20.78 | 21.33 |
| Peso tara + suelo seco (gr.) | 29.86 | 30.15 | 31.08 | 19.33 | 19.59 |
| Humedad % | 30.59 | 29.45 | 28.40 | 22.14 | 22.28 |
| Límites | 29.00 | | | 22.00 | |



OBSERVACIONES:

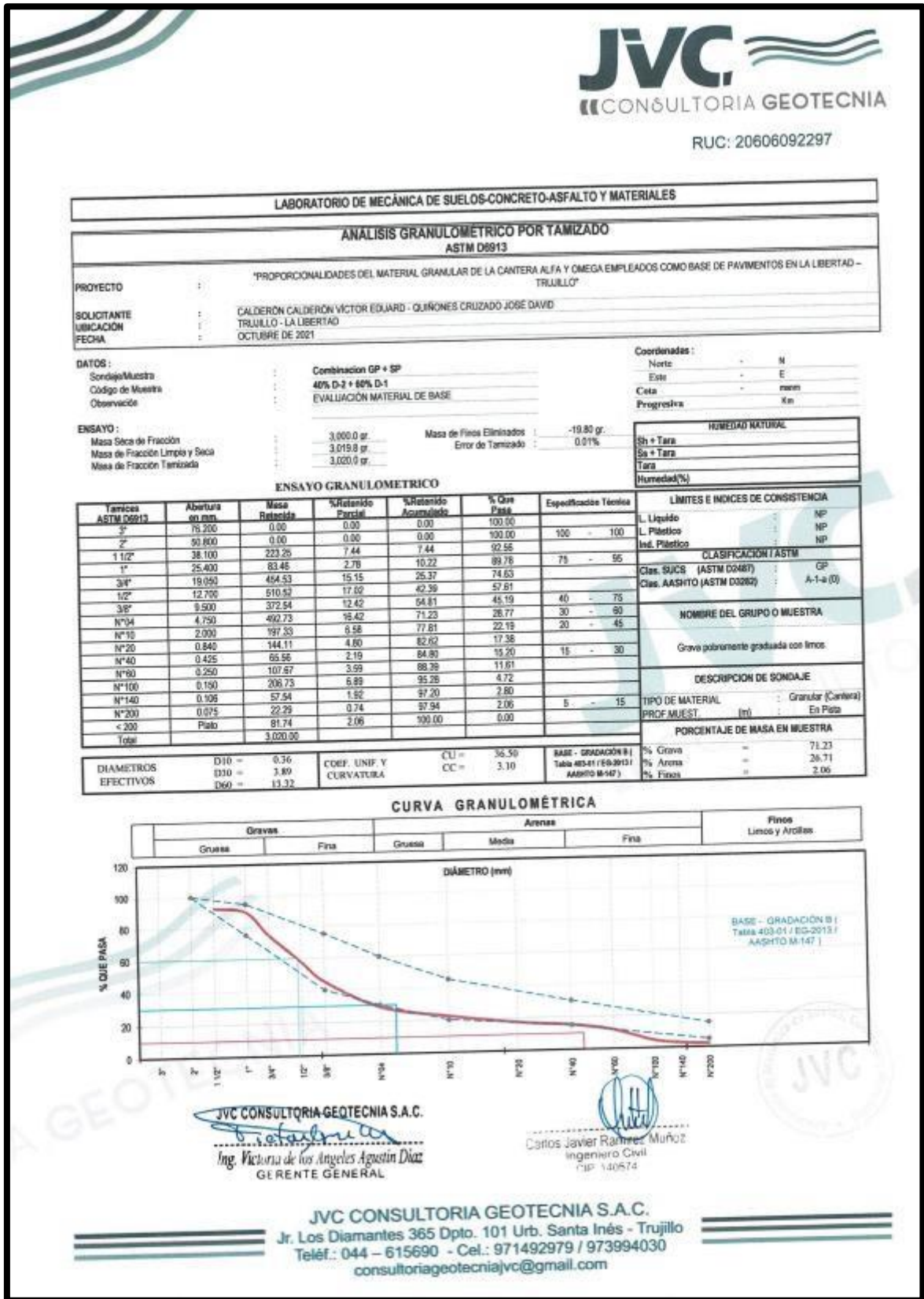
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

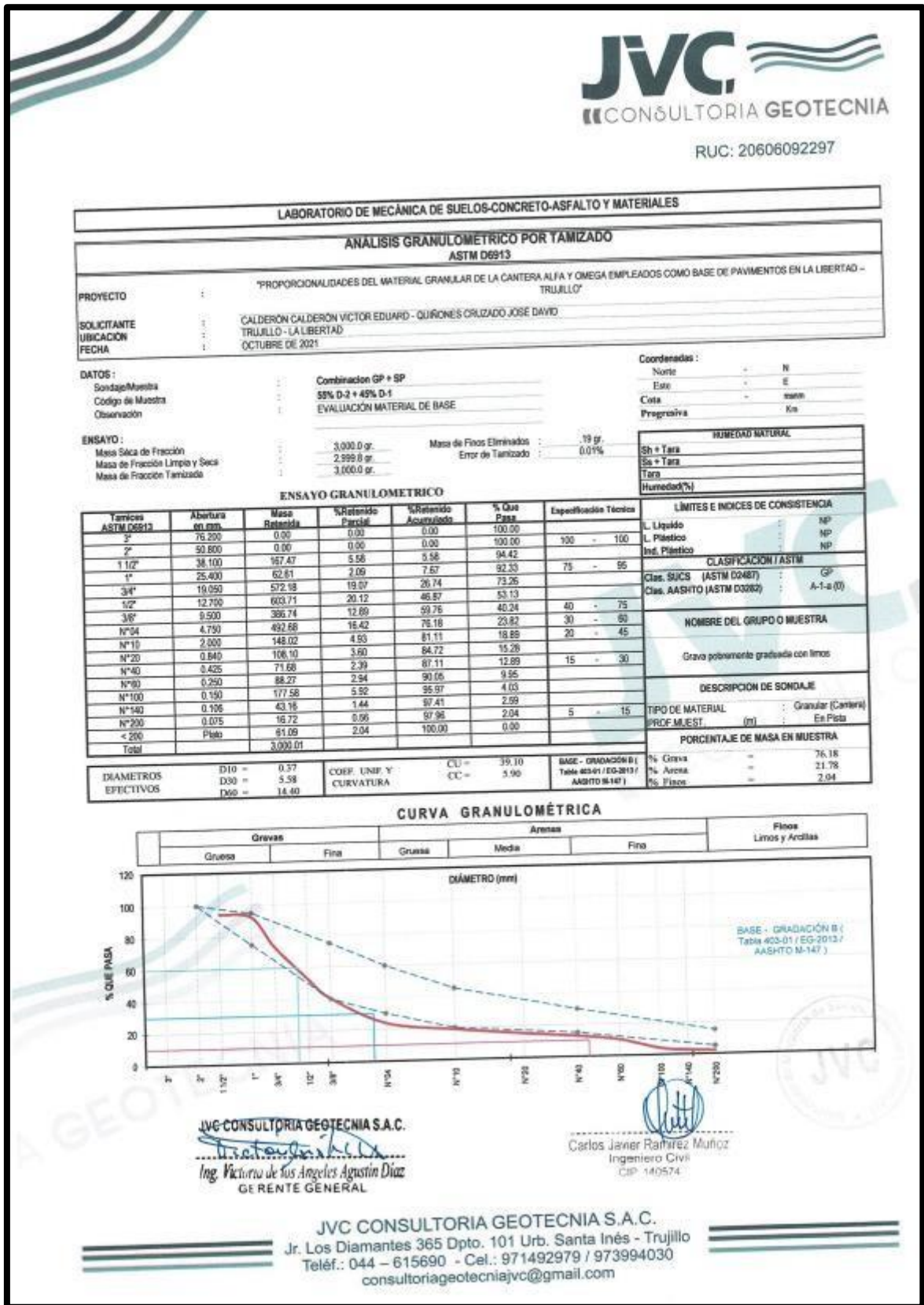
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.5. Clasificación del material D-2 y D-1 (NO CUMPLE)


4.5.1. Análisis Granulométrico (40%D-2 + 60% D-1)



4.5.2. Análisis Granulométrico (55% D-2 + 45 D-1)



4.5.3. Análisis Granulométrico (75% D-2 + 25% D-1)



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913

PROYECTO : "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO"

SOLICITANTE : CALDERÓN CALDERÓN VICTOR EDUARDO - QUIRIONES CRUZADO JOSÉ DAVID

UBICACIÓN : TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : OCTUBRE DE 2021

DATOS :
 Sonda/Muestra : Combinación GP + SP
 Código de Muestra : 75% D-2 + 25% D-1
 Observación : EVALUACIÓN MATERIAL DE BASE

ENSAJO :
 Masa Seca de Fracción : 3,000.0 gr.
 Masa de Fracción Limpia y Seca : 2,599.8 gr.
 Masa de Fracción Tamizada : 3,000.0 gr.

Masa de Finos Eliminados : 19 gr.
 Error de Tamizado : 0.01%

Coordenadas :
 Norte : N
 Este : E
 Cota : mar
 Progresiva : Km

HUMEDAD NATURAL
 Sh + Tara :
 Bx + Tara :
 Tara :
 Humedad(%) :

| Tamices ASTM D6913 | Abertura en (mm) | Masa Retenido | % Retenido Parcial | % Retenido Acumulado | % Que Pasa | Especificación Técnica |
|--------------------|------------------|---------------|--------------------|----------------------|------------|------------------------|
| 3" | 75.200 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 100 - 100 |
| 2" | 50.800 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | |
| 1 1/2" | 38.100 | 93.04 | 3.10 | 3.10 | 96.90 | 75 - 95 |
| 1" | 25.400 | 34.78 | 1.16 | 4.26 | 95.74 | |
| 3/4" | 19.000 | 729.03 | 24.30 | 28.56 | 71.44 | |
| 1/2" | 12.700 | 727.83 | 24.26 | 52.83 | 47.17 | |
| 3/8" | 9.500 | 458.98 | 15.30 | 68.13 | 31.87 | 40 - 75 |
| Nº4 | 4.750 | 559.24 | 18.64 | 86.77 | 13.23 | 30 - 60 |
| Nº10 | 2.000 | 82.23 | 2.74 | 89.51 | 10.49 | 20 - 45 |
| Nº20 | 0.840 | 60.09 | 2.00 | 91.51 | 8.49 | |
| Nº40 | 0.425 | 39.82 | 1.33 | 92.84 | 7.16 | 15 - 30 |
| Nº60 | 0.250 | 49.04 | 1.63 | 94.47 | 5.53 | |
| Nº100 | 0.150 | 38.65 | 1.29 | 95.76 | 4.24 | |
| Nº140 | 0.106 | 23.98 | 0.80 | 96.56 | 3.44 | 5 - 15 |
| Nº200 | 0.075 | 9.29 | 0.31 | 96.87 | 3.13 | |
| < 200 | Pleto | 33.94 | 1.13 | 98.00 | 2.00 | |
| Total | | 3,000.01 | | | | |

LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA
 L. Líquido : NP
 L. Plástico : NP
 Índ. Plástico : NP

CLASIFICACIÓN / ASTM
 Clas. SUCS (ASTM D3497) : GP
 Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-1-a (II)

NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
 Grava pobremente graduada

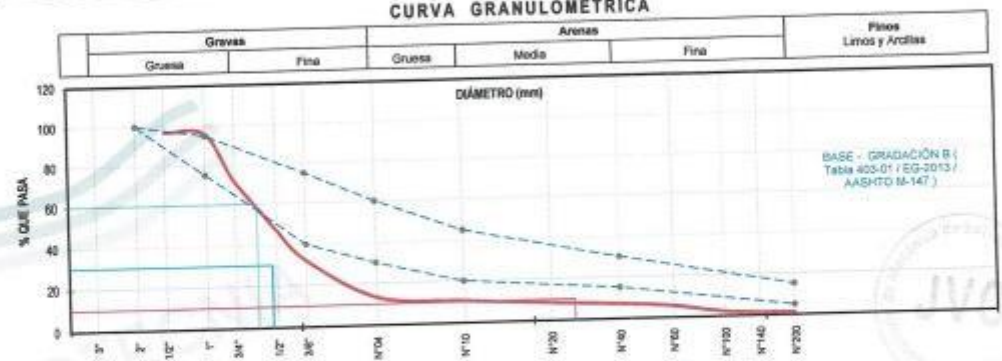
DESCRIPCIÓN DE SONDAJE
 TIPO DE MATERIAL : Gravel (Cantera)
 PROF. MUEST. (In) : En Pleto

DIÁMETROS EFECTIVOS
 D10 = 0.66
 D30 = 13.30
 D60 = 15.38

COEF. UNIF. Y CURVATURA
 CU = 23.20
 CC = 37.30


BASE - GRADACIÓN B (Tabla 403-01 / EG-2013 / AASHTO M-147)
 % Grava = 86.77
 % Arena = 12.10
 % Finos = 1.13

CURVA GRANULOMÉTRICA




BASE - GRADACIÓN B (Tabla 403-01 / EG-2013 / AASHTO M-147)

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.



Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL




Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
RUC: 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.6. Ensayos de la Combinación 40% D-2 + 60% D-3

4.6.1. Desgaste por Abrasión

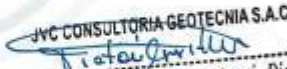


RUC: 20606092297


| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | | | | | |
|---|---|--|-------------|----------------------|--|
| ENSAYO DE DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C 131 | | | | | |
| PROYECTO | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" | | | | |
| SOLICITANTE | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUÍÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID | | | | |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD | | | | |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 | | | | |
| Material | Combinación 40% D-2 + 60% D-3 | | Procedencia | CANTERA ALFA Y OMEGA | |

| TAMIZ PASA - RETIENE | GRADACIÓN | | | |
|---------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | "A" | "B" | "C" | "D" |
| 1 1/2" - 1" | 1250 ± 25 1,252.2 | - | - | - |
| 1" - 3/4" | 1250 ± 25 1,243.7 | - | - | - |
| 3/4" - 1/2" | 1250 ± 10 1,239.9 | 2500 ± 10 | - | - |
| 1/2" - 3/8" | 1250 ± 10 1,265.3 | 2500 ± 10 | - | - |
| 3/8" - 1/4" | - | - | 2500 ± 10 | - |
| 1/4" - Nº4 | - | - | 2500 ± 10 | - |
| Nº4 - Nº8 | - | - | - | 5000 ± 10 |
| ESFERAS | 12 | 11 | 8 | 8 |
| PESO DE LA MUESTRA | 9,000.8 | | | |
| Peso Referido Tamiz Nº 12 | 3,564.3 | | | |
| Peso Pesante Tamiz Nº 12 | 1,436.5 | | | |
| % DESGASTE | 28.73 | | | |
| PROMEDIO | | | 28.7% | |


OBSERVACIONES:
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante.




JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



4.6.2. Equivalente de Arena

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| EQUIVALENTE DE ARENA ASTM D 2419 | |
| PROYECTO : | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" |
| SOLICITANTE : | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIRÓN CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA : | OCTUBRE DE 2021 |

Material : Combinación 40% D-2 + 60% D-3 Procedencia : CANTERA ALFA Y OMEGA

| ITEM | DESCRIPCIÓN | ENSAYOS | | |
|------|---|---------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Tamaño Máximo (mm) | 4.76 | 4.76 | 4.76 |
| 2 | Muestra N° | 1 | 2 | 3 |
| 3 | Hora de Entrada | 11:15 | 11:23 | 11:32 |
| 4 | Hora de Salida | 11:25 | 11:33 | 11:42 |
| 5 | Hora de Entrada | 11:27 | 11:35 | 11:44 |
| 6 | Hora de Salida | 11:47 | 11:55 | 12:04 |
| 7 | Altura Máxima de la Arena (Pulgadas) | 3.98 | 4.01 | 3.85 |
| 8 | Altura Máxima de Material Fino (Pulgadas) | 8.27 | 8.39 | 7.98 |
| 9 | Equivalente de Arena (%) | 48.1 | 47.8 | 48.2 |
| 10 | Equivalente de Arena Promedio (%) | 48 | | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victorio de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.6.3. Contenido De Sales Solubles En Agregados

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS | |
| REF. MTC 219 - 2009 | |
| PROYECTO : | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" |
| SOLICITANTE : | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA : | OCTUBRE DE 2021 |

Material : Combinación 40% D-2 + 60% D-3

Procedencia : CANTERA ALFA Y OMEGA

| AGREGADO FINO | | | | | |
|---------------|----------------------------|-----|---------|--------|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | | ENSAYOS | | |
| | | | 01 | 02 | 03 |
| 1 | Recipiente | gr. | 01 | 02 | 03 |
| 2 | Masa (Biker 250 ml.) | gr. | 125.68 | 124.34 | 124.84 |
| 3 | Masa + Sal + Biker 250 ml. | gr. | 125.72 | 124.37 | 124.87 |
| 4 | Masa Sal | gr. | 0.04 | 0.03 | 0.03 |
| 5 | Masa de Agregado | gr. | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| 6 | Aforo de Agua Total | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 7 | Volumen de Agua Utilizada | % | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 8 | Sales Solubles | % | 0.400 | 0.300 | 0.300 |
| 9 | Promedio Sales Solubles | % | | 0.33 | |

| AGREGADO GRUESO | | | | | |
|-----------------|----------------------------|-----|---------|--------|--------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | | ENSAYOS | | |
| | | | 01 | 02 | 03 |
| 1 | Recipiente | gr. | 01 | 02 | 03 |
| 2 | Masa (Biker 250 ml.) | gr. | 124.96 | 122.01 | 123.24 |
| 3 | Masa + Sal + Biker 250 ml. | gr. | 125.02 | 122.06 | 123.29 |
| 4 | Masa Sal | gr. | 0.06 | 0.05 | 0.06 |
| 5 | Masa de Agregado | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 6 | Aforo de Agua Total | gr. | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| 7 | Volumen de Agua Utilizada | % | 50.0 | 50.0 | 50.0 |
| 8 | Sales Solubles | % | 0.120 | 0.100 | 0.100 |
| 9 | Promedio Sales Solubles | % | | 0.11 | |

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.6.4. Inalterabilidad de los agregados al Sulfato de Sodio y Magnesio



RUC: 20606092297

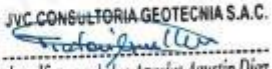
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | | | | | | | |
|--|---|--|--|-------------|----------------------|--|--|
| INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C 88 | | | | | | | |
| PROYECTO | *PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO* | | | | | | |
| SOLICITANTE | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID | | | | | | |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD | | | | | | |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 | | | | | | |
| Material | Combinación 40% D-2 + 60% D-3 | | | Procedencia | CANTERA ALFA Y OMEGA | | |

| AGREGADO FINO | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL % | PESO ANTES DEL ENSAYO Grs. | PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | % DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO % | % DE PERDIDA CORREGIDAS % |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | |
| 3/8" | N° 4 | 2.5 | | | | 3.30 | 0.08 |
| N° 4 | N° 8 | 22.9 | 100.0 | 91.4 | 8.60 | 8.60 | 1.57 |
| N° 8 | N° 16 | 24.8 | 100.0 | 91.7 | 8.30 | 8.30 | 2.06 |
| N° 16 | N° 30 | 19.2 | 100.0 | 92.4 | 7.60 | 7.60 | 1.46 |
| N° 30 | N° 50 | 20.1 | 100.0 | 94.8 | 5.20 | 5.20 | 1.05 |
| N° 50 | N° 100 | 11.5 | 100.0 | 92.0 | 8.00 | 8.00 | 0.92 |
| < N° 100 | | 0.8 | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | 7.53 |


| AGREGADO GRUESO | | | | | | | |
|-----------------|----------|-----------------------|-------------------------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|
| TAMAÑO DE MALLA | | ESCALON ORIGINAL % | PESO ANTES DEL ENSAYO Grs. | PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | PERDIDA DE PESO DESPUES DEL ENSAYO Grs. | % DE PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO % | % DE PERDIDA CORREGIDAS % |
| PASANTE | RETENIDO | | | | | | |
| 2 1/2" | 1 1/2" | 5.1 | | | | 5.20 | 0.27 |
| 1 1/2" | 3/4" | 26.3 | 1426.9 | 1364.6 | 62.30 | 4.37 | 1.15 |
| 3/4" | 3/8" | 42.5 | 987.4 | 871.5 | 115.50 | 11.70 | 4.97 |
| 3/8" | N°4 | 21.8 | 328.7 | 270.5 | 68.20 | 17.71 | 3.85 |
| < N° 4 | | 0.8 | | | | | |
| TOTALES | | | | | | | 19.24 |

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Solución utilizada : Sulfato de Magnesio



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.6.6. Determinación Del Porcentaje De Partículas Fracturadas En El Agregado Grueso

| | |
|--|---|
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
| METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA DETERMINACION DEL PORCENTAJE DEPARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO | |
| ASTM D 5821 | |
| PROYECTO : | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" |
| SOLICITANTE : | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN : | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA : | OCTUBRE DE 2021 |

Material : Combinación 40% D-2 + 60% D-3 Procedencia : CANTERA ALFA Y OMEGA

| CON UNA CARA DE FRACTURA : | | | | | | |
|---|-------------------|-------------------|----------------------------------|---|--|---|
| TAMAÑO DEL AGREGADO | | PESO EN GRAMOS | | PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS (C=(B/A)*100) | PORCENTAJE RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS (E = C*D) |
| PASA TAMIZ | RETENIDO EN TAMIZ | MUESTRA TOTAL (A) | MAT. CON UNA CARA FRACTURADA (B) | | | |
| 2" | 1 1/2" | | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 2454 | 1912 | 77.91 | 25.90 | 2017.96 |
| 1" | 3/4" | 1789 | 1485 | 83.01 | 16.70 | 1386.22 |
| 3/4" | 1/2" | 1305 | 1072 | 82.15 | 18.60 | 1527.91 |
| 1/2" | 3/8" | 801 | 666 | 86.77 | 8.90 | 772.22 |
| TOTAL | | | | | 70.10 | 5704.31 |
| PORCENTAJE CON UNA CARA DE FRACTURA (S.H.S.D) = | | | | 81.37 | | |

| CON DOS O MAS CARAS DE FRACTURA : | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|----------------------------------|---|--|---|
| TAMAÑO DEL AGREGADO | | PESO EN GRAMOS | | PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS (C=(B/A)*100) | PORCENTAJE RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL (D) | PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS (E = C*D) |
| PASA TAMIZ | RETENIDO EN TAMIZ | MUESTRA TOTAL (A) | MAT. CON UNA CARA FRACTURADA (B) | | | |
| 2" | 1 1/2" | | | | | |
| 1 1/2" | 1" | 2658 | 1048 | 39.43 | 23.7 | 934.45 |
| 1" | 3/4" | 1989 | 1215 | 61.18 | 12.8 | 783.08 |
| 3/4" | 1/2" | 1463 | 845 | 57.76 | 16.1 | 929.90 |
| 1/2" | 3/8" | 952 | 625 | 65.65 | 7.9 | 518.64 |
| TOTAL | | | | | 60.50 | 3166.08 |
| PORCENTAJE CON DOS O MAS CARAS DE FRACTURA (S.H.S.D) = | | | | 52.33 | | |

OBSERVACIONES:
 * Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.


 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramírez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP: 140574



4.7. CBR de la Combinaciones con el material D-2 y D-3

4.7.1. Ensayo De Proctor Modificado para CBR (40% D-2 + 60% D-3)



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
MÉTODO C
ASTM D-1557 / ASTM D1883


| | | | |
|-------------|---|--|--|
| PROYECTO | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" | | |
| SOLICITANTE | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID | | |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD | | |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 | | |

| | | | | |
|---------------|----------------------|--------------|------|--|
| Material | GP-GM | Profundidad: | + m | |
| Procedencia | Cantera Alfa y Omega | Norte: | + N | |
| N° de Muestra | 40% D-2 + 60% D-3 | Este: | + E | |
| Ubicación | | Cota: | + mm | |

| | |
|-------------------------|---------|
| Molde N° | 5 - 123 |
| Peso del Molde (gr.) | 6.733 |
| Volumen del Molde (cm³) | 2.114 |
| N° de Capas | 5 |
| N° de Golpes por capa | 56 |


| MUESTRA N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|---|---|---|
| Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.) | 11.494 | 11.870 | 11.761 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 6.733 | 6.733 | 6.733 | | | |
| Peso del suelo Húmedo (gr.) | 4.761 | 5.137 | 4.988 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm³) | 2.25 | 2.43 | 2.35 | | | |
| CAPSULA N° | K-6 | C-2 | P-11 | | | |
| Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.) | 856.7 | 864.2 | 832.9 | | | |
| Peso de suelo seco + Capsula (gr.) | 812.1 | 801.6 | 723.4 | | | |
| Peso de Agua (gr.) | 44.6 | 62.6 | 109.5 | | | |
| Peso de Capsula (gr.) | 132.3 | 105.4 | 104.2 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 779.8 | 696.2 | 613.2 | | | |
| % de Humedad | 6.28 | 8.98 | 11.83 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm³) | 2.11 | 2.23 | 2.18 | | | |

CURVA DE COMPACTACIÓN




| | |
|---------------------------------|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm³) | 2.230 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 8.96 |

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140572

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.7.2. Ensayo de Valor de Soporte de California



RUC: 20606092297

| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1553) | |
| PROYECTO | PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | CALDERON CALDERON VICTOR (EDUARDO) - QUIÑONES CRUZADO JOSE DAVID |
| UBICACION | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 |

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
|---|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| Nº DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 55 | | 25 | | 10 | |
| SOBRECARGA (gr.) | 5940 | | 8868 | | 5015 | |
| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 13488 | | 13050 | | 12750 | |
| Peso de Molde (gr.) | 8343 | | 8433 | | 8328 | |
| Peso del Suelo Húmedo (gr.) | 5142 | | 4627 | | 4422 | |
| Volumen de Molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Densidad Húmeda (g/cm ³) | 2.43 | | 2.28 | | 2.09 | |
| CAPSULA Nº | C-18 | | C-01 | | C-11 | |
| Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 895.7 | | 874.2 | | 854.6 | |
| Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.) | 823.3 | | 819.7 | | 852.2 | |
| Peso de Agua (gr.) | 62.40 | | 63.50 | | 62.40 | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 105.40 | | 103.70 | | 106.80 | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 697.90 | | 707.00 | | 695.40 | |
| % de Humedad | 8.94 | | 8.98 | | 8.97 | |
| Densidad de Suelo Seco (g/cm ³) | 3.227 | | 3.290 | | 3.215 | |

| ENSAYO DE EXPANSIÓN | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|---------------------|------|---------------------|-------|---------------------|----|-------------|------|
| MOLDE | LECT. DIAL. | MOLDE 1 - 55 GOLPES | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | EXPANSION % | |
| | | EXPANSION | | EXPANSION | | EXPANSION | | | |
| | | mm | % | mm | % | mm | % | | |
| 0 hrs | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 |
| 24 hrs | 12 | 0.305 | 0.24 | 12 | 0.330 | 0.28 | 14 | 0.366 | 0.38 |
| 48 hrs | 16 | 0.406 | 0.32 | 17 | 0.432 | 0.34 | 19 | 0.483 | 0.38 |
| 72 hrs | 19 | 0.483 | 0.38 | 25 | 0.506 | 0.40 | 21 | 0.633 | 0.42 |
| 96 hrs | 22 | 0.559 | 0.44 | 24 | 0.610 | 0.48 | 27 | 0.686 | 0.54 |

| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------|-------------------------------|
| ENSAYO DE CARGA PENETRACION | CARGA | | | CORRECCION | | | CARGA | | | CORRECCION kg/cm ² |
| | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | | |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.00 | 0.08 | | |
| 8.025 | 235 | 12.6 | | 235 | 11.6 | | 172 | 8.5 | | |
| 8.850 | 498 | 23.7 | | 443 | 21.9 | | 362 | 17.9 | | |
| 9.075 | 808 | 40.0 | | 688 | 34.1 | | 498 | 24.7 | | |
| 9.190 | 1897 | 54.3 | 67.9 | 971 | 48.1 | 54.0 | 659 | 32.6 | 35.8 | |
| 9.123 | 1658 | 82.1 | | 1255 | 61.3 | | 827 | 40.9 | | |
| 9.280 | 2678 | 162.7 | 80.7 | 1428 | 70.7 | 70.0 | 982 | 48.6 | 56.8 | |
| 9.500 | 2634 | 139.4 | | 1813 | 89.8 | | 1262 | 63.3 | | |
| 9.608 | 3081 | 148.8 | | 2132 | 105.6 | | 1523 | 75.4 | | |
| 8.500 | 3547 | 162.7 | | 2378 | 117.7 | | 1818 | 88.1 | | |
| ESPECIMEN | MOLDE 1 - 55 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | | |

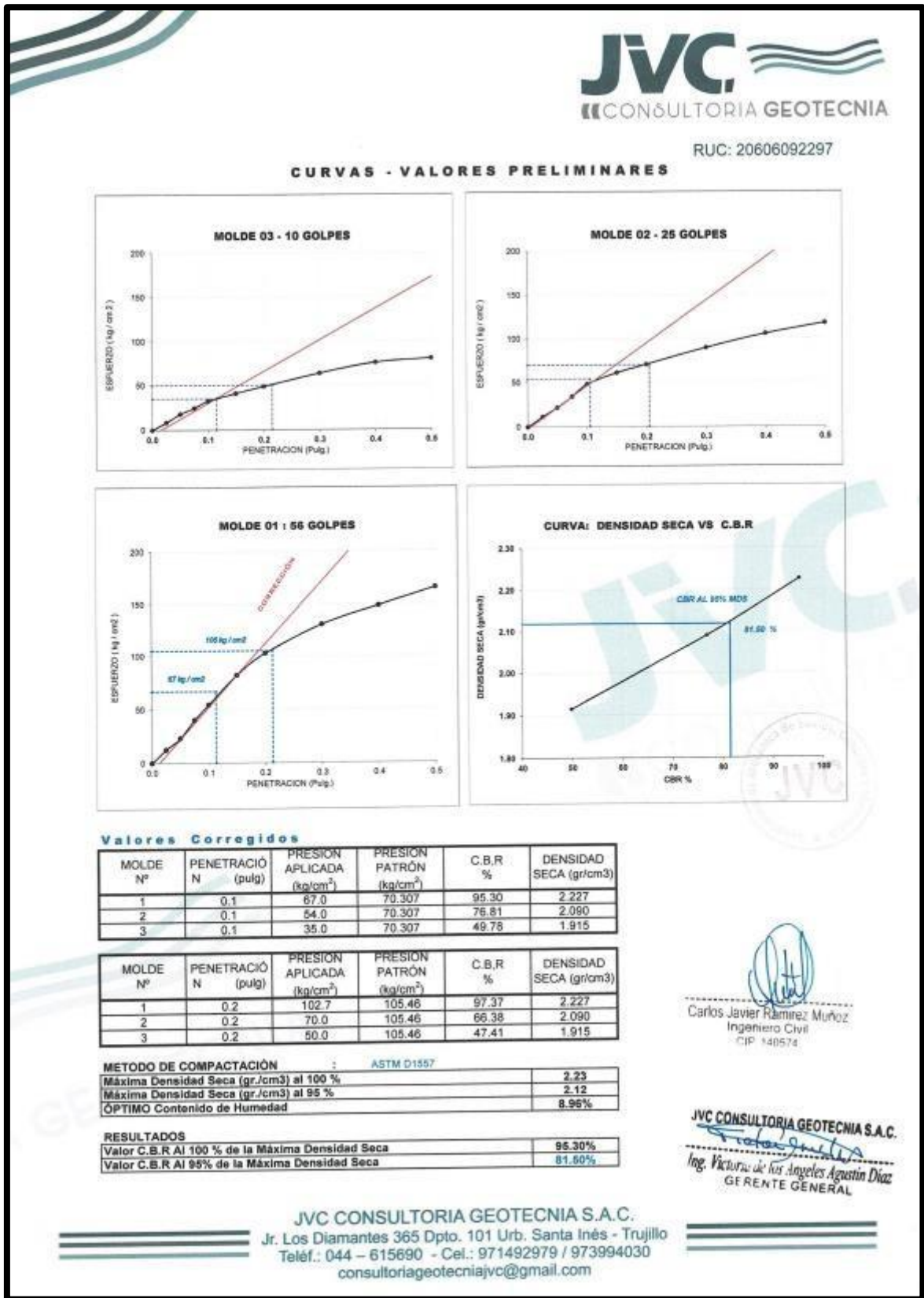
OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP: 140874

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.7.3. Curvas – Valores Predeterminados



4.7.4. Ensayo De Proctor Modificado para CBR (55% D-2 + 45% D-3)

| | |
|---|---|
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
| ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | |
| MÉTODO C | |
| ASTM D-1557 / ASTM D1883 | |
| PROYECTO | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" |
| SOLICITANTE | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DE 2021 |

| | | | | | | |
|---------------|----------------------|-------------|---|-----|-----------------------------------|-------|
| Material | GP-GM | Profundidad | - | m | Molde N° | 6-123 |
| Procedencia | Cantera Alfa y Omega | Norte | - | N | Peso del Molde gr. | 6.733 |
| N° de Muestra | 55% D-2 + 45% D-3 | Este | - | E | Volumen del Molde cm ³ | 2.114 |
| Ubicación | | Cota | - | man | N° de Capas | 5 |
| | | | | | N° de Golpes por capa | 56 |

| MUESTRA N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|--------|--------|--------|---|---|---|
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 11.395 | 11.732 | 11.522 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 6.733 | 6.733 | 6.733 | | | |
| Peso del suelo Húmedo (gr.) | 4.662 | 4.999 | 4.889 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.21 | 2.36 | 2.31 | | | |
| CAPSULA N° | K-8 | G-2 | P-11 | | | |
| Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 795.3 | 833.8 | 736.5 | | | |
| Peso de suelo seco + Cápsula (gr.) | 756.7 | 748.2 | 679.3 | | | |
| Peso de Agua (gr) | 39.6 | 55.6 | 68.2 | | | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 95.0 | 99.1 | 101.9 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 660.7 | 649.1 | 577.4 | | | |
| % de Humedad | 5.98 | 8.57 | 19.43 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.06 | 2.18 | 2.09 | | | |



| | |
|--|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 2.180 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 8.34 |

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
TIC 132072

4.7.5. Ensayo de Valor de Soporte de California

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1553) | |
| PROYECTO | : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : CALDERÓN CALDERÓN VICTOR EDUARDO - QUIJONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DE 2021 |

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

| MOLDE | MOLDE 1 | MOLDE 2 | MOLDE 3 | | | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Nº DE CAPAS | 5 | 5 | 0 | | | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 95 | 25 | 10 | | | |
| SOBRECARGA (gr.) | 5940 | 5860 | 5910 | | | |
| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 13347 | 13052 | 12712 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 8343 | 8423 | 8328 | | | |
| Peso del Suelo Húmedo (gr.) | 5004 | 4629 | 4384 | | | |
| Volumen de Molde (cm ³) | 2118 | 2118 | 2118 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.38 | 2.20 | 2.07 | | | |
| CÁPSULA Nº | C-19 | C-81 | C-11 | | | |
| Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 820.5 | 838.9 | 828.4 | | | |
| Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.) | 774.3 | 782.7 | 773.3 | | | |
| Peso de Agua (gr.) | 55.20 | 56.20 | 55.10 | | | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 113.10 | 111.40 | 114.80 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 661.20 | 671.30 | 658.50 | | | |
| % de Humedad | 8.35 | 8.37 | 8.36 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.185 | 2.029 | 1.909 | | | |

ENSAYO DE EXPANSIÓN

| MOLDE | TIEMPO | MOLDE 1 - 56 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | |
|--------|--------|---------------------|-----------|----|---------------------|-----------|----|---------------------|-----------|---|
| | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | | LECT. DIAL | EXPANSION | |
| | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| 5 hrs | 0 | 0.900 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 | |
| 24 hrs | 12 | 0.355 | 0.24 | 13 | 0.300 | 0.28 | 14 | 0.355 | 0.28 | |
| 48 hrs | 16 | 0.402 | 0.32 | 18 | 0.406 | 0.32 | 17 | 0.432 | 0.34 | |
| 72 hrs | 19 | 0.483 | 0.38 | 20 | 0.508 | 0.40 | 21 | 0.533 | 0.42 | |
| 96 hrs | 21 | 0.533 | 0.42 | 22 | 0.559 | 0.44 | 23 | 0.584 | 0.46 | |

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | CARGA | | CORRECCIÓN | CARGA | | CORRECCIÓN | CARGA | | CORRECCIÓN |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | kg | kg/cm ² | kg/cm ² |
| 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | |
| 0.02 | 184 | 9.6 | | 174 | 8.6 | | 121 | 5.7 | |
| 0.050 | 485 | 24.5 | | 352 | 17.4 | | 161 | 8.8 | |
| 0.075 | 747 | 37.6 | | 377 | 24.6 | | 217 | 11.7 | |
| 0.100 | 1036 | 51.7 | 56.0 | 730 | 36.1 | 38.0 | 298 | 14.8 | 33.0 |
| 0.150 | 1797 | 99.1 | 102.0 | 1014 | 51.2 | | 456 | 25.1 | |
| 0.200 | 2813 | 166.7 | 162.0 | 1287 | 62.2 | 64.0 | 601 | 39.8 | 31.0 |
| 0.300 | 3755 | 224.4 | | 1652 | 82.8 | | 721 | 35.7 | |
| 0.400 | 4640 | 284.5 | | 1971 | 97.6 | | 862 | 42.7 | |
| 0.500 | 5280 | 336.0 | | 2217 | 109.8 | | 957 | 47.6 | |
| ESPECIMEN | MOLDE 1 - 56 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | |

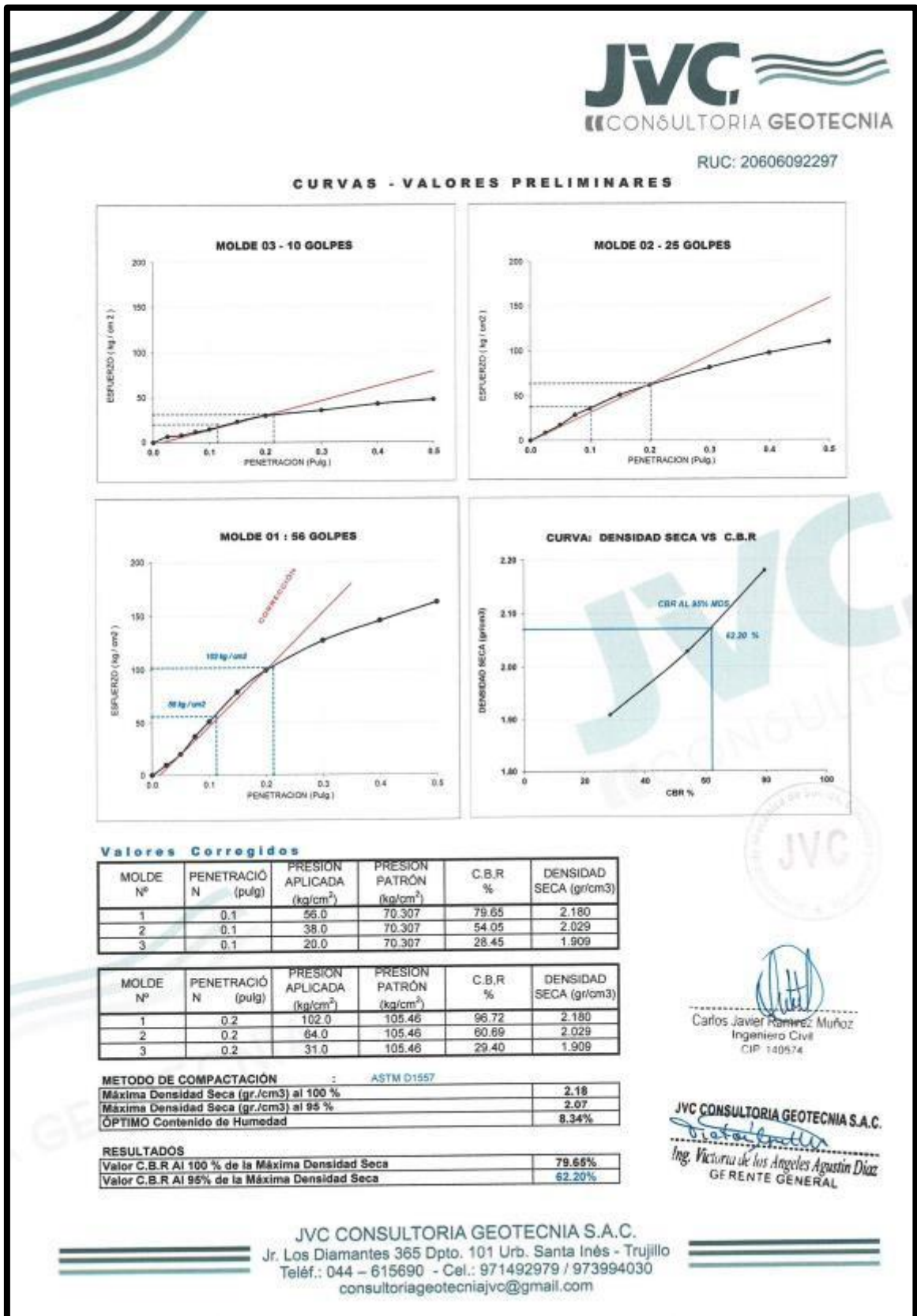
OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP. 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.7.6. Curvas – Valores Predeterminados



4.7.7. Ensayo De Proctor Modificado para CBR (75% D-2 + 25% D-3)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
MÉTODO C
ASTM D-1557 / ASTM D1883

| | |
|-------------|---|
| PROYECTO | "PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO" |
| SOLICITANTE | CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - GUÍÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | OCTUBRE DEL 2021 |

| | | | | | | |
|---------------|----------------------|-------------|-----|-----|-----------------------------------|---------|
| Material | GP-OM | Profundidad | --- | M | Molde N° | 6 - 125 |
| Procedencia | Cantera Alfa y Omega | Norte | --- | N | Peso del Molde gr. | 8.733 |
| N° de Muestra | 75% G - 25% F | Este | --- | E | Volumen del Molde cm ³ | 2.114 |
| Ubicación | | Coste | --- | --- | N° de Capas | 5 |
| | | | | | N° de Golpes por capa | 56 |

| MUESTRA N° | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--|--------|--------|--------|---|---|---|
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 11.234 | 11.575 | 11.461 | | | |
| Peso de Molde (gr.) | 8.733 | 8.733 | 8.733 | | | |
| Peso del suelo Húmedo (gr.) | 4.501 | 4.842 | 4.728 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.13 | 2.29 | 2.24 | | | |
| CAPSULA N° | K-6 | C-2 | P-11 | | | |
| Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 820.3 | 827.8 | 783.5 | | | |
| Peso de suelo seco + Cápsula (gr.) | 784.7 | 776.2 | 791.3 | | | |
| Peso de Agua (gr.) | 35.6 | 51.6 | 92.2 | | | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 100.2 | 103.3 | 106.1 | | | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 684.5 | 672.9 | 695.2 | | | |
| % de Humedad | 5.80 | 7.67 | 16.46 | | | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.02 | 2.13 | 2.02 | | | |



| | |
|--|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr/cm ³) | 2.128 |
| Óptimo Contenido de Humedad (%) | 7.85 |

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

4.7.8. Ensayo de Valor de Soporte de California



RUC: 20606092297

| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES | |
|---|---|
| ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883) | |
| PROYECTO | : PROPORCIONALIDADES DEL MATERIAL GRANULAR DE LA CANTERA ALFA Y OMEGA EMPLEADOS COMO BASE DE PAVIMENTOS EN LA LIBERTAD - TRUJILLO |
| SOLICITANTE | : CALDERÓN CALDERÓN VÍCTOR EDUARDO - QUIÑONES CRUZADO JOSÉ DAVID |
| UBICACIÓN | : TRUJILLO - LA LIBERTAD |
| FECHA | : OCTUBRE DE 2021 |

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

| ENSAYO DE COMPACTACIÓN | | | | | | |
|--|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE | MOLDE 1 | | MOLDE 2 | | MOLDE 3 | |
| Nº DE CAPAS | 5 | | 5 | | 5 | |
| Nº DE GOLPES POR CAPA | 55 | | 25 | | 10 | |
| SOBRE CARGA (gr.) | 5940 | | 5958 | | 5915 | |
| ESTADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.) | 1329 | | 1305 | | 1265 | |
| Peso de Molde (gr.) | 8343 | | 8423 | | 8329 | |
| Peso de Suelo Húmedo (gr.) | 4957 | | 4992 | | 4337 | |
| Volumen de Molde (cm ³) | 2119 | | 2119 | | 2119 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 2.33 | | 2.37 | | 2.05 | |
| CÁPSULA Nº | C-10 | | C-9 | | C-11 | |
| Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.) | 855.4 | | 856.8 | | 849.3 | |
| Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.) | 796.2 | | 805.1 | | 795.2 | |
| Peso de Agua (gr.) | 54.20 | | 54.70 | | 54.10 | |
| Peso de Cápsula (gr.) | 187.88 | | 185.30 | | 188.40 | |
| Peso de Suelo Seco (gr.) | 683.20 | | 699.80 | | 666.80 | |
| % de Humedad | 7.98 | | 7.82 | | 7.88 | |
| Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³) | 2.125 | | 2.619 | | 1.887 | |

| ENSAYO DE EXPANSIÓN | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|---------------------|------|----|-----------|---------------------|----|-----------|------|---------------------|--|----|--|
| MOLDE | LECT. DIAL | MOLDE 1 - 55 GOLPES | | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | | |
| | | EXPANSION | | % | EXPANSION | | % | EXPANSION | | % | | | |
| | | TIEMPO | mm | | | mm | | | mm | | | mm | |
| 0 hrs | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 | 0 | 0.000 | 0.00 | | | | |
| 24 hrs | 12 | 0.300 | 0.26 | 14 | 0.286 | 0.26 | 15 | 0.381 | 0.25 | | | | |
| 48 hrs | 17 | 0.432 | 0.34 | 18 | 0.457 | 0.38 | 20 | 0.508 | 0.48 | | | | |
| 72 hrs | 21 | 0.535 | 0.42 | 22 | 0.559 | 0.44 | 23 | 0.584 | 0.48 | | | | |
| 96 hrs | 25 | 0.625 | 0.50 | 25 | 0.660 | 0.52 | 28 | 0.711 | 0.58 | | | | |

| ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------|--------------------|---------------------|------------|-------|--------------------|--------------------|
| ENSAYO DE CARGA PENETRACION | CARGA | | | CORRECCION | CARGA | | | CORRECCION | CARGA | | |
| | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² | | kg | kg/cm ² | kg/cm ² |
| 0.80 | 0.08 | 8.00 | | 0.80 | 0.08 | | 0.00 | 0.00 | | | |
| 0.975 | 99 | 4.7 | | 75 | 3.7 | | 31 | 1.6 | | | |
| 0.808 | 796 | 35.2 | | 253 | 12.5 | | 42 | 2.1 | | | |
| 0.975 | 648 | 32.1 | | 478 | 23.7 | | 138 | 6.8 | | | |
| 0.108 | 927 | 46.4 | 50.8 | 631 | 31.2 | 25.9 | 199 | 9.9 | 12.0 | | |
| 0.150 | 1498 | 74.2 | | 925 | 46.3 | | 367 | 18.2 | | | |
| 0.200 | 1914 | 94.8 | 95.8 | 1188 | 57.3 | 88.8 | 502 | 24.9 | 25.0 | | |
| 0.230 | 2474 | 122.7 | | 1553 | 76.9 | | 622 | 30.8 | | | |
| 0.430 | 2841 | 140.7 | | 1872 | 92.7 | | 763 | 37.8 | | | |
| 0.590 | 3187 | 157.8 | | 2118 | 104.9 | | 858 | 42.4 | | | |
| ESPECIMEN | MOLDE 1 - 55 GOLPES | | | MOLDE 2 - 25 GOLPES | | | MOLDE 3 - 10 GOLPES | | | | |

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

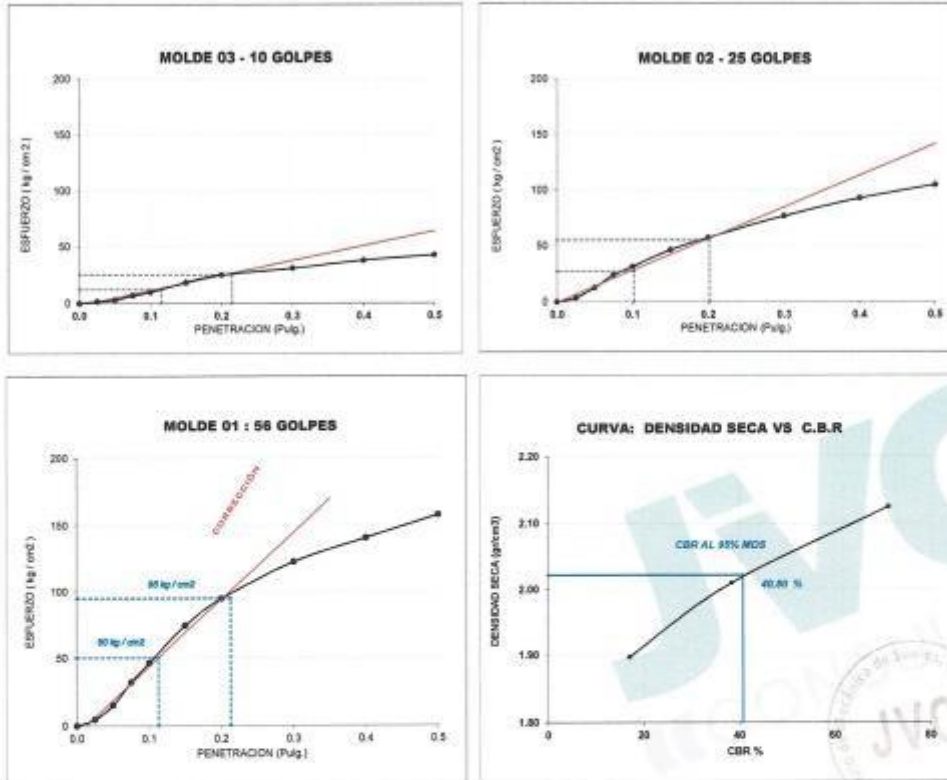
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIF 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

4.7.9. Curvas – Valores Predeterminados

CURVAS - VALORES PRELIMINARES



Valores Corregidos

| MOLDE Nº | PENETRACIÓN (pulg) | PRESION APLICADA (kg/cm ²) | PRESION PATRÓN (kg/cm ²) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm ³) |
|----------|--------------------|--|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 1 | 0.1 | 50.0 | 70.307 | 71.12 | 2.125 |
| 2 | 0.1 | 27.0 | 70.307 | 38.40 | 2.010 |
| 3 | 0.1 | 12.0 | 70.307 | 17.07 | 1.897 |

| MOLDE Nº | PENETRACIÓN (pulg) | PRESION APLICADA (kg/cm ²) | PRESION PATRÓN (kg/cm ²) | C.B.R % | DENSIDAD SECA (gr/cm ³) |
|----------|--------------------|--|--------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| 1 | 0.2 | 95.0 | 105.46 | 90.08 | 2.125 |
| 2 | 0.2 | 55.0 | 105.46 | 52.15 | 2.010 |
| 3 | 0.2 | 25.0 | 105.46 | 23.71 | 1.897 |

| METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557 | |
|--|-------|
| Máxima Densidad Seca (gr./cm ³) al 100 % | 2.13 |
| Máxima Densidad Seca (gr./cm ³) al 95 % | 2.02 |
| ÓPTIMO Contenido de Humedad | 7.85% |

| RESULTADOS | |
|---|--------|
| Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca | 71.12% |
| Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca | 40.80% |

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
RUC: 140872

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Anexo 5. Validez y confiabilidad de instrumento

| Validación de formato de la guía de observación por juicio de expertos | | |
|--|---|---|
| OBSERVADORES: A1 - A2 | | |
| LUGAR: | | |
| MUESTRA: | | |
| TIPOS DE ENSAYOS | | |
| Análisis Granulométrico de agregado grueso y fino (ASTM C-136). | | |
| Contenido de Humedad de los agregados gruesos y finos por secado (MTC E 215) | | |
| Análisis del ensayo del límite líquido y plástico. (Norma MTC E 111) | | |
| Cantidad de partículas con una cara fracturada y partículas con dos caras fracturadas del agregado grueso. | | |
| Análisis de abrasión los ángeles del agregado grueso | | |
| Análisis de Partículas chatas y alargadas | | |
| Análisis de sales solubles | | |
| Análisis de durabilidad al sulfato de magnesio | | |
| Análisis del ensayo del límite líquido y plástico | | |
| Análisis del equivalente de arena | | |
| Análisis del CBR | | |
| OBSERVACIONES | OBSERVACIONES | OBSERVACIONES |
| | | |
| FIRMA Y SELLO | FIRMA Y SELLO | FIRMA Y SELLO |
| |  Carlos Javier Ramirez Muñoz Ingeniero Civil CIP 140574 |  Victoria de los Angeles Agustín Díaz INGENIERO CIVIL CIP: 140573 |
| FECHA: 25 / 06 / 2021 | FECHA: 09 / 07 / 2021 | FECHA: 09 / 07 / 2021 |

ANEXO 6: PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N° 01: PESO DEL MATERIAL A UTILIZAR



FOTO N° 2: TAMIZADO



FOTO N° 03: COLOCACION AL HORNO



FOTO N° 04: RETIRANDO EL MATERIAL DEL HORNO



FOTO N° 05: COLOCACION DEL MATERIAL PARA PROCTOR



FOTO N° 06: PROCTOR MODIFICADO



FOTO N° 07: LIMITES DE CONSISTENCIA



FOTO N° 08: ENSAYO DE COPA CASAGRANDE

Anexo 6.1. Ubicación Cantera Alfa & Omega



Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 6.2. Cantera Alfa & Omega



Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 6.3. Material granular tipo afirmado



Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 6.4. Ensayos en laboratorio (Granulometría y plasticidad)



Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 6.5. Ensayos en laboratorio (Humedad y sales)



Fuente: Elaborado por el autor

Anexo 7. Instrumentos de recolección de datos

Anexo 7.1. Análisis granulométrico por tamizado de agregados grueso

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADOS GRUESO

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADOS GRUESO ASTM C-136 | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|----------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|
| PROYECTO: | | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | | <i>DEP.</i> | MUESTRA: | | | ESTRATO: |
| UBICACIÓN: | | | <i>PROV.</i> | | | |
| FECHA: | | | <i>DIST.</i> | | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | |
| PESO SECO INICIAL | | (gr.) | | | | |
| PESO SECO LAVADO | | (gr.) | | | | |
| PESO PERDIDO POR LAVADO | | (gr.) | | | | |
| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenid o Acumulado | % que Pasa | LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA |
| 3" | 76.200 | | | | | L. Líquido : L. Plástico : |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | |
| 2" | 50.600 | | | | | |

Anexo 7.2. Análisis granulométrico por tamizado de agregados fino.

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADOS FINO ASTM C-136 | | | | | | |
|--|--------------------|------------------|----------------------|------------------------|------------------|--------------------------------------|
| PROYECTO: | | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | | DEP. | MUESTRA: | | | ESTRATO: |
| UBICACIÓN: | | | PROV. | | | |
| FECHA: | | | DIST. | | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | |
| PESO SECO INICIAL | | (gr.) | | | | |
| PESO SECO LAVADO | | (gr.) | | | | |
| PESO PERDIDO POR LAVADO | | (gr.) | | | | |
| Tamices ASTM | Abertura en mm. | Peso Retenido | %Retenido Parcial | %Retenido Acumulado | % que Pasa | LIMITES E INDICES DE CONSISTENCIA |
| 3" | 76.200 | | | | | |
| 2 1/2" | 63.500 | | | | | L. Líquido : |
| 2" | 50.600 | | | | | L. Plástico : |
| 1 1/2" | 38.100 | | | | | Ind. Plástico : |
| 1" | 25.400 | | | | | Clas. SUCS : |
| 3/4" | 19.050 | | | | | Clas. AASHTO : |
| 1/2" | 12.700 | | | | | Ind.Consistencia : |

Anexo 7.3. Análisis contenido humedad grueso.

| CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO MTC E 215 | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------|
| PROYECTO: | | | |
| SOLICITANTE: | | | |
| RESPONSABLE: | | | |
| PROCEDENCIA: | | MUESTRA: | ESTRATO: |
| UBICACIÓN: | <i>DEP.</i> | <i>PROV.</i> | |
| FECHA: | | <i>DIST.</i> | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 215) | | | |
| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
| PESO DE TARRO (1) (gr.) | | | |
| PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO (2) (gr.) | | | |
| PESO DE TARRO + SUELO SECO (3) (gr.) | | | |
| PESO DE SUELO SECO (4=3-1) (gr.) | | | |
| PESO DE AGUA (5=2-3) (gr.) | | | |
| % DE HUMEDAD ((5/4)*100)) | | | |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO | | | |

Anexo 7.4. Análisis contenido humedad fino.

| CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO MTC E 215 | | | | |
|---|-------|---------------|---------------|---------------|
| PROYECTO: | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | |
| PROCEDENCIA: | | | MUESTRA: | ESTRATO: |
| UBICACIÓN: | DEP. | | PROV. | |
| FECHA: | | | DIST. | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO (MTC E 215) | | | | |
| DESCRIPCIÓN | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
| PESO DE TARRO (1) | (gr.) | | | |
| PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO (2) | (gr.) | | | |
| PESO DE TARRO + SUELO SECO (3) | (gr.) | | | |
| PESO DE SUELO SECO (4=3-1) | (gr.) | | | |
| PESO DE AGUA (5=2-3) | (gr.) | | | |
| % DE HUMEDAD ((5/4)*100) | | | | |
| % DE HUMEDAD PROMEDIO | | | | |

Anexo 7.5. Ensayo Limite Liquido y Plástico.

| LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-423/D-424 | | | | | |
|---|----------------|--|----------|-----------------|----------|
| PROYECTO: | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | |
| PROCEDENCIA: | | | MUESTRA: | | ESTRATO: |
| UBICACIÓN: | DEP. | | | PROV. | |
| FECHA: | | | | DIST. | |
| | | | | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | |
| Descripción | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | |
| Nº de golpes | | | | | |
| Peso tara (gr.) | | | | | |
| Peso tara + suelo húmedo (gr.) | | | | | |
| Peso tara + suelo seco (gr.) | | | | | |
| Humedad % | | | | | |
| Límites | | | | | |

Anexo 7.6. Ensayo de caras fracturadas.

Cantidad de partículas con una cara fracturada del agregado grueso

| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E |
|---|-------------------|-----|-----|-----------------|-----|---------|
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | (g) | (g) | $((B/A) * 100)$ | (%) | (C * D) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Total | | | | | | |
| Porcentaje con una cara fracturada = TOTAL E / TOTAL D = % | | | | | | |

Cantidad partículas con dos caras fracturadas del agregado grueso

| Tamaño del Agregado | | A | B | C | D | E |
|---|-------------------|-----|-----|-----------------|-----|---------|
| Pasa Tamiz | Retenido en Tamiz | (g) | (g) | $((B/A) * 100)$ | (%) | (C * D) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Total | | | | | | |
| Porcentaje con dos o mas caras fracturadas = TOTAL E / TOTAL D = % | | | | | | |

A = **Peso muestra (g)**
B= **Peso material con caras fracturadas (g)**
C= **Porcentaje de caras fracturadas**
D= **Porcentaje retenido gradacion original**
E= **Promedio de caras fracturadas**

Anexo 7.7. Ensayo de abrasión los ángeles.

**ANÁLISIS DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMA MTC E 207**

PROYECTO:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

SOLICITANTE:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

RESPONSABLE:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

PROCEDENCIA:

| | | | | | |
|--|--|----------|--|----------|--|
| | | MUESTRA: | | ESTRATO: | |
|--|--|----------|--|----------|--|

UBICACIÓN:

| | | | | |
|--|-------------|--|--------------|--|
| | <i>DEP.</i> | | <i>PROV.</i> | |
|--|-------------|--|--------------|--|

FECHA:

| | | | | |
|--|--|--|--------------|--|
| | | | <i>DIST.</i> | |
|--|--|--|--------------|--|

DATOS DEL ENSAYO

| TAMAÑO DEL TAMIZ | | PESOS Y GRANULOMETRÍAS DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO (G) | | |
|------------------|------------------|---|-------------------|-------------------|
| Pasa | Retiene | E | F | G |
| 75 mm (3") | 63 mm (2 1/2") | 2500 ± 50 | | |
| 63 mm (2 1/2") | 50 mm (2") | 2500 ± 50 | | |
| 50 mm (2") | 37,5 mm (1 1/2") | 5000 ± 50 | | |
| 37,5 mm (1 1/2") | 25 mm (1") | | 5000 ± 50 | 5000 ± 25 |
| 25 mm (1") | 19 mm (3/4") | | 5000 ± 25 | 5000 ± 25 |
| TOTALES | | 10000 ± 100 | 10000 ± 75 | 10000 ± 50 |

DESGASTE A LA ABRASIÓN

| ID | | UND | 1 | 2 | 3 | P R O M E D I O |
|----|---|-----|---|---|---|--------------------------------------|
| A | Peso muestra total | gr | | | | |
| B | Peso retenido en tamiz N° 1 | gr | | | | |
| D | Desgaste a la abrasión Los Ángeles $D = (A - B) * 100 / A$ | % | | | | |

Anexo 7.8. Ensayo de partículas chatas y alargadas.

| ANÁLISIS DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS NORMA ASTM D 4791 | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-----------------|--------|--------|-----------|----------|-------------|-----------|---|-------------|----------------------|---|-------------|
| PROYECTO: | | | | | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | | | | | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | | | | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | | MUESTRA: | | | | ESTRATO: | | | | | | | |
| UBICACIÓN: | | DEP. | | | | PROV. | | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | DIST. | | | | | | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | | | | | | | | |
| Material | | Agregado Grueso | | | Chatas | | | Alargadas | | | Ni chata Ni alargada | | |
| Tamiz | Abertura | Peso Ret. (gr) | % Ret. | % Pasa | Peso (gr) | % | % Corregido | Peso (gr) | % | % Corregido | Peso (gr) | % | % Corregido |
| (pulg) | (mm) | | | | | | | | | | | | |
| 2'' | 50.800 | | | | | | | | | | | | |
| 1 1/2 '' | 38.100 | | | | | | | | | | | | |
| 1'' | 25.400 | | | | | | | | | | | | |
| 3/4'' | 19.050 | | | | | | | | | | | | |
| 1/2'' | 12.700 | | | | | | | | | | | | |
| 3/8'' | 8.750 | | | | | | | | | | | | |
| | total | | | | | | | | | | | | |
| Peso total de la muestra | | | | (gr) | | | | | | | | | |
| Partículas chatas y alargadas | | | | (%) | | | | | | | | | |

Anexo 7.9. Ensayo de sales solubles.

| ANÁLISIS DE SALES SOLUBLES NORMA MTC E 207 | | | |
|---|---|-----------------|---------------|
| PROYECTO: | | | |
| SOLICITANTE: | | | |
| RESPONSABLE: | | | |
| PROCEDENCIA: | | MUESTRA: | ESTRATO: |
| UBICACION: | DEP. | | PROV. |
| FECHA: | | | DIST. |
| DATOS DEL ENSAYO | | | |
| | Material | Agregado Grueso | Agregado Fino |
| 1 | Relación de mezcla suelo + Agua destilada | | |
| 2 | Numero de beaker | | |
| 3 | Peso de beaker | | |
| 4 | Peso de beaker + residuos de sales | | |
| 5 | Peso de residuos de sales | | |
| 6 | Volumen de solución tomada | | |
| 7 | Constituyentes de sales solubles en licuota | | |
| 8 | Constituyentes de sales solubles en muestra | | |
| 9 | Constituyentes de sales solubles en peso seco | | |

Anexo 7.10. Ensayo de durabilidad al sulfato.

| DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO NORMA MTC E 209 | | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|---------------------|
| PROYECTO: | | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | | MUESTRA: | | ESTRATO: | | |
| UBICACIÓN: | | DEP. | | | PROV. | |
| FECHA: | | | | DIST. | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | |
| Fracción | | Gradación original % | Peso de la fracción ensayada (g) | Peso retenido después del ensayo (g) | Pérdida total % | Pérdida corregida % |
| Pasa | Retiene | | | | | |
| 9,5 mm (3/8") | 4,75 mm (Nº 4) | | | | | |
| 4,75 mm (Nº 4) | 2,36 mm (Nº 8) | | | | | |
| 2,36 mm (Nº 8) | 1,18 mm (Nº 16) | | | | | |
| 1,18 mm (Nº 16) | 600 µm (Nº 30) | | | | | |
| 600 µm (Nº 30) | 300 µm (Nº 50) | | | | | |
| 300 µm (Nº 50) | 150 µm (Nº 100) | | | | | |
| 150 µm (Nº 100) | | | | | | |
| TOTALES | | | | | | |

Anexo 7.11. Ensayo de equivalente de arena.

| ANÁLISIS DEL EQUIVALENTE DE ARENA NORMA MTC E 114 | | | | | | |
|--|------|----------------|-------|----------|-------|----------|
| PROYECTO: | | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | | MUESTRA: | | ESTRATO: | | |
| UBICACIÓN: | DEP. | | | PROV. | | |
| FECHA: | | | | DIST. | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | |
| Descripción | UND | Identificación | | | | Promedio |
| | | E - 1 | E - 2 | E - 3 | E - 4 | |
| Tamaño máximo (pasa malla N° 4) | | | | | | |
| Hora de entrada a saturación | | | | | | |
| Hora de salida de saturación (mas 10') | | | | | | |
| Hora de entrada a decantación | | | | | | |
| Altura máxima del material fino | | | | | | |
| Altura máxima de la arena | | | | | | |
| Equivalente de arena | | | | | | |

Anexo 7.12. Ensayo de CBR.

| ANÁLISIS DEL CBR NORMA MTC E 132 | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| PROYECTO: | | | | | | |
| SOLICITANTE: | | | | | | |
| RESPONSABLE: | | | | | | |
| PROCEDENCIA: | MUESTRA: | | ESTRATO: | | | |
| UBICACIÓN: | DEP. | | | PROV. | | |
| FECHA: | | | DIST. | | | |
| DATOS DEL ENSAYO | | | | | | |
| Compactación | | | | | | |
| Molde Nº | | | | | | |
| Capas Nº | 5 | | 5 | | 5 | |
| Golpes por Capas | 26 | | 26 | | 12 | |
| Condición de la muestra | No saturado | Saturado | No saturado | Saturado | No saturado | Saturado |
| Peso de molde + suelo Húmedo | | | | | | |
| Peso de molde | | | | | | |
| Peso del suelo Húmedo | | | | | | |
| Volumen del molde | | | | | | |
| Densidad húmeda | | | | | | |
| Tara Nº | | | | | | |
| Peso suelo húmedos + tara | | | | | | |
| Peso suelo seco + tara | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|--|--|--|--|
| Peso de tara | | | | | | |
| Peso de agua | | | | | | |
| Peso de suelo seco | | | | | | |
| Contenido de humedad | | | | | | |
| Densidad seca | | | | | | |

Expansión

| Molde N° | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
| Fecha | Hora | Tiempo | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | | Dial | Expansión | |
| | | | | mm | % | | mm | % | | mm | % |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Penetración

| Penetración mm | Carga stand. Kg/cm2 | Molde N° | | | | Molde N° | | | | Molde N° | | | |
|----------------|------------------------|-----------------|----|------------|---|-----------------|----|----|---|-----------------|----|----|---|
| | | Carga | | Corrección | | | | | | | | | |
| | | Dial | Kg | Kg | % | Dial | Kg | Kg | % | Dial | Kg | Kg | % |
| 0.0000 | | | | | | | | | | | | | |
| 0.625 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.250 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.875 | | | | | | | | | | | | | |
| 2.540 | 70.31 | | | | | | | | | | | | |
| 5.080 | 105.45 | | | | | | | | | | | | |
| 7.500 | | | | | | | | | | | | | |

