

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

**ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS,
MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS
DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE
TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA
ARENA - SANAGORÁN**

Área de investigación:

Geotecnia

Autor(es)

BR. Díaz Mendoza, Emerson

BR. Soto Leon, Luis Miguel

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Juan Paul Enriquez Ulloa

Secretario: Ing. William Conrad Galicia Guarniz

Vocal: Ing. Manuel Alberto Vertiz Malabrigo

Asesor:

Dr. Lujan Silva, Enrique Francisco

Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**TRUJILLO-PERU
2022**

Fecha de sustentación: 2022/12/14

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

**ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS,
MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS
DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE
TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA
ARENA - SANAGORÁN**

Área de investigación:

Geotecnia

Autor(es)

BR. Díaz Mendoza, Emerson

BR. Soto Leon, Luis Miguel

Jurado Evaluador:

Presidente: Ing. Juan Paul Enriquez Ulloa

Secretario: Ing. William Conrad Galicia Guarniz

Vocal: Ing. Manuel Alberto Vertiz Malabrigo

Asesor:

Dr. Lujan Silva, Enrique Francisco

Codigo Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**TRUJILLO-PERU
2022**

Fecha de sustentación: 2022/12/14

**“ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS,
MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS
DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE
TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO
LA ARENA - SANAGORÁN”**

JURADO CALIFICADOR

.....
Ing. Juan Paul Henriquez Ulloa
CIP: 118101
PRESIDENTE

.....
Ing. William Conrad Galicia Guarniz
CIP: 96091
SECRETARIO

.....
Ing. Manuel Alberto Vertiz Malabrigo
CIP: 71188
VOCAL

.....
Dr. ENRIQUE FRANCISCO LUJAN SILVA
CIP: 54460

ASESOR

DEDICATORIA

A nuestros padres, por ser el motivo más grande de nuestros días para no rendirse con las adversidades de la vida, por ser compañeros y cómplices para lograr nuestras metas y sueños.

AGRADECIMIENTO

- A las autoridades de la Escuela Profesional de Ingeniería por brindar las facilidades pertinentes para la ejecución de la presente investigación.
- A nuestro asesor, Dr. Lujan Silva, Enrique Francisco por su apoyo incondicional en el desarrollo del presente trabajo de investigación

RESUMEN

En este trabajo de investigación el objetivo principal es analizar las características de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados de las canteras El Diablo, Caracmaca y la Calzada para el mejoramiento de transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo la Arena – Sanagorán. La metodología empleada fue de un tipo de investigación aplicada con un nivel explicativo y un diseño del tipo cuasiexperimental, tomando como población a las 3 canteras analizadas y como muestra a los agregados o materiales presentes dentro de ellas. En cuanto a los resultados que se han obtenido en este estudio, se puede mencionar que la zona es característica de rocas emplazadas de origen sedimentario como calizas, areniscas y filitas y que los eventos de geodinámica externa son constantes. Como conclusión principal se puede hacer mención que con respecto al análisis de los materiales presentes en las canteras , para la subbase granular, las canteras de Caracmaca y La calzada si han cumplido con los parámetros, mientras que la cantera El Diablo no logra hacerlo; por otro lado, en relación a la base granular, la combinación de la Calzada y Caracmaca cumple con los parámetros normados cuando se tiene un 60% de la primera en mención y un 40% de la segunda, mientras que cuando se tiene un 70% y 30% del mismo orden no se logra ello.

Palabras Clave: Canteras, propiedades, base granular, subbase granular.

ABSTRACT

In this research work, the main objective is to analyze the characteristics of the physical, mechanical and chemical properties of the aggregates of the El Diablo, Caracmaca and Calzada quarries for the improvement of passability and quality of the paving in the section of Arena - Sanagorán. The methodology used was of a type of applied research with an explanatory level and a quasi-experimental type design, taking the 3 quarries analyzed as a population and the aggregates or materials present within them as a sample. Regarding the results that have been obtained in this study, it can be mentioned that the area is characteristic of emplaced rocks of sedimentary origin such as limestone, sandstone and phyllite and that external geodynamic events are constant. As a main conclusion, it can be mentioned that with respect to the analysis of the materials present in the quarries, for the granular subbase, Caracmaca and La calzada quarries have complied with the parameters, while El Diablo quarry has not been able to do so; On the other hand, in relation to the granular base, the combination of La Calzada and Caracmaca complies with the normed parameters when it has 60% of the first mentioned and 40% of the second, while when it has 70% and 30% of the same order is not achieved.

Keywords: Quarries, properties, granular base, granular sub-base.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Título de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis Asistida de la Facultad de Ingeniería, pongo a su disposición el presente trabajo de investigación denominado: “Análisis y características de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados de las canteras El Diablo, Caracmaca y la Calzada para el mejoramiento de transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo la Arena – Sanagorán”, con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Para ello, se necesitó el apoyo de nuestro asesor dado que, con su experiencia, nos brindó distintas herramientas necesarias para realizar de la mejor manera esta investigación, que esperamos sirva como punto de partida para futuros proyectos relacionados a este tema en la zona donde hemos realizado el análisis correspondiente.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	4
1.3. Justificación del Estudio.....	4
II. MARCO DE REFERENCIA	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.1.1. Internacional.....	5
2.1.2. Nacional	5
2.1.3. Local.....	7
2.2. Marco teórico	8
2.2.1. Fundamentación Filosófica	9
2.2.2. Fundamentación Legal	10
2.2.3. Ensayos para subbases y bases granulares.....	12
2.3. Marco conceptual.....	22
2.4. Hipótesis	22
2.5. Variables	22
2.5.1. Variable dependiente.....	22
2.5.2. Variable independiente	22
2.5.3. Operacionalización de variables	23
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	24
3.1. Tipo y nivel de investigación	24
3.2. Población y muestra de estudio	24
3.2.1. Población.....	24
3.2.2. Muestra	24
3.3. Diseño de investigación	24
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	25
3.4.1. Técnicas	25
3.4.2. Instrumentos.....	25
3.5. Procesamiento y análisis de datos	26
3.5.1. Estudio Geológico del material del lugar de estudio	26
3.5.2. Estudio Geotécnico del material del lugar de estudio.....	30
3.5.3. Estudio Topográfico del tramo La Arena-Sanagorán por donde se interceptan las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada.	31

3.5.4.	Descripción de las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada	35
3.5.5.	Riesgo ambiental de la extracción de agregados de las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada	37
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	41
4.1.	Análisis e interpretación de resultados	41
4.1.1.	Subbase granular	41
4.1.2.	Base granular	46
4.2.	Prueba de hipótesis	51
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	53
	CONCLUSIONES	56
	RECOMENDACIONES	57
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
	ANEXOS.....	61
	Anexo N°01: Especificaciones técnicas EG-2013.	61
	Anexo N°02: Resultados completos de ensayos de laboratorio	63
	Anexo N°03: Panel fotográfico	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normativas de los ensayos de laboratorio	10
Tabla 2. Cuadro de Operacionalización de variables	23
Tabla 3. Caracterización de fallas según código de registro	29
Tabla 4. Puntos BM del camino Sanagorán- La Arena	33
Tabla 5. Puntos de Estaciones del camino Sanagorán- La Arena.....	33
Tabla 6. Resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera Caracmaca	41
Tabla 7. Verificación de resultados de los ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera Caracmaca	42
Tabla 8. Resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera La Calzada	43
Tabla 9. Verificación de resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera La Calzada.....	44
Tabla 10. Resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera El Diablo	45
Tabla 11. Verificación de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera Diablo	46
Tabla 12. Porcentaje de combinación de canteras	47
Tabla 13. Resultados de combinación de canteras La Calzada (70%) y Caracmaca (30%)	47
Tabla 14. Verificación de resultados de combinación de canteras La Calzada (70%) y Caracmaca (30%)	48
Tabla 15. Resultados de combinación de canteras La Calzada (60%) y Caracmaca (40%)	49
Tabla 16. Verificación de resultados de combinación de canteras La Calzada (60%) y Caracmaca (40%)	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tramo La Arena- Sanagorán- 1era Parte	34
Figura 2. Tramo La Arena- Sanagorán- 2era Parte	35
Figura 3. Ubicación de canteras	37
Figura 4. Impactos favorables	38
Figura 5. Impactos adversos	39

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Con o sin la adición de elementos activos, los agregados son materiales gránulos sólidos inertes que se utilizan en las empresas de carreteras para fabricar productos artificiales resistentes, mezclándolos con materiales de aglomeración hidráulicamente activos (cementos, cales entre otros), o con ligantes asfálticos. Los agregados se utilizan en la construcción de carreteras. (Smith M. R. and L. Collins, 1994).

Las instrucciones de Aranguri indican que la creciente demanda de materiales de construcción de alta calidad ha sido el resultado de un aumento en la construcción en todo el mundo durante las últimas décadas. Para ellos, esto significa mantener un control de calidad adecuado a sus necesidades. (Arangurí Castillo, 2016)

“La construcción civil es un fenómeno mundial dinámico y constante, siendo discriminada la venta de materiales pétreos por ser materiales de bajo costo; como resultado, hay un gran debilitamiento en los costos de transporte, así como para la construcción civil, se ha encontrado que hay pocos espacios disponibles cerca de los lugares donde se utilizan materiales pétreos.”: “Como resultado, los agregados cercanos no están cumpliendo con los estándares establecidos en los reglamentos técnicos.”. (García, 2013, pág. 3).

“El coste final de estos proyectos está muy influenciado por la cercanía del sitio de construcción a las fábricas donde se extraen los diversos agregados. Aunque los materiales de hormigón son los menos costosos, representan el mayor volumen (x m³) de materiales de hormigón en un proyecto.”. (pág. 4).

“Para satisfacer esta creciente demanda de materiales de construcción, ciudades de todo el mundo experimentaron una rápida expansión a principios del siglo XX. Esto condujo a una explosión en la creación de nuevas y grandes empresas.”. (García, 2013, pág. 4).

Según García, la aparición de grandes empresas de cemento y hormigón en varios países ha provocado un aumento de grandes cantidades de grava y arena debido a la fácil y asequible disponibilidad del material. Se produjo en la población de las principales ciudades de nuestro planeta en la década de 1900, es decir, en la población de las ciudades más pobladas del mundo (China, Brasil, Colombia, Estados Unidos, etc.). (García, 2013, pág. 4).

Las normas y especificaciones deben seguirse a la hora de realizar pruebas para garantizar que el agregado utilizado en la construcción tiene una buena resistencia, durabilidad y otras propiedades. El control de calidad en la industria de la vivienda no siempre se sigue, lo que da lugar a daños y defectos en los edificios. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2017).

Es el objetivo de Aranguri identificar las minas más convenientes para cada tipo de material para que puedan localizarse e identificarse para su uso en la construcción de su proyecto. Las descripciones del material para cada elemento escaneado se introducen en un archivo de reconocimiento una vez que se ha identificado. Nuestros trabajos civiles y de construcción se basan en el uso de piedras, que son el material primario para la mezcla de hormigón. Se necesita un producto de alta calidad para garantizar el buen funcionamiento de las estructuras. (Arangurí Castillo, 2016).

Es importante conocer las propiedades de los agregados si se quiere determinar si o no operar en una cantera es rentable financieramente. Es decir, el material de partida debe ser probado para ver si cumple las especificaciones para su uso en hormigón o como agregado de carreteras antes de ser colocado en servicio. (Herrera, 2012)

La elección de la estructura del pavimento adecuada depende de los materiales disponibles, tanto técnicamente como económicamente. Por un lado, se tienen en cuenta las canteras y los depósitos acuícolas de la zona.

Las consideraciones adicionales incluyen el volumen disponible para el uso, la facilidad de extracción y el coste, que se ve influenciado

por la distancia desde la que se conduce el vehículo para garantizar que la calidad sea consistente. Además, hay que tener en cuenta los materiales básicos más caros, como los tejidos de liga y los conglomerados en particular. (Montejo 2003).

La piedra triturada, el hormigón fino, el hormigón grueso y el hormigón son comúnmente comprados por los clientes de las fábricas de nuestro país para su uso en la construcción informal, si el producto no cumple con las normas necesarias. “Del mismo modo, cuando la adquisición de agregados de diferentes minas se realiza de forma informal, estos también contaminan el medio ambiente, ya que son principales fuentes de contaminación, por lo que es muy importante tener agregados según los estudios de prueba para garantizar un material de calidad, que se lleven a cabo los estudios anteriores de las minas para determinar sus características y propiedades, y puedan especificar sus propiedades.” (Castillo, 2015 pág. 2).

“Las minas producen una amplia gama de materiales de hormigón estructural, cada uno con un valor y un volumen individual. Es fundamental entender los suelos en los que se construirá el tanque porque le ayudará a tomar decisiones frente a grandes cantidades de materiales, la dificultad de su utilización y los costes asociados y la rentabilidad. Para una buena construcción, es necesario apoyar las características y propiedades del material extraído, ya que estos resultados deben utilizarse como base para la extracción y la beneficiación/transformación del material. Algunos productos pueden valorarse más o menos en función de sus conocimientos del mercado.”. (Álvaro, 2008 pág. 12).

Ante ello surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los análisis y características de las propiedades físico y mecánicas de los agregados de las canteras El Diablo, Caracmaca y la Calzada para el mejoramiento de transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo La Arena-Sanagoran?

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo General

Analizar las características de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de los agregados de las canteras Diablo, Caracmaca y la Calzada para el mejoramiento de transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo la Arena – Sanagorán.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Ubicar los bancos de materiales (canteras) que serán utilizados en el proyecto.
- Realizar la caracterización física, química y mecánica de los agregados para subbase granular y base granular.
- Determinar si los agregados que serán empleados como subbase granular y base granular cumplen con los parámetros establecidos por el manual de carreteras *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2013*.

1.3. Justificación del Estudio

Tecnológica:

Los datos del estudio de la mecánica del suelo de la cantera EL DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA se utilizarán para evaluar la idoneidad de los agregados para el tipo de pavimento propuesto en este proyecto.

Económica:

Con el análisis de calidad, podremos producir agregados más resistentes al impacto humano que los agregados fabricados con el material de cada cantera que se extrae. La ruta económica del distrito de Sanagorán.

Social:

Los estudiantes, los ingenieros civiles y el público en general pueden beneficiarse de esta investigación, que es fundamental para los futuros esfuerzos de investigación del distrito de Sanagorán en la provincia de Sánchez Carrión y del departamento de La Libertad en el campo de la ingeniería civil.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Internacional

- **(María Isabel Ramírez Rojas, 2008); Tesis. “Sostenibilidad de la explotación de materiales de construcción en el valle de Aburrá”**, la extracción de materiales de construcción en el valle de Aburrá se examina en este estudio, que considera los aspectos medioambientales, económicos y sociales de la cuestión. Como el nombre implica, el objetivo principal de este estudio fue evaluar la viabilidad a largo plazo de la cantera en el Valle de Aburra para determinar cuántos años tardaría en agotar las reservas mineras existentes del valle, así como para previsión de las tendencias futuras de demanda y consumo de materiales de construcción.
- **(H. Cruz, 2006); En la zona norte del Departamento de Bolívar (Cartagena, Turbaco y zonas aledañas)**, los materiales de hormigón no se explotaron y suministraron adecuadamente debido a la falta de comprensión de los procesos legales y técnicos que se requieren para formar organizaciones capaces de llevar a cabo este tipo de negocio. Por razones como las mencionadas y la inminente aplicación del Acuerdo de Libre Comercio (Acuerdo de Libre Comercio) con Estados Unidos y otros acuerdos comerciales con otros países, es necesario ampliar significativamente la infraestructura marítima, terrestre y hotelera de Cartagena. En consecuencia, los puertos, carreteras y hoteles de la ciudad se ampliarán, lo que provocará una gran demanda de materiales de construcción.

2.1.2. Nacional

- **Arangurí Castillo, G. (2016) En su artículo “La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad”**. Su objetivo es enfatizar la importancia de los áridos utilizados en la

construcción, justificando el estudio preliminar de sus canteras, mediante pruebas de laboratorio para determinar sus propiedades y concretar su uso. Los métodos utilizados para la elaboración del artículo fueron descriptivos y se enfocaron principalmente en los siguientes puntos: Información brindada por periódicos nacionales sobre el uso informal de canteras como materiales. Metales, visitar construcciones locales, averiguar que su síntesis está libre de pruebas o Proporcionan una referencia específica a su origen e información proporcionada por el Departamento de Transporte sobre las pruebas mínimas y necesarias para los materiales utilizados en la construcción y carreteras. Concluyó que: Las canteras ilegales son el punto de partida de una organización mafiosa que construye, daña a los usuarios y al medio ambiente, evade impuestos y, sobre todo: proporciona materiales de mala calidad, no respeta la normativa aplicable y conduce a la mala calidad del producto final.

- **(Lozada Tiglla, 2018) “Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba”. universidad señor de Sipán.**

El presente estudio se desarrolló con el objetivo de analizar la calidad de los áridos contenidos en las canteras de Hualango, con el objetivo principal de realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras de Hualango documentadas en la vía. Las características de Utcubamba brindan información valiosa sobre la facilidad de mantenimiento y la capacidad de mantenimiento a largo plazo de la estructura. El tipo de investigación utilizada es exploratoria, ya que la primera E.M.S. Se evaluó en detalle la importancia de los agregados y se determinó que la cantera La Loma tiene 100% CBR = 6.0% y abrasión de viruta = 68.6%, la cantera Las Paguillas tiene 100%% CBR = 7.00% y abrasión = 5 .26%. En este relevamiento se desarrollaron pruebas: Humedad, análisis de granularidad, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, clasificación de suelos, Proctor modificado, CBR, abrasividad Angels y contenido total de sal disuelta, porque los resultados son aceptables

según la norma MTC que rige cada prueba. Los materiales de la Cantera La Loma y la Cantera Las Paguillas se combinan con el material de la Cantera Limones, junto con sus propiedades físicas y mecánicas, resultando en un 0% más de CBR y menos del 50% de desgaste. Por lo tanto, se puede garantizar que el material combinado se pueda utilizar como material de revestimiento de pavimento.

2.1.3. Local

- **(Neri Villasis, 2018), “Calidad de materiales de base y subbase para vías pavimentadas, en tres canteras de la provincia de Trujillo, 2018”, Universidad Cesar Vallejo.**

En este estudio se realizó un estudio cualitativo de agregados de cimentación y secundarios para caminos pavimentados abastecidos por canteras de la provincia de Trujillo. Se lleva a cabo en tres canteras denominadas Los Mellizos, Oasis y Lekersa ubicadas en el distrito de Huanchaco, la región de Los Huertos y El Milagro. La investigación basada en el descubrimiento de situaciones que limitan el buen desempeño de los pavimentos, como el uso de agregados de mala calidad, ofrece un nuevo enfoque para mejorar los métodos de extracción de agregados de rocas mineras en la provincia de Trujillo. Al extraer muestras de cada cantera, se utilizó una proporción de 1:1 de "grava y arena para el material de relleno y para el material base una proporción de 1:1 de grava y arena $\frac{3}{4}$ ", de acuerdo con los rangos de medición de partículas proporcionados en las secciones 02 y 03 respectivamente del Manual de Autopistas - EG 2013. Los parámetros de calidad se evalúan mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos en laboratorio. Se realizaron diez tipos de pruebas, tanto estándar como especiales con los procedimientos según el Manual de Pruebas de Laboratorio, 2016, lo que da un total de dieciocho parámetros para cada carrera. Los resultados finales muestran que las canteras de Lekersa, Los Mellizos y Oasis se pueden utilizar como material básico porque dan resultados similares, cumpliendo los siete parámetros evaluados. Las calidades

del material base no cumplieron con los requisitos de calidad debido a que las canteras Lekersa y Oasis no cumplieron con la especificación y las canteras Los Mellizos 56%, finalmente, las canteras Lekersa y Oasis proporcionaron la mejor materia prima. Cantera de Mellizos con un margen mínimo.

(Aguinaga moreno & Narro Carrera, 2017), “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” Universidad Privada del Norte.

En el presente estudio se evaluaron las canteras de la provincia de Trujillo y las proporciones de arena fina utilizada para el revoque, en cuanto a sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Para este estudio se necesitaba arena fina de canteras, ubicadas en la provincia de Trujillo, en los distritos de La Esperanza y Huanchaco, por lo que fue necesario ir a la ubicación exacta de las canteras nombradas: Mudarra, Alpha y Omega, Lekersa. y Esperanza; El material obtenido de cada cantera se caracteriza física y químicamente para determinar la calidad de cada cantera. Para la producción de las probetas, para este estudio se utilizó cemento portland ICO y arena fina de cada cantera, resultando probetas cúbicas de 5x5x5 cm, en diferentes proporciones: 1 cemento: 1 arena, 1 cemento: 6 arena, 1 cemento: 8 arenas y 1 cemento: 10 arenas endurecidas durante 28 días. Los resultados finales muestran que la cantera de Mudarra tiene la tasa de absorción más baja, con un 1,179%, con la relación de 1 cemento: arena; De igual forma, tiene una resistencia a la compresión de 168 kg / cm² y los valores más bajos de propiedades químicas, de esta manera, demuestran que esta cantera es la mina de mejor calidad, en cuanto a materiales, su física y su química. propiedades y mecánica.

2.2. Marco teórico

- Los agregados son esenciales para el uso de la sociedad en la excavación, y, como son de bajo coste y abundantes, deben estar

situados cerca de los centros de consumo para minimizar los costes de transporte. Estos materiales se extraen en una serie de etapas, que comienzan con la búsqueda de un tanque capaz de suministrar al mercado a un precio competitivo. Con maquinaria pesada, los agregados se extraen, lavan, cortan y clasifican en la planta de beneficiación antes de ser enviados a los centros de consumo. (Asogravas, 2007).

- La extracción de piedras es una actividad vital para el avance de la economía, la industria y la sociedad, y debe realizarse de manera que promueva la sostenibilidad a largo plazo. Para satisfacer la demanda, el sector del mineral debe integrarse en unidades más grandes que puedan gestionarse mejor, con una vida útil más larga, una mayor rentabilidad y un menor impacto medioambiental y territorial causado por este tipo de actividad. (Villanueva, 2008, p.22).
- “Para ser utilizada como materia prima, una sustancia debe cumplir una serie de requisitos físicos, entre ellos: superficie específica, densidad adhesiva y absoluta, porosidad, formas de partículas, porosidad, compacidad, resistencia al desgaste y, por último, adhesión.”. (Arana & Fernández, 2000, p.139).

2.2.1. Fundamentación Filosófica

- La construcción de carreteras se basa en las minuciosas pruebas de todos los materiales y sus interacciones para garantizar que cada capa del pavimento sea lo más fuerte y duradero posible. Con una serie de pruebas o mediciones diseñadas para garantizar que los materiales funcionen como se espera dentro de los límites y/o rangos especificados en condiciones similares o equivalentes, se pueden determinar las propiedades y el rendimiento de un material. Sin embargo, las infraestructuras civiles y las de carreteras son las dos áreas de ingeniería que se centran en la caracterización de estos materiales. (Ulloa., 2011).

2.2.2. Fundamentación Legal

Este proyecto requiere el uso de estas normas para garantizar la calidad de los agregados.

Tabla 1.

Normativas de los ensayos de laboratorio.

ENSAYO	NORMA	NORMA	NORMA
	MTC	ASTM	AASHTO
CONTENIDO DE HUMEDAD	MTC E 108	D 2216	T 265
GRANULOMETRIA	MTC E 204	C 136	T 27
LIMITE LIQUIDO	MTC E 110	D 4318	T 89
INDICE DE PLASTICIDAD	MTC E 111	D 4318	T 90
ABRASION LOS ÁNGELES	MTC E 207	C 131	T 96
EQUIVALENTE DE ARENA	MTC E 114	D 2419	T 176
SALES SOLUBLES	MTC E 219		
CBR	MTC E 132	D 1883	T 193
PARTICULAS FRACTURADAS	MTC E 210	D 5821	
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		D 4791	
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO	MTC E 209	C 88	T 104
DENSIDAD Y HUMEDAD	MTC E 115	D 1557	T 180
COMPACTACIÓN	MTC E 117	D 4718	T 191 T
	MTC E 124	D 2922	238

Nota: Autoría Propia.

- La arena, las gravas o la roca que se ha machacado en su estado natural o procesado se conoce como agregado. Es habitual encontrarlos en las cuencas y valles de los ríos, donde han sido depositados por el río o por depósitos de rocas ígneas o metamórficas con requisitos de calidad excepcionales. Los depósitos aluviales, los materiales de carga, los agregados

calcáreos, ígneos y metamórficos son ejemplos de agregados petrificados. Las mezclas de hormigón, asfalto y mortero utilizan agregados, como las carreteras, los sistemas de drenaje y las vías férreas para sus bases y subbases. Dado que los agregados son materiales de bajo coste y abundantes en la naturaleza, es imperativo que se encuentren cerca de los centros de consumo para minimizar el impacto de los costes de transporte. Estos materiales se extraen en una serie de etapas, que comienzan con la búsqueda de un tanque capaz de suministrar al mercado a un precio competitivo. Con maquinaria pesada, los agregados se extraen, lavan, cortan y clasifican en la planta de beneficiación antes de ser enviados a los centros de consumo. La rehabilitación del suelo y la recuperación morfológica y ambiental van de la mano con la actividad minera, con el objetivo de convertir la tierra a una variedad de usos diferentes, como la producción alimentaria o la urbanización o la recreación. (Asogras, 2007).

- Para el constructor civil, en la naturaleza se pueden encontrar partículas de diferentes tamaños, ya sea como granos finos, arena y grava (rocas) o como resultado del triturado de piedras. El agregado natural y el agregado triturado se distinguen a menudo por diferentes propiedades de construcción, sin embargo, pueden combinarse con diferentes propiedades. (Constructor Civil, 2017).
- Según (Sencico, 2018) “las partículas de diversos tamaños pueden encontrarse naturalmente, ya sea como granos finos, arena y grava (rocas), o como resultado de la minería de piedra, para el constructor civil. Hay muchas formas en las que los agregados naturales y triturados pueden combinarse para conseguir diferentes propiedades de construcción.”.
- Los dispositivos de medición de partículas se utilizan para determinar el tamaño de los materiales granulares sólidos inertes, que se utilizan para fabricar productos sintéticos fuertes, ya sea mezclándolos con aglutinantes hidráulicamente activos o utilizándolos solos en la superficie de la carretera (cemento, cal, etc.).

2.2.3. Ensayos para subbases y bases granulares

- Para determinar la calidad del material, se realizan en el laboratorio los siguientes ensayos:

Subbases Granulares:

Una o varias capas de materiales granulares, ya sean naturales o procesados, se colocan sobre una superficie preparada para crear este trabajo. Se han aceptado piedras y otros materiales no biodegradables. El montaje de los materiales también forma parte de este proceso, y se realiza de acuerdo con todos los parámetros especificados en los Planos del Proyecto y aprobados por el Supervisor, así como de acuerdo con el Plan de Gestión Medioambiental no requiere la adición de otros agregados (manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción, pág. 171).

Bases granulares:

El material granular, ya sea estabilizado naturalmente o artificialmente o aglutinado, puede colocarse sobre una capa subbase, afirmativa o de fondo para la formulación del manual de carreteras. La compactación del material de acuerdo con los planes del proyecto y la aprobación del director del Proyecto, así como las regulaciones del Plan de Gestión Medioambiental, forma parte de este proceso. Los materiales se entregan, transportan, instalan y compactan según lo especificado. La entrega de agentes de estabilización también forma parte del paquete Comprende varios ingredientes, como La Triturada Roca representa la mayoría (55%). (La Roca W1) Un cuarto de la arena de la Triturada (La Roca W1) La arena natural (Rio Higueras) contiene un 20% (manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para construcción, pág. 175).

ENSAYOS:

- **Contenido de Humedad (ASTM D-2216) (AASHTO T-265)**

El contenido de humedad del suelo puede determinarse mediante este método.

Según esta definición, el contenido de humedad o humedad del suelo es un porcentaje del peso del agua dividido por el peso de las partículas sólidas en la masa de agua.

Se utiliza un horno controlado a 110 ° C* para secar el suelo húmedo a un peso constante, determinando el peso del agua eliminada. El peso de las partículas sólidas se determina pesando el suelo después de haberse secado en el horno. El peso del agua se tiene en cuenta a la hora de determinar cuánto peso se ha perdido como consecuencia del secado.

Nota 1. (*) El método del horno (110 °C) para el suelo seco que contiene una gran cantidad de agua de hidratación o cantidades significativas de material orgánico no da resultados fiables en estos casos. El secado de los suelos en un horno a 60 °C o el uso de un aspirador a temperatura ambiente puede dar valores fiables de contenido de humedad. (MTC, 2016, pág. 49)

- **Análisis Granulométrico (ASTM C-136) (AASHTO T-27)**

Utilice mezcladoras de apertura cuadrada para separar una muestra seca en sus partículas de agregados finos y gruesos, como recomienda el MTC. A la hora de determinar las gradaciones de los materiales suministrados para su uso como agregados o de los que ya se utilizan como tal, este método puede utilizarse. También ayudarán a determinar si la distribución del tamaño de las partículas de áridos está en consonancia con las especificaciones estructurales, y también servirán como base para controlar la producción de áridos. Esta prueba no identifica material que pasa el tamiz de 75 µm (# 200). El método de prueba utilizado será: "Cantidad de material fino

que pasa el tamiz de 75 m (# 200) por lavado" (MTC E 202). (MTC, 2016, pág. 303)

- **Limite liquido (ASTM D-4318) (AASHTO T-89)**

El contenido de humedad, expresado en porcentaje, es lo que utiliza el MTC. La humedad puede definirse como la distancia a la que, después de 25 goteos desde una altura de 1 cm, el agujero que separa las dos partes de la mezcla de tierra se cierra a lo largo de su fondo a una distancia de 13 mm (1/2 pulgada). Así rápido como dos golpes por minuto. Las propiedades del suelo, como la compresibilidad, la permeabilidad, la compactación del suelo, la retracción, la expansión y la resistencia, se ven afectadas por el límite de plasticidad del suelo y el índice de plasticidad, que pueden utilizarse individualmente o en combinación con otras propiedades del suelo. Por lo tanto, se puede derivar un indicador cualitativo del contenido de materia orgánica del suelo a partir de una comparación de los límites líquidos de las muestras antes y después de la cocción. (MTC, 201, pág. 67)

- **Limite Plástico (ASTM D-4318) (AASHTO T-90)**

Para la MTC, el límite plástico (LP) se llama el contenido de humedad más bajo en el que se pueden formar varillas del mismo material de aproximadamente 3,2 mm (1/8 ") de diámetro, lo que hace que dicha muestra ruede entre la palma y la superficie. Suave (este método de prueba es utilizado como parte de varios sistemas de clasificación técnica para describir fracciones de suelos de grano fino (ver los apéndices de clasificación SUCS y AASHTO) y para designar materiales de construcción.

Límite Plástico para pavimentos se pueden utilizar con diversos grados de resistencia. para representar su densidad relativa o índice de liquidez y puede usarse con porcentajes menores a 2 μm para determinar su índice de actividad. (MTC, 2016) pág. 72.

- **Abrasión Los Ángeles (ASTM C-131) (AASHTO T-96)**

Establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½") para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de Los Ángeles.

Nota 1. El apéndice describe cómo probar áridos gruesos con un diámetro superior a 19.0 mm (3/4 pulgada).

Este modo operativo se utiliza para cuantificar la degradación de los agregados minerales estandarizados causada por una combinación de acciones como la abrasión o el desgaste, el impacto y el corte en un tambor de acero giratorio que contiene un número de spheres de acero especificado, en función de la gradación de la muestra de prueba. Al girar el tambor, una cuchilla de acero recoge la muestra y las bolas de acero y las transporta al lado opuesto del tambor, creando un efecto de molienda por impacto. Este ciclo se repite a medida que el contenido del tambor gira. El agregado se elimina del tambor después de un número predeterminado de revoluciones y se domestica para determinar su degradación como porcentaje de pérdidas.

Los valores se expresan en unidades del Sistema Internacional y se considerarán como norma. (MTC, 2016, pág. 315)

- **Equivalente de Arena (ASTM D-2419) (AASHTO T-176)**

Para el MTC, esta prueba se pretende utilizar en el campo como prueba de correlación rápida. El propósito de este método de prueba es mostrar, en condiciones estándar, las proporciones relativas de arcilla o suelo de plástico fino y polvo en suelo granular y agregado fino que pasa por el tamiz número #4 (4,75 mm). Una "arena equivalente" se refiere a una mezcla de partículas gruesas deseables, como la arena, y arcilla fina o

resina, así como polvo no deseado en la mayoría de los suelos granulados o agregados finos.

En esta prueba se puede utilizar una cantidad máxima de finos de arcilla en los agregados.

Este método de prueba proporciona un método de campo rápido para determinar los cambios en la calidad de los agregados durante la producción o la colocación.

Mantener una temperatura de 22 3°C mientras se realiza este experimento. (MTC, 2016, pág. 92)

- **Sales Solubles**

La cristalización analítica para la determinación de cloruros y sulfatos solubles en agua en los agregados de roca utilizados como bases y asfalto estabilizado es lo que esta prueba es para el MTC. Las sales se eliminan de una muestra de adición de rocas lavándola repetidamente en agua destilada hirviendo. Cuando incluso la menor cantidad de sal está presente, los reactores químicos forman un precipitado que hace conocer su presencia. Para averiguar cuánta sal hay en el agua de lavado, se toma una muestra y se cristaliza. Este método puede utilizarse en el campo porque puede medir rápidamente y con precisión el contenido de sal.(MTC, 2016, pág. 378)

- **C.B.R. (ASTM D-1883) (AASHTO T-193)**

El valor de relación de apoyo (CBR), como se conoce en el MTC, es un índice de resistencia del suelo que puede determinarse mediante este procedimiento de prueba (California Bearing Ratio). Las muestras de suelo que no han sido alteradas pueden utilizarse para la prueba, así como las muestras de suelo del laboratorio que han sido sometidas a condiciones específicas de humedad y densidad. Los subsuelos, las sub capas y los materiales de sustancia, como el asfalto reciclado y el hormigón, pueden probarse utilizando este método para ver cuánto tiempo durarán. El valor CBR derivado de esta prueba es crítico para el

diseño de varios pavimentos de plástico. El valor CBR derivado de esta prueba es crítico para el diseño de varios pavimentos de plástico. Los materiales o aplicaciones no cohesivos, de gran grosor, en las que la influencia del contenido de agua de compactación diferencial en el proceso de diseño es mínima, el CBR puede determinarse por el contenido de agua óptimo para la fuerza de compactación dada. Según la especificación de compactación en campo del usuario, el peso de la unidad seca especificada representa la cantidad mínima de compactación permitida. El contenido de agua permitido para la compactación en campo especificado por la especificación de compactación en campo del usuario se utiliza para determinar el CBR para aplicaciones en las que se desconoce el impacto del contenido de agua de compactación del CBR o debe explicarse.

La evaluación geológica debe guiar la preparación de muestras de prueba con respecto al cemento (y otros materiales reversibles). Para las condiciones de servicio a largo plazo, un ingeniero puede especificar que los mismos materiales cementados se curen adecuadamente hasta que se puedan medir las relaciones de apoyo. La capacidad de soporte del subsuelo y la base, la subbase y la capa de refuerzo se mide utilizando este índice. Las pruebas de relación peso/humedad se realizan utilizando equipos modificados de esta manera. (MTC, 2016, pág. 248)

- **Partículas Fracturadas (ASTM D-5821)**

Según la MTC tiene requisitos para el porcentaje de partículas rotas en el agregado grueso. Uno de los objetivos de estos requisitos es maximizar el esfuerzo cortante aumentando la fricción intergranular en agregados sueltos y bien graduados. Otro objetivo es asegurar la estabilidad de los tratamientos superficiales de los áridos y aumentar el rozamiento estructural de los áridos utilizados en pavimentos granulares. Otro objetivo es garantizar que los tratamientos superficiales de las piedras

sean estables y aumentar la rigidez estructural de las piedras utilizadas en pavimentos granulares, que también son importantes. Para estos fines, este método de prueba ofrece un procedimiento estándar para determinar si o no el agregado bruto está construido de forma aceptable.

Tanto el número de superficies de falla requerida por grano fracturado como el cambio porcentual en la masa dependen del número de granos considerados a la hora de determinar los requisitos. Utilice un criterio de cara de fisura y calcule el porcentaje de masa si las especificaciones no lo especifican. (MTC, 2016, pág. 33).

- **Durabilidad al Sulfato de Magnesio (ASTM C-88) (AASHTO T-104)**

Los agregados se prueban para su resistencia a la descomposición utilizando soluciones de sulfato de sodio o magnesio saturadas para el MTC. Al menos 16 horas y no más de 18 horas son necesarias para que la solución cubra toda la muestra para medir la descomposición de los agregados gruesos y finos, respectivamente. Las muestras se eliminaron de la solución y se secaron en un horno después de haberse sumergido durante un período de tiempo.

Los límites deben establecerse con cuidado porque es evidente que los resultados obtenidos al combinar las dos sales son bastante diferentes entre sí. Estas pruebas pueden incluirse en las especificaciones exactas. (MTC, 2016) pág. 329.

- **Densidad y Humedad (ASTM D-1557) (AASHTO T-180)**

Para la MTC esta prueba cubre los procedimientos de compactación utilizados en el laboratorio para determinar la relación entre el contenido de agua y la unidad de masa seca del suelo (curva de compresión) compactado en un diámetro de 101.6 o 152. mm (o 6 pulgadas) con .5 N (10 lbf) del ariete cayó

desde una altura de 57 mm (18 in), produciendo energía de compresión (2700 kNm / m³ (56000 skinbf / ft³)).

Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (³/₄" pulg).

Hay tres formas diferentes de hacer el trabajo. El método de prueba debe especificarse en las especificaciones del material. La gradación del material determinará qué método se utiliza si el método no está especificado. (MTC, 2016) pág. 105

- **Compactación (ASTM D-2922) (AASHTO T-191)**

Con el método del cono de arena, desarrollar un método estándar de prueba para determinar la densidad y el peso unitario del suelo en el lugar.

En la construcción de vertederos, capas giratorias, vertederos de carreteras y estructuras de contenedores, se puede determinar la densidad de los suelos compactados mediante este método. En la mayoría de los casos, se utiliza como base de aceptación para los suelos compactados que han sido probados y se han encontrado con al menos un determinado porcentaje de su densidad máxima.

Utiliza este método para determinar la densidad del suelo o de los agregados naturales, de la mezcla de suelo o de otro material similar en su lugar. (MTC, 2016) pág. 133.

Canteras

En las obras civiles, las obras, las carreteras, las presas y las presas, el hormigón es uno de los materiales más importantes. (Constructor Civil, 2017).

Modelos de Canteras

Cantera de Aluvión:

También se conocen como minas aluviales, en las que los ríos actúan como agentes de erosión natural y transportan las rocas a largas distancias, depositándolas en zonas menos productivas con su energía cinética. Esto da lugar a grandes depósitos de estos materiales, que van desde piedras y rocas enrolladas hasta gravas, arena, limón y arcilla. La dinámica de los flujos de agua permite a estas minas tener ciclos autosuficientes, que implican la explotación económica. Las obras civiles pueden beneficiarse mucho del uso de materiales granulares de las canteras del río debido al movimiento y transporte constante del agua. Con martillos hidráulicos y excavadores, estos materiales se extraen de las financieras y de los bancos de los ríos. (Herbert, 2007).

Cantera de Roca:

En la opinión de Hebert. Debido a su estado estático, estas canteras no tienen la característica de autosuficiencia que las limita en materia prima. También se conocen como canteras de madera porque se originan en formaciones geológicas en una zona específica. La excavación en formaciones rocosas y montañas produce mineral que es más fácil de utilizar en la industria porque las características físicas de la historia geológica de la zona determinan la dureza del mineral. (Herbert, 2007).

Clasificación de canteras

Según explotación:

- **A cielo abierto:** se forman en la capa superior
- **En laderas:** Cuando se excava la piedra de una colina.
- **En corte:** una propiedad en la que la piedra se extrae de una profundidad específica.
- **Subterráneas:** se produce debajo de la superficie de los cimientos de un edificio. (Herbert, 2007).

Según el material a explotar:

- Consolidados o roca.
- No consolidados: como suelos, agregados, terrazas aluviales y arcillas. (Herbert, 2007)

Cantera Indicada para una Construcción:

Es importante tener en cuenta lo siguiente a la hora de determinar si una zona es o no adecuada para la excavación:

- Se deben utilizar minerales o materiales no metálicos para construir el tanque.
- Calidad de la roca a explorar.
- La cantera tiene una gran cantidad de espacio que puede minarse (potencia).
- Ubicación de la cantera.
- Accesibilidad.
- Impacto Ambiental.
- Economía de producción y transporte. (Universidad Nacional de Cajamarca, 2014)

2.3. Marco conceptual

Geotecnia

El estudio de las propiedades físicas, mecánicas y tecnológicas de los materiales de la tierra se combina con la aplicación de principios geológicos y técnicos al comportamiento de los suelos. (Saavedra L., 2016).

Impacto ambiental

Los humanos hemos tenido un impacto significativo en los sistemas naturales y artificiales que componen nuestro entorno. Este mundo en el que vivimos se moldea significativamente por las actividades de los seres humanos. Esto implica que una variable de recursos o medioambiental ha sido dañada de algún modo. Los impactos directos en el medio ambiente son una cosa, pero los indirectos, como la erosión antropogénica y las inundaciones, son otra. (MINAM, 2013).

Riesgo ambiental

Para determinar la probabilidad de que una amenaza para el medio ambiente y su biodiversidad se origine en fuentes naturales o artificiales, necesitamos saber el lugar y el momento de la amenaza. (MINAM, 2013).

2.4. Hipótesis

Las propiedades físicas y mecánicas de los áridos obtenidos de las canteras El Diablo, Caracmaca y La Calzada cumplen con los parámetros permitidos para la pavimentación.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente

Mejoramiento de Transitabilidad y Calidad de la Pavimentación.

2.5.2. Variable independiente

Propiedades físico, mecánico y químico

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 2.

Cuadro de Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE: Mejoramiento de Transitabilidad y Calidad de la Pavimentación.	Conjunto de características y propiedades inherentes a un material para poder determinar si estos son aptos o no para su uso en específico	Normas técnicas	Caracterización de los materiales	Observación, guía y análisis de documentos
			Humedad (%) Granulometría (%) Límite líquido (%) Límite plástico (%)	- Cantidad de agua - Cuantificar tamaños - Cantidad de agua entre estado líquido y plástico. - Cantidad de agua entre estado plástico y semisólido.
VARIABLE INDEPENDIENTE: Propiedades físico, mecánico y químico	Cualifica el estado de los materiales mediante ensayos de laboratorio y de campo	Físicas	Abrasión (%)	-Resistencia de agregados
			Equivalente de arena (%)	- Porción de polvo nónico
			Partículas fracturadas (%)	- Partículas fracturadas
		Mecánicas	Densidad y humedad	- Óptima humedad y densidad seca máxima
			C.B.R.	- Resistencia al corte
		Químicas	Sales solubles	- Contenido de cloruros y sulfatos
	Durabilidad al sulfato de magnesio	- Resistencia a los agregados por desintegración		

Nota: Autoría Propia.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

El tipo de esta investigación corresponde a una aplicada debido a que se busca una solución en base a un conjunto de conocimientos teóricos, siendo en este el mejoramiento de la transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo La Arena-Sanagorán en base al análisis y características físicas, mecánicas y químicas de los agregados por medio de los ensayos correspondientes.

El nivel de esta investigación corresponde a una explicativa por el hecho de que se busca la mejora de la transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo La Arena-Sanagorán mediante la realización de ensayos a los agregados.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

El estudio es la cantera Diablo, Caracmaca y La Calzada ubicada dentro del territorio de Huamachuco.

3.2.2. Muestra

Se basa en las muestras modificadas y no perturbadas de diferentes puntos para obtener la información sobre sus propiedades físicas y mecánicas de la cantera Diablo, Cajamarca y La Calzada con la finalidad de un buen pavimento.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación de esta investigación corresponde a una cuasiexperimental debido a que, mediante la realización de ensayos a los agregados, se buscará la mejora de la transitabilidad y calidad de la pavimentación en el tramo La Arena-Sanagorán.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1. Técnicas

Las pruebas de idoneidad del pavimento son el primer paso en las pruebas iniciales de este estudio.

Ensayos Realizados:

- ❖ Contenido de Humedad (ASTM D-2216) (AASHTO T-265)
- ❖ Análisis Granulométrico (ASTM C-136) (AASHTO T-27)
- ❖ Limite liquido (ASTM D-4318) (AASHTO T-89)
- ❖ Limite Plástico (ASTM D-4318) (AASHTO T-90)
- ❖ Abrasión Los Ángeles (ASTM C-131) (AASHTO T-96)
- ❖ Equivalente de Arena (ASTM D-2419) (AASHTO T-176)
- ❖ Sales Solubles
- ❖ C.B.R. (ASTM D-1883) (AASHTO T-193)
- ❖ Partículas Fracturadas (ASTM D-5821)
- ❖ Durabilidad al Sulfato de Magnesio (ASTM C-88) (AASHTO T-104)
- ❖ Densidad y Humedad (ASTM D-1557) (AASHTO T-180)
- ❖ Compactación (ASTM D-2922) (AASHTO T-191)

3.4.2. Instrumentos

- ❖ Bandejas
- ❖ Balanza Calibrada
- ❖ Horno
- ❖ Copa de Casagrande
- ❖ Espátula
- ❖ Ranurador

- ❖ Tamices
- ❖ Taras
- ❖ Máquina de Abrasión Los Ángeles
- ❖ Cronometro
- ❖ Cono de Arena
- ❖ Molde de 6" de diámetro
- ❖ Molde de 4" de diámetro
- ❖ Martillo o Pisón
- ❖ Hoja de filtro
- ❖ Cedula de apuntes

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Estudio Geológico del material del lugar de estudio

Formaciones geológicas:

La cartografía geológica regional elaborada por el INGEMMET y publicada en su Boletín, describe las formaciones geológicas que a nivel regional se emplazan en el área motivo de estudio. Dentro de ello, se encuentran las rocas sedimentarias y metamórficas las que con exclusividad afloran en el ámbito del emplazamiento de la zona, correspondiendo a las siguientes formaciones geológicas:

- **Complejo Marañón (Pc-cma):** Son las rocas más antiguas de la región y están representadas por un complejo metamórfico que aflora a lo largo del río Marañón, estando constituido por mica esquistos, filitas negras y, localmente, por andesitas verdosas. Estos tres tipos de rocas, según su composición litológica, se presentan con características geomecánicas y morfológicas diferentes, así, la mica esquistos son foliados, de colores gris

verdoso, formando escarpas o farallones de relativa estabilidad. Se presentan muy inestables, que derrumban por gravedad y, más aún, como consecuencia de fuertes precipitaciones pluviales estacionales, generando, inicialmente, saturaciones y luego derrumbes y flujos de lodo, hasta huaycos. Las rocas volcánicas presentan alguna dureza, formando bancos potentes que resaltan en el relieve del terreno. Las filitas negras no se han localizado de manera significativa en el curso de la carretera.

- **Grupo Ambo (Ci-a):** Las areniscas (por ser feldespáticas) y las lutitas, ambas por su fuerte fracturamiento, se presentan debilitadas, que favorecen su rápida desintegración por los agentes del intemperismo (mayormente lluvias estacionales fuertes), frente a los conglomerados, que, por estar constituidos por fragmentos cementados, dan un relieve irregular. Dependiendo del relieve topográfico, la carretera corta a estas rocas del Grupo Ambo con taludes de alturas diferentes, siendo mayormente medianas a bajas, por lo que los fenómenos de geodinámica externa, consecuentes, no son muy importantes (como lo son para los esquistos del Complejo Marañón, descritos).
- **Depósitos Cuaternarios (Q-fg y Q-al):** Representados por los materiales sueltos que rellenan los cauces del río Marañón y quebradas importantes, siendo producto de la desintegración de las rocas basamento, que luego han sido arrastradas y depositadas. En razón de la antigüedad de la depositación, estos materiales constituyen terrazas aluviales (antiguos) y depósitos fluviales (recientes). Dentro de estos depósitos cuaternarios, se considera los de origen fluvio glaciar, que son los materiales producto de la acción mecánica de los glaciares, que tuvieron una fuerte actividad dinámica en el pasado geológico reciente. Materiales que a manera de remanentes se localizan en las partes superiores, a partir de los 3,000 msnm; estando constituidos por fragmentos de roca caliza en matriz arcillo limosa, ocupando áreas de morfología plana a ondulada.

Litología:

A continuación, se describen dos grandes agrupaciones: rocas de basamento y materiales de cobertura.

-Rocas de basamento:

Se han definido tres tipos de rocas de basamento, las mismas que están diferenciadas por su comportamiento físico mecánico frente a los agentes externos de erosión (climáticos en general):

- **Rocas RB-1:** Son las rocas sedimentarias que están constituidas por una alternancia de estratos de areniscas, lutitas y conglomerados.
- **Rocas RB-2:** Por su composición mineralógica (CaCO_3), estas rocas calizas son fácilmente solubles por el agua, por lo que no es frecuente encontrar grandes acumulaciones de material fracturado, generándose, más bien, un relieve modelado, encontrándose a la roca poco alterada por su "estado fresco".
- **Rocas RB-3:** Son las rocas metamórficas que están constituidas por lutitas negras, andesitas verdosas y mica esquistos, gris verdosos. Por estas características físicas mecánicas, estas rocas metamórficas se comportan prácticamente como un suelo.

-Materiales de cobertura:

Involucra los materiales que rellenan el cauce actual del río Marañón y las quebradas laterales convergentes:

- **Materiales de cobertura MC-1:** Son materiales de origen coluvial producto del transporte y acumulación, por acción de la gravedad, de los materiales que se desintegran de las rocas de basamento; son heterogéneos, tanto en forma como en el tamaño de los elementos.
- **Materiales de cobertura MC-2:** Son los suelos de origen fluvio aluvial producto del transporte y deposición de los materiales (fragmentos y arenas) por los cursos de agua de los ríos y quebradas importantes. Los elementos constitutivos de estos

suelos son los de mayor dureza y resistencia a la erosión en el transporte de las aguas.

Geología estructural:

-Fallas y otras estructuras geológicas:

La cartografía geológica del entorno del área interesada en el estudio, muestra importantes fallas geológicas de carácter regional, particularmente en el lado occidental, fallas que con un recorrido SE-NO son consecuencia del gran plegamiento andino del territorio peruano.

Estas fallas geológicas no tienen evidencias de actividad sísmica reciente (actividad neotectónica), pero sí han contribuido a generar un fuerte fracturamiento y consecuente debilitamiento en las rocas RB-1 (areniscas, lutitas y conglomerados).

Para las Rocas RB-3 (metamórficas, tipo esquistos, andesitas y filitas), la cartografía geológica Regional, muestra fracturamientos y diaclasamientos, que son muy abundantes.

Tabla 3.

Caracterización de fallas según código de registro.

CÓDIGO	Tipo de Estructura	Nombre de la Estructura	Sentido de movimiento	Edad del último movimiento
PE-01	Falla	Zona de Falla A	Inversa	<1.6 Ma
PE-02	Falla	Zona de Falla Bayovar	Normal	<1.6 Ma
PE-03	Falla	Falla de Shitarí	Inversa	Histórico (1990 y 1991)
PE-04	Falla	Falla de Chalquibamba	Normal	Histórico (1937)
PE-05	Falla	Falla de Shonita	Normal	Histórico (1937)
PE-06	Falla	Falla de Trapiche	Normal	<15 Ma
PE-07	Falla	Sistemas de Fallas de la cordillera Blanca	Normal	Histórico
PE-08	Falla	Falla de Quiches	Normal	<1.6 Ma
PE-09	Falla	Falla Límite Este	Normal	Histórico (2006)
PE-10	Falla	Falla de Uco	Normal	<1.6 Ma

Nota: Autoría Propia.

Geomorfología:

La geomorfología del área en estudio y su entorno, está caracterizada por un relieve variado, habiendo permitido la formación de relieves accidentados, cursos de quebradas afluentes, taludes escarpados, así como de lomadas.

-Unidad de lomadas:

Unidad geomorfológica que corresponde a las partes superiores de los cerros, que han sido fuertemente modeladas debido a la naturaleza litológica de las rocas de basamento (calizas: CaCO_3), facilitando los relieves uniformes con inclinaciones promedio de 10° . Estas geoformas se ubican hacia el sur oeste.

-Unidad de laderas de pendiente moderada:

Unidad geomorfológica relacionada con relieves de laderas de pendientes no mayores a los 50° y que a manera de pequeños segmentos sirven de emplazamiento de pequeños poblados.

-Unidad de laderas de fuerte pendiente:

Unidad geomorfológica relacionada con relieves de fuerte pendiente, mayores a los 50° y que corresponden a las escarpas de las quebradas y laderas abruptas de los cerros que en conjunto muestran un relieve muy accidentado, generado por el fuerte debilitamiento de las rocas de basamento, que ha favorecido la rápida acción erosiva de los agentes del intemperismo, lluvias principalmente.

3.5.2. Estudio Geotécnico del material del lugar de estudio

Interpretación geotécnica a lo largo del trazo de las rocas:

La descripción física mecánica precedente permite interpretar las rocas que están cortadas por el tramo La Arena- Sanagorán de la carretera comprendida entre Sanagorán hasta Raunate. La desestabilización de taludes es un problema que ha afectado en gran medida el área de estudio

debido a los constantes eventos de geodinámica externa que se tiene en todo lo largo como derrumbes o erosiones.

Los materiales de cobertura:

Para el análisis geotécnico de los materiales de cobertura, se toma en cuenta su origen, así como su estructura. Para los suelos arcillo limosos que ocupan importantes extensiones, su comportamiento geotécnico es bueno; pero como suelo de fundación, su comportamiento es regular a malo, si se encuentra humedecido/saturado. Los materiales cohesionados por cemento calcáreo tienen una buena respuesta para cortes con taludes esbeltos, así como para cimentación de estructuras.

3.5.3. Estudio Topográfico del tramo La Arena-Sanagorán por donde se interceptan las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada.

Delimitación del proyecto:

El área donde se ubica el proyecto se encuentra a una altitud promedio de 2,600 m.s.n.m, y temperatura promedio anual de 11° a 15°C., presentando variaciones en el día y la noche. Sanagorán, está atravesada por la cordillera occidental de los Andes, de sur a norte en forma irregular.

Equipos y personal empleado:

Recursos humanos.

Para llevar a cabo el levantamiento topográfico se contó con el siguiente personal:

- a) UN (01) Topógrafo
- b) DOS (01) Responsables del presente proyecto de investigación
- c) UNA (1) Persona como apoyo de movilidad del personal y equipos.

Medios, equipos y materiales

Para la ejecución del proyecto, se tendrá la necesidad de contar con los Sigüientes equipos, instrumentos y materiales:

- a) UNA (01) Estación Total TOPCON con accesorios.
- b) UN (01) GPS diferencial TOPCON.

- c) DOS (02) Nivel
- d) DOS (01) Trípodes.
- e) DOS (04) Radios de comunicación

Procedimiento del levantamiento empleado:

Los puntos de control ubicados en el área de estudio fueron ubicados en zonas estratégicas para facilitar su uso en las estructuras futuras planificadas con anterioridad, la cual describimos a continuación:

- El levantamiento topográfico se ha sustentado en una red de Poligonal de apoyo cuyos puntos se ha materializado en el terreno pintando de color rojo en rocas fijas, partiendo de un punto geodésico se ha tomado como punto base estación geodésica principal la E-1, , que está ubicado en el camino E-01 (N9138407.42- E815107.67- ELEV: 3169) luego se procedió a ubicar y colocar los puntos en las estaciones y BM'S, estos puntos cuentan con un control Planimétrico en coordenadas UTM WGS 84, obtenidas a través de un GPS diferencial.
- Para la obtención de los puntos, se colocó un tiempo 30 a 45 minutos, de esta manera se garantiza una precisión bastante alta en coordenadas X, Y, Z. Con esta poligonal se garantiza un correcto levantamiento topográfico de toda el área a levantar.
- Para la ubicación de las coordenadas absolutas, UTM, se ha utilizado el Sistema de Posicionamiento Global de precisión, con puntos referenciales: BM`S y E-, en base a los cuales se ha realizado el levantamiento topográfico. Así mismo para un adecuado levantamiento topográfico se trabajó con 01 punto geodésico para cada sector (base, siendo lo siguiente:
- Para la nivelación altimétrica diferencial se realizó haciendo uso del GPS diferencial obteniéndose las cotas en 06 estaciones en cada sector y sus respectivas coordenadas. Teniendo estos puntos, se procedió a realizar el levantamiento con una estación total.
- Se realizó el levantamiento de todo el Camino, terreno natural y costado del terreno del Camino. Se procedió a levantar todo los Detalles (Camino o terreno natural).

A continuación, un cuadro con los datos de hitos con sus coordenadas UTM.

Tabla 4.

Puntos BM del camino Sanagorán- La Arena.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
2	9135412.141	813214.488	2760.523	BM1
108	9135267.171	813215.240	2757.108	BM2
2157	9134606.153	813483.237	2897.695	BM3
2158	9134591.322	813461.176	2907.416	BM4
2214	9134616.956	813527.495	2904.988	BM5
2359	9134573.992	813623.106	2918.155	BM6
2360	9134558.449	813680.950	2926.120	BM7
2895	9134487.425	813584.507	2939.064	BM8
2897	9134475.671	813663.176	2950.986	BM9
4235	9134500.765	814462.275	3043.846	BM10
4236	9134467.202	814470.127	3049.502	BM11

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 2, se puede observar en total 11 puntos que se han determinado como BM's a lo largo de todo el levantamiento realizado.

Tabla 5.

Puntos de Estaciones del camino Sanagorán- La Arena.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	9135383	813202	2755	E1
107	9135286.978	813209.125	2751.782	E2
322	9135306.161	813195.377	2749.338	E3
323	9135224.030	813286.458	2762.601	E4
619	9135228.121	813249.891	2765.706	E6
622	9135232.933	813216.649	2769.301	E5

Nota: Autoría Propia.

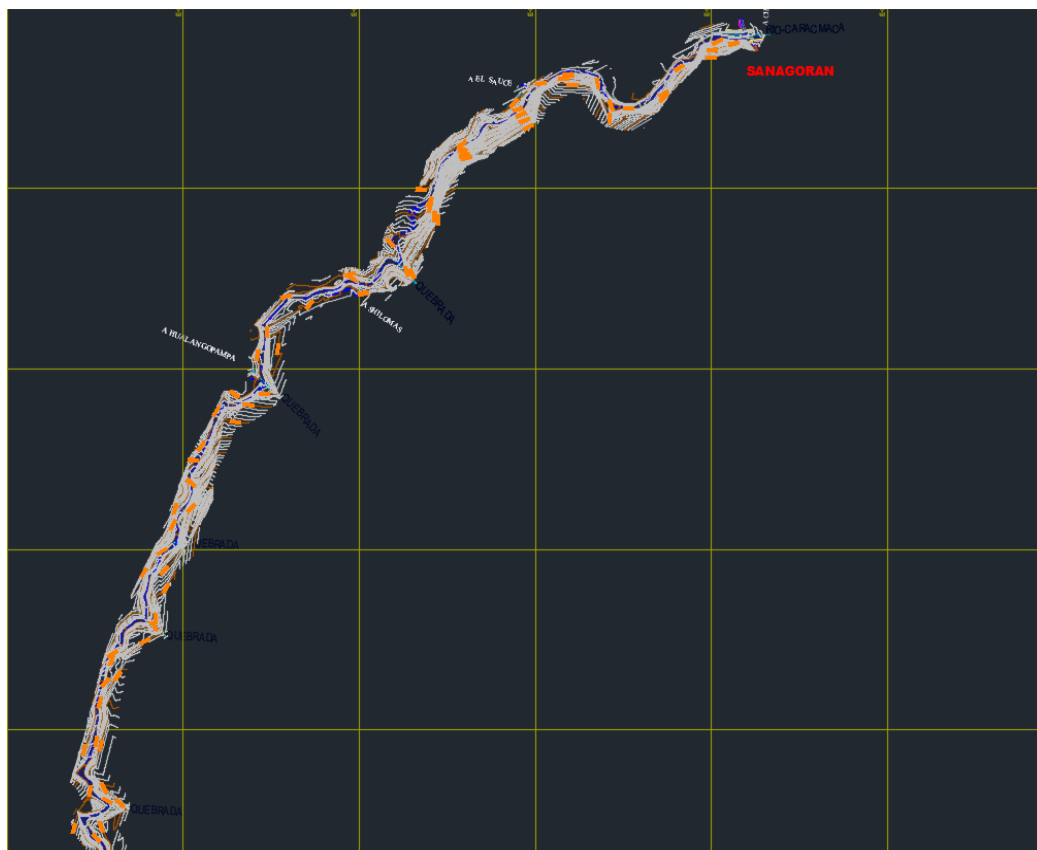
De la tabla 3, se puede observar en total 6 puntos que se han determinado como estaciones a lo largo de todo el levantamiento realizado.

Análisis y procesamiento de la información de campo:

El trabajo que se tuvo que realizar fue el procesamiento de los datos extraídos de campo por medio de la Estación Total, teniendo en cuenta que su registro de campo es automático, con la cual se pueden medir ángulos horizontales, ángulos verticales y distancias. Conociendo las coordenadas del lugar donde se ha colocado la estación, es posible determinar las coordenadas tridimensionales de todos los puntos que se midan. Los datos archivados en los sistemas de memoria se organizan en archivos de texto ASCII de tal modo que puedan ser transferidos y editados. Posteriormente, para bajar o descargar datos de la estación total a la computadora y procesarlos por medio del formato Excel, se hace uso de un programa llamado: Topcon Link. Luego, se realiza la representación gráfica del terreno en un plano topográfico mediante el programa AutoCAD Civil 3D.

Figura 1.

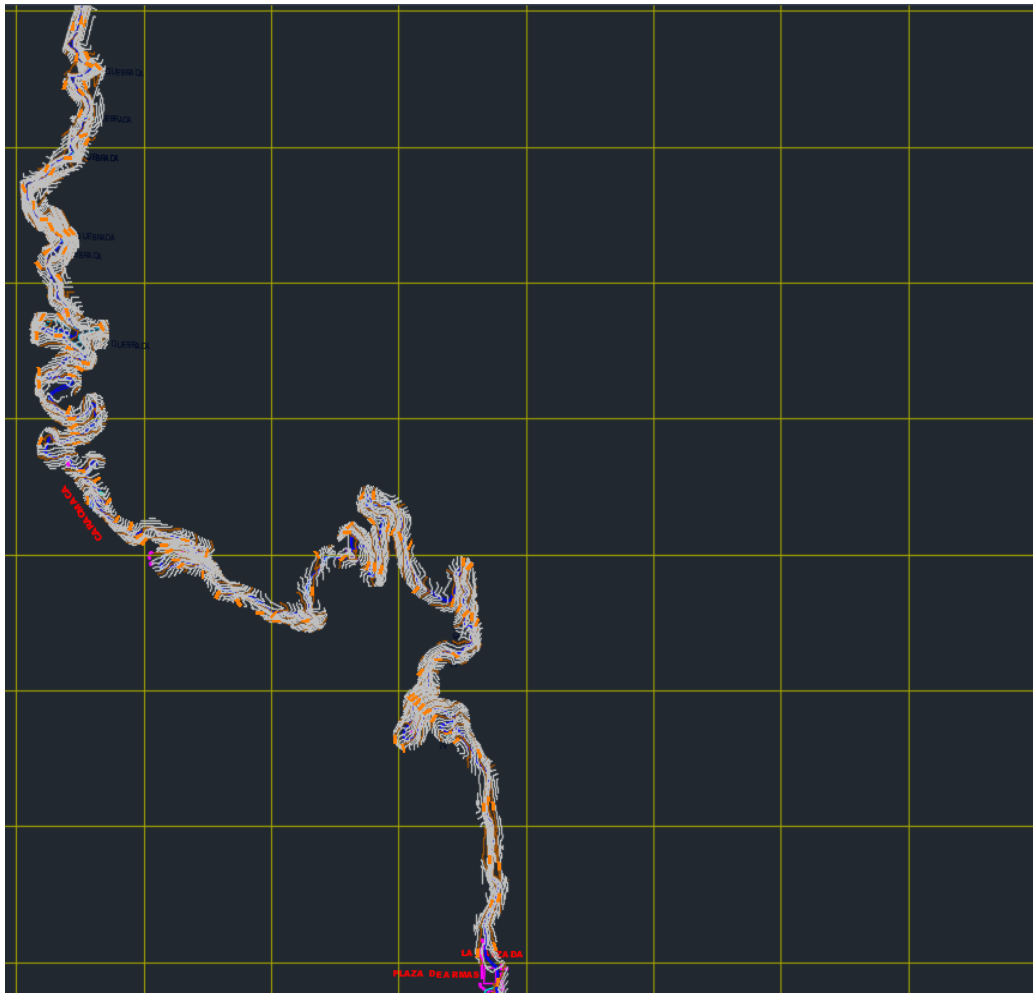
Tramo La Arena- Sanagorán- 1era Parte.



Nota: Autoría Propia.

Figura 2.

Tramo La Arena- Sanagorán- 2era Parte.



Nota: Autoría Propia.

3.5.4. Descripción de las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada

Cantera Caracmaca (de Río)-Km. 04+900:

Ubicación: Está ubicada con coordenadas UTM N:9135369 E: 813053 cota 2816 msnm, en el margen derecho de la carretera La Arena-Sanagorán en la progresiva Km. 04 + 900 entrando por sanagorán.

Acceso: El acceso a la cantera es a través de una vía tipo trocha carrozable ya que se encuentra a 100 metros del pie de la carretera La Arena-Sanagorán, en donde para acceder al interior de la cantera, se hace por medio de una trocha.

Evaluación: Fue evaluado a través de la excavación de 03 calicatas a una profundidad de 4 metros obteniendo una muestra integral.

Potencia: 10578 m³.

Explotación: La explotación de la cantera se realizó a cielo abierto, con el uso de maquinaria pesada para su extracción, acoplamiento y transporte.

Uso: El material fue evaluado como subbase granular.

Cantera La Calzada-Km. 15+800:

Ubicación: Está ubicada con coordenadas UTM N:9131841.05 E: 816503.87 cota 3586 msnm, en el margen derecho de la carretera La Arena-Sanagorán en la progresiva Km. 15 + 800 entrando por sanagorán.

Acceso: El acceso a la cantera es a través de una vía tipo trocha carrozable que se encuentra en el margen derecho a 70 metros de la carretera La Arena-Sanagorán en la progresiva Km. 15 + 800, en donde para acceder al interior de la cantera, se hace por medio de una trocha.

Evaluación: Fue evaluado a través de la excavación de 03 calicatas a una profundidad de 4 metros obteniendo una muestra integral.

Potencia: 20435.54 m³.

Explotación: La explotación de la cantera se realizó a cielo abierto, con el uso de maquinaria pesada para su extracción, acoplamiento y transporte.

Uso: El material fue evaluado como subbase granular.

Cantera Diablo:

Ubicación: Está ubicada con coordenadas UTM N:9133037 E: 823711 cota 3312 msnm, en el margen derecho de la carretera Trujillo – Huamachuco en la progresiva Km. 174.

Acceso: El acceso a la cantera es a través de una vía pavimentada ya que se encuentra al pie de la carretera camino a Huamachuco.

Evaluación: Fue evaluado a través de la excavación de 03 calicatas a una profundidad de 4 metros obteniendo una muestra integral.

Potencia: 7492 m³.

Explotación: La explotación de la cantera se realizó a cielo abierto, con el uso de maquinaria pesada para su extracción, acoplamiento y transporte.

Uso: El material fue evaluado como subbase granular.

Figura 3.*Ubicación de canteras.*

Nota: Autoría Propia.

3.5.5. Riesgo ambiental de la extracción de agregados de las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada

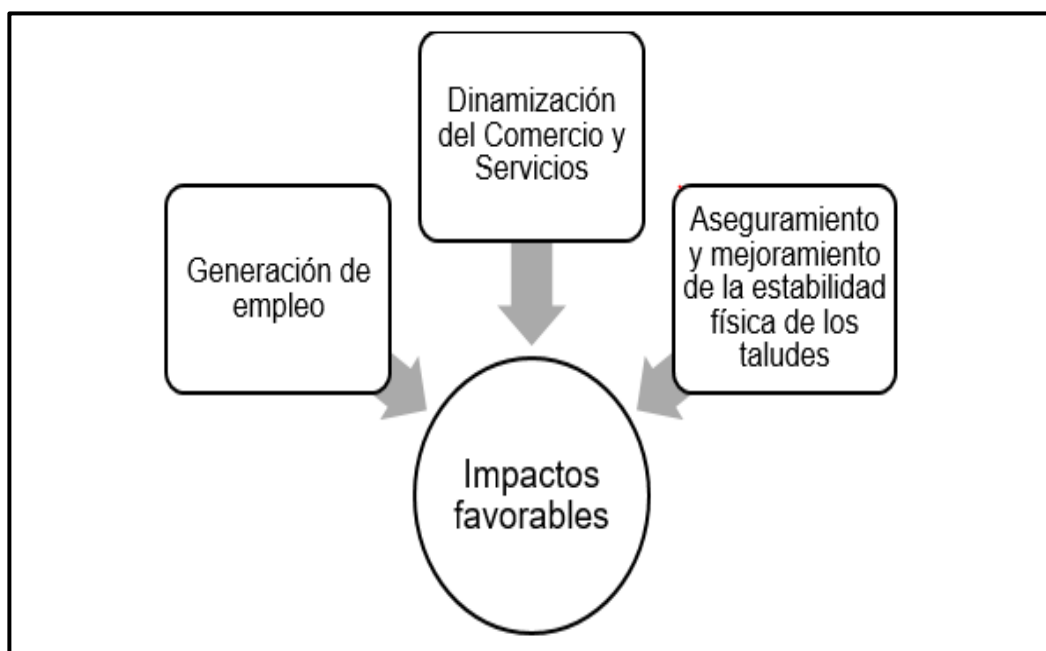
Los impactos ambientales que más se vieron afectados durante la explotación de las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada son:

Impactos favorables:

Los factores ambientales que se vieron beneficiados en la etapa de explotación serían el medio físico y la economía por medio de la generación de empleos, así como del aseguramiento y mejoramiento de la estabilidad física de los taludes en conjunto con la dinamización del comercio y los servicios.

Figura 4.

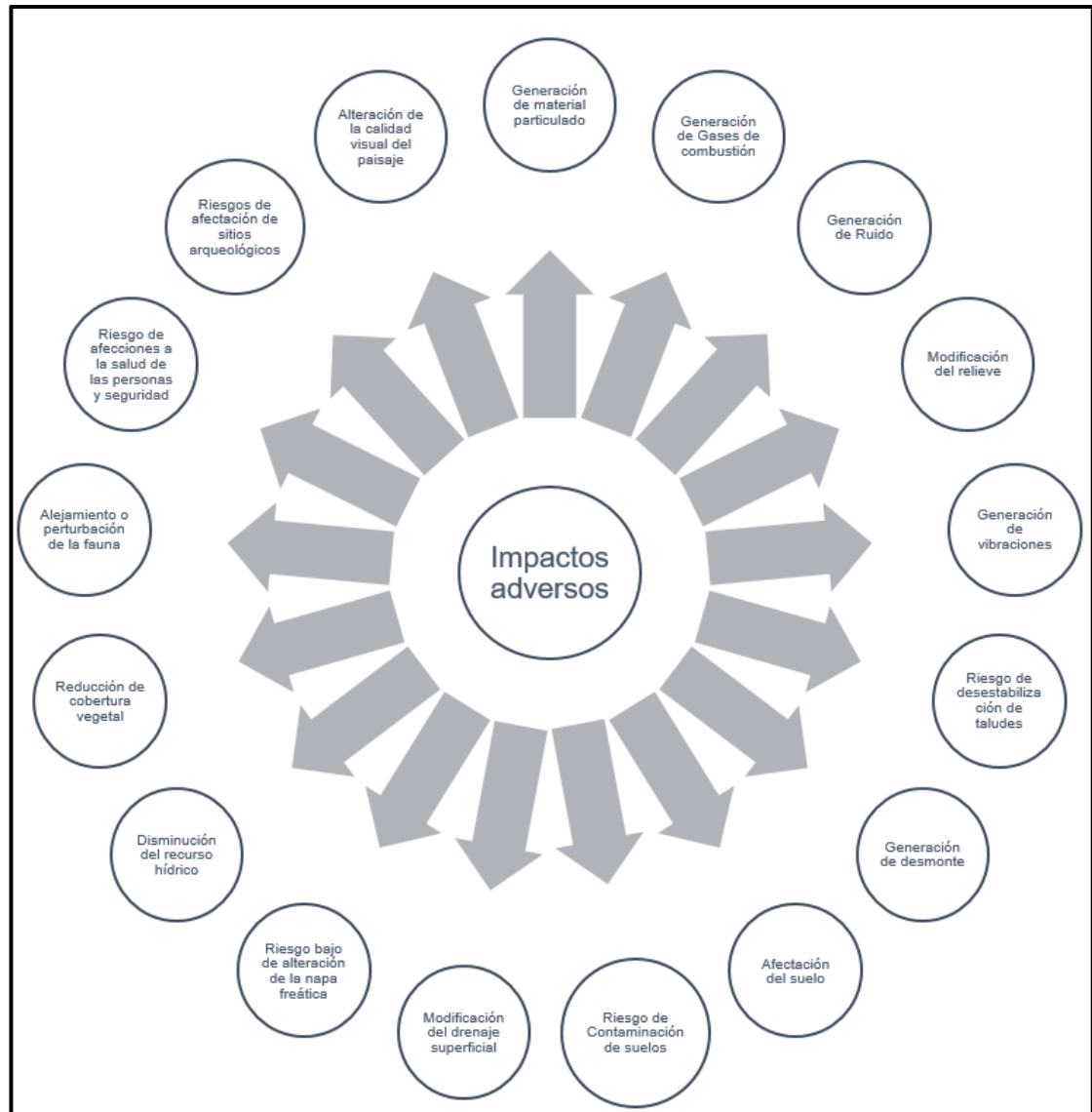
Impactos favorables.



Nota: Autoría Propia.

Impactos adversos:

Los factores ambientales que se vieron perjudicados en la etapa de explotación serían la calidad del aire y del ruido, el suelo, la vegetación y fauna, el relieve y geodinámica, el drenaje y aguas subterráneas, el medio perceptual y los aspectos sociales junto con los culturales. Todos los impactos generados se detallan la siguiente figura:

Figura 5.*Impactos adversos.*

Nota: Autoría Propia.

Es por ello que, para cada cantera se debe diseñar un adecuado sistema y programa de aprovechamiento del material, es decir una adecuación o acondicionamiento de canteras, a manera de producir el menor daño al ambiente y una vez cumplida su utilidad, deberán realizar las siguientes actividades a modo de rehabilitación:

- **Reacondicionamiento del área en función a la morfología circundante:** Aquellas canteras que no van a ser posteriormente utilizadas para la conservación de la carretera deben ser sometidas a un proceso de reacondicionamiento, tratando en lo posible de adecuar el área intervenida a la morfología del área circundante. Dependiendo del sistema de explotación adoptado, las acciones que deben efectuarse son las siguientes: nivelación de los lechos de quebradas o ríos afectados, eliminación de las rampas de carga; peinado y alisado o redondeado de taludes para suavizar la topografía y evitar posteriores deslizamientos; eliminación del material descartado en la selección (utilizarlo para rellenos). Se deberá evitar dejar zonas en que se pueda acumular agua y establecer un drenaje natural.
- **Revegetación total del área intervenida:** Consiste en la revegetación del área destinada para cada cantera empleando el suelo orgánico retirado al inicio de la explotación con especies típicas del lugar, su propagación se efectuará en un vivero con el fin de lograr integrar nuevamente la zona al paisaje original.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Para las muestras representativas obtenidas durante la investigación de campo se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados presentes en las canteras Caracmaca, La Calzada y Diablo; los cuales fueron realizados de acuerdo a las Normas Estándares de la American Society for Testing and Materials, la Norma Técnica Peruana y Manual de Ensayos de Materiales del M.T.C.

4.1.1. Subbase granular

A continuación, se detallan los resultados de las diferentes canteras que se analizaron:

- Cantera Caracmaca (de Río)-Km. 04+900:

Tabla 6.

Resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera Caracmaca.

ENSAYOS DE LABORATORIO		Valores
Granulometría (% que pasa)	3/8"	59.80
	N°4	42.30
	N°10	28.70
	N°40	16.50
	N°100	6.80
	N°200	3.90
Límites de Consistencia	Límite Líquido	0.00
	Límite Plástico	N.P.
	Índice de Plasticidad	N.P.
Clasificación	AASHTO	A-1-a (0)
	SUCS	GW
Compactación	M.D.S.	2.14
	O.C.H	5.04
Partículas chatas y alargadas	100%	49.80
	95%	34.00
Equivalentes de arena (%)		72.00
Partículas chatas y alargadas (%)		8.80
Desgaste por abrasión (%)		16.76
Sales solubles(ppm)		597.00
Descripción		Grava Bien Graduada

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 6, se puede se puede hacer mención que el tipo de suelo encontrado es GW, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas bien graduadas con un índice de CBR (100%) de 49.80% y CBR (95%) de 34%.

Tabla 7.

Verificación de resultados de los ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera Caracmaca.

ENSAYOS DE LABORATORIO	REQUISITO PARA > 3000 msnm	RESULTADO DE ENSAYO	OBSERVACIÓN
Granulometría	Normativa (Anexo 1)	Tabla 6.	Cumple
Abrasión los Ángeles	50% máx.	16.76	Cumple
C.B.R. 0.1"	40% mín.	49.80	Cumple
Límite líquido	25% máx.	0.00	Cumple
Índice de plasticidad	4% máx.	N. P	Cumple
Equivalente de arena	35% mín.	72.00	Cumple
Sales solubles	1% máx.	0.597	Cumple
Partículas chatas y alargadas	20% máx.	8.80	Cumple

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 7, se puede se puede hacer mención que, según los resultados obtenidos para todos los ensayos realizados, se demuestra que los materiales presentes en esta cantera si cumplen con todos los parámetros normados para ser empleados como subbase granular.

- Cantera La Calzada-Km. 15+800:

Tabla 8.

Resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera La Calzada.

ENSAYOS DE LABORATORIO		Valores
	3/8"	52.30
	N°4	36.20
Granulometría	N°10	27.60
(% que pasa)	N°40	20.30
	N°100	10.10
	N°200	6.20
	Límite Líquido	17.60
Límites de	Límite Plástico	N.P.
Consistencia	Índice de	
	Plasticidad	N.P.
Clasificación	AASHTO	A-1-a (0)
	SUCS	GP-GM
Compactación	M.D.S.	2.16
	O.C.H	5.50
Partículas	100%	44.30
chatas y		
alargadas	95%	29.50
	Equivalentes de arena	61.00
Partículas chatas y alargadas		13.70
	Desgaste por abrasión (%)	30.55
	Sales solubles(ppm)	797.00
	Descripción	Grava mal graduada con limos

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 8, se puede se puede hacer mención que el tipo de suelo encontrado es GP-GM, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo

que hace referencia a suelos constituidos de gravas mal graduadas con limos, junto con un índice de CBR (100%) de 44.30% y CBR (95%) de 29.50%.

Tabla 9.

Verificación de resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera La Calzada.

ENSAYOS DE LABORATORIO	REQUISITO PARA > 3000 msnm	RESULTADO DE ENSAYO	OBSERVACIÓN
Granulometría	Normativa (Anexo 1)	Tabla 8	Cumple
Abrasión los Ángeles	50% máx.	30.55	Cumple
C.B.R. 0.1"	40% mín.	44.30	Cumple
Límite líquido	25% máx.	17.60	Cumple
Índice de plasticidad	4% máx.	N.P.	Cumple
Equivalente de arena	35% mín.	61.00	Cumple
Sales solubles	1% máx.	0.08	Cumple
Partículas chatas y alargadas	20% máx.	13.70	Cumple

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 9, se puede se puede hacer mención que, según los resultados obtenidos para todos los ensayos realizados, se demuestra que los materiales presentes en esta cantera si cumplen con todos los parámetros normados para ser empleados como subbase granular.

- Cantera El Diablo:

Tabla 10.

Resultados de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera El Diablo.

ENSAYOS DE LABORATORIO		Valores
	3/8"	87.10
	N°4	69.80
Granulometría (% que pasa)	N°10	48.80
	N°40	30.70
	N°100	20.60
	N°200	15.50
	Límite Líquido	23.30
Límites de Consistencia	Límite Plástico	14.24
	Índice de Plasticidad	9.06
Clasificación	AASHTO	A-2-4 (0)
	SUCS	SC
Compactación	M.D.S.	2.08
	O.C.H	7.53
Partículas chatas y alargadas	100%	31.30
	95%	22.20
	Equivalentes de arena	33.00
	Partículas chatas y alargadas	17.70
	Desgaste por abrasión (%)	36.34
	Sales solubles(ppm)	692.00
	Descripción	Arena arcillosa con gravas

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 10, se puede se puede hacer mención que el tipo de suelo

encontrado es SC, según SUCS, y A-2-4 (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de arenas arcillosas con gravas, junto con un índice de CBR (100%) de 31.30% y CBR (95%) de 22.20%.

Tabla 11.

Verificación de ensayos de laboratorio realizados al agregado de la Cantera Diablo.

ENSAYOS DE LABORATORIO	REQUISITO PARA > 3000 msnm	RESULTADO DE ENSAYO	OBSERVACIÓN
Granulometría	Normativa (Anexo 1)	Tabla 10	No cumple
Abrasión los			
Ángeles	50% máx.	36.34	Cumple
C.B.R. 0.1"	40% mín.	31.30	No cumple
Límite líquido	25% máx.	23.30	Cumple
Índice de			
plasticidad	4% máx.	9.06	No cumple
Equivalente de			
arena	35% mín.	33.00	No cumple
Sales solubles	1% máx.	0.07	Cumple
Partículas			
chatas y			
alargadas	20% máx.	17.70	Cumple

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 11, se puede se puede hacer mención que, según los resultados obtenidos para todos los ensayos realizados, se demuestra que los materiales presentes en esta cantera no cumplen con todos los parámetros normados para ser empleados como subbase granular. Los ensayos de granulometría, CBR, Índice de Plasticidad y Equivalente de arena son los que no alcanzan lo normado.

4.1.2. Base granular

Para la preparación de la base granular se tuvo que combinar distintas canteras para cumplir con todos los parámetros que exige la normatividad. Para ello se combinó las canteras de La Calzada y Caracmaca en ciertos porcentajes.

Tabla 12.

Porcentaje de combinación de canteras.

CANTERAS	La Calzada	Caracmaca	TOTAL
Porcentaje	70%	30%	100%
Porcentaje	60%	40%	100%

Nota: Autoría Propia.

A continuación, se detallan los resultados de combinaciones de las canteras que se analizaron.

- Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%):

Tabla 13.

Resultados de combinación de canteras La Calzada (70%) y Caracmaca (30%).

ENSAYOS DE LABORATORIO	Valores	
	3/8"	64.20
	N°4	46.50
Granulometría (% que pasa)	N°10	34.40
	N°40	23.20
	N°100	11.00
	N°200	7.10
	Límite Líquido	16.20
Límites de Consistencia	Límite Plástico	N.P.
	Índice de Plasticidad	N.P.
	Clasificación	AASHTO SUCS
Compactación	M.D.S.	2.17
	O.C.H	5.53

C.B.R. 0.1"	100%	71.10
	95%	44.50
Equivalentes de arena		60.00
Partículas chatas y alargadas		14.50
Desgaste por abrasión (%)		23.50
Sales solubles A. fino (%)		0.33
Sales solubles A. grueso (%)		0.09
D. sulfato de magnesio A. fino (%)		8.11
D. sulfato de magnesio A. grueso (%)		10.15
Particula con 1 cara fracturada (%)		84.80
Particula con 2 cara fracturada (%)		72
Descripción	Grava mal graduada con limos	

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 13, se puede se puede hacer mención que el tipo de suelo encontrado es GP-GM, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas mal graduadas con limos, junto con un índice de CBR (100%) de 71.10% y CBR (95%) de 44.50%.

Tabla 14.

Verificación de resultados de combinación de canteras La Calzada (70%) y Caracmaca (30%).

ENSAYOS DE LABORATORIO	REQUISITO		OBSERVACIÓN
	PARA > 3000 msnm	RESULTADO DE ENSAYO	
	Normativa		
Granulometría	(Anexo 1)	Tabla 13	Cumple
C.B.R. 0.1"	80% mín.	71.1	No cumple
Particula con una cara fracturada	80% mín.	84.8	Cumple
Particula con dos caras fracturadas	50% mín.	72	Cumple
Abrasión los Angeles	40% máx.	23.50	Cumple

Partículas chatas y			
alargadas	15% máx.	14.5	Cumple
Sales solubles totales A.G.	0.5 máx.	0.09	Cumple
Durabilidad al sulfato para			
A.G.	18% máx.	8.11	Cumple
Índice de plasticidad	4% máx.	0	Cumple
Equivalente de arena	45% mín.	60	Cumple
Sales solubles A.F.	0.5% máx.	0.33	Cumple
Durabilidad al sulfato para			
A.F.	15% máx.	10.15	Cumple

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 14, se puede se puede hacer mención que, según los resultados obtenidos para todos los ensayos realizados, se demuestra que los materiales presentes en esta cantera no cumplen con todos los parámetros normados para ser empleados como base granular. El ensayo de partícula con una cara fractura es el que no alcanza lo normado.

Tabla 15.

Resultados de combinación de canteras La Calzada (60%) y Caracmaca (40%).

ENSAYOS DE LABORATORIO		Valores
	3/8"	62.70
	N°4	44.40
Granulometría	N°10	31.90
(% que pasa)	N°40	20.60
	N°100	9.30
	N°200	6.20
Límites de	Límite Líquido	15.30
Consistencia	Límite Plástico	N.P.

	Índice de	
	Plasticidad	N.P.
Clasificación	AASHTO	A-1-a (0)
	SUCS	GW-GM
Compactación	M.D.S.	2.20
	O.C.H	5.30
Partículas	100%	88.20
chatas y		
alargadas	95%	57.50
Equivalentes de arena		59.00
Partículas chatas y alargadas		14.70
Desgaste por abrasión (%)		19.78
Sales solubles A. fino (%)		0.37
Sales solubles A. grueso (%)		0.07
D. sulfato de magnesio A. fino (%)		8.13
D. sulfato de magnesio A. grueso		
(%)		12.41
Particula con 1 cara fracturada (%)		89
Particula con 2 cara fracturada (%)		75.20
Descripción	Grava bien graduada con limos	

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 15, se puede se puede hacer mención que el tipo de suelo encontrado es GW-GM, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas bien graduadas con limos, junto con un índice de CBR (100%) de 88.20% y CBR (95%) de 57.50%.

Tabla 16.

Verificación de resultados de combinación de canteras La Calzada (60%) y Caracmaca (40%).

ENSAYOS DE LABORATORIO	REQUISITO PARA > 3000 msnm	RESULTADO DE ENSAYO	OBSERVACIÓN
Granulometría	Normativa (Anexo 1)	Tabla 15	Cumple
C.B.R. 0.1"	80% mín.	88.2	Cumple
Partícula con una cara fracturada	80% mín.	89	Cumple
Partícula con dos caras fracturadas	50% mín.	75.2	Cumple
Abrasión los Ángeles	40% máx.	19.78	Cumple
Partículas chatas y alargadas	15% máx.	14.7	Cumple
Sales solubles totales A.G.	0.5 máx.	0.07	Cumple
Durabilidad al sulfato para A.G.	18% máx.	12.41	Cumple
Índice de plasticidad	4% máx.	0	Cumple
Equivalente de arena	45% mín.	59	Cumple
Sales solubles A.F.	0.5% máx.	0.37	Cumple
Durabilidad al sulfato para A.F.	15% máx.	8.13	Cumple

Nota: Autoría Propia.

De la tabla 16, se puede se puede hacer mención que, según los resultados obtenidos para todos los ensayos realizados, se demuestra que los materiales presentes en esta cantera cumplen con todos los parámetros normados para ser empleados como base granular.

4.2. Prueba de hipótesis

En base a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis planteada inicialmente acerca del estudio de las propiedades físicas y

mecánicas de los áridos presentes en las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada para fines de control de calidad en pavimentación, dado que los ensayos de laboratorio comprobaron satisfactoriamente que los agregados que brindan dichas canteras cumplen satisfactoriamente las normas establecidas en el manual de ensayo de materiales del MTC.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio de canteras se ha desarrollado con la finalidad de investigar las características de los materiales que componen las canteras. El estudio de canteras comprendió la ubicación, investigación y comprobación física, mecánica y química de los materiales agregados inertes para las capas de subbase y base granular. La evaluación de las canteras, se realizó mediante calicatas excavadas con maquinarias. Las canteras seleccionadas son aquellas que presenta materiales de calidad y cuya cantidad de materiales existentes son adecuados y suficientes para el proyecto.

Según los resultados de los ensayos para subbase granular, el material que compone la cantera Caracmaca muestra un tipo de suelo es GW, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas bien graduadas por el hecho de no presentar valores de índice de plasticidad y un 0.00% de límite líquido, con un valor de CBR (100%) de 49.80% y CBR (95%) de 34%, con una abrasión de 30.55%, un equivalente de arena de 72%, 0.06% de sales solubles y 8.80% de partículas chatas y alargadas; en donde luego de la comparación con la normativa se hace la verificación que dicho material si cumple con todas las consideraciones para su empleo como subbase granular.

De la cantera La Calzada, el material presente muestra un tipo de suelo GP-GM, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas mal graduadas con limos por el hecho de no presentar valores de índice de plasticidad y un 17.60% de límite líquido, junto con un índice de CBR (100%) de 44.30% y CBR (95%) de 29.50%, un equivalente de arena de 61%, 0.08% de sales solubles y 13.70% de partículas chatas y alargadas; en donde luego de la comparación con la normativa se hace la verificación que dicho material si cumple con todas las consideraciones para su empleo como subbase granular.

De la cantera El Diablo, el material es del tipo SC, según SUCS, y A-2-4 (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de arenas arcillosas con gravas por el hecho de presentar valores de índice de plasticidad de 9.06% y un 23.30% de límite líquido, junto con un valor de CBR (100%) de 31.30% y CBR (95%) de 22.20%, un equivalente de arena de 33%, 0.07% de sales solubles y 17.70% de partículas chatas y alargadas; en donde luego de la comparación con la normativa se hace la verificación que dicho material no cumple con todas las consideraciones para su empleo como subbase granular principalmente por los parámetros de granulometría, C.B.R (inferior al porcentaje mínimo aceptado), índice de plasticidad (mayor al porcentaje máximo aceptado) y equivalente de arena (menor al porcentaje mínimo aceptado).

Según los resultados de los ensayos para base granular, la combinación de la Cantera La Calzada con la Cantera Caracmaca en 70% y 30% respectivamente, muestra un tipo de suelo GP-GM, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas mal graduadas con limos, por el hecho de presentar valores de índice de plasticidad de 0.00%, junto con un índice de CBR (100%) de 71.10% y CBR (95%) de 44.50%, un porcentaje de partículas con una cara fracturada de 84.8% y con caras fracturadas de 72%, una abrasión de 23.50%, 14.50% de partículas chatas y alargadas, 10.15% de durabilidad al sulfato para agregado grueso y 8.11% para agregado fino, 60% de equivalente de arena, 0.09% de sales solubles totales respecto al agregado grueso y 0.33% respecto al agregado fino; en donde luego de la verificación con la normativa se hace la verificación que dicho material no cumple con todas las consideraciones para su empleo como base granular principalmente por el parámetro de CBR (inferior al porcentaje mínimo aceptado).

Por otro lado, la combinación de dichas canteras en 60% y 40% bajo el mismo orden, presenta un tipo de suelo GW-GM, según SUCS, y A-1-a (0), según AASHTO, por lo que hace referencia a suelos constituidos de gravas bien graduadas con limos, por el hecho de presentar valores de índice de plasticidad de 0.00% junto con un índice de CBR (100%) de 88.20% y CBR

(95%) de 57.50%; un porcentaje de partículas con una cara fracturada de 89.00% y con caras fracturadas de 75.20%, una abrasión de 19.78%, 14.70% de partículas chatas y alargadas, 12.41% de durabilidad al sulfato para agregado grueso y 8.13% para agregado fino, 59% de equivalente de arena, 0.07% de sales solubles totales respecto al agregado grueso y 0.37% respecto al agregado fino; en donde luego de la verificación con la normativa se hace la verificación que dicho material cumple con todas las consideraciones para su empleo como base granular.

Todo lo descrito concuerda en comparación con lo encontrado por Tiglia (2018), dado que evaluó en detalle los agregados de las canteras: La Loma, la cual tiene 100% CBR= 6.0% y abrasión de viruta = 68.6%; y la cantera Las Paguillas, la cual tiene 100%% CBR = 7.00% y abrasión = 5 .26%; siendo dichos resultados aceptables según la norma MTC que rige cada prueba. De igual forma, los materiales de dichas canteras se combinan con el material de la Cantera Limones, resultando un CBR sin ninguna afectación y menos del 50% de desgaste.

CONCLUSIONES

1.- El área donde se ubica el proyecto se encuentra a una altitud promedio de 3.000 m.s.n.m, y temperatura promedio anual de 11° a 15°C., presentando variaciones en el día y la noche. Sanagorán, está atravesada por la cordillera occidental de los Andes, de sur a norte en forma irregular. Asimismo, dicha área se caracteriza por presentar un marcado y accidentado relieve, en donde la vía de estudio es usada frecuentemente por las Empresas de Transporte rural que cubre la Ruta Sanagoran – La Arena.

2.- Las canteras Diablo, Caracmaca y La Calzada presentan ciertas características favorables como: ubicación aledaña al tramo Sanagoran – La arena, presentan extensiones de área suficientemente grandes para ubicar los equipos y el acoplamiento de los agregados; así como, a una distancia prudente de las viviendas más cercanas.

3.- Con respecto a los materiales ensayados para determinar su utilidad en subbases granulares, se concluyó que las canteras Caracmaca y La Calzada cumplen con todos los parámetros correspondientes que certifican su cumplimiento; mientras que la Cantera El Diablo no cumple con ello. Los parámetros fueron tomados del manual de carreteras *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2013 – Sección 402 – Subbases granulares.*

4.- En relación a los materiales ensayados para determinar su utilidad en bases granulares, se concluyó que las combinaciones de canteras La Calzada (60%) y Caracmaca (40%), es la que cumple con los parámetros correspondientes que certifican su cumplimiento; mientras que la combinación del 70% y 30% de las ya mencionadas en el mismo orden, no cumple con ello. Los parámetros fueron tomados del manual de carreteras *Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2013 – Sección 403 – Bases granulares.*

RECOMENDACIONES

1.- Para garantizar la calidad de una obra, se recomienda un control estricto en cuanto a los materiales y a los procedimientos constructivos, de acuerdo a las especificaciones técnicas y a las normas de control de calidad.

2.- Los agregados deberán acopiarse cubriéndolos con plásticos o con una lona para evitar que el material particulado sea dispersado por el viento y contamine la atmósfera y cuerpos de agua cercanos; así como evitar que el material se contamine con otros componentes o sufra alteraciones por factores climáticos o sufra daños o transformaciones perjudiciales. Asimismo, los desechos no podrán ser dispuestos a media ladera, ni arrojados a los cursos de agua, estos serán colocados en el lugar de disposición de materiales excedentes o reutilizados para la readecuación de la zona afectada.

3.- Se debe efectuar la verificación permanente de las propiedades y/o características de los materiales de canteras en función a las frecuencias establecida del manual de carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG – 2013 – Tabla 403-05 – Ensayos y Frecuencias.

4.- Para tramos, donde las canteras se encuentran alejadas a los proyectos se deberá evaluar la utilización de los diferentes estabilizadores para evitar la sobre explotación de canteras, la modificación de su geomorfología y también evitar mayores emisiones de CO₂ que producen los diferentes medios de transportes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MATERIALES BASICOS. -UP COMMONS ((Smith M. R. and L. Collins, 1994).
- Arangurí Castillo, G. Y. (14 de enero de 2016). La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad. In Crescendo Ingeniería, 2, 11-18. Obtenido de <http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/article/view/1131>.
- GARCIA ARIAS, JOANNA ALEXANDRA y GIRALDO, GIRALDO DANIEL. 2013. CARACTERIZACIÓN DE LAS CANTERAS PRODUCTORAS DE AGREGADOS. SANTIAGO DE CALI - COLOMBIA: s.n., 2013.
- García, D. (2015). Propuesta de un nuevo diseño para incrementar la producción de una cantera de agregados ubicada en el estado de México. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gonzales Ruiz, A., & Villa Plazas, E. A. (2013). Caracterización de agregados pétreos de la cantera Tritupisvar para su uso en la elaboración de concreto. Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2017). Patologías y durabilidad del concreto. Construcción y Tecnología del Concreto.
- Arangurí Castillo, G. Y. (14 de enero de 2016). La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad. In Crescendo Ingeniería, 2, 11-18. Obtenido de <http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/article/view/1131>.
- Alfonso Montejó Fonseca. (2003). Ingeniería de pavimentos para carreteras, 3ra edición. Bogotá.
- Castillo, Gloria Yulissa Aranguri. 2015. la importancia del uso de los agregados provenientes de canteras de calidad. Chimbote: s.n., 2015.
- Alvaro, Correa Arroyo. 2008. SITUACION ACTUAL DE LA EXPLOTACION DE CANTERAS. SANTA FE - BOGOTA : s.n., 2008.
- Arangurí Castillo, G. Y. (14 de enero de 2016). La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad. In Crescendo Ingeniería, 2, 11-18. Obtenido de <http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/article/view/1131>.

- Cruz Álvarez Héctor (2006). "Programa de Explotación geológica". Universidad de La SALLE. Colombia.
- Lozada, E. (2018). Estudio De Las Características Físicas Y Mecánicas De Las Canteras Hualango Como Material De Afirmando En Carreteras – Provincia De Utcubamba. (Tesis de Pregrado). Universidad Señor de Sipán, Perú.
- Neri, L. (2018). Calidad del material de base y sub base para vías pavimentadas, en tres canteras de la provincia de Trujillo, 2018. (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Ñahui, S., y Desano, J. (2018). Estudio de la calidad de los agregados de la cantera de Ocopa para la elaboración de la mezcla asfáltica para pavimento flexible en el distrito de Lircay - Angaraes – Huancavelica (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Perú.
- Aguinaga, M., y Narro, M. (2017). 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. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada del Norte, Perú.
- ASOGRAVAS. 2007. ¿Que son los agregados? www.asogravas.org. Consultado 25 de septiembre de 2007.
- Olarte, Z. (2017). 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 de Pregrado). Universidad Tecnológica De Los Andes, Perú.
- Villanueva, R. (2008). Los áridos en Castilla y León. Obtenido de <http://www.siemcalsa.com/images/pdf/Los%20aridos131>.
- Arana, R., & Fernández, J. A. (2000). Explotación de áridos en la región de Murcia. Obtenido de http://www.um.es/jmpaz/EIA_CCAA1213/06M4%20L1.pdf.
- Ulloa Calderón, A. LanammeUCR (2011). Guía de pruebas de laboratorio y muestreo en campo para la verificación de calidad en materiales de un pavimento asfáltico. Obtenido de <file:///C:/Users/LEON/Downloads/DialnetGuiaDePruebasDeLaboratorioYMuestreoEnCampoParaLaVe-6240953.pdf>.

- ASOGRAVAS. 2007. ¿Que son los agregados? www.asogras.org. Consultado 25 de septiembre de 2007.
- Constructor Civil. (05 de Marzo de 2017). Obtenido de <http://www.elconstructorcivil.com/2010/12/los-agregados-en-la-construccion.html>.
- Sencico. 2018,. Norma Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: s.n., 2018,
- (Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. EG2013). R.D. N° 22-2013 – MTC (Edición – marzo de 2014).
- Manual de Ensayo de Materiales (Edición mayo de 2016).
- Constructor Civil. (05 de Marzo de 2017). Obtenido <http://www.elconstructorcivil.com/2010/12/los-agregados-en-la-construccion.html>.
- Herbert, J. H. (2007). Diseño de explotación de canteras. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Universidad Nacional de Cajamarca. (14 de junio de 2014). Estudio Tecnológico de canteras en Cajamarca agregados y rocas ornamentales. Obtenido de <https://es.slideshare.net/Garychv/informe-canteras>.
- Gonzales, C. (2019). Estud (Saavedra L., 2016) io de caracterización de agregados con fines de construcción de tres canteras de Trujillo (El Milagro-Porvenir-Laredo). La Libertad. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

ANEXOS

Anexo N°01: Especificaciones técnicas EG-2013.

Cuadro N°01: 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. ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Nota: EG-2013.

Cuadro N°02: Requerimientos granulométricos para subbase granular

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100	-	-
25 mm. (1")	-	75-95	100	100
9,5 mm. ($\frac{3}{8}$ ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Nota: EG-2013.

Cuadro N°03: Requerimientos granulométricos para subbase granular- ensayos especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	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.
Partículas Chatas y Alargadas	--	D 4791	--	20% máx.	20% máx.

Nota: EG-2013.

Cuadro N°04: Requerimientos agregado grueso

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				< 3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTCE 210	D 5821		80% mín.	80% mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTCE 210	D 5821		40% mín.	50% mín.
Abrasión Los Ángeles	MTCE 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% máx.	15% máx.
Sales solubles totales	MTCE 219	D 1888		0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTCE 209	C 88	T 104		18% máx.

Nota: EG-2013.

Cuadro N°05: Requerimientos agregado fino

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	≥3.000 msnm
Índice plástico	MTCE 111	4% máx.	2% mín.
Equivalente de arena	MTCE 114	35% mín.	45% mín.
Sales solubles	MTCE 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTCE 209	----	15%

Nota: EG-2013.

Anexo N°02: Resultados completos de ensayos de laboratorio

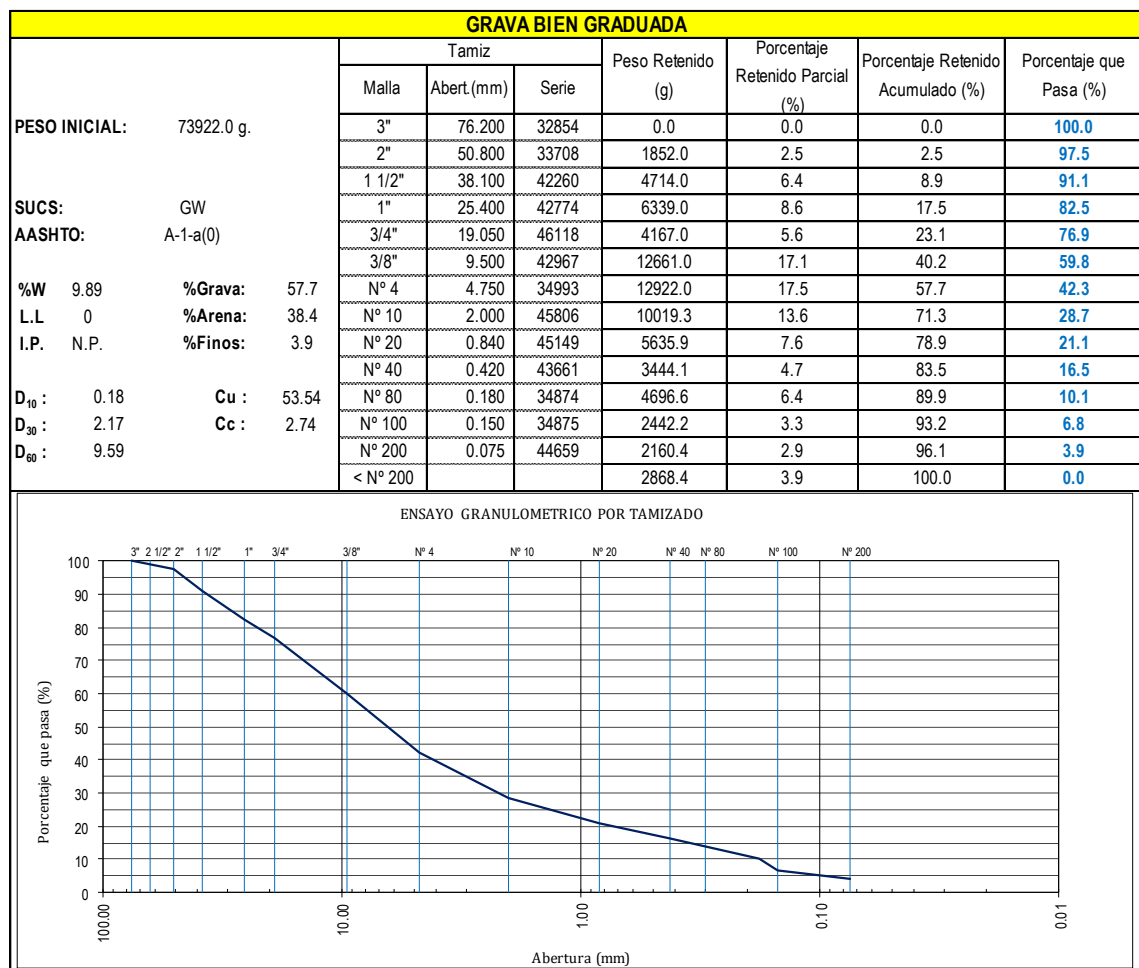
-Cantera Caracmaca

Cuadro N°06: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera Caracmaca.

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	:	CANTERA DE RÍO - CARACMACA.
FECHA	:	JUNIO DEL 2022.



Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°07: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera Caracmaca.

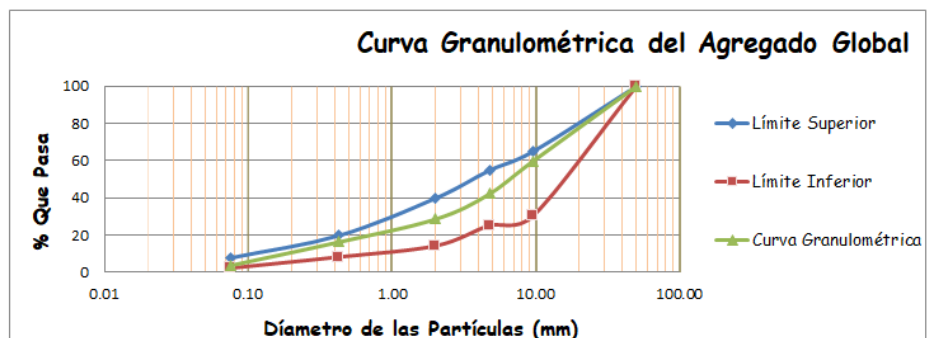
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012

A. DATOS GENERALES

Proyecto:	ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
Ubicación:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
Tesistas:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
Muestra:	CANTERA DE RÍO - CARACMACA.
Fecha:	JUNIO DEL 2022.

B. DATOS TÉCNICOS

Tamiz	Abertura (mm)	Límites Granulométricos NTP 400.037		Pesos Retenidos (g)	% Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos Acumulados	% Que Pasa
		MIN	MAX				
2"	50.00	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	30	65	29,733.00	40.22	40.22	59.78
N°04	4.75	25	55	12,922.00	17.48	57.70	42.30
N°10	2.00	14	40	10,019.30	13.55	71.26	28.74
N°40	0.425	8	20	9,080.00	12.28	83.54	16.46
N°200	0.075	2	8	9,299.00	12.58	96.12	3.88
Bandeja				2,868.40	3.88	100.00	0.00
Σ				73,921.70	100.00	-	-
TMN				-			



C. OBSERVACIONES: El material fue ensayado bajo los Requerimientos Granulométricos para Base Granular Tabla 403-01 del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°08: Ensayo contenido de humedad natural Cantera Caracmaca.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(NTP 339.127)**

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

SOLICITANTE: DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

CALICATA: CANTERA DE RÍO - CARACMACA.

FECHA: JUNIO DEL 2022.

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	64.20	58.40
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	458.23	417.20
Peso Recipiente + Muestra Seca:	423.20	384.50
Peso Agua:	35.03	32.70
Peso Seco:	359.00	326.10
W%:	9.76	10.03
W_{promedio} %:	9.89	

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°09: Ensayo límites de consistencia Cantera Caracmaca.**LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40
(ASTM D 4318)****I. Datos Generales:**

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

MUESTRA : CANTERA DE RÍO - CARACMACA.

FECHA : JUNIO DEL 2022.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	-	-	-
Tarro + Suelo humedo. (g)	-	-	-
Tarro + Suelo seco (g)	-	-	-
Peso Agua (g)	-	-	-
Peso del Tarro (g)	-	-	-
Peso del suelo seco (g)	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-
Limite Plástico (%)	-		
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	1	2	3
Numero de Golpes	-	-	-
Peso tarro + suelo humedo (g)	-	-	-
Peso tarro+suelo seco (g)	-	-	-
Peso del Agua (g)	-	-	-
Peso del tarro (g)	-	-	-
Peso del suelo seco (%)	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-
Limite Líquido (%)	-		

Límites de Consistencia de suelos	
Límite líquido (%)	0.00
Límite Plástico (%)	N.P.
Índice de Plasticidad (%)	N.P.

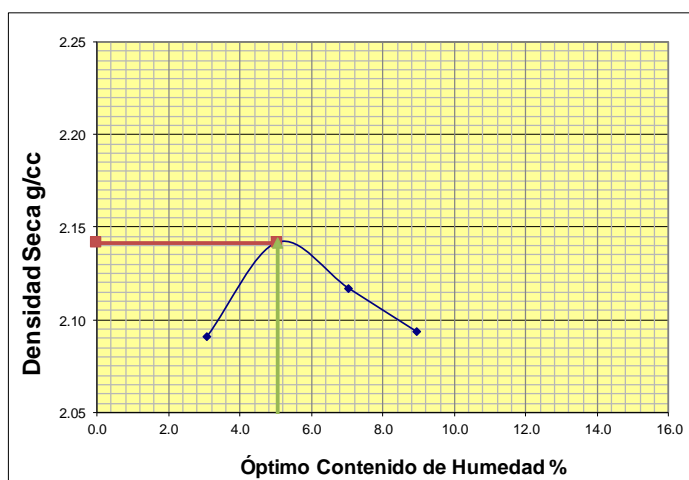
Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°10: Ensayo de compactación Cantera Caracmaca.**ENSAYO DE COMPACTACIÓN****N.T.P. 339.141****A. DATOS GENERALES**

	ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACIÓN EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
PROYECTO:	
UBICACIÓN:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA:	CANTERA DE RÍO - CARACMACA.
FECHA:	JUNIO DEL 2022.

B. DATOS TÉCNICOS

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	11157.00		11360.00		11395.00		11427.20	
Peso del Molde (g)	6521.00		6521.00		6521.00		6521.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4636.00		4839.00		4874.00		4906.20	
Volúmen del molde (cc)	2151.00		2151.00		2151.00		2151.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.155		2.250		2.266		2.281	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	3.0%		5.0%		7.0%		9.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	154.30	154.70	148.50	147.50	145.30	152.50	143.70	150.40
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	151.10	151.20	143.30	142.50	138.60	145.30	135.60	141.70
Peso Tarro (g)	41.35	42.64	41.86	41.57	45.64	40.24	44.19	45.15
Peso del agua	3.20	3.50	5.20	5.00	6.70	7.20	8.10	8.70
Peso de suelo seco	109.75	108.56	101.44	100.93	92.96	105.06	91.41	96.55
Humedad (%)	2.9	3.2	5.1	5.0	7.2	6.9	8.9	9.0
Humedad promedio (%)	3.070		5.040		7.030		8.936	
Densidad Seca (g/cc)	2.091		2.142		2.117		2.094	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm³)	2.14
OCH (%)	5.04

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	6521.0
VOLUMEN(cc):	2151.0

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°11: Ensayo de CBR Cantera Caracmaca.

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

PROYECTO	: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
MUESTRA	: CANTERA DE RÍO - CARACMACA.
TESISTAS	: DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
FECHA:	: JUNIO DEL 2022.

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	: CANTERA DE RÍO					C					
Tipo de Muestra	: ALTERADA					2.14					
					5.04%						
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	: Húmeda				Área Pistón de Penetración			20.2 cm ²			
Compactación de Especímenes											
Molde N°	1			2			3				
N° Capa	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			26			12				
Cond. de la muestra	Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		
Peso molde + Suelo húmedo	12579		12579		12734		12734		12608		
Peso de molde (g)	8031				8172				8308		
Peso del suelo húmedo (g)	4548		4548		4562		4562		4300		
Volumen del molde (cc)	2022				2122				2110		
Densidad húmeda (g/cc)	2.249		2.249		2.150		2.150		2.038		
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	164.55		149.27		154.82		155.78		149.42		
Tarro + Suelo seco (g)	158.06		143.65		148.83		149.85		143.54		
Peso del Agua (g)	6.49		5.62		5.99		5.93		5.88		
Peso del tarro (g)	30.45		32.56		29.73		33.16		28.61		
Peso del suelo seco (g)	127.61		111.09		119.1		116.69		114.93		
Humedad (%)	5.09		5.06		5.03		5.08		5.12		
Densidad seca (gr/cc)	2.141				2.046				1.940		
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
SIN EXPANSIÓN											
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kgf/cm ²	Corregida	Dial	Kgf/cm ²	Corregida	
0.63		154	7.91		138	7.08		92	4.72		
1.27		382	19.59		258	13.21		152	7.78		
1.90		502	25.74		335	17.16		205	10.50		
2.54	70.31	730	37.44	35.00	501	25.71	25.00	342	17.52	17.50	
3.17		938	48.10		561	28.78		406	20.82		
3.81		1049	53.79		692	35.50		513	26.30		
5.08	105.46	1223	62.72	63.00	898	46.06	44.00	688	35.27	32.50	
7.62		1536	78.77		1110	56.91		896	45.94		
10.16		1892	97.03		1371	70.29		1176	60.33		
12.70		2112	108.31		1638	83.98		1382	70.88		

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°12: Ensayo de CBR Cantera Caracmaca.

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

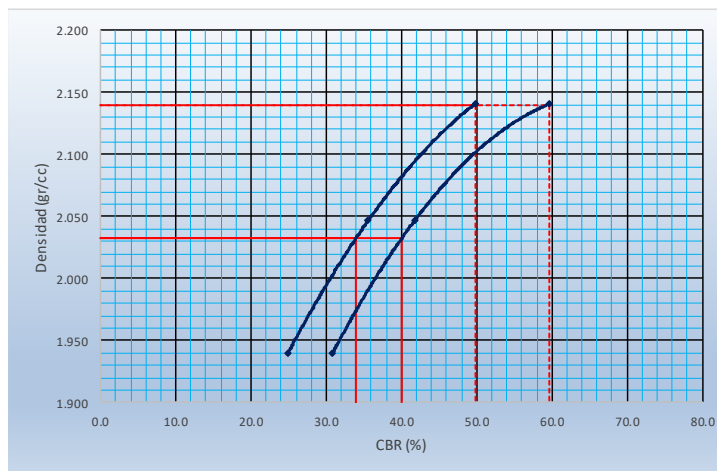
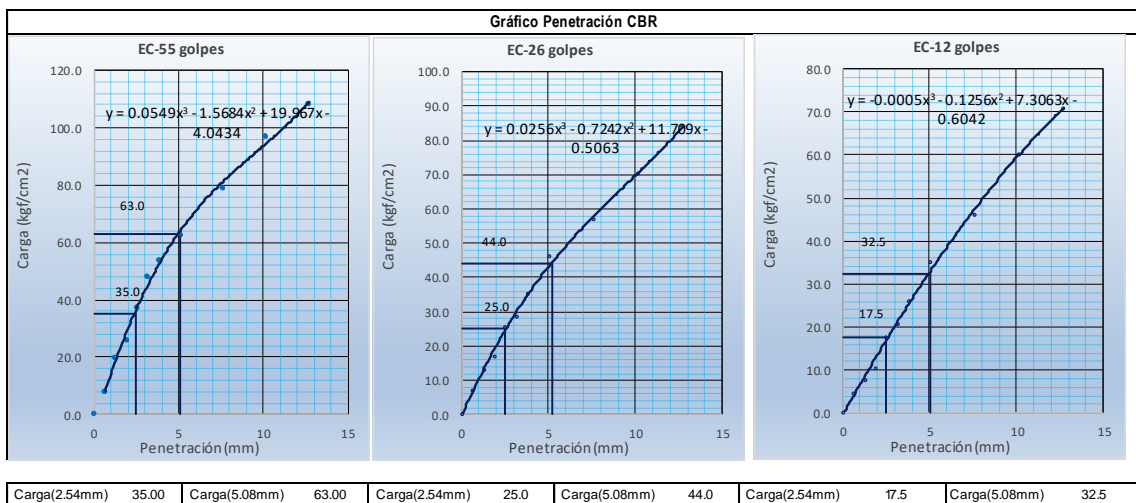
PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACIÓN EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

MUESTRA : CANTERA DE RÍO - CARACMACA.

SOLICITANTE : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

FECHA : JUNIO DEL 2022.



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	2.140
95% de la M.D.S. (gr/cc)	2.033
Densidad Natural (gr/cc)	-
Optimo Humedad (%)	5.04%

Ngolpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	49.8	59.7	2.141
26	35.6	41.7	2.046
12	24.9	30.8	1.940

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	49.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	34.0

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	59.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	40.0

% de Expansión	NULA
----------------	------

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°13: Ensayo de desgaste por abrasión Cantera Caracmaca.

DESGASTE POR ABRASIÓN
(NTP 400.019)

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON
SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Muestra: CANTERA DE RÍO - CARACMACA.

Tipo: GRADACIÓN "A".

Fecha: JUNIO DEL 2022.

PROCESAMIENTO DE DATOS:

$$A = 5,002.7 \text{ g}$$

$$B = 4,164.3 \text{ g}$$

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

% Desgaste = 16.76 %

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

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°14: Ensayo estándar equivalente de arena Cantera Caracmaca.**ENSAYO ESTANDAR EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114****I. Datos Generales:**

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS: DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

MUESTRA: CANTERA DE RÍO - CARACMACA.

FECHA: JUNIO DEL 2022.

MUESTRA	01	02	03	
HORA DE ENTRADA (t)	3:00	3:02	3:04	
HORA DE SALIDA (t1 = t+10 min±1min)	03:10	03:12	03:14	
HORA DE ENTRADA (t2 = t1+tx min)	03:12	03:14	03:16	
HORA DE SALIDA (t3 = t2+20 min±15seg)	03:32	03:24	03:26	
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	4.40	4.40	4.20	
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.10	3.20	3.00	
EQUIVALENTE DE ARENA (B / A x 100)	71.0	73.0	72.0	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:	72 %			
tx: corresponde al tiempo de agitación y complementación de la solución hasta los 15"				

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°15: Ensayo índice de aplanamiento de los agregados Cantera Caracmaca.

INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS (MTC E 221)

I. Datos Generales:

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON -SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

MUESTRA : CANTERA DE RÍO - CARACMACA.

FECHA : JUNIO DEL 2022.

DATOS DE LA MUESTRA								
INDICE DE APLANAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		APLANAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2054.0	1970.0	84.0	4.1	33.6	1.38
3/4"	1/2"	200	1739.0	1690.0	49.0	2.8	44.4	1.25
1/2"	3/8"	100	894.0	818.0	76.0	8.5	10.4	0.88
3/8"	1/4"	100	501.0	462.0	39.0	7.8	11.6	0.90
TOTALES			5188.0	4940.0	248.0		100.0	4.41

INDICE DE ALARGAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		ALARGAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2054.0	2000.0	54.0	2.6	33.6	0.88
3/4"	1/2"	200	1739.0	1652.0	87.0	5.0	44.4	2.22
1/2"	3/8"	100	894.0	849.0	45.0	5.0	10.4	0.52
3/8"	1/4"	100	501.0	466.0	35.0	7.0	11.6	0.81
TOTALES			5415.0	4967.0	221.0		100.0	4.44

CHATAS Y ALARGADAS : **8.8%**

ESPECIFICACIÓN:

OBSERVACIONES :

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°16: Ensayo determinación de sales solubles totales Cantera Caracmaca.

**DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES TOTALES
(NTP 339.177 / NTP 339.178)**

Proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL DESDE EL KM 0+000 EN EL CENTRO POBLADO DE SANAGORAN – CARACMACA – LA CALZADA HASTA KM 21+771.21 EN EL CENTRO POBLADO DE RAUMATE - DISTRITO DE SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION – REGION LA LIBERTAD.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

Muestra: CANTERA DE RÍO.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES	
Muestra :	GRAVA BIEN GRADUADA
Peso Fiola (g) :	115.58
Peso Fiola + Agua Destilada + Sales (g) :	216.08
Peso Fiola + Sales (g) :	115.64
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.06

MUESTRA	SALES SOLUBLES	
	(%)	(ppm)
GW	0.060	597

Exposición a Sulfatos	Suelo con S.S.T. en ppm	Tipo de Cemento
Insignificante	$0 \leq SO_4 < 150$	I
Moderada	$150 \leq SO_4 < 1500$	MS, IP
Severa	$1500 \leq SO_4 \leq 10000$	V
Muy Severa	$SO_4 > 10000$	V + puzolana

Conclusiones: El contenido de Sales de la muestra proporcionada es "**MODERADA**".

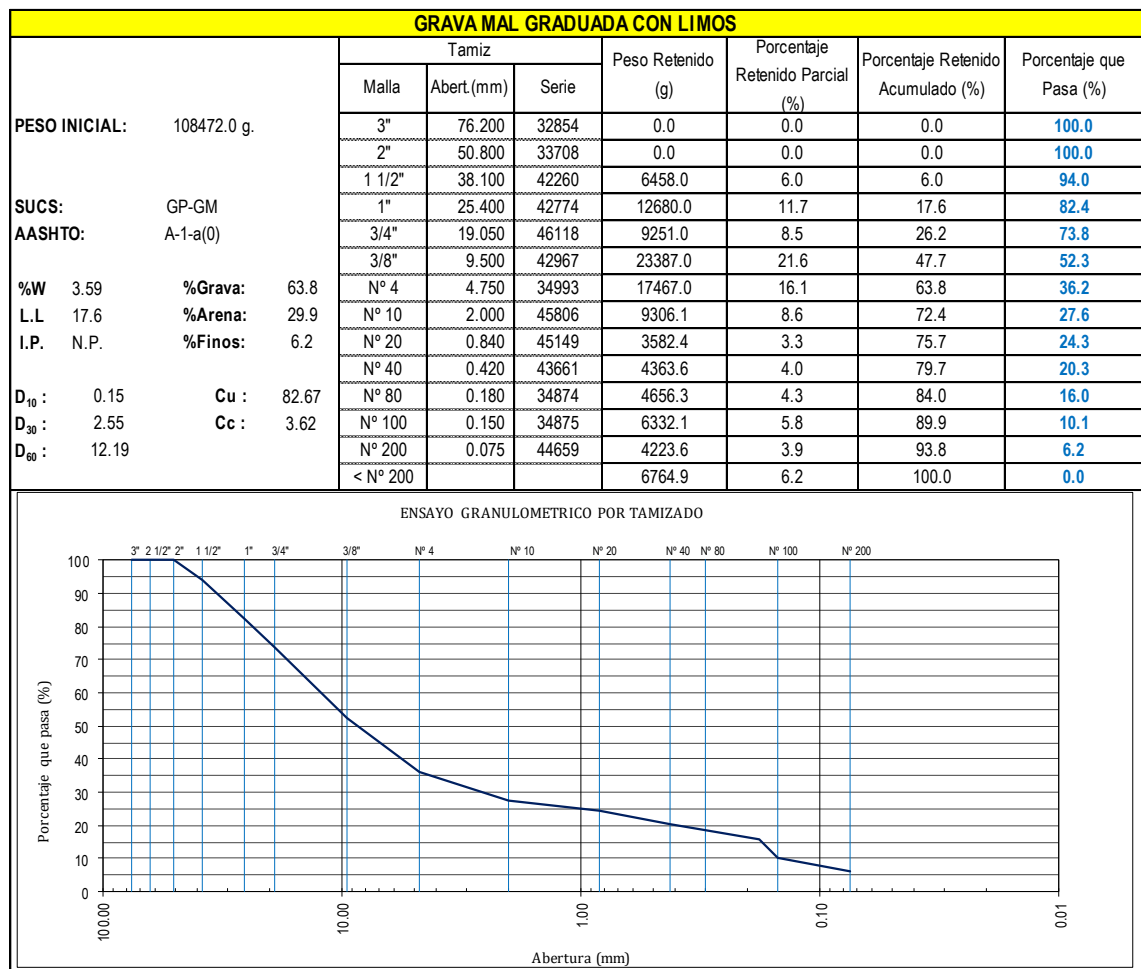
Nota: Elaboración propia.

-Cantera La Calzada:**Cuadro N°17: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera La Calzada.**

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	:	CANTERA Km. 15+800.
FECHA	:	JUNIO DEL 2022.



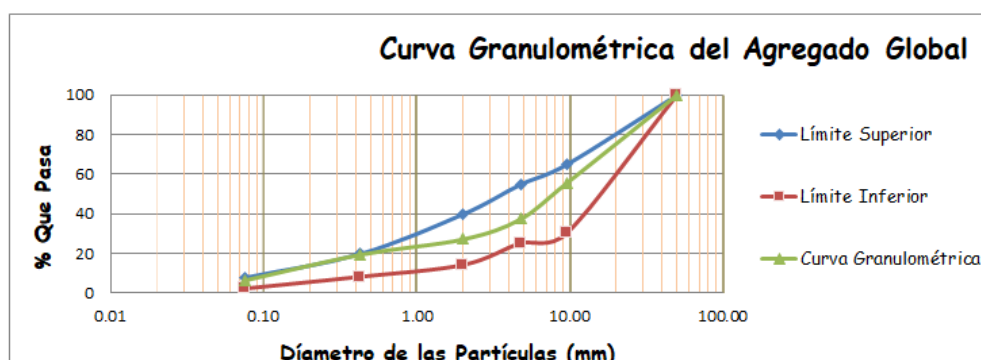
Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°18: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera La Calzada.**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO****NTP 400.012****A. DATOS GENERALES**

Proyecto:	ÁNÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
Ubicación:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
Solicitante:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
Muestra:	CANTERA DE Km 15+800.
Cantera:	Km 15+800.
Fecha:	JUNIO DEL 2022.

B. DATOS TÉCNICOS

Tamiz	Abertura (mm)	Límites Granulométricos NTP 400.037		Pesos Retenidos (g)	% Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos Acumulados	% Que Pasa
		MIN	MAX				
2"	50.00	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	30	65	45,318.00	44.42	44.42	55.58
N°04	4.75	25	55	18,467.00	18.10	62.53	37.47
N°10	2.00	14	40	10,306.15	10.10	72.63	27.37
N°40	0.425	8	20	7,946.02	7.79	80.42	19.58
N°200	0.075	2	8	13,211.98	12.95	93.37	6.63
Bandeja				6,764.85	6.63	100.00	0.00
Σ				102,014.00	100.00	-	-
TMN				-			



C. OBSERVACIONES: El material fue ensayado bajo los Requerimientos Granulométricos para Base Granular Tabla 403-01 del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°19: Ensayo contenido de humedad natural Cantera La Calzada.

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(NTP 339.127)**

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

CALICATA: CANTERA Km. 15+800.

FECHA: JUNIO DEL 2022.

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	65.45	55.76
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	567.54	365.78
Peso Recipiente + Muestra Seca:	549.69	355.34
Peso Agua:	17.85	10.44
Peso Seco:	484.24	299.58
W%:	3.69	3.48
W_{promedio} %:	3.59	

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°20: Ensayo límites de consistencia Cantera La Calzada.

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	:	CANTERA DE Km 15+800.
FECHA	:	JUNIO DEL 2022.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)									
Nº Tarro	-	-							
Tarro + Suelo humedo. (g)	-	-							
Tarro + Suelo seco (g)	-	-							
Peso Agua (g)	-	-							
Peso del Tarro (g)	-	-							
Peso del suelo seco (g)	-	-							
Humedad (%)	-	-							
Limite Plástico (%)	-								
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)									
Nº Tarro	1	2	3						
Numero de Golpes	17	22	30						
Peso tarro + suelo humedo (g)	29.19	30.43	29.76						
Peso tarro+suelo seco (g)	26.65	27.85	27.53						
Peso del Agua (g)	2.54	2.58	2.23						
Peso del tarro (g)	14.03	13.58	14.23						
Peso del suelo seco (%)	12.62	14.27	13.3						
Humedad (%)	20.13	18.08	16.77						
Limite Líquido (%)	17.60								
Límites de Consistencia de suelos <table border="1" style="margin-left: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: center;">17.60</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad (%)</td> <td style="text-align: center;">N.P.</td> </tr> </table>				Límite Líquido (%)	17.60	Límite Plástico (%)	-	Índice de Plasticidad (%)	N.P.
Límite Líquido (%)	17.60								
Límite Plástico (%)	-								
Índice de Plasticidad (%)	N.P.								

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°21: Ensayo de compactación Cantera La Calzada.**ENSAYO DE COMPACTACIÓN**

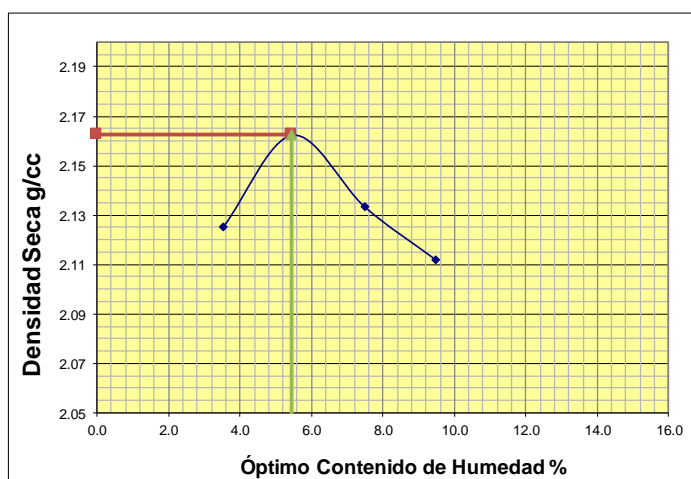
N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

PROYECTO:	ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA:	CANTERA Km. 15+800.
FECHA:	JUNIO DEL 2022.

B. DATOS TÉCNICOS

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	11253.00		11426.00		11453.00		11493.50	
Peso del Molde (g)	6521.00		6521.00		6521.00		6521.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4732.00		4905.00		4932.00		4972.50	
Volúmen del molde (cc)	2151.00		2151.00		2151.00		2151.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.200		2.280		2.293		2.312	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	3.5%		5.5%		7.5%		9.5%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	149.40	161.90	139.80	145.20	163.70	153.50	126.20	133.50
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	146.10	158.30	135.10	140.30	156.50	147.60	120.30	127.30
Peso Tarro (g)	55.40	52.10	48.60	50.70	60.90	68.20	57.50	62.20
Peso del agua	3.30	3.60	4.70	4.90	7.20	5.90	5.90	6.20
Peso de suelo seco	90.70	106.20	86.50	89.60	95.60	79.40	62.80	65.10
Humedad (%)	3.6	3.4	5.4	5.5	7.5	7.4	9.4	9.5
Humedad promedio (%)	3.514		5.451		7.481		9.459	
Densidad Seca (g/cc)	2.125		2.162		2.133		2.112	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	2.16
OCH (%)	5.50

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	6521.0
VOLUMEN(cc):	2151.0

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°22: Ensayo CBR Cantera La Calzada.

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
MUESTRA	:	CANTERA 15+800 - LA CALZADA.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
FECHA:	:	JUNIO DEL 2022.

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra	: CANTERA DEL Km. 15 + 800								C		
Tipo de Muestra	: ALTERADA								2.16		
										5.50%	
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra	: Húmeda				Área Pistón de Penetración			20.2 cm2			
Compactación de Especímenes											
Molde N°	1			2			3				
N° Capa	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			26			12				
Cond. de la muestra	Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		
Peso molde + Suelo húmedo	12639		12639		12798		12798		12714		
Peso de molde (g)	8031			8172			8308				
Peso del suelo húmedo (g)	4608		4608		4626		4626		4406		
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110				
Densidad húmeda (g/cc)	2.279		2.279		2.180		2.180		2.088		
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	132.77		130.65		133.21		131.65		137.23		
Tarro + Suelo seco (g)	127.36		125.33		127.55		126.16		131.42		
Peso del Agua (g)	5.41		5.32		5.66		5.49		5.81		
Peso del tarro (g)	28.59		29.57		25.64		26.74		26.17		
Peso del suelo seco (g)	98.77		95.76		101.91		99.42		105.25		
Humedad (%)	5.48		5.56		5.55		5.52		5.52		
Densidad seca (gr/cc)	2.160			2.066			1.979				
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
SIN EXPANSIÓN											
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	
0.63		185.00	9.49		120.00	6.15		80.00	4.10		
1.27		332.00	17.03		224.00	11.49		132.00	6.77		
1.90		473.00	24.26		291.00	14.92		178.00	9.13		
2.54	70.31	634.00	32.51	31.13	436.00	22.36	21.80	297.00	15.23	16.00	
3.17		815.00	41.79		488.00	25.03		353.00	18.10		
3.81		912.00	46.77		602.00	30.87		446.00	22.87		
5.08	105.46	1060.00	54.36	56.00	781.00	40.05	39.00	598.00	30.67	29.00	
7.62		1331.00	68.26		965.00	49.49		779.00	39.95		
10.16		1576.00	80.82		1105.00	56.67		936.00	48.00		
12.70		1705.00	87.44		1337.00	68.56		1115.00	57.18		

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°23: Ensayo CBR Cantera La Calzada.

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

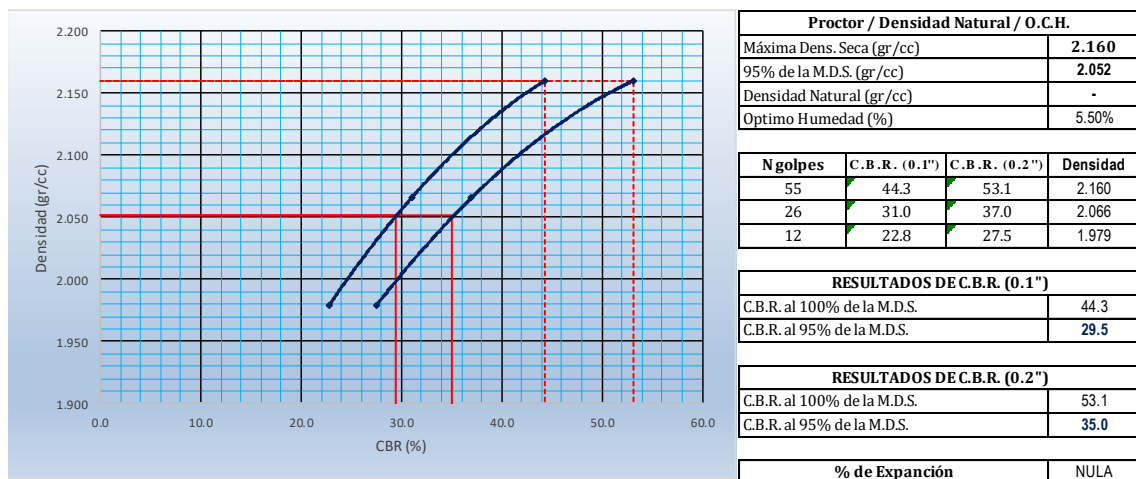
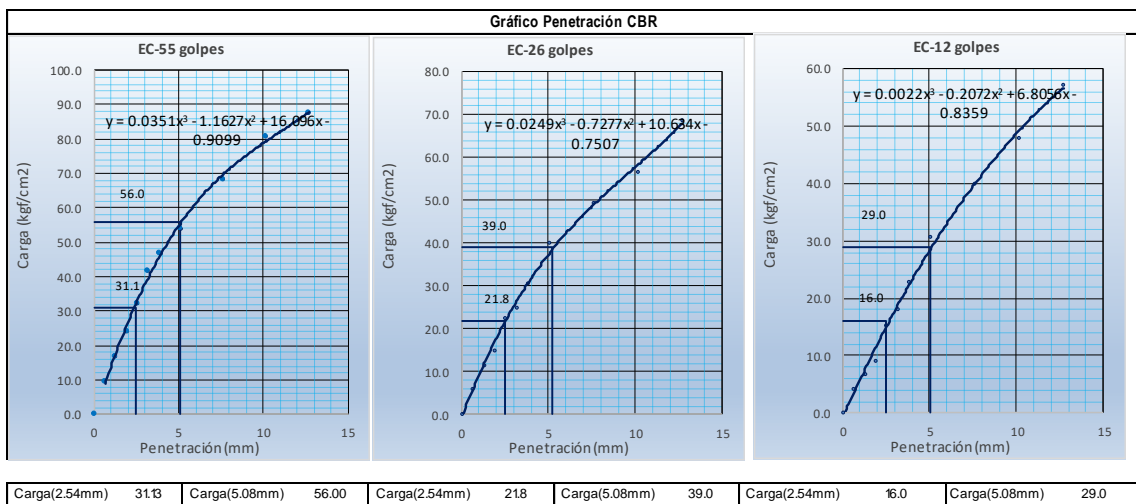
PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

MUESTRA : CANTERA 15+800 - LA CALZADA.

SOLICITANTE : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

FECHA : JUNIO DEL 2022.



Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°24: Ensayo de desgaste por abrasión Cantera La Calzada.

DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019)

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON
SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Muestra: CANTERA 15+800 - LA CALZADA.

Tipo: GRADACIÓN "A".

Fecha: JUNIO DEL 2022.

PROCESAMIENTO DE DATOS:

$$A = 5,001.6 \text{ g}$$

$$B = 3,473.5 \text{ g}$$

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

% Desgaste = 30.55 %

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

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°25: Ensayo estándar equivalente de arena Cantera La Calzada.

**ENSAYO ESTANDAR EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114**

I. Datos Generales:

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA: CANTERA DE Km 15+800.

FECHA: JUNIO DEL 2022.

MUESTRA	01	02	03	
HORA DE ENTRADA (t)	4:15	4:17	4:19	
HORA DE SALIDA (t1 = t+10 min±1 min)	04:25	04:27	04:29	
HORA DE ENTRADA (t2 = t1+tx min)	04:27	04:29	04:31	
HORA DE SALIDA (t3 = t2+20 min±15seg)	04:47	04:49	04:51	
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.80	5.90	5.80	
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.60	3.50	3.50	
EQUIVALENTE DE ARENA (B / A x 100)	63.0	60.0	61.0	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:	61 %			
tx: corresponde al tiempo de agitación y complementación de la solución hasta los 15"				

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°26: Ensayo índice de aplanamiento de los agregados Cantera La Calzada.

INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS (MTC E 221)

I. Datos Generales:

PROYECTO	: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	: CANTERA DE Km 15+800.
FECHA	: JUNIO DEL 2022.

DATOS DE LA MUESTRA								
INDICE DE APLANAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		APLANAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2179.0	2029.0	150.0	6.9	33.6	2.32
3/4"	1/2"	200	2230.0	2068.0	162.0	7.3	44.4	3.23
1/2"	3/8"	100	607.0	480.0	127.0	20.9	10.4	2.18
3/8"	1/4"	100	353.0	325.0	28.0	7.9	11.6	0.92
TOTALES			5369.0	4902.0	467.0		100.0	8.64

INDICE DE ALARGAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		ALARGAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2179.0	2095.0	84.0	3.9	33.6	1.30
3/4"	1/2"	200	2230.0	2187.0	43.0	1.9	44.4	0.86
1/2"	3/8"	100	607.0	512.0	95.0	15.7	10.4	1.63
3/8"	1/4"	100	353.0	315.0	38.0	10.8	11.6	1.24
TOTALES			5369.0	5109.0	260.0		100.0	5.03

CHATAS Y ALARGADAS : **13.7%**

ESPECIFICACIÓN:

OBSERVACIONES :

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°27: Ensayo de determinación de sales solubles totales Cantera La Calzada.

**DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES TOTALES
(NTP 339.177 / NTP 339.178)**

Proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL DESDE EL KM 0+000 EN EL CENTRO POBLADO DE SANAGORAN – CARACMACA – LA CALZADA HASTA KM 21+771.21 EN EL CENTRO POBLADO DE RAUMATE - DISTRITO DE SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION – REGION LA LIBERTAD.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

Muestra: CANTERA 15+800 - LA CALZADA.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES	
Muestra :	Grava mal graduada con limo
Peso Fiola (g) :	115.28
Peso Fiola + Agua Destilada + Sales (g) :	215.69
Peso Fiola + Sales (g) :	115.36
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.08

MUESTRA	SALES SOLUBLES	
	(%)	(ppm)
GP-GM	0.080	797

Exposición a Sulfatos	Suelo con S.S.T. en ppm	Tipo de Cemento
Insignificante	$0 \leq SO_4 < 150$	I
Moderada	$150 \leq SO_4 < 1500$	MS, IP
Severa	$1500 \leq SO_4 \leq 10000$	V
Muy Severa	$SO_4 > 10000$	V + puzolana

Conclusiones: El contenido de Sales de la muestra proporcionada es "**MODERADA**".

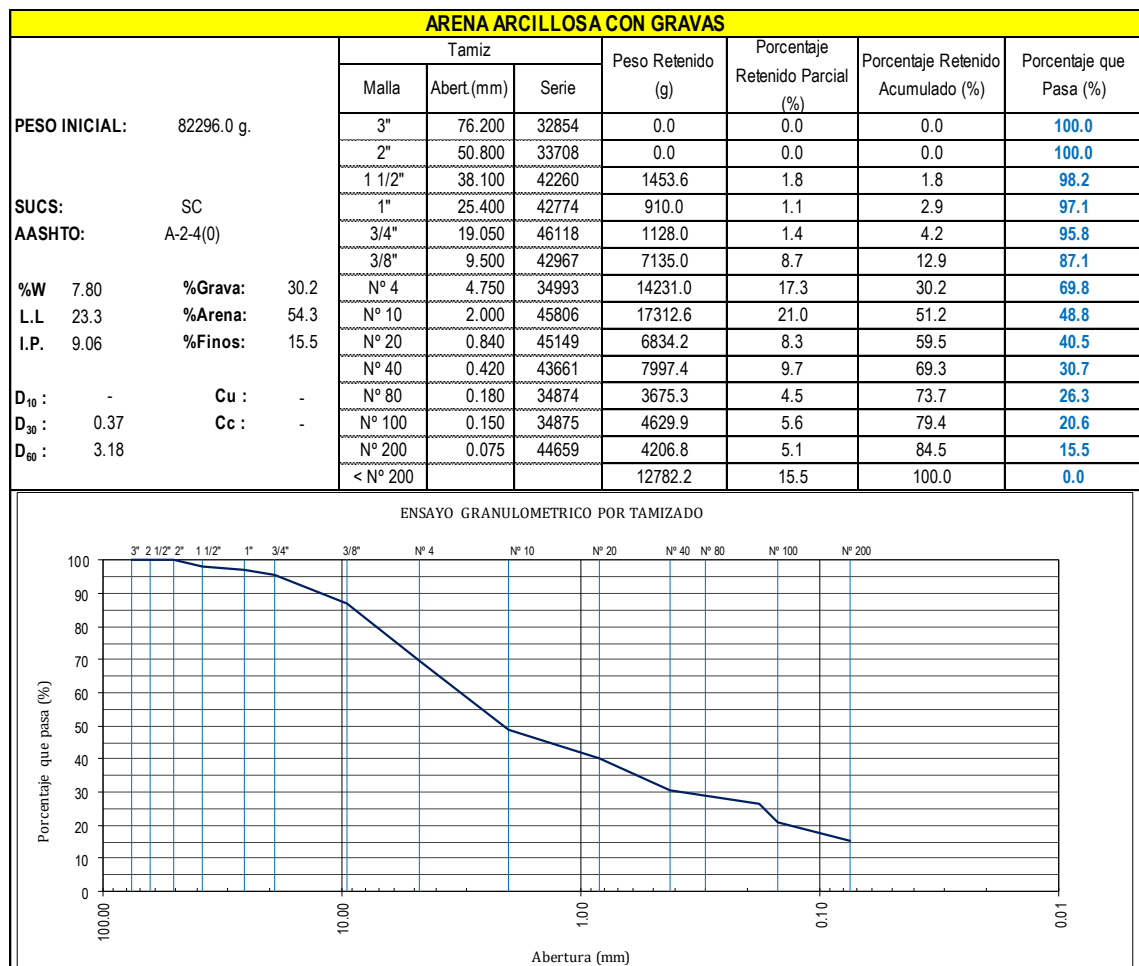
Nota: Elaboración propia.

-Cantera El Diablo:**Cuadro N°28: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera El Diablo.**

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNALISIS Y CARACTERISTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
MUESTRA	:	CANTERA EL DIABLO.
FECHA	:	HUAMACHUCO, 16 DE JULIO DEL 2020.



Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°29: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera El Diablo

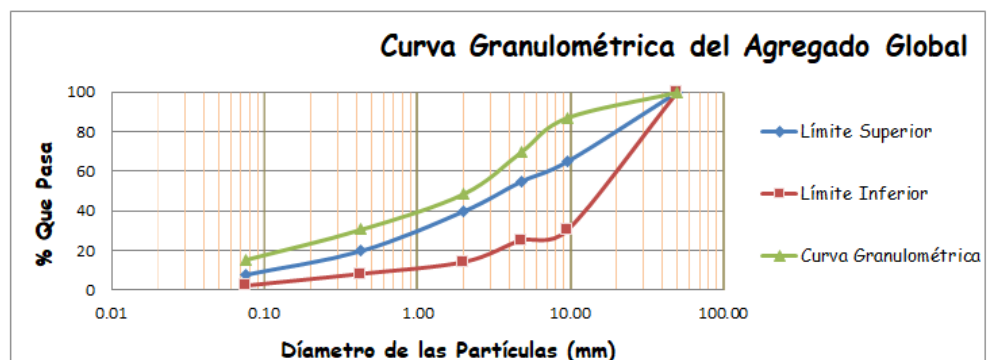
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NTP 400.012

A. DATOS GENERALES

Proyecto:	LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN DE RAUMATE - DISTRITO DE SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION - REGIÓN LA LIBERTAD.
Ubicación:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
Tesistas:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
Muestra:	SUBBASE GRANULAR
Cantera:	CANTERA EL DIABLO.

B. DATOS TÉCNICOS

Tamiz	Abertura (mm)	Límites Granulométricos NTP 400.037		Pesos Retenidos (g)	% Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos Acumulados	% Que Pasa
		MIN	MAX				
2"	50.00	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	30	65	10,626.60	12.91	12.91	87.09
N°04	4.75	25	55	14,231.00	17.29	30.21	69.79
N°10	2.00	14	40	17,312.60	21.04	51.24	48.76
N°40	0.425	8	20	14,831.50	18.02	69.26	30.74
N°200	0.075	2	8	12,512.20	15.20	84.47	15.53
Bandeja				12,782.20	15.53	100.00	0.00
Σ				82,296.10	100.00	-	-
TMN				-			



C. OBSERVACIONES: El material fue ensayado bajo los Requerimientos Granulométricos para Base Granular Tabla 403-01 del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°30: Ensayo contenido de humedad natural Cantera El Diablo**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(NTP 339.127)**

PROYECTO:	ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN
UBICACIÓN:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
SOLICITANTE:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
CALICATA:	CANTERA EL DIABLO.
FECHA:	HUAMACHUCO, 16 DE JULIO DEL 2020.

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	59.46	57.71
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	438.70	406.92
Peso Recipiente + Muestra Seca:	411.37	381.58
Peso Agua:	27.33	25.34
Peso Seco:	351.91	323.87
W%:	7.77	7.82
W_{promedio} %:	7.80	

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°31: Ensayo límites de consistencia Cantera El Diablo

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNALISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
MUESTRA	:	CANTERA EL DIABLO.

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	15	16	
Tarro + Suelo humedo. (g)	22.52	14.36	
Tarro + Suelo seco (g)	21.72	13.61	
Peso Agua (g)	0.80	0.75	
Peso del Tarro (g)	16.02	8.42	
Peso del suelo seco (g)	5.70	5.19	
Humedad (%)	14.04	14.45	
Limite Plástico (%)			14.24
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	18	19	20
Numero de Golpes	21	24	30
Peso tarro + suelo humedo (g)	34.35	28.23	32.53
Peso tarro+suelo seco (g)	30.21	25.51	29.25
Peso del Agua (g)	4.14	2.72	3.28
Peso del tarro (g)	13.8	14.04	14.09
Peso del suelo seco (%)	16.41	11.47	15.16
Humedad (%)	25.23	23.71	21.64
Limite Líquido (%)			23.30
<p>Numero Golpes vs Humedad (%)</p> <p>El gráfico muestra la relación entre el número de golpes (eje X, escala logarítmica de 10 a 100) y el contenido de humedad en porcentaje (eje Y, escala lineal de 15.0 a 29.0). Se observan tres puntos de datos: (21 golpes, 25.23% humedad), (24 golpes, 23.71% humedad) y (30 golpes, 21.64% humedad). Una línea recta azul conecta los puntos de 21 y 24 golpes. Una línea horizontal roja se extiende desde el punto de 24 golpes hasta el eje Y, donde se indica el límite líquido de 23.30%. Una línea vertical roja marca el número de golpes 24.</p>			
L. de Consistencia de suelos			
		Límite Líquido (%)	23.30
		Límite Plástico (%)	14.24
		Índice de Plasticidad (%)	9.06

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°32: Ensayo de compactación Cantera El Diablo

ENSAYO DE COMPACTACIÓN N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN

PROYECTO: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

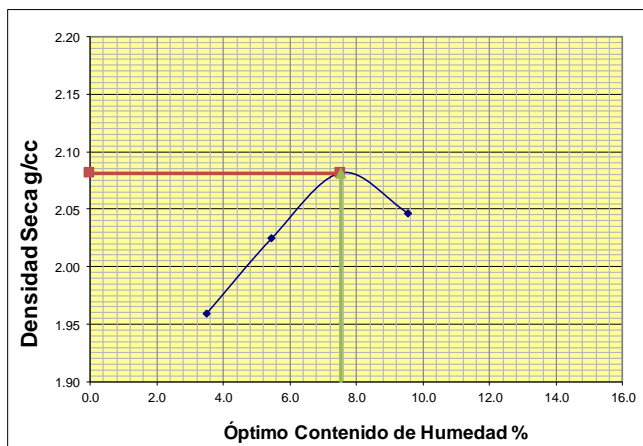
UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA: CANTERA EL DIABLO.

B. DATOS TÉCNICOS

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	5663.00		5761.00		5855.00		5858.00	
Peso del Molde (g)	3816.00		3816.00		3816.00		3816.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	1847.00		1945.00		2039.00		2042.00	
Volúmen del molde (cc)	911.00		911.00		911.00		911.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.027		2.135		2.238		2.241	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H ₂ O agregada	3.5%		5.5%		7.5%		9.5%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	155.30	148.40	151.70	149.40	153.40	146.90	139.70	144.60
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	151.70	145.20	146.50	144.20	146.30	140.00	131.60	136.80
Peso Tarro (g)	51.30	50.70	49.60	50.10	52.50	47.80	48.10	53.50
Peso del agua	3.60	3.20	5.20	5.20	7.10	6.90	8.10	7.80
Peso de suelo seco	100.40	94.50	96.90	94.10	93.80	92.20	83.50	83.30
Humedad (%)	3.6	3.4	5.4	5.5	7.6	7.5	9.7	9.4
Humedad promedio (%)	3.486		5.446		7.527		9.532	
Densidad Seca (g/cc)	1.959		2.025		2.082		2.046	



METODO	B
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	25
DSM (g/cm ³)	2.08
OCH (%)	7.53

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	3816.0
VOLUMEN(cc):	911.0

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°33: Ensayo CBR Cantera El Diablo

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

PROYECTO	: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN
UBICACIÓN	: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
MUESTRA	: CANTERA EL DIABLO.
TESTISTAS	: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Datos de la Muestra												
Procedencia de Muestra	: Cantera el Diablo					Método Proctor	: B					
Tipo de Muestra	: Alterada					Máxima densidad seca (gr/cm3)	: 2.08					
Uso de Muestra						Óptimo cont. Humedad (%)	: 7.53%					
Datos necesarios para el ensayo												
Preparación de muestra	: Húmeda					Área Pistón de Penetración	: 19.4 cm2					
Compactación de Especímenes												
Molde N°	1			2			3					
N° Capa	5			5			5					
Golpes por capa N°	56			26			12					
Cond. de la muestra	Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada	
Peso molde + Suelo húmedo	12559		12559		12698		12698		12558		12558	
Peso de molde (gr.)	8031			8172			8308					
Peso del suelo húmedo (gr.)	4528		4528		4526		4526		4250		4250	
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110					
Densidad húmeda (gr/cc)	2.239		2.239		2.133		2.133		2.014		2.014	
Contenido de humedad de los especímenes												
Tarro N°												
Tarro + Suelo húmedo (gr.)	101.44		108.06		114.12		110.48		115.27		107.21	
Tarro + Suelo seco (gr.)	96.15		102.22		107.72		104.61		108.88		101.44	
Peso del Agua (gr.)	5.29		5.84		6.4		5.87		6.39		5.77	
Peso del tarro (gr.)	26.38		24.15		22.69		26.72		24.57		25.03	
Peso del suelo seco (gr.)	69.77		78.07		85.03		77.89		84.31		76.41	
Humedad (%)	7.58		7.48		7.53		7.54		7.58		7.55	
Densidad seca (gr/cc)	2.083			1.984			1.873					
Expansión												
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión		
				mm	%		mm	%		mm	%	
23/06/20	10:30	24	24	0.06	0.05	29.00	0.07	0.06	36.00	0.09	0.07	
24/06/20	10:33	48	36	0.09	0.07	41.00	0.10	0.08	51.00	0.13	0.10	
25/06/20	10:32	72	51	0.13	0.10	61.00	0.15	0.12	69.00	0.18	0.14	
26/06/20	10:28	96	62	0.16	0.12	74.00	0.19	0.15	85.00	0.22	0.17	
Penetración												
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa				
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida		
0.63		100.80	4.99		74.40	3.68		52.80	2.62			
1.27		232.80	11.53		148.80	7.37		100.80	4.99			
1.90		372.00	18.42		220.80	10.94		132.00	6.54			
2.54	70.31	427.20	21.16	22.00	290.40	14.38	16.00	163.20	8.08	10.60		
3.17		588.00	29.12		355.20	17.59		201.60	9.99			
3.81		688.80	34.12		412.80	20.45		302.40	14.98			
5.08	105.46	808.80	40.06	41.00	588.00	29.12	30.00	453.60	22.47	21.00		
7.62		1166.80	57.79		835.20	41.37		614.40	30.43			
10.16		1457.60	72.19		1085.60	53.77		818.40	40.53			
12.70		1741.60	86.26		1202.40	59.55		979.20	48.50			

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°34: Ensayo CBR Cantera El Diablo

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

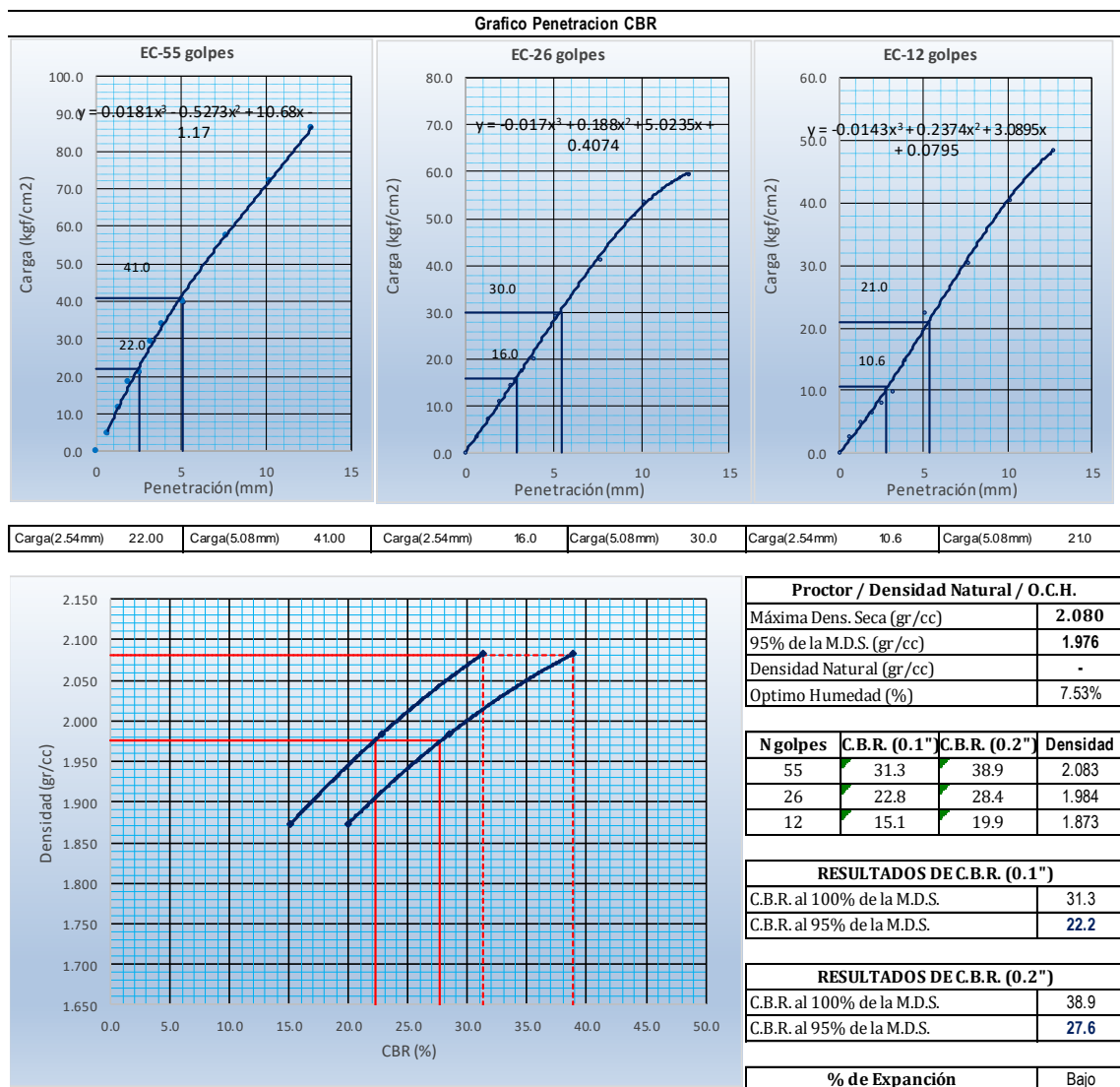
I. Datos Generales:

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

MUESTRA : CANTERA EL DIABLO.

SOLICITANTE : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL



Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°35: Ensayo por abrasión Cantera El Diablo**DESGASTE POR ABRASIÓN
(NTP 400.019)**

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON
SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Muestra: CANTERA EL DIABLO.

Tipo: GRADACIÓN "A".

Fecha: JUNIO DEL 2022.

PROCESAMIENTO DE DATOS:

$$A = 5,004.1 \text{ g}$$

$$B = 3,185.5 \text{ g}$$

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

% Desgaste = 36.34 %

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

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°36: Ensayo estándar equivalente de arena Cantera El Diablo.**ENSAYO ESTANDAR EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114****I. Datos Generales:**

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA: CANTERA EL DIABLO.

MUESTRA	01	02	03	
HORA DE ENTRADA (t)	6:15	6:17	6:19	
HORA DE SALIDA (t1 = t+10 min±1min)	06:25	06:27	06:29	
HORA DE ENTRADA (t2 = t1+tx min)	06:27	06:29	06:31	
HORA DE SALIDA (t3 = t2+20 min±15seg)	06:47	06:49	06:51	
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	9.80	9.90	9.70	
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.20	3.10	3.20	
EQUIVALENTE DE ARENA (B / A x 100)	33.0	32.0	33.0	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:	33 %			
tx: corresponde al tiempo de agitación y complementación de la solución hasta los 15"				

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°37: Ensayo índice de aplanamiento de los agregados Cantera El Diablo

INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS (MTC E 221)

I. Datos Generales:

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS : DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA : CANTERA EL DIABLO.

DATOS DE LA MUESTRA								
INDICE DE APLANAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		APLANAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	1854.0	1669.0	185.0	10.0	33.6	3.36
3/4"	1/2"	200	2045.0	1842.0	203.0	9.9	44.4	4.41
1/2"	3/8"	100	1243.0	1000.0	243.0	19.5	10.4	2.04
3/8"	1/4"	100	756.0	702.0	54.0	7.1	11.6	0.83
TOTALES			5898.0	5213.0	685.0		100.0	10.62

INDICE DE ALARGAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		ALARGAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	1854.0	1691.0	163.0	8.8	33.6	2.96
3/4"	1/2"	200	2045.0	1949.0	96.0	4.7	44.4	2.08
1/2"	3/8"	100	1243.0	1076.0	167.0	13.4	10.4	1.40
3/8"	1/4"	100	756.0	714.0	42.0	5.6	11.6	0.64
TOTALES			5898.0	5430.0	468.0		100.0	7.08

CHATAS Y ALARGADAS : **17.7%**

ESPECIFICACIÓN:

OBSERVACIONES :

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°38: Ensayo determinación de sales solubles totales Cantera El Diablo

**DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES TOTALES
(NTP 339.177 / NTP 339.178)**

Proyecto: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL DESDE EL KM 0+000 EN EL CENTRO POBLADO DE SANAGORAN – CARACMACA – LA CALZADA HASTA KM 21+771.21 EN EL CENTRO POBLADO DE RAUMATE - DISTRITO DE SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION – REGION LA LIBERTAD.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

Muestra: CANTERA EL DIABLO.

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES	
Muestra :	ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS
Peso Fiola (g) :	115.85
Peso Fiola + Agua Destilada + Sales (g) :	216.96
Peso Fiola + Sales (g) :	115.92
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%)	0.07

MUESTRA	SALES SOLUBLES	
	(%)	(ppm)
SC	0.069	692

Exposición a Sulfatos	Suelo con S.S.T. en ppm	Tipo de Cemento
Insignificante	$0 \leq SO_4 < 150$	I
Moderada	$150 \leq SO_4 < 1500$	MS, IP
Severa	$1500 \leq SO_4 \leq 10000$	V
Muy Severa	$SO_4 > 10000$	V + puzolana

Conclusiones: El contenido de Sales de la muestra proporcionada es "**MODERADA**".

Nota: Elaboración propia.

-Cantera La Calzada (60%) + Caracmaca (40%):

Cuadro N°39: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

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

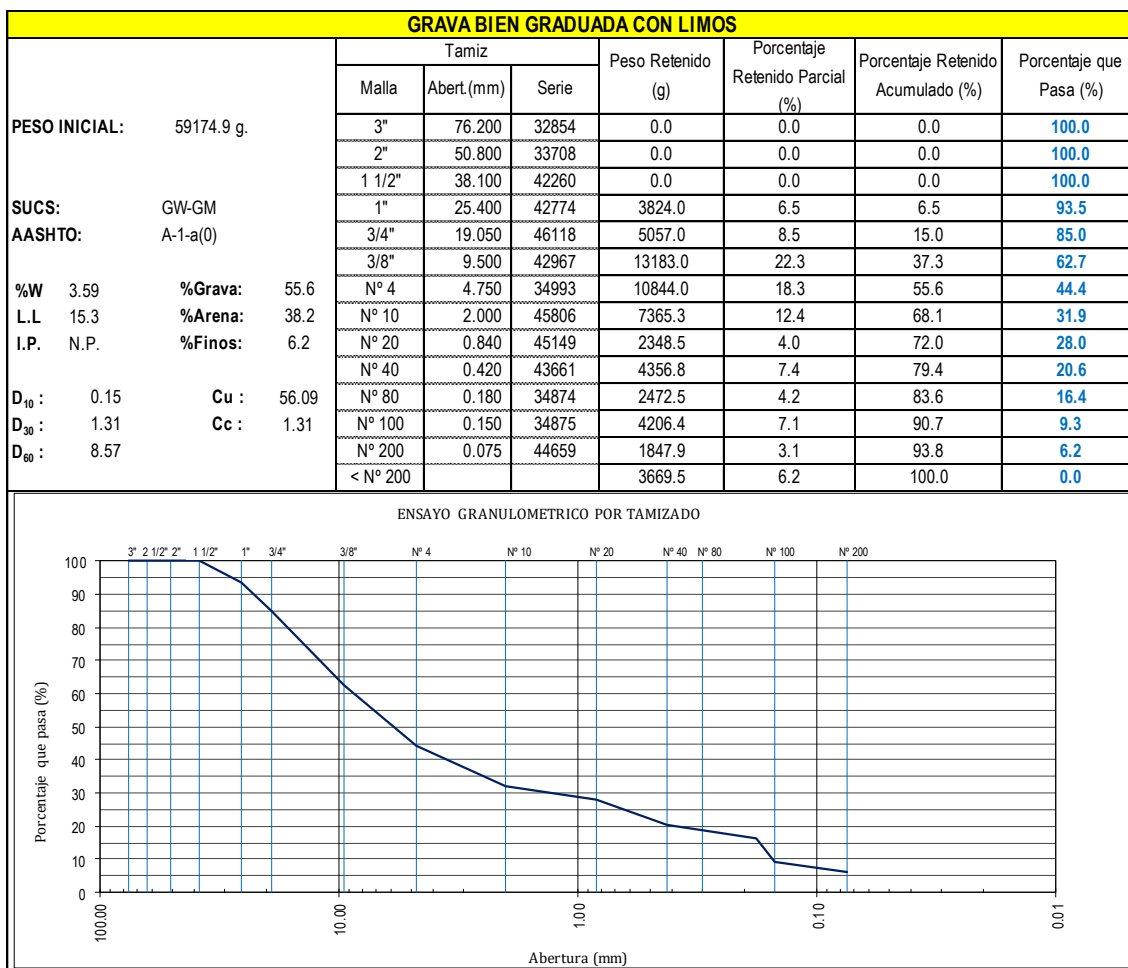
I. Datos Generales:

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA : BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).



Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°40: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

A. DATOS GENERALES

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

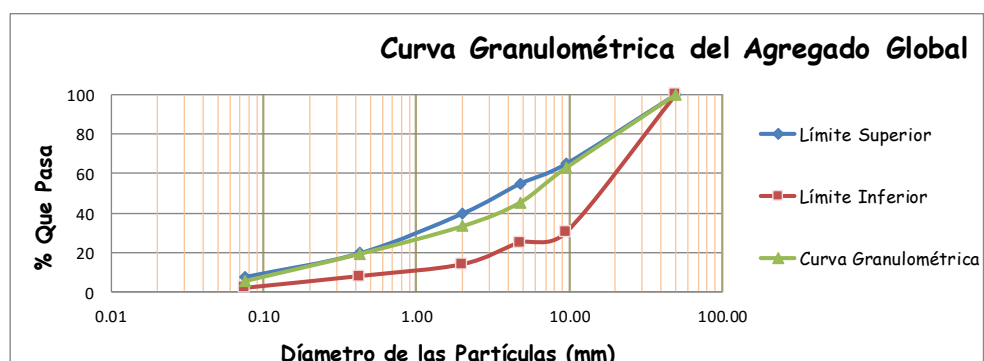
Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Muestra: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%)

B. DATOS TÉCNICOS

Tamiz	Abertura (mm)	Límites Granulométricos NTP 400.037		Pesos Retenidos (g)	% Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos Acumulados	% Que Pasa
		MIN	MAX				
2"	50.00	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	30	65	23,064.00	37.10	37.10	62.90
N°04	4.75	25	55	10,844.00	17.44	54.54	45.46
N°10	2.00	14	40	7,365.30	11.85	66.38	33.62
N°40	0.425	8	20	8,705.30	14.00	80.38	19.62
N°200	0.075	2	8	8,526.80	13.71	94.10	5.90
Bandeja				3,669.50	5.90	100.00	0.00
Σ				62,174.90	100.00	-	-
TMN				-			



C. OBSERVACIONES: El material fue ensayado bajo los Requerimientos Granulométricos para Base Granular Tabla 403-01 del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°41: Ensayo contenido de humedad natural Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%).

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(NTP 339.127)**

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MEUSTRA BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	65.45	55.76
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	567.54	365.78
Peso Recipiente + Muestra Seca:	549.69	355.34
Peso Agua:	17.85	10.44
Peso Seco:	484.24	299.58
W%:	3.69	3.48
W_{promedio} %:	3.59	

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°42: Ensayo límites de consistencia Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL
MUESTRA	:	BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	-	-	
Tarro + Suelo humedo. (g)	-	-	
Tarro + Suelo seco (g)	-	-	
Peso Agua (g)	-	-	
Peso del Tarro (g)	-	-	
Peso del suelo seco (g)	-	-	
Humedad (%)	-	-	
Limite Plástico (%)			-
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	1	2	3
Numero de Golpes	18	23	31
Peso tarro + suelo humedo (g)	29.42	29.33	29.65
Peso tarro+suelo seco (g)	27.06	27.28	27.69
Peso del Agua (g)	2.36	2.05	1.96
Peso del tarro (g)	13.74	14.22	13.91
Peso del suelo seco (%)	13.32	13.06	13.78
Humedad (%)	17.72	15.70	14.22
Limite Líquido (%)		15.30	

Límites de Consistencia de suelos	
Límite Líquido (%)	15.30
Límite Plástico (%)	-
Índice de Plasticidad (%)	N.P.

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°43: Ensayo de compactación Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

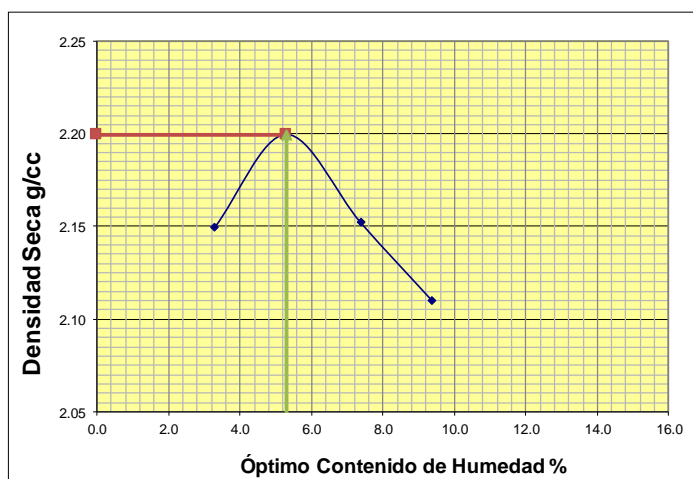
N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

<p>PROYECTO:</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>TESISTAS:</p> <p>MUESTRA:</p>	<p>ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.</p> <p>TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.</p> <p>DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.</p> <p>BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).</p>
---	--

B. DATOS TÉCNICOS

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	11296.00		11503.00		11492.00		11485.60	
Peso del Molde (g)	6521.00		6521.00		6521.00		6521.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4775.00		4982.00		4971.00		4964.60	
Volúmen del molde (cc)	2151.00		2151.00		2151.00		2151.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.220		2.316		2.311		2.308	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	3.3%		5.3%		7.3%		9.3%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	150.20	148.60	145.10	150.20	154.30	147.70	149.50	152.30
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	146.90	145.20	140.10	144.90	146.80	140.60	140.60	143.20
Peso Tarro (g)	42.30	45.60	45.90	44.50	46.10	43.70	45.20	46.80
Peso del agua	3.30	3.40	5.00	5.30	7.50	7.10	8.90	9.10
Peso de suelo seco	104.60	99.60	94.20	100.40	100.70	96.90	95.40	96.40
Humedad (%)	3.2	3.4	5.3	5.3	7.4	7.3	9.3	9.4
Humedad promedio (%)	3.284		5.293		7.388		9.384	
Densidad Seca (g/cc)	2.149		2.200		2.152		2.110	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	2.20
OCH (%)	5.30

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	6521.0
VOLUMEN(cc):	2151.0

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°44: Ensayo CBR Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.	
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.	
MUESTRA	:	BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).	
TESTISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL	

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra		: Km. 15 + 800 con Material de Río							C		
Tipo de Muestra		: ALTERADA							2.20		
									5.30%		
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra		: Húmeda			Área Pistón de Penetración				20.2 cm ²		
Compactación de Especímenes											
Molde N°	1			2			3				
N° Capa	5			5			5				
Golpes por capa N°	56			26			12				
Cond. de la muestra	Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		
Peso molde + Suelo húmedo	12721		12721		12868		12868		12773		
Peso de molde (g)	8031			8172				8308			
Peso del suelo húmedo (g)	4690		4690		4696		4696		4465		
Volumen del molde (cc)	2022			2122			2110				
Densidad húmeda (g/cc)	2.319		2.319		2.213		2.213		2.116		
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)	145.23		152.42		162.58		147.83		145.64		
Tarro + Suelo seco (g)	139.37		146.17		155.76		141.63		139.45		
Peso del Agua (g)	5.86		6.25		6.82		6.2		6.19		
Peso del tarro (g)	27.82		28.65		26.39		25.71		24.84		
Peso del suelo seco (g)	111.55		117.52		129.37		115.92		114.61		
Humedad (%)	5.25		5.32		5.27		5.35		5.40		
Densidad seca (gr/cc)	2.203			2.101			2.008				
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
SIN EXPANSIÓN											
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		151.00	7.74		132.00	6.77		85.00	4.36		
1.27		405.00	20.77		302.00	15.49		168.00	8.62		
1.90		880.00	45.13		587.00	30.10		257.00	13.18		
2.54	70.31	1034.00	53.03	62.00	786.00	40.31	43.00	438.00	22.46	23.00	
3.17		1480.00	75.90		937.00	48.05		593.00	30.41		
3.81		1859.00	95.33		1265.00	64.87		753.00	38.62		
5.08	105.46	2465.00	126.41	122.00	1638.00	84.00	80.00	1032.00	52.92	48.00	
7.62		3265.00	167.44		2210.00	113.33		1476.00	75.69		
10.16		4167.00	213.69		2945.00	151.03		1843.00	94.51		
12.70		4926.00	252.62		3487.00	178.82		2367.00	121.38		

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°45: Ensayo CBR Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

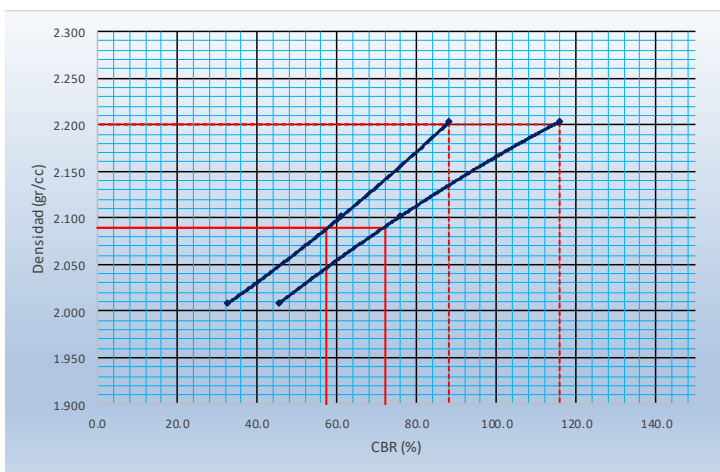
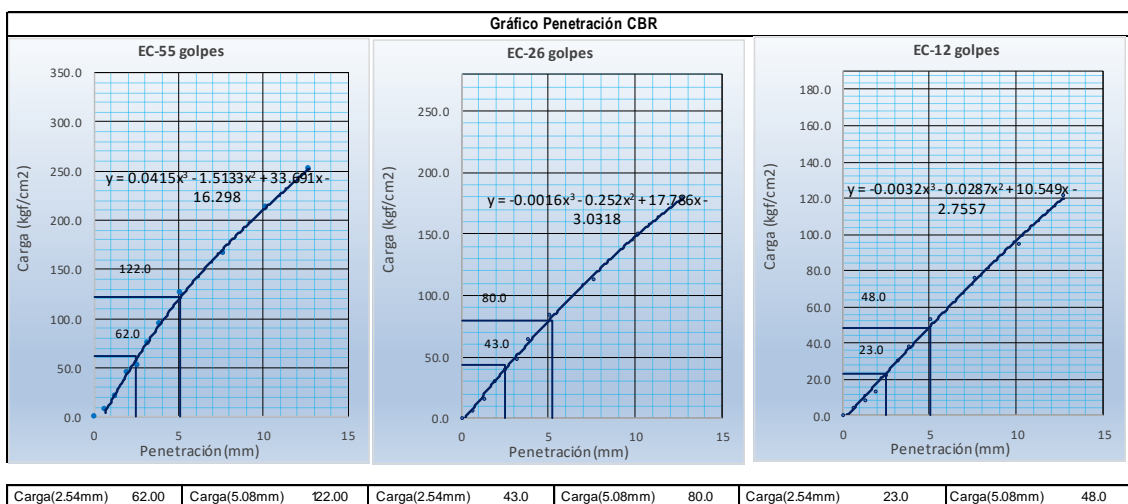
I. Datos Generales:

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

MUESTRA : BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).

SOLICITANTE : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	2.200
95% de la M.D.S. (gr/cc)	2.090
Densidad Natural (gr/cc)	-
Optimo Humedad (%)	5.30%

Ngolpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	88.2	115.7	2.203
26	61.2	75.9	2.101
12	32.7	45.5	2.008

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	88.2
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	57.5

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	115.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	72.0

% de Expansión	NULA
-----------------------	------

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°46: Ensayo desgaste por abrasión Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

DESGASTE POR ABRASIÓN
(NTP 400.019)

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON
SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Muestra: COMBINACIÓN DE LA CANTERA 15+800(60%) + CANTERA DE RÍO(40%)

Tipo: GRADACIÓN "A".

Fecha: JUNIO DEL 2022.

PROCESAMIENTO DE DATOS:

$$A = 5,003.2 \text{ g}$$

$$B = 4,013.7 \text{ g}$$

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

% Desgaste = 19.78 %

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

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°47: Ensayo estándar de equivalente de arena Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

**ENSAYO ESTANDAR EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114**

I. Datos Generales:

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).

MUESTRA	01	02	03	
HORA DE ENTRADA (t)	6:15	6:17	6:19	
HORA DE SALIDA (t1 = t+10 min±1 min)	06:25	06:27	06:29	
HORA DE ENTRADA (t2 = t1+tx min)	06:27	06:29	06:31	
HORA DE SALIDA (t3 = t2+20 min±15seg)	06:47	06:49	06:51	
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.60	5.70	5.80	
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.40	3.20	3.40	
EQUIVALENTE DE ARENA (B / A x 100)	61.0	57.0	59.0	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:	59 %			
tx: corresponde al tiempo de agitación y complementación de la solución hasta los 15"				

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°48: Ensayo índice de aplanamiento de los agregados Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%).

**INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS
(MTC E 221)**

I. Datos Generales:

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS : DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA : BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).

DATOS DE LA MUESTRA								
INDICE DE APLANAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		APLANAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2056.0	1914.0	142.0	6.9	33.6	2.32
3/4"	1/2"	200	1953.0	1769.0	184.0	9.4	44.4	4.18
1/2"	3/8"	100	935.0	733.0	202.0	21.6	10.4	2.25
3/8"	1/4"	100	471.0	377.0	94.0	20.0	11.6	2.31
TOTALES			5415.0	4793.0	622.0		100.0	11.06

INDICE DE ALARGAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		ALARGAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2056.0	1964.0	92.0	4.5	33.6	1.51
3/4"	1/2"	200	1953.0	1900.0	53.0	2.7	44.4	1.20
1/2"	3/8"	100	935.0	861.0	74.0	7.9	10.4	0.82
3/8"	1/4"	100	471.0	467.0	4.0	0.8	11.6	0.10
TOTALES			5415.0	5192.0	223.0		100.0	3.63

CHATAS Y ALARGADAS : **14.7%**

ESPECIFICACIÓN:

OBSERVACIONES :

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°49: Ensayo porcentajes de caras fracturadas en los agregados Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

PORCENTAJES DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (ASTM D 5821 - MTC E 210)

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL

MUESTRA : BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(60%) CON MATERIAL DE RÍO(40%).

a.- Con una cara fracturada.

Tamaño del Agregado		A (gr)	B (gr)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C x D
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	3385.0	3146.0	92.9	37.8	3513.1
1"	3/4"	2179.0	1858.0	85.3	24.3	2072.0
3/4"	1/2"	2230.0	1654.0	74.2	24.9	1846.8
1/2"	3/8"	607.0	687.0	113.2	13.0	1471.3
TOTAL		8401			100.0	8903.3
<p>Porcentaje con una cara fracturada = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ 89.0 %</p>						

b.- Con dos caras fracturadas.

Tamaño del Agregado		A (gr)	B (gr)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C x D
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	3385.0	2286.0	67.5	37.8	2552.8
1"	3/4"	2179.0	1535.0	70.4	24.3	1711.8
3/4"	1/2"	2230.0	1498.0	67.2	24.9	1672.7
1/2"	3/8"	607.0	738.0	121.6	13.0	1580.6
TOTAL		8401			100.0	7517.8
<p>Porcentaje con dos caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ 75.2 %</p>						

A = PESO MUESTRA, gr.
 B = PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS, g.
 C = PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
 D = PORCENTAJE RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL
 E = PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS

OBSERVACIONES:

.....

.....

.....

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°50: Ensayo de contenido de sales solubles en agregados Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

REF. MTC 219 - 2000

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

FECHA : JUNIO DE 2022.

Material : base Granular

AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCIÓN		ENSAYOS		
			01	02	03
1	Recipiente	gr.	01	02	03
2	Masa (Biker 250 ml.)	gr.	104.32	102.98	103.47
3	Masa + Sal + Biker 250 ml.	gr.	104.36	103.01	103.51
4	Masa Sal	gr.	0.04	0.03	0.04
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	0.400
9	Promedio Sales Solubles	%	0.37		

AGREGADO GRUESO					
ITEM	DESCRIPCIÓN		ENSAYOS		
			01	02	03
1	Recipiente	gr.	01	02	03
2	Masa (Biker 250 ml.)	gr.	105.28	102.33	103.56
3	Masa + Sal + Biker 250 ml.	gr.	105.33	102.36	103.59
4	Masa Sal	gr.	0.05	0.03	0.03
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	%	0.100	0.060	0.060
9	Promedio Sales Solubles	%	0.07		

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°51: Ensayo de inalterabilidad de los agregados al sulfato de sodio o magnesio Cantera La Calzada (60%) + Cantera Caracmaca (40%)

INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C 88

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

FECHA : JUNIO DE 2022.

Material : base Granular (agregado fino y grueso)

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	90.8	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° 50	20.1	100.0	94.2	5.80	5.80	1.17
N° 50	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	1342.0	162.40	10.80	2.76
3/4"	3/8"	45.1	1003.8	869.3	134.50	13.40	6.04
3/8"	N°4	23.8	300.1	257.9	42.20	14.06	3.35
< N° 4		0.6					
TOTALES							12.41

OBSERVACIONES:

* Solución utilizada : Sulfato de Magnesio

Nota: Elaboración propia.

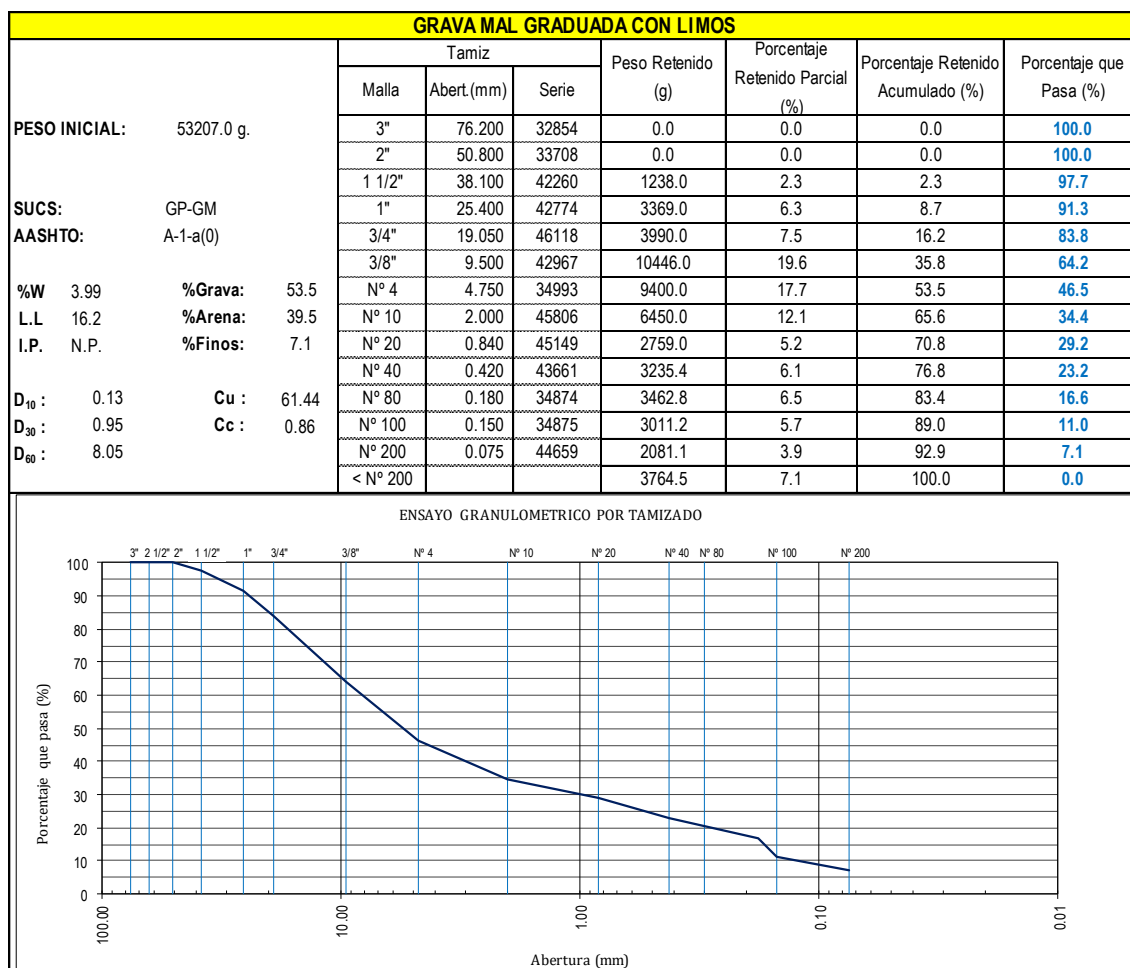
-Cantera La Calzada (70%) + Caracmaca (30%):

Cuadro N°52: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	:	ÁNALISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	:	BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).



Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°53: Ensayo granulométrico por tamizado Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NTP 400.012

A. DATOS GENERALES

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

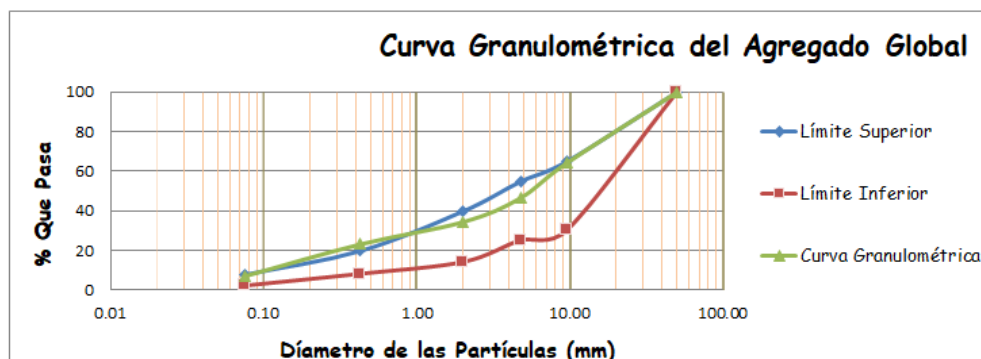
Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

Muestra: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

B. DATOS TÉCNICOS

Tamiz	Abertura (mm)	Límites Granulométricos NTP 400.037		Pesos Retenidos (g)	% Pesos Retenidos	% Pesos Retenidos Acumulados	% Que Pasa
		MIN	MAX				
2"	50.00	100	100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	30	65	19,043.00	35.79	35.79	64.21
N°04	4.75	25	55	9,400.00	17.67	53.46	46.54
N°10	2.00	14	40	6,450.00	12.12	65.58	34.42
N°40	0.425	8	20	5,994.00	11.27	76.85	23.15
N°200	0.075	2	8	8,555.10	16.08	92.92	7.08
Bandeja				3,764.50	7.08	100.00	0.00
Σ				53,206.60	100.00	-	-
TMN				-			



C. OBSERVACIONES: El material fue ensayado bajo los Requerimientos Granulométricos para Base Granular Tabla 403-01 del Manual de Carreteras "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" (EG-2013).

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°54: Ensayo contenido de humedad natural Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
(NTP 339.127)**

PROYECTO:	ÁNÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACIÓN EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN:	TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS:	DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
CALICATA:	BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

Muestra:	M-01	
Recipiente:	1	2
Peso Recipiente :	72.34	67.81
Peso Recipiente + Muestra Humeda:	458.23	502.39
Peso Recipiente + Muestra Seca:	443.60	485.54
Peso Agua:	14.63	16.85
Peso Seco:	371.26	417.73
W%:	3.94	4.03
W_{promedio} %:	3.99	

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°55: Ensayo límites de consistencia Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

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

I. Datos Generales:

PROYECTO	: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (MTC E-111)			
Nº Tarro	-	-	-
Tarro + Suelo humedo. (g)	-	-	-
Tarro + Suelo seco (g)	-	-	-
Peso Agua (g)	-	-	-
Peso del Tarro (g)	-	-	-
Peso del suelo seco (g)	-	-	-
Humedad (%)	-	-	-
Limite Plástico (%)	-	-	-
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E-110)			
Nº Tarro	1	2	3
Numero de Golpes	15	22	30
Peso tarro + suelo humedo (g)	28.85	29.39	30.05
Peso tarro+suelo seco (g)	26.65	27.27	27.85
Peso del Agua (g)	2.2	2.12	2.2
Peso del tarro (g)	14.35	14.72	13.69
Peso del suelo seco (%)	12.3	12.55	14.16
Humedad (%)	17.89	16.89	15.54
Limite Líquido (%)	16.20		

Límites de Consistencia de suelos	
Límite líquido (%)	16.20
Límite Plástico (%)	-
Índice de Plasticidad (%)	N.P.

Numero Golpes vs Humedad (%)

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°56: Ensayo de compactación Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

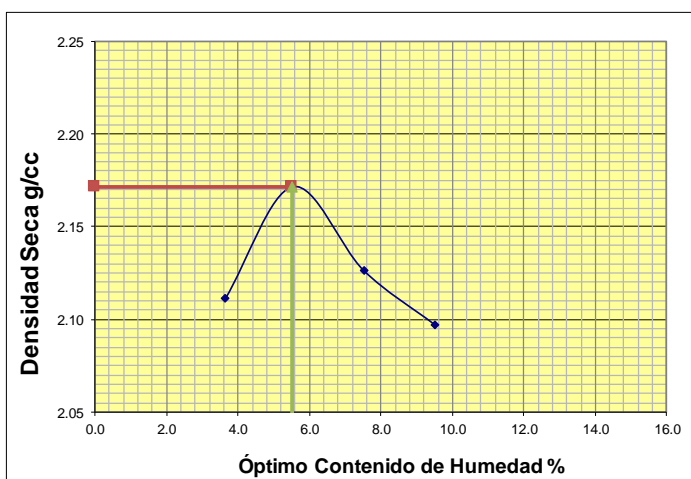
N.T.P. 339.141

A. DATOS GENERALES

<p>PROYECTO:</p> <p>UBICACIÓN:</p> <p>TESISTAS:</p> <p>MUESTRA:</p>	<p>ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.</p> <p>TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.</p> <p>DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.</p> <p>BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).</p>
---	--

B. DATOS TÉCNICOS

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	11227.00		11450.00		11439.00		11461.80	
Peso del Molde (g)	6521.00		6521.00		6521.00		6521.00	
Peso Suelo Húmedo (g)	4706.00		4929.00		4918.00		4940.80	
Volúmen del molde (cc)	2151.00		2151.00		2151.00		2151.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.188		2.291		2.286		2.297	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H₂O agregada	3.5%		5.5%		7.5%		9.5%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	152.70	150.60	146.50	149.50	150.20	149.20	146.80	153.90
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	148.80	146.70	141.10	143.90	142.80	141.80	138.10	144.20
Peso Tarro (g)	39.40	41.20	43.40	42.70	44.80	42.80	45.20	43.90
Peso del agua	3.90	3.90	5.40	5.60	7.40	7.40	8.70	9.70
Peso de suelo seco	109.40	105.50	97.70	101.20	98.00	99.00	92.90	100.30
Humedad (%)	3.6	3.7	5.5	5.5	7.6	7.5	9.4	9.7
Humedad promedio (%)	3.631		5.530		7.513		9.518	
Densidad Seca (g/cc)	2.111		2.171		2.127		2.097	



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm ³)	2.17
OCH (%)	5.53

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	1
PESO(g):	6521.0
VOLUMEN(cc):	2151.0

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°57: Ensayo CBR Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

PROYECTO	: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.
UBICACIÓN	: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
MUESTRA	: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).
TESTISTAS	: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

Datos de la Muestra											
Procedencia de Muestra		: Cantera de Km. 15 + 800 con Material de Río						C			
Tipo de Muestra		: ALTERADA						2.17			
								5.53%			
Datos necesarios para el ensayo											
Preparación de muestra		: Húmeda			Área Pistón de Penetración			20.2 cm ²			
Compactación de Especímenes											
Molde N°		1			2			3			
N° Capa		5			5			5			
Golpes por capa N°		56			26			12			
Cond. de la muestra		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada		Saturada	
Peso molde + Suelo húmedo		12661	12661	12818	12818	12673	12673				
Peso de molde (g)		8031			8172			8308			
Peso del suelo húmedo (g)		4630	4630	4646	4646	4365	4365				
Volumen del molde (cc)		2022			2122			2110			
Densidad húmeda (g/cc)		2.290	2.290	2.189	2.189	2.069	2.069				
Contenido de humedad de los especímenes											
Tarro N°											
Tarro + Suelo húmedo (g)		148.47	150.46	155.38	149.97	149.41	152.48				
Tarro + Suelo seco (g)		142.23	144.12	148.58	143.36	142.84	145.88				
Peso del Agua (g)		6.24	6.34	6.8	6.61	6.57	6.6				
Peso del tarro (g)		30.13	29.34	25.47	24.82	25.56	25.94				
Peso del suelo seco (g)		112.1	114.78	123.11	118.54	117.28	119.94				
Humedad (%)		5.57	5.52	5.52	5.58	5.60	5.50				
Densidad seca (gr/cc)		2.170			2.074			1.960			
Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
SIN EXPANSIÓN											
Penetración											
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm ²	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 26 golpes/capa			Molde de 12 golpes/capa			
		Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	Dial	Kg/cm ²	Corregida	
0.63		120.80	6.19		105.60	5.42		78.00	4.00		
1.27		324.00	16.62		241.60	12.39		134.40	6.89		
1.90		704.00	36.10		469.60	24.08		205.60	10.54		
2.54	70.31	827.20	42.42	50.00	628.80	32.25	33.00	350.40	17.97	20.00	
3.17		1184.00	60.72		749.60	38.44		474.40	24.33		
3.81		1487.20	76.27		1012.00	51.90		602.40	30.89		
5.08	105.46	1972.00	101.13	98.00	1310.40	67.20	66.00	825.60	42.34	40.00	
7.62		2612.00	133.95		1768.00	90.67		1180.80	60.55		
10.16		3333.60	170.95		2356.00	120.82		1474.40	75.61		
12.70		3940.80	202.09		2789.60	143.06		1893.60	97.11		

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°58: Ensayo CBR Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%).

CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000

I. Datos Generales:

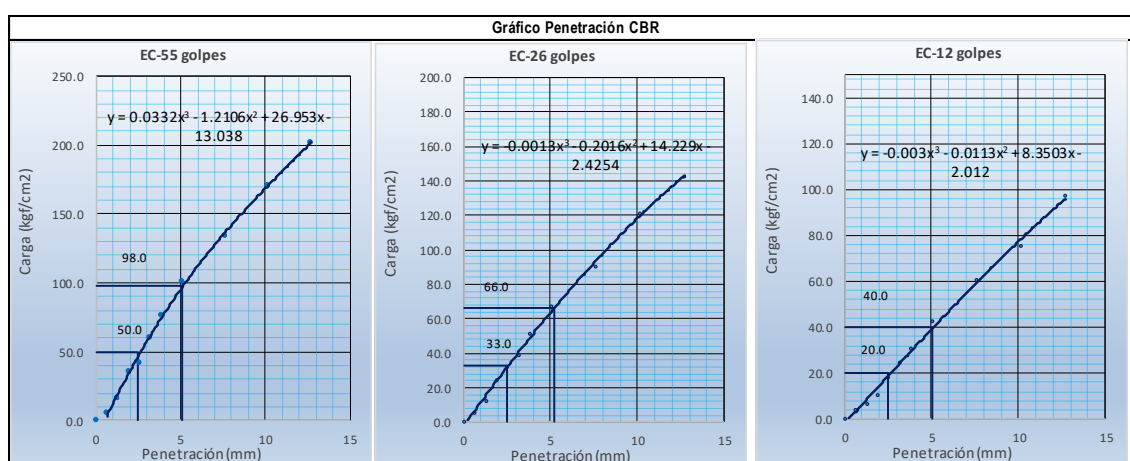
PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

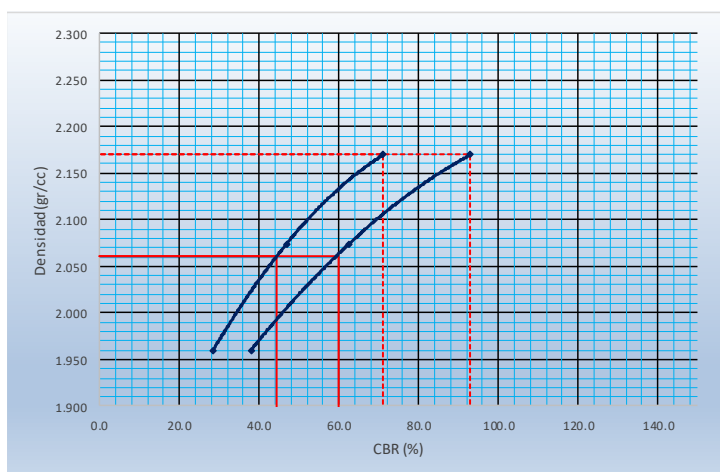
MUESTRA : BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

SOLICITANTE : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

FECHA : #REF!



Carga(2.54mm)	50.00	Carga(5.08mm)	98.00	Carga(2.54mm)	33.0	Carga(5.08mm)	66.0	Carga(2.54mm)	20.0	Carga(5.08mm)	40.0
---------------	-------	---------------	-------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	2.170
95% de la M.D.S. (gr/cc)	2.062
Densidad Natural (gr/cc)	-
Optimo Humedad (%)	5.53%

Ngolpes	C.B.R. (0.1")	C.B.R. (0.2")	Densidad
55	71.1	92.9	2.170
26	46.9	62.6	2.074
12	28.4	37.9	1.960

RESULTADOS DE C.B.R. (0.1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	71.1
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	44.5

RESULTADOS DE C.B.R. (0.2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	92.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	60.0

% de Expansión	NULA
----------------	------

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°59: Ensayo desgaste por abrasión Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

DESGASTE POR ABRASIÓN (NTP 400.019)

Proyecto: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

Ubicación: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

Tesistas: DÍAZ MENDOZA, EMERSON
SOTO LEON, LUIS MIGUEL

Muestra: COMBINACIÓN DE LA CANTERA 15+800(70%) + CANTERA DE RÍO(30%)

Tipo: GRADACIÓN "A".

Fecha: JUNIO DEL 2022.

PROCESAMIENTO DE DATOS:

$$A = 5,002.1 \text{ g}$$

$$B = 3,826.8 \text{ g}$$

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

% Desgaste = 23.50 %

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

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°60: Ensayo estándar equivalente de arena Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

**ENSAYO ESTANDAR EQUIVALENTE DE ARENA
MTC E 114**

I. Datos Generales:

PROYECTO: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

MUESTRA: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

MUESTRA	01	02	03	
HORA DE ENTRADA (t)	6:15	6:17	6:19	
HORA DE SALIDA (t1 = t+10 min±1min)	06:25	06:27	06:29	
HORA DE ENTRADA (t2 = t1+tx min)	06:27	06:29	06:31	
HORA DE SALIDA (t3 = t2+20 min±15seg)	06:47	06:49	06:51	
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	5.90	5.80	5.80	
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	3.50	3.50	3.40	
EQUIVALENTE DE ARENA (B / A x 100)	60.0	61.0	59.0	
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:	60 %			
tx : corresponde al tiempo de agitación y complementación de la solución hasta los 15"				

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°61: Ensayo índice de aplanamiento de los agregados Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

INDICE DE APLANAMIENTO DE LOS AGREGADOS (MTC E 221)

I. Datos Generales:

PROYECTO	: ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN. RAUMATE - DISTRITO DE SANAGORAN - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION – REGION LA LIBERTAD.
UBICACIÓN	: TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.
TESISTAS	: DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.
MUESTRA	: BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

DATOS DE LA MUESTRA								
INDICE DE APLANAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		APLANAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2173.0	1989.0	184.0	8.5	33.6	2.85
3/4"	1/2"	200	1836.0	1687.0	149.0	8.1	44.4	3.60
1/2"	3/8"	100	1265.0	1142.0	123.0	9.7	10.4	1.01
3/8"	1/4"	100	549.0	460.0	89.0	16.2	11.6	1.87
TOTALES			5823.0	5278.0	545.0		100.0	9.34

INDICE DE ALARGAMIENTO								
TAMIZ		PART. ENSAYO	PESO		ALARGAMIENTO		ESCALONADO ORIGINAL	PERDIDA CORREGIDA
PASA	RETIENE		INICIAL	FINAL	PESO	%		
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"	200	2173.0	2065.0	108.0	5.0	33.6	1.67
3/4"	1/2"	200	1836.0	1757.0	79.0	4.3	44.4	1.91
1/2"	3/8"	100	1265.0	1201.0	64.0	5.1	10.4	0.53
3/8"	1/4"	100	549.0	500.0	49.0	8.9	11.6	1.03
TOTALES			5415.0	5523.0	300.0		100.0	5.14

CHATAS Y ALARGADAS : **14.5%**

ESPECIFICACIÓN:

OBSERVACIONES :

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°61: Ensayo de porcentajes de caras fracturadas en los agregados Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

PORCENTAJES DE CARAS FRACTURADAS EN LOS AGREGADOS (ASTM D 5821 - MTC E 210)

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

MUESTRA : BASE GRANULAR COMBINACIÓN DE CANTERA DE LA Km 15+800(70%) CON MATERIAL DE RÍO(30%).

a.- Con una cara fracturada.

Tamaño del Agregado		A (gr)	B (gr)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C x D
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2857.0	2539.0	88.9	37.8	3359.3
1"	3/4"	2375.0	1964.0	82.7	24.3	2009.5
3/4"	1/2"	2106.0	1866.0	88.6	24.9	2206.2
1/2"	3/8"	895.0	621.0	69.4	13.0	902.0
TOTAL		8233			100.0	8477.0
Porcentaje con una cara fracturada = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ 84.8 %						

b.- Con dos caras fracturadas.

Tamaño del Agregado		A (gr)	B (gr)	C ((B/A)*100)	D (%)	E C x D
Pasa Tamiz	Ret. Tamiz					
2"	1 1/2"					
1 1/2"	1"	2857.0	2173.0	76.1	37.8	2875.0
1"	3/4"	2375.0	1649.0	69.4	24.3	1687.2
3/4"	1/2"	2106.0	1358.0	64.5	24.9	1605.6
1/2"	3/8"	895.0	712.0	79.6	13.0	1034.2
TOTAL		8233			100.0	7202.0
Porcentaje con dos caras fracturadas = $\frac{\text{TOTAL E}}{\text{TOTAL D}}$ 72.0 %						

A = PESO MUESTRA, gr.
 B = PESO MATERIAL CON CARAS FRACTURADAS, g.
 C = PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS
 D = PORCENTAJE RETENIDO GRADACIÓN ORIGINAL
 E = PROMEDIO DE CARAS FRACTURADAS

OBSERVACIONES:

LABORATORIO	ESP. SUELOS Y PAVIMENTOS	GERENTE VIAL

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°62: Ensayo de contenido de sales solubles en agregados Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN AGREGADOS

REF. MTC 219 - 2000

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

FECHA : JUNIO DE 2022.

Material : base Granular - Cantera 15+800(70%) + río(30%).

AGREGADO FINO					
ITEM	DESCRIPCIÓN		ENSAYOS		
			01	02	03
1	Recipiente	gr.	01	02	03
2	Masa (Biker 250 ml.)	gr.	103.58	104.22	102.96
3	Masa + Sal + Biker 250 ml.	gr.	103.62	104.25	102.99
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.	106.57	105.63	104.39
3	Masa + Sal + Biker 250 ml.	gr.	106.61	105.68	104.44
4	Masa Sal	gr.	0.04	0.05	0.05
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	%	0.080	0.100	0.100
9	Promedio Sales Solubles	%	0.09		

OBSERVACIONES:

* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°63: Ensayo de inalterabilidad de los agregados al sulfato de sodio o magnesio Cantera La Calzada (70%) + Cantera Caracmaca (30%)

INALTERABILIDAD DE LOS AGREGADOS AL SULFATO DE SODIO O MAGNESIO ASTM C 88

PROYECTO : ANÁLISIS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y QUÍMICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS CANTERAS DIABLO, CARACMACA Y LA CALZADA PARA EL MEJORAMIENTO DE TRANSITABILIDAD Y CALIDAD DE LA PAVIMENTACION EN EL TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN.

TESISTAS : DÍAZ MENDOZA, EMERSON - SOTO LEON, LUIS MIGUEL.

UBICACIÓN : TRAMO LA ARENA - SANAGORÁN - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.

FECHA : JUNIO DE 2022.

Material : base Granular - Cantera 15+800(70%) + río(30%).

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	90.2	9.80	9.80	2.24
N° 8	N° 16	24.8	100.0	91.3	8.70	8.70	2.16
N° 16	N° 30	19.2	100.0	91.2	8.80	8.80	1.69
N° 30	N° 50	20.1	100.0	94.6	5.40	5.40	1.09
N° 50	N° 100	11.5	100.0	92.6	7.40	7.40	0.85
< N° 100		0.8					
TOTALES							8.11

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	1492.0	1375.0	117.00	7.84	2.01
3/4"	3/8"	45.1	1136.0	1105.0	31.00	2.73	1.23
3/8"	N°4	23.8	425.6	306.5	119.10	27.98	6.66
< N° 4		0.6					
TOTALES							10.15

OBSERVACIONES:

* Solución utilizada : Sulfato de Magnesio

Nota: Elaboración propia.

Cuadro N°64: Cuadro resumen de la caracterización de las canteras Caracmaca, La Calzasa y El diablo para subbase granular.

CANTERA	COORDENADA UTM 17 S		% QUE PASA	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIÓN		COMPACTACIÓN		CBR 0.1"		E.A. (%)	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)	DESGASTE POR ABRASIÓN %	SALES SOLUBLES (ppm)	DESCRIPCIÓN
	NORTE	SUR	Nº 200	LL	LP	IP	AASHTO	SUCS	D.S.M.	O.C.H.	100%	95%					
CARACMACA	9 135,369.00	813,053.00	3.90	0.00	N.P.	N.P.	A-1-a (0)	GW	2.14	5.04	49.80	34.00	72.00	8.80	16.76	597.00	GRAVA BIEN GRADUADA
LA CALZADA	9 131,841.00	816,503.87	6.20	17.60	N.P.	N.P.	A-1-a (0)	GP-GM	2.16	5.50	44.30	29.50	61.00	13.70	30.55	797.00	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMOS
DIABLO	9 133,037.00	823,711.00	15.50	23.30	14.24	9.06	A-2-4 (0)	SC	2.08	7.53	31.30	22.20	33.00	17.70	36.34	692.00	ARENA ARCILLOSA CON GRAVAS

Nota: Elaboración propia

Cuadro N°65: Cuadro resumen de la caracterización de la combinación de diferentes canteras para base granular.

MEZCLA DE AGREGADOS (%)	% QUE PASA	LIMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIÓN		COMPACTACIÓN		CBR 0.1"		E.A.	PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	DESGASTE POR ABRASIÓN %	SALES SOLUBLES A. FINO(%)	SALES SOLUBLES A. GRUESO(%)	D. AL SULFATO DE MAGNESIO A. FINO %	D. AL SULFATO DE MAGNESIO A. GRUESO %	PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA (%)	PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADA(%)	DESCRIPCIÓN
	Nº 200	LL	LP	IP	AASHTO	SUCS	D.S.M.	O.C.H.	100%	95%										
CANTERA LA CALZADA (60%) + CANTERA CARACMACA(40%)	6.20	15.30	N.P.	N.P.	A-1-a (0)	GW-GM	2.20	5.30	88.20	57.50	59.00	14.70	19.78	0.37	0.07	8.13	12.41	89.00	75.20	GRAVA BIEN GRADUADA CON LIMOS
CANTERA LA CALZADA (70%) + CANTERA CARACMACA(30%)	7.10	16.20	N.P.	N.P.	A-1-a (0)	GP-GM	2.17	5.53	71.10	44.50	60.00	14.50	23.50	0.33	0.09	8.11	10.15	84.80	72.00	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMOS

Nota: Elaboración propia

Anexo N°03: Panel fotográfico

-UBICACIÓN DE CANTERAS

A continuación se muestran fotografías de las Canteras de estudio para el reconocimiento de los terrenos correspondientes.

Foto N°01: Cantera Caracmaca



Foto N°02: Cantera La Calzada



Foto N°03: Cantera Diablo



-REALIZACIÓN DE TOPOGRAFÍA

Foto N°04: Señalización de punto de la estación E-5



Foto N°05: Señalización de punto de la estación E-4



Foto N°06: Señalización de punto de la estación E-1



Foto N°07: Estación total ubicada en el área de estudio



-REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Foto N°08: Tamizado del ensayo de análisis granulométrico por tamizado



Foto N°09: Secado mediante cocina industrial



Foto N°10: Ensayo de equivalente de arena



Foto N°11: Ensayo de límite líquido



Foto N°12: Ensayo de límite plástico



Foto N°13: Ensayo de compactación



Foto N°14: Ensayo de CBR-Expansión

