

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Diseño Estructural de Pavimento de la Carretera Otuzco - Usquil  
(L=37+000KM), Tramo Juan Velasco KM 16+200- La Ramada KM 25+700,  
La Libertad, 2023**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub Línea de Investigación:** Transportes

**Autor:**

Leyva Araujo, Ronaldo Felix

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Luján Silva, Enrique Francisco

**Secretario** : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Vocal** : Farfán Córdova, Marlon Gastón

**Asesor:**

Rodríguez Ramos, Mamerto

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/11/29**



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

---

**Diseño Estructural de Pavimento de la Carretera Otuzco - Usquil  
(L=37+000KM), Tramo Juan Velasco KM 16+200- La Ramada KM 25+700,  
La Libertad, 2023**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería de Transportes

**Sub Línea de Investigación:** Transportes

**Autor:**

Leyva Araujo, Ronaldo Felix

**Jurado Evaluador:**

**Presidente** : Luján Silva, Enrique Francisco

**Secretario** : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

**Vocal** : Farfán Córdova, Marlon Gastón

**Asesor:**

Rodríguez Ramos, Mamerto

**Código ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/11/29**

# Diseño Estructural de Pavimento de la Carretera Otuzco - Usquil (L=37+000KM), Tramo Juan Velasco KM 16+200- La Ramada KM 25+700, La Libertad, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>5%</b>	<b>5%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.uprit.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unsaac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

.....  
Rodríguez Ramos, Mamerto

CIP: 3689

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

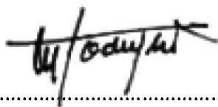
Yo, **Rodríguez Ramos, Mamerto**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: **“Diseño Estructural de Pavimento de la Carretera Otuzco – Usquil (L=37+000KM), Tramo Juan Velasco KM 16+200- La Ramada KM 25+700, La Libertad, 2023”**, del autor **Leyva Araujo, Ronaldo Felix**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 5%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 20 de Noviembre del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis: **“Diseño Estructural de Pavimento de la Carretera Otuzco – Usquil (L=37+000KM), Tramo Juan Velasco KM 16+200- La Ramada KM 25+700, La Libertad, 2023”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 22 de Noviembre del 2024



.....  
**Leyva Araujo, Ronaldo Felix**  
**DNI: 75126272**



.....  
**Rodríguez Ramos, Mamerto**  
**DNI: 18034417**  
**Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3024-0155>**



## **DEDICATORIA**

A mi mayor inspiración y motor que son mis padres, Clorinda y Félix; gracias a su paciencia, esfuerzo, oraciones y consejos que me dieron desde que me trajeron al mundo, hoy puedo cumplir un sueño más. A mi única abuela que llegué a conocer, Verena, a quien quise como una madre, por compartir momentos importantes conmigo en mi etapa de infancia y adolescencia. A mis hermanos, por siempre estar a mi lado en todas las etapas de mi formación profesional y mi vida. A mis amigos más cercanos por sus consejos y palabras de aliento; de una u otra forma, me acompañan en todas las etapas de mi vida y etapas profesionales sin una pizca de envidia.

## **AGRADECIMIENTO**

**A:**

**MIS PADRES:**

Por haber sido mi pilar fundamental y haberme brindado mi apoyo incondicional. No tengo palabras suficientes para expresar mi toda mi gratitud por su respaldo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas, otras locas los cuales me tocaron pagar con lágrimas.

**Ing. MAMERTO RODRIGUEZ RAMOS**

Por su valioso tiempo que le brindo a este proyecto asesorando y contribuyendo con sus conocimientos.

## RESUMEN

Este estudio se enfocó en el tramo de la carretera Otuzco, entre el kilómetro 16+200 y La Ramada en el kilómetro 25+2700, en la región La Libertad, Perú. La investigación se centró en una carretera vecinal de 37.9 km que enfrenta problemas estructurales debido a la falta de un diseño adecuado de pavimento, agravados por las intensas lluvias y el tráfico de vehículos pesados. Estas deficiencias han generado pérdidas económicas en sectores como la agricultura, comercio y minería, principales fuentes de ingresos de la zona. Se calculó un IMDA de 234 vehículos al día, clasificando la vía como de tercera clase. Ensayos realizados conforme a las normativas vigentes, como el EMS, determinaron un CBR de 6.5%, clasificando la subrasante como regular. El diseño de pavimento flexible incluyó una capa asfáltica de 5 cm, una subbase de 20 cm y una base de 30 cm, mientras que el pavimento rígido contó con una subbase de 15 cm y una losa de 18 cm, con dowells de 2.5 cm de diámetro y barras de amarre de 1.27 cm. La velocidad de diseño fue de 30 km/h, en función de la orografía. Los canteros de Shagaripe y Curianga se identificaron como adecuados para extraer material para base y subbase. El sistema de drenaje pluvial se diseñó para una intensidad de lluvia de 49.8 mm/h, con una cuneta triangular para asegurar la correcta evacuación.

**Palabras Claves:** Diseño estructural, pavimento rígido, pavimento flexible, carretera.



## ABSTRACT

This study focused on the section of the Otuzco Highway, between kilometer 16+200 and La Ramada at kilometer 25+2700, in the La Libertad region, Peru. The investigation focused on a 37.9 km long local road that faces structural problems due to the lack of an adequate pavement design, aggravated by heavy rains and heavy vehicle traffic. These deficiencies have generated economic losses in sectors such as agriculture, commerce and mining, the main sources of income in the area. An IMDA of 234 vehicles per day was calculated, classifying the road as third class. Tests carried out in accordance with current regulations, such as the EMS, determined a CBR of 6.5%, classifying the subgrade as regular. The flexible pavement design included a 5 cm asphalt layer, a 20 cm sub-base and a 30 cm base, while the rigid pavement had a 15 cm sub-base and an 18 cm slab, with 2.5 cm diameter dowells and 1.27 cm tie bars. The design speed was 30 km/h, based on the orography. The Shagaripe and Curianga quarries were identified as suitable for extracting base and sub-base material. The storm drainage system was designed for a rainfall intensity of 49.8 mm/h, with a triangular gutter to ensure proper drainage.

**Keywords:** Structural design, rigid pavement, flexible pavement, highway.

## PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento con los requisitos estipulados en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento del Programa Académico de Tesis Asistida de la Facultad de Ingeniería, ponemos a vuestra disposición la presente Tesis titulada: **Diseño Estructural de Pavimento de la Carretera Otuzco-Usquil (L=37+000KM), Tramo Juan Velasco KM 16+200- La Ramada KM 25+2700, La Libertad,2023.** para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente,

Br. Leyva Araujo, Ronaldo Felix

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>VI</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Problema de investigación .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>II. MARCO DE REFERENCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Antecedentes del estudio .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.3. Antecedentes a nivel local .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Marco teórico .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.1. Trafico Vial .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.3. Exploración de Suelos. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4. Materiales de diseño .....</b>	<b>9</b>
<b>2.3. Marco Conceptual .....</b>	<b>10</b>
<b>2.4. Sistema de hipótesis.....</b>	<b>17</b>
<b>III. METODOLOGÍA EMPLEADA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1. Tipo y nivel de investigación.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. Población y muestra de estudio .....</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Diseño de investigación .....</b>	<b>21</b>
<b>3.4. Técnicas e instrumentos de investigación .....</b>	<b>21</b>

3.5. Procesamiento y análisis de datos .....	22
<b>IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
4.1. Análisis e interpretación de resultados.....	24
<b>V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>102</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>109</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Requisitos Granulométricos .....	10
<b>Tabla 2</b> Tabla de operacionalización de variables .....	18
<b>Tabla 3</b> Conteo vehicular E1 – Progresiva Km 16+200 .....	26
<b>Tabla 4</b> Conteo vehicular E2 – Progresiva Km 25+700 .....	28
<b>Tabla 5</b> Resumen de aforo de tráfico .....	30
<b>Tabla 6</b> Tipificación Vehicular .....	30
<b>Tabla 7</b> Tránsito Diario (TD i).....	31
<b>Tabla 8</b> Factor de ajuste estacional .....	32
<b>Tabla 9</b> Índice medio diario anual .....	33
<b>Tabla 10</b> Ejes equivalentes .....	35
<b>Tabla 11</b> Cálculo de ejes equivalentes .....	35
<b>Tabla 12</b> Cálculo de ejes equivalentes .....	36
<b>Tabla 13</b> Índice de dirección.....	37
<b>Tabla 14</b> Resumen de aforo de tráfico .....	38
<b>Tabla 15</b> Tipificación Vehicular .....	39
<b>Tabla 16</b> Transito diario (TD i).....	39
<b>Tabla 17</b> Factor de ajuste estacional .....	40
<b>Tabla 18</b> Índice medio diario anual (IMDA).....	41
<b>Tabla 19</b> Cálculo de ejes equivalentes .....	42
<b>Tabla 20</b> Cálculo de ejes equivalentes .....	43
<b>Tabla 21</b> Cálculo de ejes equivalentes .....	43
<b>Tabla 22</b> Factor de Dirección.....	44
<b>Tabla 23</b> Ensayos estándar realizado según su normativa .....	47
<b>Tabla 24</b> Ensayos estándar realizado según su normativa .....	47

<b>Tabla 25</b> Estudio de suelos .....	48
<b>Tabla 26</b> Presentación resumida de la obtención de resultados de suelo-CBR .....	48
<b>Tabla 27</b> Coordenadas del BM1 Y BM2 .....	51
<b>Tabla 28</b> Nivel de confiabilidad.....	63
<b>Tabla 29</b> Espesores calculados .....	67
<b>Tabla 30</b> Cantera-Shagaripe.....	78
<b>Tabla 31</b> Cantera- Curianga .....	79
<b>Tabla 32</b> Ensayo para subbase .....	83
<b>Tabla 33</b> Ensayos para base granular.....	84
<b>Tabla 34</b> Estación pluviométrica Callancas.....	85
<b>Tabla 35:</b> Estadísticas de precipitaciones .....	88
<b>Tabla 36</b> Precipitación máxima por cada periodo de retorno .....	90
<b>Tabla 37</b> Precipitación máxima corregida según la OMM por cada periodo de retorno.....	90
<b>Tabla 38</b> Velocidad máxima admisible .....	93
<b>Tabla 39</b> Inclinaciones máximas del talud (V:H) .....	93
<b>Tabla 40</b> Dimensiones mínimas.....	94
<b>Tabla 41</b> Capacidad del caudal por la ecuación de Manning.....	95
<b>Tabla 42</b> Determinación del caudal de aporte.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ejes equivalentes.....	8
<b>Figura 2.</b> Ubicaciones de la estación del conteo vehicular.....	24
<b>Figura 3.</b> Cantidad de vehículos contados por día- Estación 1.....	27
<b>Figura 4.</b> Cantidad de vehículos contados por día-Estación 2.....	29
<b>Figura 5.</b> Tipificación Vehicular .....	31
<b>Figura 6.</b> Tipificación Vehicular .....	39
<b>Figura 7</b> Número de Ensayos MR y CBR .....	46
<b>Figura 8</b> Tipo de subrasante en base al CBR.....	49
<b>Figura 9.</b> Levantamiento topográfico .....	51
<b>Figura 10.</b> Velocidad de diseño .....	53
<b>Figura 11:</b> Longitudes de tramos en tangente .....	54
<b>Figura 12</b> Radio mínimo.....	55
<b>Figura 13.</b> Variación de la aceleración transversal.....	56
<b>Figura 14.</b> Ancho de berma .....	59
<b>Figura 15.</b> Pendientes máximas.....	60
<b>Figura 16:</b> Estructura del pavimento .....	67
<b>Figura 17</b> Obtención de módulo de reacción.....	72
<b>Figura 18.</b> Canteras en estudio .....	77
<b>Figura 19.</b> Requisitos Mínimos-Subbase granular .....	79
<b>Figura 20:</b> Requerimientos Granulométricos para la subbase granular .....	80
<b>Figura 21.</b> Requerimientos granulométricos para la base granular .....	81
<b>Figura 22.</b> Requerimientos agregado grueso .....	82
<b>Figura 23.</b> Requerimientos para el Agregado Fino .....	82
<b>Figura 24.</b> Histograma de precipitación histórica.....	89

<b>Figura 24.</b> Software HIDROESTA 2.....	92
<b>Figura 26.</b> Sección de cuneta triangular .....	94
<b>Figura 27.</b> Valores de "K" .....	97
<b>Figura 28.</b> Coeficiente de Escorrentía .....	97
<b>Figura 29.</b> Detalle Final de la cuneta triangular .....	101
<b>Figura 30.</b> Sección de Calzada Definida .....	101



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de investigación**

La construcción de un pavimento en una región ayuda a mejorar el fácil transporte de personas, objetos, mercadería y es el acceso a oportunidades de empleo, educación y salud, lo que permite a la reducción de pobreza, y mejores condiciones de vida humana y producción de dicha región. En las ciudades de América Latina y Caribe la construcción de un pavimento ayuda a mejorar el transporte siendo este la clave para el desarrollo de la región, alrededor de 300 ciudades son las que producen el 75% del Producto Interno Bruto por la facilidad de conectar a las personas con diversas oportunidades; pero si hablamos de red vial interurbano presenta una baja cobertura, mala calidad en la infraestructura vial y conectividad con solo el 23% de la red vial de la región se encuentran pavimentadas, mientras las demás regiones del mundo están entre un 60% y un 80% . Los países como Brasil, Nicaragua, Bolivia y Perú que se ubican en el interior de América Latina y Caribe no cuentan ni con el 15% de red vial pavimentada, esta situación desfavoreció a América Latina con 36.7/100 puntos en el Índice de Competitividad del Foro Económico Mundial frente a Europa y Sudeste Asiático con un puntaje mayor a 60 puntos. (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2020).

El Perú, según el índice de Competitividad Global que se obtuvo de los 141 países evaluados, alcanzó la ubicación 102 en conectividad de vías y la ubicación 110 en calidad de infraestructura vial, el cual nos da a conocer el estado alarmante del país en cuanto a infraestructura vial (Foro Económico Mundial [FEM], 2019). Las vías de nuestro país se dividen en tres niveles: el sistema de vía nacional que está bajo el control del Ministerio de Transporte (27.109 kilómetros), la red de vías departamentales (27.505 kilómetros), aquellas están bajo la tutela de las entidades

regionales, y por último la red vías vecinales (113.857 km), a cargo de las entidades Municipales. En cuanto a lo primero, es bien conocido el progreso en la calidad de las carreteras. Según las cifras del MTC, el sistema de vías nacionales pavimentadas aumentó de 59,9% en el 2012 a 79,1% en el año 2018. Distinta es la situación del sector departamental, que en 2018 solo cubrió el 13,2% de las vías pavimentadas, con un kilometraje total de 3.623 kilómetros. (Sociedad de Comercio Exterior del Perú [SCEP], 2020).

En La Libertad, se tiene 8796 km de vías y solo el 11.8% de las carreteras ubicadas en la Libertad están pavimentadas, existiendo una diferencia de 7 754 kilómetros por asfaltar, es decir el 88.2% del total. Esta situación se agrava si se centra en la parte sierra, que de los 1 932 Kilómetros que tiene la red vial regional solo el 4.8% están pavimentadas y de los 5 602 Kilómetros que tiene la red vial vecinal solo el 2.8% esta pavimentada. Se necesitan urgentemente obras viales para mejorar la conectividad y crear oportunidades ilimitadas para el crecimiento económico de La Libertad, según el presidente del Colegio de Contadores Públicos – La Libertad, dado el problema que experimenta la ciudad con el pavimento inadecuado en sus carreteras. (Aurazo, 2019).

Una de las carreteras vecinales es la de Otuzco - Usquil que cuenta con un total de 37.9 kilómetros de longitud, en su recorrido se puede apreciar obras de arte en mal estado. El principal problema que podemos observar en la carretera donde se enfocará la investigación, es que no cuenta con un adecuado bloque estructural de la vía, es por ello que se ve afectada por las intensas lluvias y la circulación de vehículos pesados, a consecuencia de la ausencia de un pavimento se viene originando muchas pérdidas económicas ya que sus principales ingresos económicos son la agricultura, el comercio

y la minería; por otro lado, esta carretera a generado muchas pérdidas de vidas humanas en accidentes vehiculares a causa de su mal estado.

## **1.2.Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Realizar un Diseño Estructural de pavimento de la Carretera Otuzco – Usquil (L=37+000Km), tramo Juan Velasco Km 16+200 - La Ramada Km 25+700, La Libertad.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el número de ESAL para el diseño estructural de pavimento rígido y flexible
- Evaluar el California Bearing Ratio (CBR) de la subrasante.
- Definir el diseño geométrico de la sección de la carretera a estudiar.
- Determinar los espesores de cada capa que conforma una pavimento flexible y rígido.
- Realizar un análisis de los materiales de préstamo (Estudio de cantera para materiales empleados).
- Realizar un diseño de drenaje pluvial.

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Académica**

En el aspecto académico, permitirá aplicar las metodologías y procedimientos para poder diseñar estructuralmente un pavimento en la carretera Otuzco – Usquil; por otra parte, contribuye como guía o fuente de investigación hacia las demás investigaciones futuras.

#### **1.3.2. Económico**

En el aspecto económico, permitirá reducir los costos a los pobladores al momento de transportarse por la carretera Otuzco – Usquil y a su vez reducir el tiempo de recorrido. Asimismo, los vehículos no sufrirán graves daños asegurando el buen funcionamiento del vehículo al momento de su recorrido por el pavimento seleccionado, reflejando un ahorro para el conductor al momento de moverse.

#### **1.3.3. Social**

En este ámbito, el proyecto tiene como finalidad beneficiar a toda una población de esta ciudad y visitantes, mejorando calidad de vida, brindando seguridad en el tránsito, así como también serán beneficiados los profesionales de la presente rama, para incorporar nuevas tecnologías y orientar futuras investigaciones en la región y en el país.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

#### **2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional**

Según el estudio de Espinoza (2018), él tuvo como finalidad realizar un estudio comparativo sobre diversas opciones de diseño de pavimentos mediante combinaciones que consistían en variar los materiales y espesores por cada capa, esta variación de combinaciones está diseñada bajo los lineamientos que brinda la AASHTO 93. Se establecieron cinco casos de estructuras para para alcanzar resultados centrados exclusivamente en la variación de costos en los diferentes diseños. De estos casos, se calcularon los espesores mínimos necesarios para cada situación y se aplicó un criterio similar para el pavimento rígido, aunque con distintos períodos de diseño. Esto resultó en un espesor de base que varió entre 6 y 9 pulgadas. Se concluyó que, para optimizar el rendimiento del pavimento, sería más eficaz elevar el esfuerzo permisible del suelo, estabilizar la subrasante con piedra o cal, o reemplazar el material de la subrasante por uno de mayor calidad. Estas medidas ayudarían a mejorar la durabilidad frente a las condiciones de carga y ambientales.

#### **2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional**

Sánchez (2019) se propuso armar el bloque estructural del pavimento de la carretera Ayacucho – Abancay, Para alcanzar los resultados, el investigador homogenizó cuatro partes del tramo de estudio, considerando los atributos físico-mecánicos de la subrasante. Estas secciones presentaron distintos espesores en cada capa del pavimento, y en algunos casos, no se requirió la capa de subbase granular (SBG) debido a la adecuación del material existente. Esta investigación resalta la

importancia de conocer los atributos físico-mecánicos de los insumos en la configuración estructural de pavimentos.

Castillo y Castro (2020), tuvieron como objetivo analizar la diferencia de costos entre la elaboración estructural de pavimentos rígidos y flexibles para la vía Panamericana Norte. Para cumplir con los objetivos planteados, quien investigó este estudio efectuó un conteo de diferentes tipos de transporte vehicular en 5 días, obteniendo un IMDA de 102.303, y un EMS a lo largo de la vía, con un valor promedio de CBR de 28.17% en tres calicatas. Estos datos fueron vitales para la implementación de los pavimentos. El pavimento flexible se instaló con un espesor total de 20cm. El pavimento rígido, por otro lado, se construyó con un espesor total de 30cm.

### **2.1.3. Antecedentes a nivel local**

Huamán (2018), tuvo como finalidad diseñar la estructura de la carretera Usquil – Cuyuchugo, enfocándose en un afirmado a lo largo de 7.863 kilómetros. Para alcanzar este objetivo, el investigador comenzó recopilando datos relacionados con las investigaciones fundamentales de esta rama de la ciencia, estos datos fueron procesados con diversas herramientas y programas de diseño vial, siguiendo las directrices de la normativa vigente para carreteras. Este método aseguró que el diseño soportaría las cargas y el tráfico previstos en el área de estudio. La aplicación del CBR proporcionó una base sólida y fiable para el pavimento, verificando que la capa de afirmado cumpla con los requisitos de resistencia y durabilidad necesarios para el presupuesto del proyecto. Este estudio proporciona una referencia útil para el diseño a nivel de base de afirmado, ofreciendo directrices precisas y fundamentadas en datos reales de la región analizada.

Quipuscoa y Ortiz (2021) se propusieron elaborar el bloque estructural del Barrio Ramón Castilla-Otuzco utilizando la metodología AASHTO 93, basándose en el análisis de su condición según los lineamientos del Manual PCI y AASHTO 93. Para ello, emplearon métodos para recopilar fundamentos teóricos mediante formularios y análisis, cuyos resultados se presentaron en gráficos de barras. Se concluyó que las calles se encontraban en un estado regular. Además, se identificó que, para un análisis adecuado, es crucial clasificar las calles según los niveles de tráfico vehicular, lo que permite desarrollar el diseño correspondiente. Este estudio proporcionó un enfoque para abordar la solución de acuerdo con el análisis de la naturaleza del pavimento estudiado.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Trafico Vial**







Para que los ingenieros diseñen pavimentos de forma precisa y eficaz, el análisis del tráfico es una herramienta necesaria. Calcular la tasa diaria promedio anual es más fácil con la ayuda del análisis del tráfico (IMDA), un dato esencial en diferentes tipos de diseño. Es necesario conocer la demanda volumétrica y clasificar cada tipo de vehículo en los tramos a evaluar, ya que la validez de esta información es crucial para el cálculo del IMDA ([MTC], 2014).

### **2.2.2. Ejes Equivalentes**

AASHTO introduce el concepto de ejes equivalentes (EE) como una medida del impacto generado por el tránsito vehicular, acumulándose estas unidades a lo largo del tiempo considerado en el análisis. Define a los ejes equivalentes como el daño causado en la carretera por un eje estándar de dos ruedas, con un peso de aproximadamente de 8 tn. Este factor mide el poder destructivo de diversas cargas

sobre la estructura del pavimento, dependiendo de los tipos de ejes presentes en cada clase de vehículo pesado. La ordenación de ejes se detalla en la Tabla 1 (MTC, 2014).

**Figura 1.**  
**Ejes equivalentes**

CONJUNTO DE EJE	NOMENC LATURA	N° DE NEUMATICOS	GRAFICO
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	2	
EJE SIMPLE (Con rueda doble)	1RD	4	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	6	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	8	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS +2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

*Nota.* Del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (p.66), por MTC, 2014, República del Perú.

El MTC (2014) uno de sus manuales especifica cómo determinar la cantidad de repeticiones del eje equivalente de aproximadamente 8 toneladas durante el período de análisis. Para ello, es necesario utilizar la fórmula adecuada para cada tipo de vehículo en consideración. Esta fórmula permitirá calcular de manera precisa el número de veces que un eje con ese peso se repite a lo largo del tiempo de análisis, adaptándose a las características específicas de cada modelo de vehículo y proporcionando datos esenciales para evaluar el impacto en el pavimento.

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \Sigma (EE \text{ dia} - \text{carril} \times Fca \times 365)$$



### **2.2.3. Exploración de Suelos.**

Es importante para poder adquirir sus características y para su adecuado diseño de cualquier clase de pavimento. Se hace mención que se aplicara el procedimiento de normas ya establecidas que recolecta alcances de las normas AASHTO Y ASTM D420-96 dando pautas para un muestreo de investigación de suelos. Se deberá realizar una inspección a lo largo de la vía, con el fin de reconocer los cortes que son naturales o artificiales y delimitar zonas en donde el suelo tenga características similares con el fin de obtener las propiedades de los suelos base donde se colocará todo el pavimento (sub rasante), se excavarán pozos de exploración o calicatas de 1.5 metros de profundidad y se colocarán longitudinalmente a lo largo de la vía a áreas que se asemejen (MTC, 2014).

### **2.2.4. Materiales de diseño**

#### **Afirmado.**

En la construcción de afirmados se utilizan materiales granulados provenientes de canteras e incluso de materiales sobrantes de alguna excavación, con o sin estabilizadores, documentados en el expedientes técnicos y aprobados por los Supervisores. Asimismo, pueden resultar de la trituración de piedras y gravas, o consistir en mezclas de productos de distinta procedencia. Las fracciones del material del afirmado deben ser duras, fuertes, duraderas, libres de exceso de fracciones dañinas. El requisito de limpieza del afirmado dependerá de acuerdo con el uso que se le valla a dar, siempre y cuando cumpla los rangos granulométricos como se indica en la Tabla 1 (MTC, 2013).

**Tabla 1:***Requisitos Granulométricos*

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
<b>50 mm (2")</b>	100	-				
<b>37,5 mm (1 1/2")</b>	100	-				
<b>25 mm (1")</b>	90-100	100	100	100	100	100
<b>19 mm (3/4")</b>	65-100	80-100				
<b>9,5 mm (3/8")</b>	45-80	65-100	50-85	60-100		
<b>4,75 mm (N.º4)</b>	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
<b>2,0 mm (N.º10)</b>	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
<b>425 µm (N.º40)</b>	15-35	20-45	15-30	25-45	20-50	30-70
<b>75 µm (N.º200)</b>	May-20	May-20	May-15	May-20	Jun-20	Ago-25

*Nota.* Del *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción* (p.238), por MTC, 2013

**Sub Bases Granulares.**

Son capas con material granular, que son extraídas de manera natural o procesadas, que se colocan en superficies preparadas. Estos materiales pueden ser extraído de canteras u otro origen, siempre y cuando cumplan los rangos granulométricos.

**2.3. Marco Conceptual****CBR (California Bearing Ratio)**

La prueba del CBR tiene como objetivo evaluar la capacidad de soporte del suelo en el que se asentará la estructura del pavimento, o de cada capa que compone

el pavimento. Este análisis permite determinar la resistencia del suelo para soportar cargas vehiculares, garantizando que la infraestructura sea adecuada para las condiciones de tráfico esperadas (MTC, 2016). La importancia de esta prueba radica en su capacidad para influir en la selección de materiales y espesores necesarios para cada capa de la carretera.

### ***Tráfico***

El tráfico se refiere al flujo de vehículos que circulan por una vía, los cuales varían en cuanto al número de ejes y peso. Estos factores determinan las cargas que el diseño estructural del pavimento debe soportar. El tráfico es un factor crucial en el diseño y planificación de las capas de la carretera para evitar fallos prematuros (Ramírez, 2021).

### **Tasa de Crecimiento Anual de Transito**

Es un parámetro esencial para proyectar el aumento del número vehículos que utilizarán la infraestructura en determinado periodo. Considerar este índice permite planificar adecuadamente la capacidad de las vías a futuro, asegurando que el pavimento pueda soportar el tráfico creciente y evitar sobrecargas inesperadas que podrían acortar su vida útil (Cabrera & Urgiles, 2017). Además, esta tasa es fundamental en el diseño de proyectos de ampliación o mantenimiento vial.

### ***Índice Medio Diario Anual***

Este indicador es esencial para evaluar el tráfico en una región específica porque proporciona datos importantes sobre la intensidad del uso de la vía y ayuda en la planificación y diseño de obras viales. Las estrategias de mantenimiento y mejora de carreteras pueden adaptarse para satisfacer las demandas de tráfico utilizando la información de este número diario de vehículos (MTC. 2018).

## ***Suelo***

El suelo es una capa superficial constituida por diferentes partículas, como arena, limo y arcilla. Esta combinación de componentes le otorga características físicas y mecánicas particulares, que influyen en su comportamiento ante cargas y esfuerzos. Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014), estas propiedades determinan la capacidad del suelo para soportar estructuras y su comportamiento ante factores como la compactación, la permeabilidad y la resistencia a la erosión. La comprensión detallada de estas propiedades es fundamental en la ingeniería geotécnica y en proyectos de infraestructura, ya que el rendimiento de una obra depende en gran medida del tipo y calidad del suelo sobre el que se construye. Además, las condiciones del suelo influyen directamente en el diseño de cimentaciones y en la estabilidad de los pavimentos, afectando tanto la seguridad como la durabilidad de las estructuras.

### **Estudio Mecánico de Suelos**

Este análisis tiene como objetivo evaluar la capacidad del terreno para resistir y soportar cargas aplicadas, lo cual es fundamental para determinar la viabilidad de cualquier tipo de infraestructura. El comportamiento del suelo bajo diferentes condiciones de carga influye significativamente en el diseño estructural, convirtiéndose en un factor crucial dentro del proceso de planificación y construcción. Según el Manual de Carreteras del MTC (2014), la resistencia del suelo es uno de los elementos más importantes que se deben considerar, ya que afecta tanto la estabilidad como la durabilidad de la estructura diseñada. Además, el estudio mecánico también evalúa propiedades como la cohesión, la densidad y la capacidad de drenaje del suelo, todos los cuales son esenciales para garantizar que el pavimento o la estructura

proyectada no se vea afectada por asentamientos o fallas estructurales a lo largo del tiempo.

### ***Perfil Estratigráfico***

Tras llevar a cabo los estudios de campo y los ensayos de laboratorio pertinentes, se identificaron y clasificaron las diferentes capas de suelo presentes en la zona de estudio. A partir de estos resultados, se elaboró un perfil estratigráfico detallado, el cual proporciona información clave sobre la composición y las características de los estratos del subsuelo. Este perfil es fundamental para la correcta planificación y diseño de proyectos de construcción, ya que permite evaluar la capacidad de soporte del terreno y predecir su comportamiento frente a las cargas aplicadas (MTC, 2014). Además, el análisis estratigráfico es crucial para identificar posibles riesgos geotécnicos como la presencia de suelos expansivos, suelos blandos o capas de agua subterránea que podrían afectar la estabilidad y durabilidad de las estructuras construidas.

### ***Afirmado***

El afirmado es una capa compuesta por material natural o procesado que ha sido debidamente compactado. Su función principal es soportar directamente las cargas y tensiones generadas por el tránsito vehicular. Este tipo de superficie se utiliza en áreas donde no es necesario un pavimento rígido o flexible, pero aún se requiere estabilidad estructural para resistir el desgaste ocasionado por el paso continuo de vehículos. El afirmado debe cumplir con ciertos estándares de resistencia y compactación para garantizar su durabilidad y eficacia en el soporte del tráfico. Además, se considera fundamental que el material utilizado en el afirmado tenga

propiedades mecánicas que permitan una adecuada distribución de las cargas y un buen comportamiento ante condiciones climáticas adversas (MTC, 2014).

### ***Cuneta***

Las cunetas son canales abiertos que se localizan a ambos lados de una carretera a lo largo de toda su extensión. Su función principal es facilitar el drenaje eficiente de las aguas pluviales, canalizando la escorrentía de manera controlada para evitar inundaciones y el deterioro de la vía. Este sistema de drenaje tiene como objetivo preservar la integridad del pavimento, previniendo el encharcamiento y minimizando el riesgo de erosión o daños estructurales en la carretera, como menciona el MTC en 2014.

### ***Pavimento***

El pavimento está constituido por una serie de capas de materiales diseñados específicamente para proporcionar una superficie de rodadura duradera y eficiente. Cada capa se compacta adecuadamente para garantizar su estabilidad y resistencia. Esta estructura de capas se apoya sobre una base conocida como subrasante, que debe ser capaz de soportar y distribuir los esfuerzos generados por el tráfico vehicular de manera efectiva. Según Montejo (2002), la subrasante juega un papel crucial en la transferencia de las cargas desde el pavimento hacia el suelo subyacente, asegurando la integridad estructural del pavimento y prolongando su vida útil. Además, la calidad de los materiales utilizados en las distintas capas del pavimento y el correcto diseño y compactación de estas capas son esenciales para enfrentar las condiciones de carga y ambientales a las que estará expuesto el pavimento.

### ***Pavimentos Flexibles***

Estos están compuestos por varias capas superpuestas, cada una formada con materiales de distintas calidades. Estas capas varían en costo y en el grado de esfuerzo requerido para su construcción, según el nivel y la función específica de cada una. Su estructura incluye una capa base, una sub-base y una capa de rodadura, cada una diseñada para soportar diferentes tipos de cargas y condiciones. La capa de rodadura, por ejemplo, es la que está en contacto directo con el tráfico y debe ser especialmente resistente al desgaste y a las condiciones climáticas. Las capas subyacentes proporcionan soporte adicional y contribuyen a la distribución de las cargas de manera eficiente. Según Vega Périgo (2018), la selección y el diseño de estos materiales y capas son fundamentales para garantizar la durabilidad, el rendimiento y la seguridad del pavimento a lo largo del tiempo.

### ***Pavimentos Rígidos***

Formados por losas de concreto que proporcionan una superficie resistente y duradera para las carreteras. Estas losas de concreto no solo sirven como capa superior, sino que también actúan como una barrera protectora para el material subyacente, conocido como subrasante. La subrasante es una capa de soporte que se encuentra debajo del pavimento y que tiene el propósito de distribuir las cargas aplicadas por el tráfico vehicular. La estructura del pavimento rígido ayuda a mantener la integridad del soporte, minimizando la deformación y el deterioro del terreno subyacente. Según Vega Périgo (2018), esta configuración es crucial para asegurar la estabilidad y longevidad de las infraestructuras viales, al proporcionar un soporte sólido y uniforme que soporta las cargas y distribuye las tensiones de manera eficiente.

### ***Subrasante***

Esta se encuentra en el nivel donde se ha realizado el corte o relleno durante la construcción de una carretera. Esta capa sirve como base para el soporte estructural del pavimento que se construirá sobre ella. La subrasante desempeña un papel crucial en la estabilidad y durabilidad del pavimento, ya que debe ser capaz de soportar las cargas aplicadas y distribuir las de manera uniforme. Su preparación y tratamiento adecuados son esenciales para evitar problemas como asentamientos o deformaciones en la superficie del pavimento. De acuerdo con el MTC en 2014, la calidad de la subrasante y su correcta compactación son factores determinantes para garantizar una infraestructura vial sólida y duradera. Además, la subrasante debe estar libre de materiales orgánicos o inestables que puedan comprometer la integridad del pavimento a lo largo del tiempo.

### ***Calicatas***

Es el proceso de exploración del terreno a través de excavaciones a cielo abierto para facilitar el estudio y análisis del suelo. Esta estrategia permite el acceso directo a las diversas capas del subsuelo y proporciona información detallada sobre sus propiedades físicas y mecánicas. Estas excavaciones proporcionan información importante sobre la composición y propiedades del suelo (MTC,2014).

### ***Drenaje Pluvial***

El drenaje pluvial es un sistema diseñado para remover la humedad del pavimento a través de una gestión eficiente del agua residual generada por las lluvias. Este sistema se encarga de recolectar y dirigir el agua para evitar que se acumule en la superficie de la carretera, minimizando así el riesgo de deterioro del pavimento y problemas asociados, como el deslizamiento vehicular.



El propósito principal del drenaje pluvial es garantizar que el agua de precipitación se canalice adecuadamente lejos del área de tráfico. Esto ayuda a prevenir la formación de charcos y la acumulación de agua, lo cual podría comprometer la seguridad de los usuarios y la durabilidad del pavimento. Además, el drenaje pluvial es crucial para evitar daños estructurales en la carretera, como fisuras y erosión, al mantener la integridad de la superficie y prevenir el aumento de humedad que puede llevar a la degradación de los materiales.

Un sistema de drenaje pluvial generalmente incluye una combinación de componentes tales como alcantarillas, tuberías de drenaje, rejillas y pozos de inspección. Estos elementos trabajan en conjunto para recoger, transportar y liberar el agua de manera controlada, asegurando que no se presenten problemas relacionados con el agua estancada ni afectaciones al pavimento.

Según el MTC en 2014, la implementación adecuada de este sistema es fundamental para mantener la funcionalidad y seguridad de las infraestructuras viales, optimizando el desempeño del pavimento y prolongando su vida útil.

#### **2.4. Sistema de hipótesis**

El bloque estructural del pavimento para la carretera Otuzco – Usquil, en el tramo comprendido entre Juan Velasco (Km 16+200) y La Ramada (Km 25+700), permitirá optimizar las características de la vía, mejorando el tránsito y reduciendo los costos de mantenimiento en la región de La Libertad.

## 2.4.1. Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)

**Tabla 2**

Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UND	INSTRUMENTOS
<b>Diseño Estructural de Pavimento</b>	Calcular el grosor exacto en los diferentes recubrimientos conformarán el bloque estructura final de la vía y su relación con el suelo. (Gutiérrez Lázares, 2016, pág. 73)	La implementación del bloque estructural consiste en calcular el grosor de los recubrimientos que lo conforman, siguiendo una metodología ya establecida. Para el diseño se necesita datos de la mecánica de suelos, el volumen vehicular y las dimensiones de la nueva carretera.	Estudio de Trafico Vial	Volumen	Veh/hora	Toma y obtención de información
				Peso	ton	
			Propiedades físicas y mecánicas del suelo	Granulometría	%	
				Contenido de Hum.	%	
				Resistencia del suelo	%	Manual de Ensayo de Laboratorio
				Límites de Consistencia	%	
Diseño geométrico de la carretera	Secciones transversales	Km	M.C. EG-2018			

*Nota.* Tabla de operacionalización de variables.

### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

El tipo y nivel de investigación se clasifican en función de diversos criterios que incluyen la orientación, finalidad, y técnica de contrastación utilizada. Estas clasificaciones permiten a los investigadores definir claramente el enfoque de su estudio y la metodología que emplearán para alcanzar sus objetivos.

##### **3.1.1. De acuerdo con la orientación o finalidad**

Aplicada: Debido a que este tipo de investigación se centra en resolver problemas prácticos y específicos mediante la aplicación de conocimientos teóricos. Su objetivo principal es encontrar soluciones concretas a problemas reales en diversos contextos, como la industria, la medicina o la ingeniería. La investigación aplicada busca generar resultados que puedan ser utilizados de inmediato para mejorar prácticas, procesos o productos en situaciones del mundo real.

##### **3.1.2. De acuerdo con la técnica de contrastación**

Descriptiva: Debido a que la investigación descriptiva tiene como objetivo principal describir y detallar las características de un fenómeno o situación específica. Este enfoque no busca explicar las causas o efectos, sino más bien proporcionar una representación detallada y precisa del objeto de estudio. Se enfoca en la recopilación de datos y la presentación de una imagen clara del estado actual de los hechos, sin intervenir en el contexto o manipular las variables.

## **3.2. Población y muestra de estudio**

### **3.2.1. Población**

La población se refiere al conjunto completo de elementos, individuos o unidades que poseen características comunes y que son objeto de estudio en una investigación. Este conjunto incluye a todas las entidades relevantes que cumplen con los criterios específicos definidos para la investigación y que se desean analizar o examinar. La población en una investigación puede comprender una variedad de unidades de análisis, como personas, organizaciones, eventos o elementos específicos, dependiendo del enfoque del estudio. La definición precisa de la población es crucial ya que determina el alcance del estudio y asegura que los resultados sean representativos de la totalidad del grupo en cuestión. En este caso comprende la carretera que une Otuzco – Usquil (L=37+000Km), tramo Juan Velasco Km 16+200 - La Ramada Km 25+700, La Libertad.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra es un subconjunto representativo de una población más amplia que se selecciona para llevar a cabo una investigación o análisis. Esta selección se realiza con el propósito de obtener datos y realizar inferencias sobre la población total sin la necesidad de examinar cada uno de sus miembros individualmente. El uso de una muestra permite a los investigadores obtener información relevante y realizar estudios de manera más eficiente en términos de tiempo, costos y recursos. A través de una muestra bien seleccionada, se pueden extrapolar los resultados y conclusiones a la población general, siempre y cuando la muestra sea representativa y se utilicen técnicas de muestreo adecuadas. En este caso esta se compone del tramo Juan Velasco KM 16+200 – La Ramada KM 27+700, siendo este de 9,5 Km.

### **3.3. Diseño de investigación**

El diseño de investigación se clasifica como descriptivo y no experimental, ya que se basa en la aplicación de metodologías y enfoques previamente establecidos sin manipular variables o condiciones. En una investigación descriptiva, el objetivo principal es observar, registrar y analizar las características o fenómenos tal como se presentan en su estado natural, sin intervenir directamente en ellos. Este tipo de investigación se centra en proporcionar una descripción detallada y precisa de la realidad observada, permitiendo una comprensión profunda del tema bajo estudio.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

Observación Directa: Se empleó la técnica de observación directa, registrando los datos en un cuadernillo de apuntes específicamente diseñado para este propósito. Esta técnica permitió llevar un control detallado del conteo vehicular, proporcionando datos esenciales que posteriormente se utilizaron para calcular el ESAL (Equivalente de Carga de Eje de Axil Sostenible). La observación directa, al ser una técnica no intrusiva, facilitó la recopilación de datos en tiempo real, garantizando la precisión de los conteos y la fiabilidad de la información para el análisis subsecuente.

Ensayos de Materiales (EMS): Otra técnica aplicada fue el Ensayo de Materiales de Suelo (EMS), utilizando un laboratorio especializado para llevar a cabo diversos ensayos de características físicas y mecánicas de los materiales. Este laboratorio de ensayos proporcionó los instrumentos necesarios para evaluar propiedades como la densidad, la compacidad, y la resistencia de los materiales, aspectos cruciales para determinar su adecuación para la construcción y diseño de pavimentos.

Estudio de Canteras: Para la evaluación de los materiales de préstamo utilizados en el proyecto, se llevó a cabo un estudio de canteras. Esta técnica permitió realizar una exploración exhaustiva de los materiales disponibles, evaluando su calidad y características. El equipo investigador, compuesto por expertos en geología e ingeniería, utilizó diversas herramientas de muestreo y análisis para obtener una comprensión profunda de los recursos disponibles, asegurando que los materiales cumplieran con los requisitos necesarios para su uso en la construcción.

Instrumentación y Equipos: Cada técnica empleada contó con herramientas y equipos específicos para asegurar la precisión y eficacia de la investigación. En el caso de la observación directa, se utilizaron dispositivos de registro manual; para los ensayos de materiales, se emplearon equipos de laboratorio especializados como ensayadores de compactación y pruebas de resistencia; y en el estudio de canteras, se utilizaron equipos de muestreo y análisis geotécnico. La correcta utilización de estos instrumentos es fundamental para obtener resultados precisos y fiables, contribuyendo al éxito del estudio y a la correcta implementación de las soluciones propuestas.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

La primera tarea de este proyecto de investigación fue estudiar el tráfico. Se eligieron dos estaciones importantes para recopilar datos durante el período de días establecido por la norma actual. El análisis de tráfico proporcionó información para la implementación del bloque estructural y el IMDA proyectado.

Además, se realizó el EMS teniendo en cuenta el IMDA previo. Para calcular el CBR, la información recopilada se envió al laboratorio para los exámenes apropiados.

Como referencia, para diseñar estructuralmente el pavimento, ya sea rígido o flexible, se utilizó la normativa vigente en temas de vías, suelos y pavimentos, utilizando AASTHO 93 y el diseño geométrico se realizó utilizando el manual DG-2018.

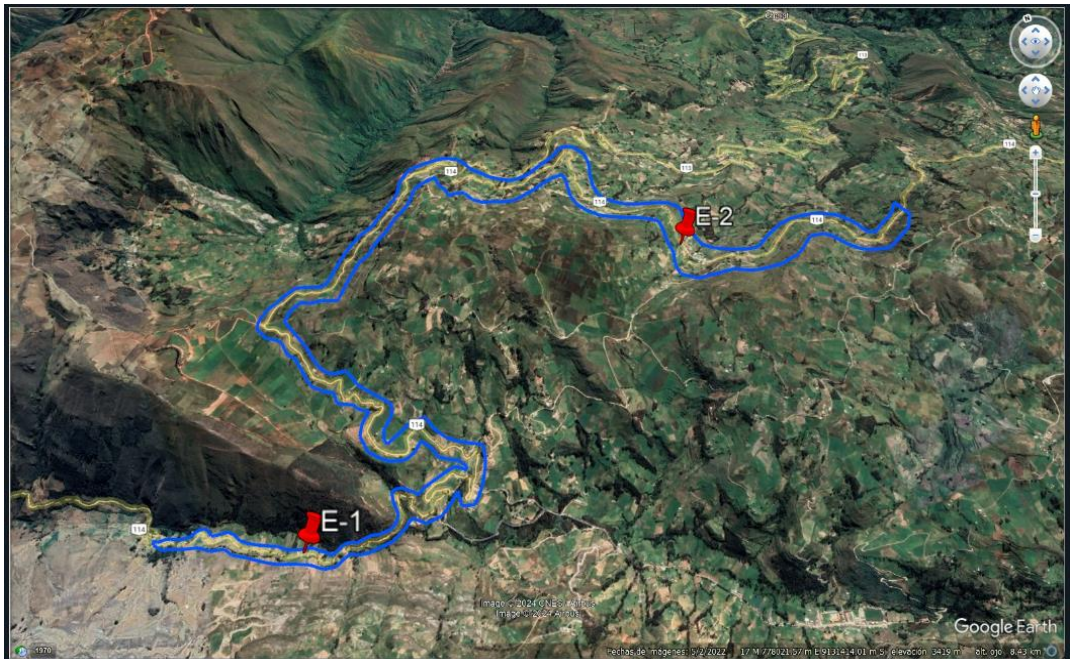
## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

#### 4.1.1. Registro de parámetros de tráfico vehicular: conteo vehicular

El conteo del número de elementos de tránsito por día para el desarrollo del bloque estructural es esencial en esta investigación. Para ello, se recopilan datos utilizando un formulario de registro que clasifica dicha información según tipos de vehículos. El conteo vehicular fue realizado en 2 estaciones, debido a que en el trayecto del tramo de estudio hay un desvío por el cual se dirigen algunos vehículos, haciendo que el flujo vehicular al inicio del tramo se distinto al del final.

**Figura 2.**  
*Ubicaciones de la estación del conteo vehicular*



*Nota.* Ubicación de las estaciones del conteo vehicular.

E-1: Estación ubicada en el caserío Juan Velasco Km 16+200

E-2: Estación ubicada en el caserío La Ramada Km 25+700



Este estudio se llevó a cabo desde una ubicación estratégica las 24 horas del día durante una semana completa. Se registraron las horas de mayor tráfico de vehículos en el área de investigación y los vehículos se clasificaron de acuerdo con las normas establecidas en el "Reglamento Nacional de Vehículos". Se anotaron las categorías cada 60 minutos. El 8 de marzo comenzó la inspección y terminó el 13 de marzo.

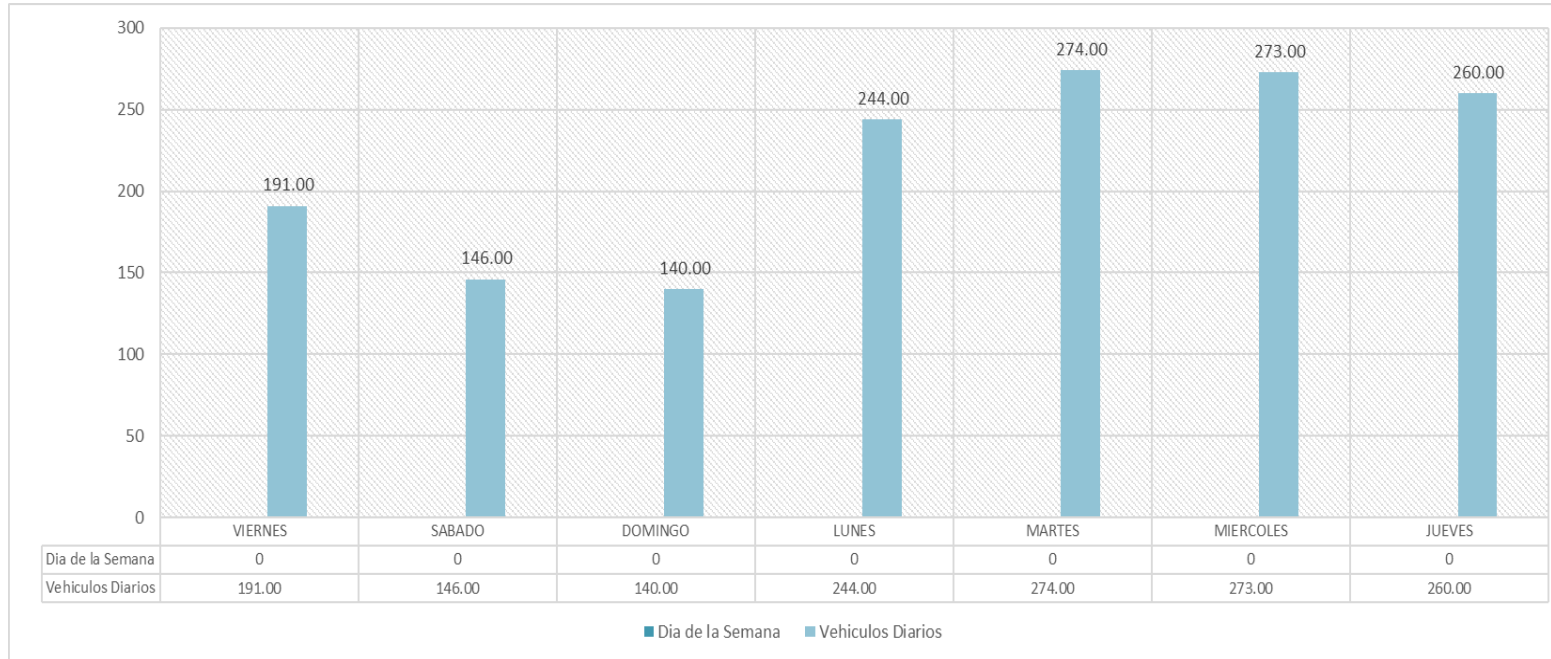
**Tabla 3***Conteo vehicular E1 – Progresiva Km 16+200*

Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
VIERNES	98	33	-	7	7	-	10	27	9	-	-	-	-	-	-	-	191	12.5
SABADO	70	26	-	4	2	-	15	24	5	-	-	-	-	-	-	-	146	9.55
DOMINGO	49	49	-	2	6	-	10	12	12	-	-	-	-	-	-	-	140	9.16
LUNES	86	93	-	16	4	-	13	27	5	-	-	-	-	-	-	-	244	15.97
MARTES	102	88	-	21	10	-	14	28	11	-	-	-	-	-	-	-	274	17.93
MIERCOLES	105	104	-	7	15	-	10	21	11	-	-	-	-	-	-	-	273	17.87
JUEVES	72	123	-	4	9	-	14	26	12	-	-	-	-	-	-	-	260	17.02
<b>TOTAL</b>	<b>582</b>	<b>516</b>	<b>-</b>	<b>61</b>	<b>53</b>	<b>-</b>	<b>86</b>	<b>165</b>	<b>65</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1528</b>	<b>100</b>
<b>PORC %</b>	<b>38.09</b>	<b>33.77</b>	<b>0</b>	<b>3.99</b>	<b>3.47</b>	<b>0</b>	<b>5.63</b>	<b>10.8</b>	<b>4.25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	

*Nota.* Esta tabla muestra los datos del conteo realizado durante los 7 días de la semana, donde el día que hay mayor actividad por esta estación es el martes, con 274 unidades; también se observa que, en cuanto al tipo de vehículo que más circula por esta estación es el automóvil.

**Figura 3.**

*Cantidad de vehículos contados por día- Estación 1*



*Nota.* Se puede observar en la figura la cantidad de vehículos contados en la estación 1.

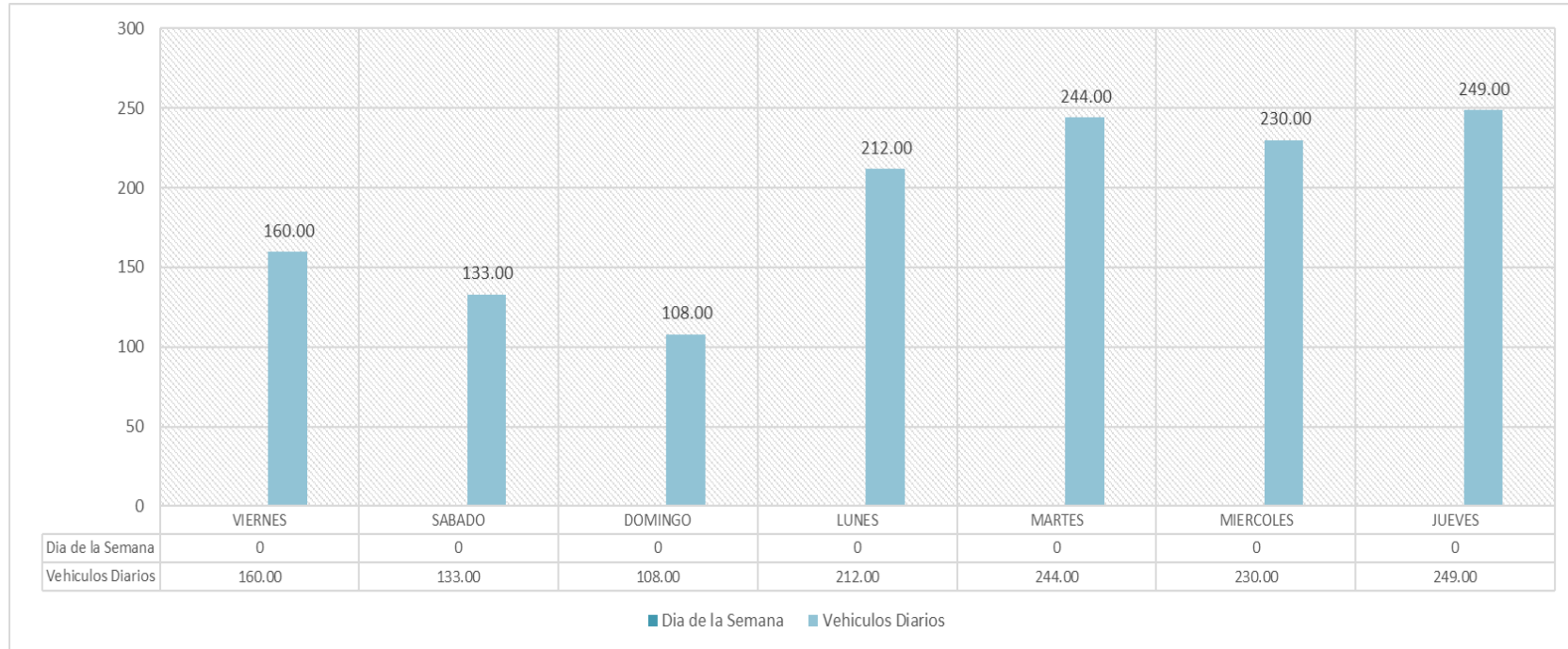
**Tabla 4***Conteo vehicular E2 – Progresiva Km 25+700*

Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
VIERNES	83	29	-	5	3	-	9	22	9	-	-	-	-	-	-	-	160	11.98
SABADO	67	23	-	4	2	-	12	21	4	-	-	-	-	-	-	-	133	9.96
DOMINGO	36	42	-	3	3	-	7	9	8	-	-	-	-	-	-	-	108	8.08
LUNES	71	86	-	9	2	-	12	27	5	-	-	-	-	-	-	-	212	15.87
MARTES	89	83	-	19	7	-	13	25	8	-	-	-	-	-	-	-	244	18.26
MIERCOLES	101	82	-	5	8	-	9	17	8	-	-	-	-	-	-	-	230	17.22
JUEVES	72	121	-	4	6	-	14	22	10	-	-	-	-	-	-	-	249	18.64
<b>TOTAL</b>	<b>519</b>	<b>466</b>	<b>-</b>	<b>49</b>	<b>31</b>	<b>-</b>	<b>76</b>	<b>143</b>	<b>52</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1336</b>	<b>100</b>
<b>PORC %</b>	<b>38.85</b>	<b>34.88</b>	<b>0</b>	<b>3.67</b>	<b>2.32</b>	<b>0</b>	<b>5.69</b>	<b>10.7</b>	<b>3.89</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>100</b>	

*Nota.* Esta tabla muestra los datos del conteo realizado durante los 7 días de la semana, donde el día que cuenta con mayor flujo de actividad por esta estación es el día jueves, con 249 unidades; también se observa que, en cuanto al vehículo más transitado es el automóvil.

**Figura 4.**

*Cantidad de vehículos contados por día-Estación 2*



*Nota.* Se puede observar en la figura la cantidad de vehículos contados en la estación 2.

Después de realizado el conteo vehicular se obtuvo como estación con mayor tránsito de vehículos la estación E-1, por ende, será tomada como la más desfavorable y con ella se realizará el cálculo del ESAL.

#### 4.1.2. Determinación de ESAL para pavimento flexible

**Tabla 5**

*Resumen de aforo de tráfico*

Medio de Transporte	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Total	%
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>									
Automóviles	98	70	49	86	102	105	72	582	38%
Camionetas	33	26	49	93	88	104	123	516	34%
Micros / Combis	7	4	2	16	21	7	4	61	4%
<b>Total de V.L.</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>195</b>	<b>211</b>	<b>216</b>	<b>199</b>	<b>1,159.00</b>	<b>76%</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>									
Omnibus 2 Ejes	7	2	6	4	10	15	9	53	3%
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Camión 2 Ejes	10	15	10	13	14	10	14	86	6%
Camión 3 Ejes	27	24	12	27	28	21	26	165	11%
Camión 4 Ejes	9	5	12	5	11	11	12	65	4%
<b>Total de V.P.</b>	<b>53</b>	<b>46</b>	<b>40</b>	<b>49</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>369</b>	<b>24%</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>191</b>	<b>146</b>	<b>140</b>	<b>244</b>	<b>274</b>	<b>273</b>	<b>260</b>	<b>1,528.00</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Se muestra el resumen de aforo de tráfico para vehículos ligeros y vehículos pesados

**Tabla 6**

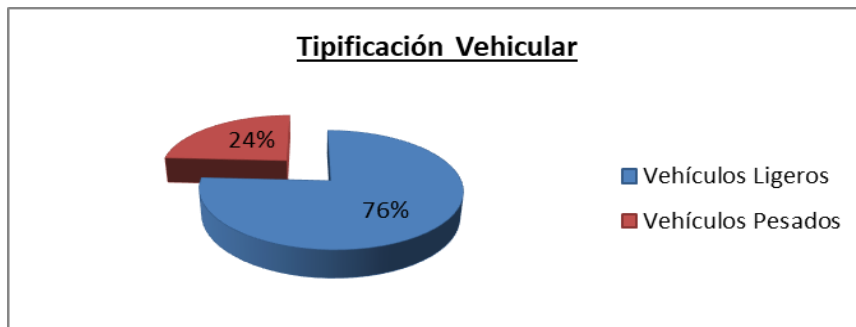
*Tipificación Vehicular*

TIPIFICACIÓN VEHICULAR		
<b>Vehículos Ligeros</b>	1,159.00	76%
<b>Vehículos Pesados</b>	369	24%
<b>Total de Vehículos</b>	1,528.00	100%

*Nota.* Según categorización vehicular

**Figura 5.**

*Tipificación Vehicular*



*Nota.* Según cantidad expresado en porcentaje

- Tránsito medio diario semanal (TMDS)

La fórmula es:

$$TMDS = \frac{TS}{7}$$

TMDS: Tráns. Medio Diar. Sem.

TS: Tráns. Sem.

De acuerdo con esta correlación, el TMDS asociado a cada fase del proyecto se presenta en el cuadro siguiente.

**Tabla 7**

*Tránsito Diario (TD i)*

Tránsito Diario (TD i)								TMDS
Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Total	
191	146	140	244	274	273	260	1,528.00	218

*Nota.* Contiene el tránsito diario cuantificado en una semana.

• Factor de ajuste estacional

- Mes Gen.: Marzo
- Est.: E-1
- Fact. de Ajuste Est. Veh. Pesados: 1.12329
- Fact. de Ajuste Est. Veh. Ligeros: 1.05113

**Tabla 8**

*Factor de ajuste estacional*

<b>Medio de Transporte</b>	<b>Total</b>	<b>Total Corregido</b>
<b>Veh. Ligeros (V.L.)</b>		
Automóviles	582	611.76
Camionetas	516	542.38
Micros / Combis	61	68.52
<b>Total de V.L.</b>	<b>1,159.00</b>	<b>1,222.66</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>		
Omnibus 2 Ejes	53	59.53
Omnibus 3 Ejes		-
Camión 2 Ejes	86	96.6
Camión 3 Ejes	165	185.34
Camión 4 Ejes	65	73.01
<b>Total de V.P.</b>	<b>369</b>	<b>414.5</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>1,528.00</b>	<b>1,637.15</b>

*Nota.* En la tabla se muestra los factores de ajuste estacional



- Índice medio diario anual (IMDA)

**Tabla 9**

*Índice medio diario anual*

Medio de Transporte	Aforo Vehicular	ánsito	Desviánsito	Genera	IMDa	IMDA x 365
<b>Veh. Ligeros (V.L.)</b>						
Automóviles	612	-	-	-	87	31,755.00
Camionetas	542	-	-	-	77	28,105.00
Micros / Combis	69	-	-	-	10	3,650.00
<b>Total de V.L.</b>	<b>1,223.00</b>	-	-	-	<b>174</b>	<b>63,510.00</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>						
Omnibus 2 Ejes	60	-	-	9	10	3,650.00
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-	-
Camión 2 Ejes	97	-	-	-	14	5,110.00
Camión 3 Ejes	185	-	-	-	26	9,490.00
Camión 4 Ejes	73	-	-	-	10	3,650.00
<b>Total de V.P.</b>	<b>415</b>	-	-	<b>9</b>	<b>60</b>	<b>21,900.00</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>1,638.00</b>	-	-	<b>9</b>	<b>234</b>	<b>85,410.00</b>

*Nota.* El resultado fue de 234 vehículos por día.

- Tasa de crecimiento vehicular (Kr)

Se determinará cómo las tasas de crecimiento anual del tráfico y las tasas de crecimiento de las variables explicativas, como la población y el PBI, se relacionan entre sí. Este análisis proporcionará una visión detallada de los factores que afectan la demanda de transporte para comprender cómo las variaciones en la población y el PBI influyen en el aumento del tráfico vehicular. Se podrán identificar patrones y tendencias que ayudan en la planificación y gestión del tráfico, así como en la toma de decisiones para mejorar la infraestructura vial, evaluando estas relaciones.

Según el OPMI-MTC, para autos livianos corresponde la siguiente formula:

$$r(V.L.) = r(pob.)$$

$$r_{VP} = r_{pob} = 1.26\%$$

Según el OPMI-MTC, para autos pesados corresponde la siguiente formula:

$$r(V.P.) = r(PBI)$$

$$r_{VC} = r_{PBI} = 2.83\%$$

Con estas consideraciones tenemos:

$$Kr = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Per. de Dis. (n): 20 años

Tasa de Crec. de Veh. Livianos - Kr (V.L.): 22.58508162

Tasa de Crec. de Veh. Pesados - Kr (V.P.): 26.41051739

• EJES EQUIVALENTES (EE)

**Tabla 10**

*Ejes equivalentes*

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S.	Eje Simple Posterior			Eje Tándem		Eje Tridem
		Delantero Peso Max	1er Eje Peso Max	2do Eje Peso Max	3er Eje Peso Max	TA1 Peso Max	TA2 Peso Max	Peso Max
<b>Veh. Ligeros (V.L.)</b>								
Automóviles								-
Camionetas								-
Micros / Combis								-
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>								
Omnibus 2 Ejes	13.2	7	11	-	-	-	-	-
Omnibus 3 Ejes	14	7	-	-	-	16	-	-
Camión 2 Ejes	12.3	7	11	-	-	-	-	-
Camión 3 Ejes	13.2	7	-	-	-	-	18	-
Camión 4 Ejes	13.2	7	-	-	-	-	18	-
		[P/6.6] <sup>4</sup>		[P/8.2] <sup>4</sup>		[P/14.8] <sup>4</sup>	[P/15.1] <sup>4</sup>	[P/20.7] <sup>3,9</sup>

*Nota.* En la tabla se representa los EE para V.L. Y V.P

**Tabla 11**

*Cálculo de ejes equivalentes*

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S.	Eje Simple Posterior			Eje Tándem		Eje Tridem	Total
		Delantero Peso Max	1er Eje Peso Max	2do Eje Peso Max	3er Eje Peso Max	TA1 Peso Max	TA2 Peso Max	Peso Max	
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>									
Automóviles		-	-	-	-	-	-	-	-
Camionetas		-	-	-	-	-	-	-	-
Micros / Combis		-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>									
Omnibus 2 Ejes	13.2	1.2654	3.2383	-	-	-	-	-	4.5037
Omnibus 3 Ejes	14	1.2654	-	-	-	1.3659	-	-	2.6313
Camión 2 Ejes	12.3	1.2654	3.2383	-	-	-	-	-	4.5037
Camión 3 Ejes	13.2	1.2654	-	-	-	-	2.0192	-	3.2846
Camión 4 Ejes	13.2	2.5307	-	-	-	-	2.0192	-	4.5499

*Nota.* En la tabla se representa los ejes equivalentes para V.L. Y V.P

**Tabla 12**

Cálculo de ejes equivalentes

Medio de Transporte	IMDA x 365	Eje Equivalente	Tasa Crecimiento Kr	ESAL
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>				
Automóviles	31,755.00	0.0001	22.5851	71.72
Camionetas	28,105.00	0.0001	22.5851	63.48
Micros / Combis	3,650.00	0.0001	22.5851	8.24
<b>Veh. Pes. (V.P.)</b>				
Omnibus 2 Ejes	3,650.00	4.5037	26.4105	434,144.96
Omnibus 3 Ejes	-	2.6313	26.4105	-
Camión 2 Ejes	5,110.00	4.5037	26.4105	607,802.94
Camión 3 Ejes	9,490.00	3.2846	26.4105	823,233.42
Camión 4 Ejes	3,650.00	4.5499	26.4105	438,607.55
<b>DETERMINACIÓN DEL ESAL</b>				<b>2,303,932.31</b>

*Nota.* En la tabla se muestra el ESAL calculado para el diseño de pavimento flexible.

- **FACTOR DE DIRECCION (FD)**

El criterio de evaluación para esta parte se basa en el hecho de que el camino tiene dos curvas, cada una con una longitud de tres metros. La influencia de este diseño en la capacidad y el flujo de tráfico es crucial para determinar las características operativas y de seguridad de la vía. La disposición y la anchura de los carriles tienen un impacto significativo en la planificación y diseño de la infraestructura vial y en la seguridad y eficiencia del tránsito.

En este sentido el FD es igual a 0.5 para este trabajo.

**Tabla 13**

*Índice de dirección*

<b>N° de Carriles en una Sola Dirección</b>	<b>% de ESAL en el Carril de Diseño</b>
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

*Nota.* En la tabla se muestra el índice de dirección.

- **FACTOR DE CARRIL (FC)**

Se tendrá las siguientes consideraciones:

Factor Carril (FC): 1.00

- **CALCULO DEL W18**

$$W18 = ESAL \times FC \times FD$$

Se espera un total de 1,151,966 reportes de equipos de 8.2 toneladas durante el período de diseño del proyecto W18.

### 4.1.3. Determinación de ESAL para pavimento rígido

**Tabla 14**

*Resumen de aforo de tráfico*

Medio de Transporte	Viernes	Sabado	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Total	%
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>									
Automóviles	98	70	49	86	102	105	72	582	38%
Camionetas	33	26	49	93	88	104	123	516	34%
Micros / Combis	7	4	2	16	21	7	4	61	4%
<b>Total de V.L.</b>	<b>138</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>195</b>	<b>211</b>	<b>216</b>	<b>199</b>	<b>1,159.00</b>	<b>76%</b>
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>									
Omnibus 2 Ejes	7	2	6	4	10	15	9	53	3%
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-	-	-	-	0%
Camión 2 Ejes	10	15	10	13	14	10	14	86	6%
Camión 3 Ejes	27	24	12	27	28	21	26	165	11%
Camión 4 Ejes	9	5	12	5	11	11	12	65	4%
<b>Total de V.P.</b>	<b>53</b>	<b>46</b>	<b>40</b>	<b>49</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>61</b>	<b>369</b>	<b>24%</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>191</b>	<b>146</b>	<b>140</b>	<b>244</b>	<b>274</b>	<b>273</b>	<b>260</b>	<b>1,528.00</b>	<b>100%</b>

*Nota.* Según categoría y cantidad vehicular

**Tabla 15**

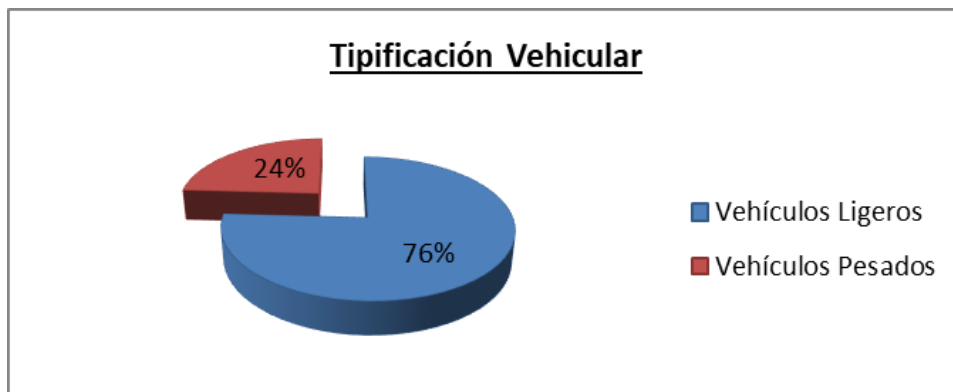
*Tipificación Vehicular*

<b>TIPIFICACIÓN VEHICULAR</b>		
<b>Veh. Lig.</b>	1,159.00	76%
<b>Veh. Pes.</b>	369.00	24%
<b>Total de Veh.</b>	1,528.00	100%

*Nota.* Se muestra tipificación vehicular

**Figura 6.**

*Tipificación Vehicular*



*Nota.* Datos según porcentaje

- **Tránsito medio diario semanal (TMDS)**

Se obtiene a través de la siguiente relación:  $TMDS = \frac{TS}{7}$

TMDS: Tráns. Med. Diario Sem.

TS: Tráns. durante una sem.

**Tabla 16**

*Transito diario (TD i)*

Tránsito Diario (TD i)							TMDS
Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Total
191	146	140	244	274	273	260	1,528.00
							<b>218</b>

*Nota.* Contiene el tránsito diario cuantificado en una semana.

- **Factor de ajuste estacional**

Mes Gen.: Marzo

Est. : E-1

Fact. de Ajuste Est. Veh. Pes: 1.12329

Fact. de Ajuste Est. Veh Lig: 1.05113

**Tabla 17**

*Factor de ajuste estacional*

Medio de Transporte	Total	Total Corregido
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>		
Automóviles	582	611.76
Camionetas	516	542.38
Micros / Combis	61	68.52
<b>Total de V.L.</b>	<b>1,159.00</b>	<b>1,222.66</b>
<b>Veh. Pes. (V.P.)</b>		
Omnibus 2 Ejes	53	59.53
Omnibus 3 Ejes	-	-
Camión 2 Ejes	86	96.6
Camión 3 Ejes	165	185.34
Camión 4 Ejes	65	73.01
<b>Total de V.P.</b>	<b>369</b>	<b>414.5</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>1,528.00</b>	<b>1,637.15</b>

*Nota.* Estadísticas de V.L Y V.P con el factor de ajuste estacional



- **IMDA**

**Tabla 18**

*Índice medio diario anual (IMDA)*

Medio de Transporte	Aforo Vehicular	ánsito Desviainsito Genera	IMDa	IMDA x 365	
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>					
Automóviles	612	-	-	87	31,755.00
Camionetas	542	-	-	77	28,105.00
Micros / Combis	69	-	-	10	3,650.00
<b>Total de V.L.</b>	<b>1,223.00</b>	-	-	<b>174</b>	<b>63,510.00</b>
<b>Veh. Pes. (V.P.)</b>					
Omnibus 2 Ejes	60	-	9	10	3,650.00
Omnibus 3 Ejes	-	-	-	-	-
Camión 2 Ejes	97	-	-	14	5,110.00
Camión 3 Ejes	185	-	-	26	9,490.00
Camión 4 Ejes	73	-	-	10	3,650.00
<b>Total de V.P.</b>	<b>415</b>	-	<b>9</b>	<b>60</b>	<b>21,900.00</b>
<b>Total de Vehículos</b>	<b>1,638.00</b>	-	<b>9</b>	<b>234</b>	<b>85,410.00</b>

*Nota.* El cálculo responde a 234 vehículos diarios.

- **Tasa de crecimiento vehicular (Kr)**

Se encontrarán las tasas de crecimiento anual del tráfico y las variables explicativas de población y PBI.

Según el OPMI-MTC, para autos livianos se emplea la siguiente fórmula:

$$r(V.L.) = r(pob.)$$

$$r_{VP} = r_{pob} = 1.26\%$$

Según el OPMI-MTC, para autos pesados corresponde la siguiente fórmula:

$$r(V.P.) = r(PBI)$$

$$r_{VC} = r_{PBI} = 2.83\%$$

Con estas consideraciones tenemos:

$$Kr = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Per. de D. (n): 20 años

Tasa de Crec de Veh. Liv - Kr(V.L.): 22.58508162

Tasa de Crec. de Veh. Pes. - Kr(V.P.): 26.41051739

- **EJES EQUIVALENTES (EE)**

**Tabla 19**

*Cálculo de ejes equivalentes*

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S.	Eje Simple Posterior			Eje Tándem		Eje Tridem
		Delantero	1er Eje	2do Eje	3er Eje	TA1	TA2	
		Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>								
Automóviles								-
Camionetas								-
Micros / Combis								-
<b>Veh. Pes. (V.P.)</b>								
Omnibus 2 Ejes	13.2	7	11	-	-	-	-	-
Omnibus 3 Ejes	14	7	-	-	-	16	-	-
Camión 2 Ejes	12.3	7	11	-	-	-	-	-
Camión 3 Ejes	13.2	7	-	-	-	-	18	-
Camión 4 Ejes	13.2	7	-	-	-	-	18	-
	$[P/6.6]^{4.1}$			$[P/8.2]^{4.1}$		$[P/13.0]^{4.1}$	$[P/13.3]^{4.1}$	$[P/16.6]^4$

*Nota.* En la tabla se representa los ejes equivalentes para V.L. Y V.P

**Tabla 20***Cálculo de ejes equivalentes*

Medio de Transporte	Long. Máx. (m)	E. S.	Eje Simple Posterior			Eje Tándem		Eje Tridem	Total
		Delantero	1er Eje	2do Eje	3er Eje	TA1	TA2		
		Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	Peso Max	
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>									
Automóviles		-	-	-	-	-	-	-	-
Camionetas		-	-	-	-	-	-	-	-
Micros / Combis		-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Veh. Pes. (V.P.)</b>									
Omnibus 2 Ejes	13.2	1.2728	3.3348	-	-	-	-	-	4.6077
Omnibus 3 Ejes	14	1.2728	-	-	-	2.3427	-	-	3.6156
Camión 2 Ejes	12.3	1.2728	3.3348	-	-	-	-	-	4.6077
Camión 3 Ejes	13.2	1.2728	-	-	-	-	3.458	-	4.7308
Camión 4 Ejes	13.2	2.5457	-	-	-	-	3.458	-	6.0037

*Nota.* En la tabla se representa los ejes equivalentes para V.L. Y V.P

**Tabla 21***Cálculo de ejes equivalentes*

Medio de Transporte	IMDA x 365	Eje Equivalente	Tasa Crecimiento Kr	ESAL
<b>Veh. Lig. (V.L.)</b>				
Automóviles	31,755.00	0.0001	22.5851	71.72
Camionetas	28,105.00	0.0001	22.5851	63.48
Micros / Combis	3,650.00	0.0001	22.5851	8.24
<b>Veh. Pes. (V.P.)</b>				
Omnibus 2 Ejes	3,650.00	4.6077	26.4105	444,171.04
Omnibus 3 Ejes	-	3.6156	26.4105	-
Camión 2 Ejes	5,110.00	4.6077	26.4105	621,839.46
Camión 3 Ejes	9,490.00	4.7308	26.4105	1,185,717.56
Camión 4 Ejes	3,650.00	6.0037	26.4105	578,744.38
<b>DETERMINACIÓN DEL ESAL</b>				<b>2,830,615.88</b>

*Nota.* Contiene el cálculo para el tipo de pavimento rígido.

- FACTOR DE DIRECCION (FD)

Factde direc. (FD): 0.50

**Tabla 22**

*Factor de Dirección*

N° de Carriles en una Sola Dirección	% de ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

*Nota.* En la siguiente tabla se muestra el factor de dirección por el n° de carriles

- FACTOR DE CARRIL (FC)

Se tomarán las siguientes el siguiente fundamento:

- Factor Carril (FC): 1.00

- CALCULO DEL W18

$$W18 = ESAL \times FC \times FD$$

**W18:** Nro. Esp. de rep. de ee a 8.2 tn en el periodo de diseño.

**W18:** 1,415,308.00

#### **4.1.4. Determinar el CBR para la subrasante**

- **Estudio de mecánica de suelos para determinar propiedades físicas y mecánicas de la subrasante**

Analizando la subrasante, se empleó un método destructivo para realizar investigaciones a lo largo del ancho de la vía mediante excavaciones espaciadas de manera uniforme y alterna, como las calicatas situadas a una profundidad de 1,5 metros. Según la normativa vigente, es fundamental registrar el grosor de cada muestra de base directamente en el campo y obtener muestras representativas de estas capas para su posterior análisis. Realizar pruebas específicas, como el CBR o el módulo de elasticidad, es crucial, y la norma establece la cantidad adecuada de pruebas a realizar. La siguiente tabla es la recomendación del manual, que nos ayudará a calcular la cantidad de ensayos necesarios para nuestra investigación.

**Figura 7**  
**Número de Ensayos MR y CBR**

**Cuadro 4.2**  
**Número de Ensayos  $M_R$  y CBR**

Tipo de Carretera	N° $M_R$ y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 <math>M_R</math> cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 <math>M_R</math> cada 3 km y 1 CBR cada 1 km</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> <li>• (*)</li> </ul>
Carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

*Nota.* Contiene el número de ensayos MR y CBR para los diferentes tipos de clase de carreta. Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos

Se llevó a cabo las pruebas de laboratorio sobre muestras de suelo extraídas durante las excavaciones de reconocimiento, en base a los lineamientos establecidos por el MTC. Estos análisis permitieron caracterizar la tipología de suelo existente, determinando sus características físicas y mecánicas. A continuación, se muestra a detalle lo realizado.

**Tabla 23**

*Ensayos estándar realizado según su normativa*

<b>ENSAYOS ESTANDAR</b>	<b>NORMA</b>
Análisis Gran. por tamiz	ASTM D-422, MTC E-107
LL	ASTM D-4318, MTC E-110
LP	ASTM D-4318, MTC E-111
% de humedad	ASTM D-2216, MTC E-108
Clasificación SUCS	ASTM D-2487
Clasificación AASHTO	AASHTO M-145

*Nota.* Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección Suelos y Pavimentos.

**Tabla 24**

*Ensayos estándar realizado según su normativa*

<b>ENSAYOS ESPECIALES</b>	<b>NORMA</b>
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1183, MTC E 132
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC E 115

*Nota.* Ensayo bajo normativa vigente. Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Selección Suelos y Pavimentos.

Se efectuó la toma de 4 muestras, siguiendo el manual de carreteras. Según el IMDA, para este proyecto la carretera es de tercera clase, por tanto, se realizaron calicatas cada 2km para posteriormente determinar el CBR.

**Tabla 25**

*Estudio de suelos*

Km		18+200	20+200	22+200	24+200
Muestra		Sub rasante			
Profund. (m)		1.5			
Clasificación	SUCS	CL-ML	MH	CL-ML	CL-ML
	AASHTO	A-4 (1)	A-7-5 (11)	A-4 (0)	A-4 (0)
< N°200		5.4	6.9	5.9	4.4
Límite líquido		23	56	23	23
Límite plástico		17	39	17	17
IP Malla N°40		6	17	6	6
Contenido Humedad %		24.23	25.25	27.59	26.15

*Nota.* Estudio de suelo realizado cada 2km según corresponde.

Para el caso del CBR se decidió trabajar con el más desfavorable, es decir, con el menor. Después se mostrará una tabla por progresivas con el cálculo del CBR.

**Tabla 26**

*Presentación resumida de la obtención de resultados de suelo-CBR*

Calicata	Progresiva (km)	Muestra	Profundidad (m)	Clasificación		Proctor		%CBR Laboratorio (0.1")		%CBR MÁS DESFAVORABLE	% Expansión Lineal		
				SUCS	AASHTO	MDS	OCH	100% MDS	95% MDS				
				CL-ML	A-4 (1)	1.677	18	8.5	6.5	6.5	0	0	0.01
C-1	18+200	Sub rasante	1.5	MH	A-7-5 (11)	1.643	13	12.7	10.8	10.8	0	0	0.01
C-2	20+200			CL-ML	A-4 (0)	1.673	16	11.3	8	8	0	0	0.01
C-3	22+200			CL-ML	A-4 (0)	1.739	15	8.8	7.5	7.5	0.2	0.2	0.2
C-4	24+200			CL-ML	A-4 (0)								

*Nota.* Datos realizados tomando una longitud de 2 kilómetros.



La manera de establecer las características de este suelo de mezcla entre arcilla limosa y arenosa, lo que representa CL-ML para la clasificación SUCS y AASHTO como A-4(1). Esto contiene un 60% de finos, un 39 % de arena y un 15 % de grava. Por otro lado, se presenta un suelo limoso elástico arenoso, que representa MH como A-7-5 en el sistema AASHTO y para la clasificación SUCS (11). El 62% de finos, el 36% de arena y el 2% de grava se pueden encontrar allí.

La capacidad de soporte de la plataforma fue evaluada mediante el ensayo CBR, obteniéndose el valor más desfavorable de 6.5%., este resultado clasifica la subrasante como de "condición regular."

**Figura 8**  
*Tipo de subrasante en base al CBR.*

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

*Nota.* En la imagen se observa la clasificación a la subrasante del presente proyecto. Fuente: “Manual de Carreteras-Suelos y Pavimentos”-MTC.

#### **4.1.5. Definir el DG de la vía en cuestión**

Antes de realizar el diseño geom., se realizó el estudio top. para poder luego proyectar las curvas de nivel.

- **Levantamiento Topográfico**

### **Ubicación**

- Departamento: La Libertad
- Provincia: Otuzco
- Diistrito: Usquil.

### **Características**

- Ancho de calzpromedio: 5.2m
- Tipo de pavimento: Sin pavimentar
- Tramo de estudio: LI114
- Long de muestra: 9.5 Km

### **Equipos para el levantamiento topográfico**

- a. GPS NAVEGADOR GARMIN.
- b. ESTACION TOTAL TOP COM.

### **Puntos de Georreferenciación**

Se comenzó en la carretera en estudio fue en el cacerio Juan Velazco, frente a la I.E.

**Tabla 27**

*Coordenadas del BM1 Y BM2*

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9132596.48	778267.549	3286.784	BM1
2	9132569.66	778225.257	3304.0017	BM2

*Nota.* Coordenadas del BM1 Y BM2.

**Figura 9.**

*Levantamiento topográfico*



*Nota.* Técnico utilizando estación total.

- **Diseño Geométrico**

Una parte importante del desarrollo de un proyecto de ruta es su diseño geográfico, que fomenta la comodidad, la seguridad y la comodidad.

**a. Según su demanda**

La categoría de carretera para esta investigación es de 3era clase, ya que, según su demanda su IMDA es inferior a cuatrocientos veh/día, teniendo una IMDA de 234 veh /día.

**b. Según su Orografía**

Es de tipo accidentado, presenta p transversales que están entre 51-100% y p longitudinales que se están entre 6% y 8%.

**c. Velocidad de Diseño**

La Vd para la vía en cuestión según sus características es de 30 km/h. Con el fin de garantizar la seguridad y el rendimiento óptimo del tráfico, esta velocidad se establece en función de las condiciones específicas del terreno y del tipo de carretera.

**Figura 10.**

*Velocidad de diseño*

**Tabla 204.01**  
**Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.**

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

*Nota.* Extraído del Manual de Carreteras DG-2018.

**d. Tramos en tangente**

**Figura 11:**

*Longitudes de tramos en tangente*

**Tabla 302.01**  
**Longitudes de tramos en tangente**

V (km/h)	L mín s (m)	L mín o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Nota. Extraído del manual de carreteras DG-2018.

**e. Radio Mínimo**

En este caso, con un peralte de 12% y un coeficiente de fricción transversal de 0.17, se ha establecido un radio mínimo de 25 metros para garantizar una circulación segura a 30 km/h en un tipo de topografía accidentada. Estos parámetros son cruciales para prevenir derrapes, vuelcos y otros incidentes, especialmente en condiciones climáticas adversas o en vehículos con cargas pesadas.

## Figura 12

### Radio mínimo

Tabla 302.02  
Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
Área rural (plano u ondulada)	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
Área rural (accidentada o escarpada)	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
Área rural (accidentada o escarpada)	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Nota. Extraído del Manual de Carreteras DG-2018

## f. Parámetro para una curva de transición

La curva de transición, elemento fundamental en el diseño vial para la seguridad y comodidad de los usuarios, requiere de un parámetro específico para definir su geometría, se obtiene mediante la siguiente ecuación matemática:

$$Amín = \sqrt{\frac{VR}{46.656J}} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)$$

Donde:

V= Veloc. de diseño.

R= Rad. de curv.

J: Var. Unif. de acel. (m/s<sup>2</sup>)

P: Peralte correa V y R (%).

En esta fórmula, cada variable representa un elemento geométrico particular de la curva, como su longitud, radio de curvatura o tasa de cambio de la curvatura. El cálculo preciso de este parámetro asegura una transición suave y gradual entre el tramo recto y la curva circular, minimizando así las fuerzas centrífugas que actúan sobre los vehículos.

### Figura 13.

*Variación de la aceleración transversal*

**Tabla 302.09**  
**Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo**

V (km/h)	V < 80	80 < V < 100	100 < V < 120	V > 120
J (m/s <sup>3</sup> )	0.5	0.4	0.4	0.4
Jmáx (m/s <sup>3</sup> )	0.7	0.8	0.5	0.4

*Nota.* Extraído del Manual de Carreteras DG-2018.



### **g. Cálculo de la extensión de la curva de transición**

Para garantizar la seguridad y comodidad de los conductores en una vía, es fundamental establecer la extensión adecuada de la curva de transición. Esta sección de la carretera actúa como un enlace suave entre una recta y una curva circular, evitando cambios bruscos en la dirección y minimizando así el riesgo de accidentes.

La longitud mínima de esta curva se obtiene a través de una fórmula específica que considera diversos factores, como la velocidad máxima permitida en el tramo, el radio de curvatura de la curva circular y las características del terreno. Estos elementos influyen directamente en la capacidad de los vehículos para adaptarse a los cambios en la trayectoria de manera segura.

$$L_{\text{mín}} = \frac{V}{46.656j} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)$$

Teniendo en cuenta un peralte de  $p=8\%$  y una variación uniforme de aceleración  $j=0.5$ , se obtuvo una  $L_{\text{mín}} = 33.23\text{m}$ .

### **h. Sobreancho**

Se refiere a la cantidad adicional de espacio que una estructura o elemento tiene más allá de su medida estándar o necesaria. Para determinar este valor numérico, se utiliza una fórmula específica que considera diversos factores como el tipo de construcción, las normativas vigentes y las condiciones del terreno.

$$S_a = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

**Donde:**

- n: Nro. de carr.
- Rc: Rad. de curv.
- L: Long. De ejes.
- V: Vel. De dis.

**Datos:**

- n=2
- R= 25m
- L= 7.3m
- V= 30 km/h.

Por tanto, se calcula un sobreebanco de **2.80m**.

**i. Ancho de Berma**

Se ha definido un ancho de berma de 50 centímetros. Esta medida se justifica al considerar una Vd de 30 km/h. La berma de este ancho cumple con las normativas vigentes para carreteras de tercera categoría en condiciones topográficas similares, proporcionando un espacio de seguridad adecuado para los usuarios de la vía y facilitando las labores de mantenimiento.

**Figura 14.**

*Ancho de berma*



**Tabla 304.02**  
**Ancho de bermas**

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																				0.50 0.50
40 km/h																			1.20 1.20	0.90 0.50
50 km/h											2.60 2.60				1.20 1.20				1.20 0.90	0.90
60 km/h					3.00 3.00	2.60 2.60	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	2.60 2.60	2.00 2.00	1.20 1.20			1.20 1.20				1.20 1.20	
70 km/h			3.00 3.00		3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	2.00 2.00	1.20			1.20				1.20 1.20	
80 km/h	3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	3.00 3.00	2.00 2.00				1.20 1.20					
90 km/h	3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00		2.00				1.20 1.20					
100 km/h	3.00 3.00	3.00 3.00			3.00 3.00	3.00 3.00			3.00		2.00									
110 km/h	3.00 3.00				3.00															
120 km/h	3.00 3.00				3.00															
130 km/h	3.00																			

**Notas:**

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase
- c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el **Tópico 304.12**, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

*Nota.* Extraído del Manual de Carreteras DG-2018.

**j. Pendiente máxima**

En condiciones de diseño con una velocidad máxima permitida de 30 kilómetros por hora, la infraestructura vial debe estar diseñada para soportar pendientes máximas del 10%. Esto significa que, por cada 100 metros de recorrido horizontal, el camino puede elevarse o descender un máximo de 10 metros.

## Figura 15.

### *Pendientes máximas*



Tabla 303.01  
Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:																				
30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h										7.00	7.00				8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

**Notas:**

- 1) En caso que se desee pasar de carreteras de Primera o Segunda Clase, a una autopista, las características de éstas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
- 2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico, será autorizada por el órgano competente del MTC.

*Nota.* Extraído de Manual de Carreteras DG-2018.

#### 4.1.6. Determinar los espesores de capa que conforma un pavimento flexible

##### y rígido

- **Diseño del pavimento flexible**

El diseño de un pavimento flexible es un proceso complejo que implica evaluar múltiples variables para asegurar su durabilidad y funcionalidad. Entre los factores clave a considerar se encuentran:

- Volumen y tipo de tráfico: La cantidad y características de los vehículos que transitan por la vía determinan las cargas a las que estará sometido el pavimento.
- Sistema de drenaje: Un drenaje adecuado es esencial para evitar la acumulación de agua y prevenir daños por congelamiento, descongelamiento y erosión.

- Condiciones climáticas: Las temperaturas extremas, la humedad y la presencia de sustancias químicas pueden afectar significativamente al pavimento.
- Características del suelo: Las características físicas y influye en el espesor y tipo de materiales necesarios para construir el pavimento.
- Capacidad portante: Se refiere a la capacidad del suelo para resistir deformaciones permanentes bajo las fuerzas aplicadas.
- Nivel de servicio: Define el nivel de comodidad y seguridad que se espera proporcionar a los usuarios de la vía.
- Confiabilidad: Indica la probabilidad de que el pavimento cumpla con los requisitos de diseño durante su vida útil.

Al combinar estos factores, se puede calcular la estructura del pavimento óptimamente (base, subbase y carpeta asfáltica) y seleccionar los materiales más adecuados para garantizar una estructura resistente y duradera.

$$\text{Log}W_{1.8} = Z_R + S_O + 9.36 \cdot \text{Log} (SN + 1) - 0.20 + \frac{\text{Log} \frac{(\Delta\text{PSI})}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot \text{Log} M_R - 8.07$$

**Donde:**

- $Z_R$ : desv. Est. Norm.
- $S_O$ : error estándar.
- $\Delta\text{PSI}$ :  $(P_i) - (P_t)$
- $M_R$ : Mód. resiliente.
- $SN$ : Nro. Est.

### **-N° acumulado de ejes equivalentes (W18)**

El tramo de estudio soportará un total de 8.2 toneladas en ejes equivalentes. Este valor, expresado en ESAL, se traduce en 1,151,966 repeticiones de ejes durante la vida útil del pavimento. Este parámetro es fundamental para determinar el espesor y los materiales necesarios en el diseño de un pavimento, ya que cuantifica el daño que el tráfico vehicular causará a la estructura del camino.

### **-Módulo de Resiliencia (MR)**

Se calcula a través de la prueba T274 de la AASHTO, este método es complicado por diferentes factores. Es por ello que se calcula teniendo en cuenta el CBR. Para este caso, para un CBR de 6.5% se calculó un módulo resiliente de 8466 psi.

### **-Confiabilidad**

La posibilidad de que un pavimento opere de manera adecuada a lo largo de su vida útil se denomina fiabilidad. Para la presente investigación, ya que nos encontramos en un TP5, en donde la confiabilidad tendrá un valor del 85 por ciento.

**Tabla 28***Nivel de confiabilidad*

TIPO DE TRÁF.	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONF.
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

*Nota.* En la tabla se muestra el nivel de confiabilidad según el rango de tráfico pesado expresado en EE.

#### **- Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )**

La Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ), en este caso -1.036, es una medida estadística que nos indica cuán dispersos están los datos del tráfico respecto a su valor promedio. En otras palabras, nos muestra qué tan variables son los volúmenes de tráfico que hemos observado. Un valor negativo de  $Z_r$  sugiere que, en general, los volúmenes de tráfico reales fueron menores a los estimados. Esta variabilidad en el tráfico es fundamental para diseñar infraestructuras viales

seguras y duraderas, ya que nos permite considerar escenarios tanto optimistas como pesimistas.

#### **-Desviación Estándar Combinada (So)**

De acuerdo con los estándares de la AASHTO, para pavimentos flexibles suele ubicarse entre 0.4 y 0.5. Sin embargo, al evaluar la carretera en cuestión, se detectó un valor de 0.45. Esta ligera variación podría atribuirse a factores como el tipo de suelo de la base, las condiciones climáticas locales y el nivel de tráfico, los cuales pueden influir en la estabilidad y durabilidad del pavimento a lo largo del tiempo.

#### **-Variación de Serviciabilidad Presente ( $\Delta$ PSI)**

##### **Serviciabilidad Inicial (PI)**

Es una medida que refleja el estado inicial de un pavimento o infraestructura vial justo después de su construcción. En el contexto de la evaluación de la calidad y funcionalidad de una carretera, una Serviciabilidad Inicial de  $PI = 4$  sugiere que el tramo en cuestión se encuentra en excelentes condiciones, indicando que la vía ha sido construida de manera reciente y que su rendimiento es óptimo al inicio de su uso.

##### **Serviciabilidad Final (Pt)**

La serviciabilidad final del tramo evaluado es  $Pt = 2.5$ , lo que indica que la vía requiere una intervención de rehabilitación. En este caso particular, la diferencia de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) fue de 1.50, lo que señala un deterioro significativo. Además, esta pérdida puede estar relacionada con factores como el aumento del tráfico pesado o las condiciones climáticas adversas, que aceleran el desgaste de la superficie vial.



### **-Número Estructural (SNR).**

Para determinar la ecuación fundamental de un plano, es necesario identificar la cantidad de estructuras involucradas. Esta ecuación se construye a partir de los parámetros previamente obtenidos, cuyo resultado principal es el espesor global del pavimento. A partir de ello, se calculará cada espesor correspondiente a cada capa de la estructura de pavimento. La fórmula empleada para realizar estos cálculos se presenta a continuación:

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

#### **Donde:**

a1, a2, a3= Coef.de cada capa

d1, d2, d3= Espesores

m2, m3= Parámetros respecto al drenaje (base y subbase).

Además, es importante considerar que la correcta distribución de los espesores garantiza la estabilidad y durabilidad de la carretera, evitando deformaciones prematuras o fallos en la estructura. Los valores de estos espesores deben ajustarse según las condiciones del terreno y el tráfico esperado para optimizar el rendimiento del pavimento.

### **-Coeficiente Estructural de las Capas (ai).**

La resistencia estructural de un material se refiere a su capacidad para soportar las cargas aplicadas. Estos factores están fundamentados en correlaciones derivadas de los ensayos realizados por AASHTO entre los años

1958 y 1960. En esta investigación, se consideraron los coeficientes obtenidos a partir de dichas pruebas, ajustando su aplicación a las condiciones actuales de los materiales estudiados y las normas vigentes de diseño estructural. Para el a1 un valor de 0.170, para el a2 un valor de 0.052 y para el a3 un valor de 0.047.

#### **-Coeficiente de drenaje (mi).**

Se determinan las secciones estructurales de las carreteras, que implican la evaluación detallada de las distintas capas que componen la infraestructura vial. En el caso específico de la vía en estudio, se ha asignado un coeficiente de 1.00 para la base, lo cual indica el valor estándar utilizado para esta capa en particular. La base es una capa crucial en la estructura de una carretera, ya que proporciona soporte adicional y distribuye las cargas provenientes del tráfico sobre las capas inferiores.

Por otro lado, se ha asignado un coeficiente de 0 para la subbase. La subbase, es necesaria para la estabilidad general de la carretera al mejorar la capacidad de drenaje y la distribución de cargas. La asignación de un coeficiente de 0 para la subbase puede deberse a que no se ha incluido en el diseño específico de esta carretera o a que se está utilizando un enfoque diferente en el análisis estructural para este proyecto en particular.

#### **-Cálculo del Número Estructural Requerido**

En base a la metodología AASHTO y con los datos obtenidos utilizando la metodología proporcionada por la AASHTO y los datos recopilados previamente, el valor del SN requerido tiene un valor de 3.21. Este valor refleja las necesidades estructurales del pavimento, teniendo en cuenta factores como

la carga esperada y las condiciones del suelo, asegurando una infraestructura adecuada y segura.

A continuación, se presentan los valores que satisfacen la ecuación:

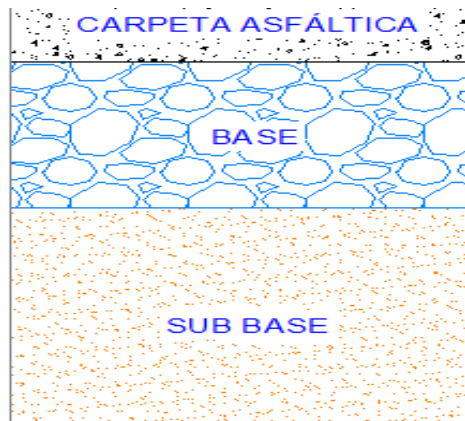
**Tabla 29**

*Espesores calculados*

CALCULO DE ESPESORES				
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
3.21	3.3	D1	D2	D3
		5	20	30

Nota. En la siguiente tabla se muestra los espesores calculados para el SN requerido y el SN calculado en función de los espesores

**Figura 16:**  
*Estructura del pavimento*



Nota. Se observa el diseño final del pavimento

- **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO**

La instalación de pavimentos rígidos demanda un análisis detallado de múltiples factores críticos. Entre estos factores se encuentran las características del tráfico, el sistema de drenaje, las condiciones climáticas, las propiedades del suelo, la capacidad de transferencia de carga, el nivel de servicio necesario y el grado de confiabilidad en función de la importancia de la carretera.

Para asegurar un rendimiento óptimo del pavimento y minimizar el riesgo de deterioro es importante considerar todos estos elementos. El análisis debe incluir una evaluación precisa de la carga de tráfico esperada y su impacto sobre el pavimento, así como un diseño adecuado del sistema de drenaje para no tener problemas con la acumulación de agua que pueda afectar la estructura en un futuro. Las condiciones climáticas también son de vital importancia en la elección de materiales y técnicas de construcción, mientras que las características del suelo determinan la base y el soporte estructural necesario.

Además, es esencial considerar la capacidad de transferencia de carga para asegurar que el pavimento pueda soportar las cargas impuestas sin fallos estructurales. El nivel de servicioabilidad requerido depende del uso previsto de la carretera y de los estándares de comodidad y seguridad esperados por los usuarios. Finalmente, el grado de confiabilidad, que se relaciona con la importancia de la carretera en la red vial, influye en las decisiones sobre los materiales y métodos de construcción. Un enfoque integral y bien planificado garantiza que el pavimento se mantenga funcional y en buen estado a lo largo de su vida útil, reduciendo la necesidad de reparaciones frecuentes y prolongando su durabilidad.

Se tiene la siguiente fórmula para la implementación del pavimento rígido:

$$\log(w18) = Z_r S_o + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} +$$

$$(4.22 - 0.32P_f) \times \log\left(\frac{M_r C_{dx}(D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \left(D^{0.75} \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

Donde:

W18 = Nro. de cargas (18 kips)

ZR = Confiab.

S0 = Desv. Estánd.

D = Grosor de losa.

$\Delta$ PSI = Pérd. De serv.

Pt = Serv. final

Sc = Mód. de rot.

J = Coef. De transf.

Cd = Coef. De dren.

Ec = Módulo de elast.

K = Módulo de reac.

### **-Número de ejes equivalentes (W18)**

Para la sección estudiada, se halló el nro. de ee, los cuales son de aproximadamente 8 ton. De esta manera, el ESAL (W18) para la implementación del pavimento rígido sería de 1,415,308.00.

## **-Serviciabilidad**

### **Serviciabilidad Inicial (PI)**

Este parámetro tiene un valor de  $P_i = 4.3$ , este valor manifiesta que la vía está en condiciones óptimas y ha sido construida recientemente. Este valor refleja que la superficie de la vía está en excelente estado, proporcionando una experiencia de conducción suave y segura para los usuarios.

### **Serviciabilidad Final (Pt)**

Por otro lado, el parámetro de Serviciabilidad Final (Pt) presenta un valor de  $P_t = 2.5$ , lo que sugiere que la carretera requiere intervención para su rehabilitación. Este valor indica que el pavimento ha experimentado un deterioro significativo, afectando la calidad de la superficie y la comodidad del tránsito. Las deficiencias en la superficie pueden incluir grietas, deformaciones y desgaste general que afectan el rendimiento del pavimento.

## **-Confiability y Desviación Estándar Normal**

Son dos factores fundamentales para garantizar que los componentes del pavimento continúen funcionando de manera adecuada para los años que se proyectó. En el marco de esta investigación, se ha determinado un nivel de confiabilidad del 85%.

Respecto a la desviación estándar se calcula tomando en cuenta la categoría y la cantidad de tráfico que transita en la zona de estudio. En este caso específico, la desviación estándar obtenida es de  $Z_r = -1.0364$ .

### **-Desviación Estándar Combinada (So)**

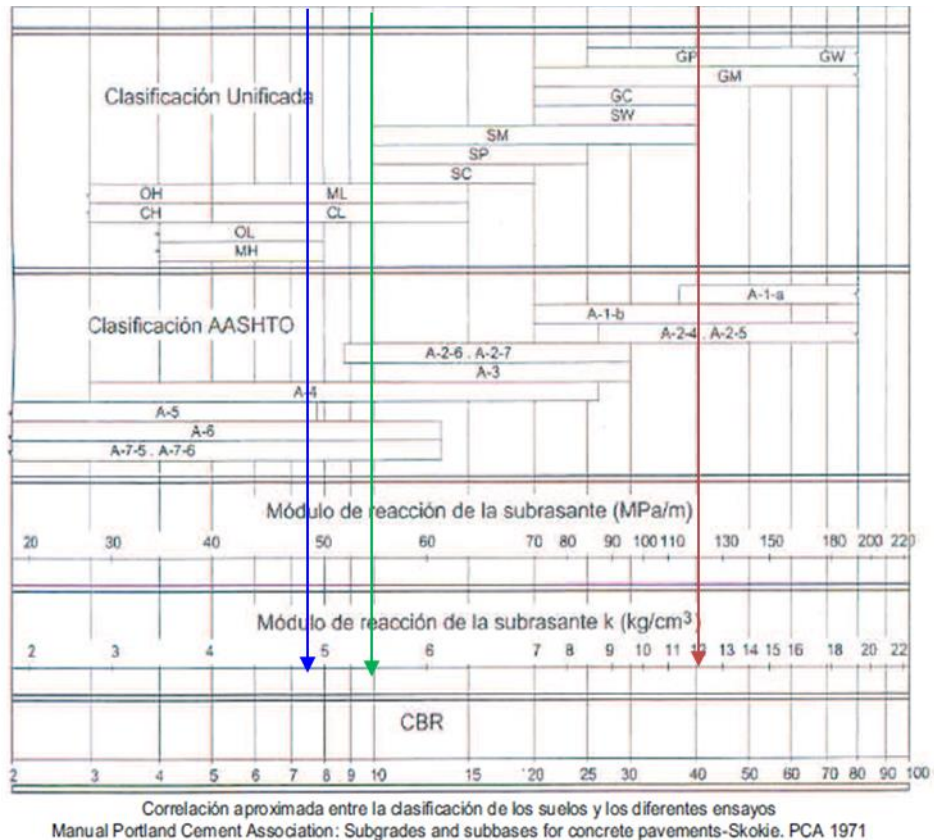
Para el pavimento rígido, la normativa menciona que el valor de “So” oscila entre 0.30 y 0.40. Estos valores reflejan el rango de variabilidad aceptable en las mediciones de desempeño del pavimento. Para el caso de la carretera en cuestión, se determinó una desviación estándar combinada de 0.35. Esta cifra fue calculada considerando que el pavimento estará sujeto a fluctuaciones climáticas y variaciones en los niveles de humedad, factores que pueden influir en su comportamiento y estabilidad.

La desviación estándar combinada se utiliza para evaluar la precisión y consistencia de las características del pavimento en condiciones reales de uso. Un valor de 0.35 indica un nivel de variabilidad moderado, que es representativo de las condiciones esperadas a lo largo de la vida útil del pavimento. Este análisis es crucial para prever posibles ajustes y asegurar que el pavimento mantenga un rendimiento adecuado frente a las influencias ambientales y operativas a las que estará expuesto.

### **-Módulo de reacción de la Subrasante (K)**

Este parámetro se consigue por medio de ensayos de Placa, según el ASTM D-1196. La metodología AASHTO, nos da paralelismo para obtener el coef. de reacc. K, teniendo en cuenta el CBR.

**Figura 17**  
*Obtención de módulo de reacción*



*Nota.* En la imagen se muestra la correlación entre el CBR y el Módulo de reacción de la subrasante.

Obteniendo así un  $K_c$  (coef.combinado) de 5.4 kg/cm<sup>3</sup> para un CBR de 10% , un  $K_o$  ( coef subrasante) de 4.8 kg/cm<sup>2</sup> para un CBR de 7.5% y un  $K_1$  (coef. Subbase) de 12 kg/cm<sup>2</sup> para un CBR de 40%.

Además, los diferentes puntos en la normativa vigente (de suelos y pav.) nos indica que, si existe una subbase granular con mejor calidad que la subrasante, el coef. de reacc. Subirá de categoría a través del siguiente conocimiento:



$$K = \left( 1 + \left( \frac{h}{38} \right)^2 \times \left( \frac{K_1}{K_0} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_0$$

Donde:

K1: Coef. de reacc. de la subb. granular

K: Coef de reacc comb.

K0: Coef de reacc. de la subbr.

h: Grosor de la subb. gran.

Así pues, mediante el cálculo de los coeficientes ya mencionados anteriormente se halla un grosor de quince centímetros para la subb. gran. de la carretera en cuestión.

### **-Módulo de Rotura**

Parámetro utilizado para evaluar la resistencia a la fractura de un material, en este caso, del concreto. Se utiliza para estimar la resistencia equivalente a la resistencia a la compresión del concreto, proporcionando una evaluación adicional de su capacidad estructural.

La obtención del módulo de rotura es esencial para la adecuada implementación del pavimento, ya que permite prever cómo el concreto se comportará bajo condiciones de carga y estrés. Este indicador es fundamental para garantizar que el pavimento tenga la resistencia suficiente para soportar las cargas y tensiones a las que estará sometido durante su uso.

El valor del módulo de rotura, denotado como Mr, se calcula a partir de ensayos específicos para calcular la resistencia a la flexión del

concreto antes de la ruptura. Este dato es vital para diseñar pavimentos que no solo cumplan con los requisitos de resistencia a la compresión, sino que también mantengan su integridad estructural bajo condiciones de carga variadas. Además, este parámetro ayuda a prever el comportamiento del pavimento a largo plazo, permitiendo ajustar las especificaciones y técnicas de construcción para asegurar un rendimiento óptimo y duradero.

### **-Módulo de elasticidad del Concreto**

Permite determinar la capacidad de resistencia del material. En el caso del concreto, para la vía en cuestión se tiene un  $f'c$  de 280 kg/cm<sup>2</sup>, que se traduce en aproximadamente 3974 psi. Para calcular este módulo, la norma vigente proporciona la fórmula correspondiente, que permite evaluar con precisión la rigidez y la capacidad de deformación del concreto bajo carga. Esta se detalla a continuación:

$$E = 57\,000 * (f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI})$$

$$E = 57\,000 * (3974)^{0.5}$$

$$E = 3\,593\,261 \text{ PSI} = 24775 \text{ Mpa}$$

### **-Drenaje**

Para el contexto de la investigación se usó un Cd de 1, lo que indica una calidad adecuada del sistema de drenaje. Esto sugiere que el diseño del pavimento permite una eficiente evacuación del agua, minimizando el riesgo de acumulación y, por ende, evitando problemas

potenciales como el deterioro del pavimento o la erosión de las capas subyacentes.

### **-Transferencia de cargas (J)**

Este parámetro se utiliza para determinar las dimensiones y propiedades del pavimento rígido. En el análisis realizado, se asignó un valor de  $J=3.8$ , el cual comprende a un pavimento con juntas equipadas con dispositivos de transferencia de carga. Estos dispositivos son esenciales para asegurar que las cargas se distribuyan uniformemente entre las secciones del pavimento, lo que contribuye a la estabilidad estructural y a la durabilidad del pavimento a lo largo del tiempo. La adecuada transferencia de cargas previene deformaciones y daños en las juntas, garantizando un rendimiento óptimo del pavimento en condiciones de tráfico intensivo.

### **-Cálculo del Espesor de Losa de Diseño**

Una de las maneras de calcular el espesor de losa, es el método analítico. Se procedió a calcular con los siguientes valores:

$$W18 = 1,415,308.00 \text{ ESAL}$$

$$\Delta\text{PSI} = 1.80$$

$$R = 85\%$$

$$Z_r = -1.0364$$

$$S_o = 0.35$$

$$K = 5.4 \text{ kg/cm}^3$$

$$M_r = 53.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 3\,597\,261 \text{ PSI} = 24\,775 \text{ Mpa}$$

$$C_d = 1.0$$

$$J = 3.8$$

$$\log(W_{18}) = Z_r S_o + 7.35 \log(D + 254) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Realizando las iteraciones correspondientes, se obtuvo un espesor de concreto de 18cm.

#### **-Pasadores y Barras de Amarre**

En función a el espesor de losa, se utilizarán unos pasadores de 1 pulgada de diám. de 41 centímetros de longitud y 30 centímetros de separación. Por otro lado, para las barras de amarre se utilizará un diámetro de ½” con una distancia de 71cm y un alejamiento de 76cm.

#### **4.1.7. Análisis de materiales de préstamo**

- **Ubicación**

Las canteras de la cual se va a hacer el estudio se encuentran en el distrito de Paranday, Provincia de Otuzco y Región de la Libertad.

## Figura 18.

### *Canteras en estudio*



*Nota.* En la siguiente imagen se muestran las canteras en estudio, donde se realizará la evaluación de los insumos de préstamo.

- **Accesibilidad**

Se accede al lugar a través de una trocha carrozable para la cantera Shagaripe y Curianga.

- **Características de las canteras**

**Tabla 30**

*Cantera-Shagaripe*

<b>CANTERA-SHAGARIPE</b>		
UBICACIÓN	N:9126870.0 E: 752749.00	
ACCESO	Se podrá acceder fácilmente ya que la cantera está en el mismo tramo del área de estudio.	
PROPIETARIO	Se encuentra bajo la jurisdicción del distrito de Paranday	
VOLUMEN BRUTO TOTAL	20,480.2 m3	
VOLUMEN DE CUBIERTA	3324.5	
VOLUMEN APROVECHABLE	16,588.96 m3	
ÁREA DE CANTERA	3578.21 m2	
PERIODO DE EXPLOTACIÓN	Todo el año	
TIPO DE MATERIAL	Fluvial	
DESCRIPCIÓN	En la cantera hay una región de insumo granular, se encuentran gravas y arena con material fino, color gris claro, con tamaño máximo de 4"	
EXPLOTACIÓN	La extracción se realizará de la siguiente manera: Se procederá a extraer el material aprovechable en forma directa en un espesor promedio de 5.00m, con cargador frontal, excavadora y volquete efectuando el zarandeo mediante zaranda estática	
USOS	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
AFIRMADO	Zarandeo	81%

*Nota.* Características de la cantera Shagaripe.

**Tabla 31**

*Cantera- Curianga*

<b>CANTERA-CURIANGA</b>		
UBICACIÓN	N:9128502 E: 755717	
ACCESO	Se podrá acceder fácilmente ya que la cantera está en el mismo tramo del área de estudio.	
PROPIETARIO	Se encuentra bajo la jurisdicción del distrito de Paranday	
VOLUMEN BRUTO TOTAL	23,100.15m3	
VOLUMEN DE CUBIERTA	5347.24	
VOLUMEN APROVECHABLE	18,018 m3	
ÁREA DE CANTERA	4,210.0 m2	
PERIODO DE EXPLOTACIÓN	Todo el año	
TIPO DE MATERIAL	Fluvial	
DESCRIPCIÓN	En la cantera hay una región de insumo granular, se encuentran gravas y arena con material fino, color gris claro, con tamaño máximo de 4"	
EXPLOTACIÓN	La extracción se realizará de la siguiente manera: Se procederá a extraer el material aprovechable en forma directa en un espesor promedio de 5.50m, con cargador frontal, excavadora y volquete efectuando el zarandeo mediante zaranda estática	
USOS	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO
AFIRMADO	Zarandeo	78%

Nota. Características de la cantera Curianga.

- **Requisitos Mínimos**

**-Subbase granular**

**Figura 19.**

*Requisitos Mínimos-Subbase granular*

**Cuadro 10.1**  
**Valor Relativo de Soporte, CBR en Subbase Granular (\*)**  
**(MTC E132, NTP 339.145 1999)**

CBR en Subbase Granular	Mínimo 40%
-------------------------	------------

(\*) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de 0.1" (2.5mm)



Nota. En la siguiente imagen se muestra el CBR mínimo que tiene que tener la subbase granular.

Por otro lado, los insumos para la subbase granular deberán estar acordes con la **subsección 400.02**. Además, tendrás modificaciones según lo establecido en las especificaciones de la tabla que se encuentra en el mismo aparatado.

### Figura 20:

#### Requerimientos Granulométricos para la subbase granular

**Tabla 402-01**  
**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. (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

Fuente: ASTM D 1241

Notas:

(1) La curva de Gradación "A" deberá emplearse en zonas cuya altitud sea igual o superior a 3000 msnm.

Además, el material también deberá cumplir con los requisitos de calidad, indicados en la [Tabla 402-02](#).

**Tabla 402-02**  
**Subbase Granular**  
**Requerimientos de 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.

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5 mm)

(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

*Nota.* Se muestra los requisitos granulométricos



## -Base Granular

### Figura 21.

*Requerimientos granulométricos para la base granular*

**Tabla 403-01**  
**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. (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

Fuente: ASTM D 1241

El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que se indican en la [Tabla 403-02](#).

**Tabla 403-02**

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Tráfico en ejes equivalentes (<10 <sup>6</sup> )	Min. 80%
	Tráfico en ejes equivalentes (≥10 <sup>6</sup> )	Min. 100%

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm)

La franja por utilizar será la establecida en los documentos del Proyecto y aprobada por el Supervisor.

*Nota.* Requerimientos granulométricos para base granular.

## -Agregado Grueso

El material retenido por la malla número cuatro deberá ajustarse a los criterios establecidos en la Tabla 403-03.

## Figura 22.

### Requerimientos agregado grueso

**Tabla 403-03**  
**Requerimientos agregado grueso**

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

*Nota.* Requerimientos de agregado grueso.

### -Agregado Fino

El material que pase por el tamiz número 4 deberá ajustarse a los requisitos especificados en la Tabla 403-04.

## Figura 23.

### Requerimientos para el Agregado Fino

**Tabla 403-04**  
**Requerimientos Agregado Fino**

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

*Nota.* Requerimientos de agregado fino.

- **Resumen de Ensayos**

**-Ensayo para subbase**

**Tabla 32**

*Ensayo para subbase*

CANTERAS					
		SHAGARIPE		CURIANGA	
		UTM		UTM	
ENSAYOS DE AGREGADOS PARA SUBBASE	REQUISITO (>= 3000 msnm)	752749	9126870	755717	9128502
		RESULTADO	VERIFICAR	RESULTADO	VERIFICAR
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ( MTC E107)	MTC E 107				
LIMITE LIQUIDO MALLA N°40	25 % max	21%	CUMPLE	26%	NO CUMPLE
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	4% max	4%	CUMPLE	2%	CUMPLE
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS ASTM D-4791	20% max	4%	CUMPLE	1%	CUMPLE
EQUIVALENTE DE ARENA (MTC E114)	35% mín	34%	NO CUMPLE	48%	CUMPLE
CBR (MTC E 132)	40% mín	46%	CUMPLE	58%	CUMPLE
SALES SOLUBLES	1% máx	0%	CUMPLE	0%	CUMPLE
ABRASIÓN LOS ÁNGELES	50% máx	32%	CUMPLE	22%	CUMPLE

*Nota.* En la tabla de visualizan los ensayos para la subbase.

- **Ensayo para base**

**Tabla 33**

*Ensayos para base granular*

CANTERAS					
		SHAGARIPE		CURIANGA	
ENSAYOS DE AGREGADOS PARA BASE	REQUISITO ( $\geq$ 3000 msnm)				
ENSAYOS BASE (AGREGADO GRUESO)					
		RESULTADO	VERIFICAR	RESULTADO	VERIFICAR
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ( MTC E107	MTC E 107				
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS	15% max	4%	CUMPLE	1%	CUMPLE
PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA	80% mín	88%	CUMPLE	80%	NO CUMPLE
PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS	50% mín	70%	CUMPLE	50%	NO CUMPLE
ABRASIÓN LOS ÁNGELES	40% máx	32%	CUMPLE	22%	CUMPLE
CBR (MTC E 132)	80% mín	46%	NO CUMPLE	58%	NO CUMPLE
SALES SOLUBLES TOTALES	0.5% máx	0%	CUMPLE	0%	CUMPLE
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO	18% máx	10%	CUMPLE	6%	CUMPLE
ENSAYOS BASE (AGREGADO FINO)					
INDICE PLASTICO A.F	2% máx	4%	NO CUMPLE	2%	CUMPLE
MATERIA ORGÁNICA EN ARENA	3% máx	3%	CUMPLE	3%	CUMPLE
EQUIVALENTE DE ARENA A.F	45% mín	34%	NO CUMPLE	48%	CUMPLE
SALES SOLUBRES TOTALES	0.5% máx	0%	CUMPLE	0%	CUMPLE
DURABILIDAD AL SULFATO DE MAGNESIO	18% máx	8%	CUMPLE	5%	CUMPLE

*Nota.* En la tabla de visualizan los ensayos para la subbase.

#### 4.1.8. Realizar un diseño de drenaje pluvial

- **Hidrología**

En esta sección, exploraremos los métodos empleados para calcular los volúmenes de agua que deben ser manejados por el sistema de drenaje de la carretera. Estos cálculos son fundamentales para diseñar estructuras que puedan resistir las condiciones climáticas más extremas y garantizar la seguridad y durabilidad de la vía. Analizaremos tanto los procesos de drenaje superficial, que involucran el manejo de aguas lluvias sobre la carretera, como los sistemas subterráneos, diseñados para controlar el flujo de agua por debajo de la superficie.

- **Estación pluviométrica seleccionada**

Para llevar a cabo este estudio, es necesario recabar información hidrológica y meteorológica precisa. La principal fuente de estos datos será el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Sin embargo, en caso de que esta institución no tenga la data requerida para la zona de estudio, se buscarán datos alternativos en otras entidades locales encargadas de la gestión del agua, siempre y cuando se verifique su calidad y confiabilidad.

**Tabla 34**

*Estación pluviométrica Callancas*

<b>Año</b>	<b>Ener</b>	<b>Febr</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ago</b>	<b>Set.</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic.</b>	<b>mm/añ</b>
	.	.	.	.	.	.		.		.	.		<b>0</b>
<b><u>1972</u></b>	15.9	17.2	23.3	6.2	7	2.1	0	0	4.2	4.5	11.1	16.5	<b>108</b>
									12.				
<b>1973</b>	19.4	7.8	29.3	24.5	8	5.1	1.3	0	1	9.2	5.7	5.5	<b>127.9</b>
<b>1974</b>	14	21.9	14.9	9.4	5.4	5.5	0	0	6.7	9.5	2.1	6	<b>95.4</b>
<b>1975</b>	15.2	26.5	37.6	13.2	5.9	3.3	1.3	11	5.6	9.9	10.3	2.9	<b>142.7</b>
<b>1976</b>	24.6	21.3	16.5	8.9	3.9	11.5	0	0	0	4.1	0.3	16.3	<b>107.4</b>
<b>1977</b>	32.4	35.7	19.2	13.9	2.7	0	1.8	0	5.3	10.3	0.4	11.6	<b>133.3</b>
<b>1978</b>	30.4	12.6	12.5	8.1	7.1	0	0	0	8.6	1.4	14	4.9	<b>99.6</b>
<b>1979</b>	8.6	8.6	24.9	6.4	3.2	0	3.8	4.3	3.2	1.5	0	2.6	<b>67.1</b>
<b>1980</b>	5.1	5.8	9.2	24.4	1.2	0	0	0	0	9.6	17.4	9.5	<b>82.2</b>

<b>1981</b>	22.8	38	31.2	7.1	0	1.3	0	2.1	1.8	8.8	4.7	16.1	<b>133.9</b>
<b>1982</b>	7.9	10.6	6.3	15.6	4.4	0	0	0	S/D	S/D	S/D	S/D	<b>44.8</b>
<b>1983</b>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	<b>0</b>
<b>1984</b>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	<b>0</b>
<b>1985</b>	1.8	15.5	15.2	6.1	0	0	0	3.2	7.2	0	0	6.4	<b>55.4</b>
<b>1986</b>	16.8	17.3	17.9	13.3	3	0	3	3.1	0	3.3	8.9	7.5	<b>94.1</b>
<b>1987</b>	26.7	14.3	20	16.5	3.8	0.3	0	4.2	0.6	5	8.4	8	<b>107.8</b>
<b>1988</b>	20.7	10.7	9.1	14.4	4.8	2.5	0.2	0	1.6	6.5	4.2	6.4	<b>81.1</b>
<b>1989</b>	12.2	23.4	17.4	10	1.5	1.3	0	3	4.5	0	1.1	4.2	<b>78.6</b>
<b>1990</b>	1.1	0	6.4	6.8	2	0	0	0	4.9	4.2	5.2	3.2	<b>33.8</b>
<b>1991</b>	1.1	8.3	12.4	10.5	3	1.1	0	0	0	6.2	11.2	6.4	<b>60.2</b>
<b>1992</b>	1.3	4.5	10.6	2.9	0	0	0	0	0	0	0	1.2	<b>20.5</b>
													22.
<b>1993</b>	0	10.6	13.6	10.2	5.3	0	0	0	2	14.9	2.9	13	<b>92.7</b>
<b>1994</b>	7.8	11	12.4	5.1	7	0	2.1	0	4.7	0	9.6	12.6	<b>72.3</b>
<b>1995</b>	9.5	17.5	5.2	33.6	5.7	4.1	3.3	1.1	8.5	6.1	8.8	17	<b>120.4</b>
<b>1996</b>	8.3	16.1	24	10.7	3.2	0	0	0	3.4	8.1	0	2.4	<b>76.2</b>
<b>1997</b>	5.6	18.3	7.6	12.4	8.6	2.2	0	0	4.7	21	8.7	23.3	<b>112.4</b>
<b>1998</b>	23.4	42.8	21.9	15.2	6.2	3.4	0	0	3.9	12.6	6.2	8.5	<b>144.1</b>
<b>1999</b>	17.6	52.8	16.5	11.7	8.4	7.4	2.9	0	9	4.7	8.5	15.7	<b>155.2</b>
<b>2000</b>	16.7	17	20.8	13.3	19.4	3.2	0	4	4.1	S/D	12.4	12	<b>122.9</b>
<b>2001</b>	12.3	13.3	36.9	12.2	5.5	3.1	0	0	7.1	10.4	8.6	10.6	<b>120</b>
<b>2002</b>	8.8	33.5	19.2	28	0.7	4	0	0	0.8	10.4	18.9	10.1	<b>134.4</b>
<b>2003</b>	16.5	24.6	13.9	8	7.4	S/D	1.5	0.2	3	5	3.2	16.8	<b>100.1</b>

<b>2004</b>	4.2	12.5	17	6.6	12.6	0	1.1	0	8	10.5	7	17.8	<b>97.3</b>
<b>2005</b>	14	13	32.3	4.2	0	0.1	0	0	0	5.8	3.9	14.6	<b>87.9</b>
<b>2006</b>	19.2	21.1	25.3	19.6	8	9	3.6	1	2.4	0.7	7.7	12.5	<b>130.1</b>
<b>2007</b>	12.8	6.3	15.9	14.3	24.5	0.3	0	0.1	1	10.5	11.7	9.5	<b>106.9</b>
<b>2008</b>	19.3	27.9	19	19.8	1.6	2.2	0.7	0.7	1.4	10	10.8	0.5	<b>113.9</b>
<b>2009</b>	19	14.9	22.2	10	2.2	1	0.7	0	0.1	9.3	23	13.7	<b>116.1</b>
<b>2010</b>	11.6	76.4	14.2	15	14	0.3	3.3	0	4	4.5	10.6	10.3	<b>164.2</b>
<b>2011</b>	9.3	7	15.4	23.9	1	0	1	0	2	2.7	8.3	15.1	<b>85.7</b>
<b>2012</b>	17.3	29.6	26.1	14.3	8.5	3.5	0	0.5	1.1	14.4	6.5	12.2	<b>134</b>
<b>2013</b>	12.6	19.6	27.7	6.8	6.8	2.4	0	0	0.1	8.9	0	9	<b>93.9</b>
<b>2014</b>	9.5	13.5	12.4	10	10.2	0	0.1	1.4	5	6.6	11.7	18.5	<b>98.9</b>
<b>2015</b>	16.8	12.8	18.4	12.5	20.5	1.5	1.3	0	2	4.5	7	10.8	<b>108.1</b>
<b>2016</b>	15.4	19.5	13.5	11	4	2.2	0	0	1.4	1.3	0.9	8.5	<b>77.7</b>
<b>2017</b>	23.2	17.7	36.6	38.9	9.9	0.8	0	5.4	3.1	21.1	3.5	9.7	<b>169.9</b>

---

*Nota.* Extraída de Senamhi.

**Tabla 35:**

*Estadísticas de precipitaciones*

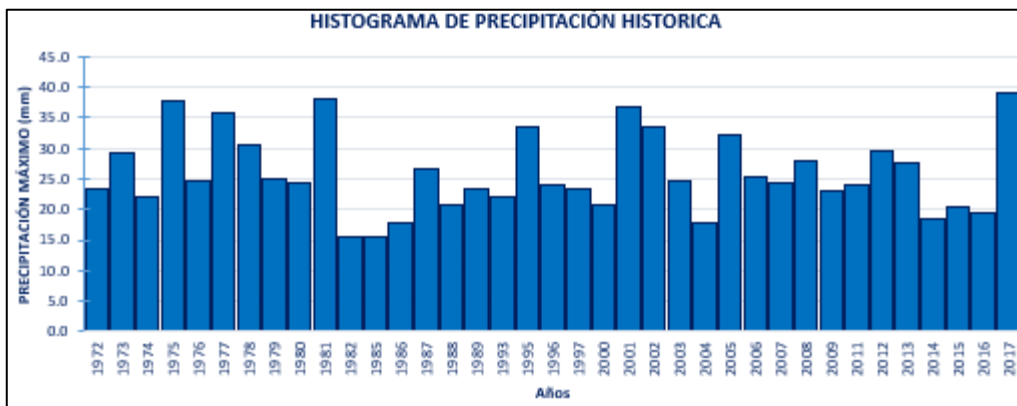
<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Ppmax (mm)</b>
<b>1</b>	1972	23.3
<b>2</b>	1973	29.3
<b>3</b>	1974	21.9
<b>4</b>	1975	37.6
<b>5</b>	1976	24.6
<b>6</b>	1977	35.7
<b>7</b>	1978	30.4
<b>8</b>	1979	24.9
<b>9</b>	1980	24.4
<b>10</b>	1981	38
<b>11</b>	1982	15.6
<b>14</b>	1985	15.5
<b>15</b>	1986	17.9
<b>16</b>	1987	26.7
<b>17</b>	1988	20.7
<b>18</b>	1989	23.4
<b>22</b>	1993	22.2
<b>24</b>	1995	33.6
<b>25</b>	1996	24
<b>26</b>	1997	23.3
<b>29</b>	2000	20.8
<b>30</b>	2001	36.9
<b>31</b>	2002	33.5
<b>32</b>	2003	24.6
<b>33</b>	2004	17.8
<b>34</b>	2005	32.3
<b>35</b>	2006	25.3
<b>36</b>	2007	24.5
<b>37</b>	2008	27.9
<b>38</b>	2009	23
<b>40</b>	2011	23.9
<b>41</b>	2012	29.6
<b>42</b>	2013	27.7
<b>43</b>	2014	18.5
<b>44</b>	2015	20.5
<b>45</b>	2016	19.5
<b>46</b>	2017	38.9

*Nota.* Estadísticas de precipitaciones



**Figura 24.**

Histograma de precipitación histórica



*Nota.* Histograma de precipitación histórica

- **Selección del periodo de retorno**

El período de retorno es una medida estadística que representa el intervalo promedio entre eventos hidrológicos extremos, como inundaciones, de una magnitud específica.

El riesgo de falla admisible en relación con el período de retorno y la vida útil se puede determinar utilizando la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

n= Vida útil considerado (m).

T= Periodo de retorno.

Para la presente investigación, se tuvieron en cuenta los siguientes datos:

n= 15 años

T= 30 años

Obteniendo un riesgo de falla admisible de  $R=0.398617$ , es decir, 40%.

- **Análisis estadísticos hidrológicos**

**Tabla 36**

*Precipitación máxima por cada periodo de retorno*

<b>Precipitación máxima por cada Periodo de Retorno</b>							
<b>Nº</b>	<b>Tr</b>	<b>P %</b>	<b>Normal</b>	<b>Log-Normal 2 parámetros</b>	<b>Gamma</b>	<b>Pearson tipo III</b>	<b>Gumbel</b>
1	1000	0.10%	45.69	53.70	49.52	50.56	57.51
2	500	0.20%	44.33	50.98	47.52	48.43	54.05
3	200	0.50%	42.40	47.33	44.77	45.51	49.46
4	100	1.00%	40.80	44.52	42.58	43.20	45.99
5	50	2.00%	39.05	41.64	40.26	40.76	42.50
6	25	4.00%	37.11	38.65	37.78	38.16	38.99
7	10	10.00%	34.11	34.45	34.15	34.37	34.25
8	5	20.00%	31.29	30.92	30.95	31.06	30.51
9	2	50.00%	25.90	25.15	25.40	25.35	24.85

*Nota.* Se muestran la precipitación máxima

**Tabla 37**

Precipitación máxima corregida según la OMM por cada periodo de retorno

<b>Precipitación máxima corregida según la OMM por cada Periodo de Retorno</b>							
<b>Nº</b>	<b>Tr</b>	<b>P %</b>	<b>Normal</b>	<b>Log- Normal 2 parámetros</b>	<b>Gamma</b>	<b>Pearson tipo III</b>	<b>Gumbel</b>
1	1000	0.10%	51.63	60.68	55.95	57.13	<b>64.99</b>

2	500	0.20%	50.10	57.60	53.70	54.73	<b>61.07</b>
3	200	0.50%	47.91	53.48	50.59	51.43	<b>55.89</b>
4	100	1.00%	46.10	50.31	48.11	48.81	<b>51.97</b>
5	50	2.00%	44.13	47.05	45.50	46.06	<b>48.03</b>
6	25	4.00%	41.94	43.68	42.70	43.12	<b>44.06</b>
7	10	10.00%	38.54	38.93	38.59	38.84	<b>38.71</b>
8	5	20.00%	35.36	34.94	34.97	35.10	<b>34.47</b>
9	2	50.00%	29.26	28.42	28.70	28.64	<b>28.07</b>

---

*Nota.* Se muestra la precipitación máxima corregida

- **Intensidad máxima**

Mediante el software HIDROESTA 2 y el método de Dyck y Pechke se calculó la intensidad máxima de lluvia.

**Figura 25.**

*Software HIDROESTA 2*

Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y...

**Ingreso de datos y cálculo ecuación Imax**

**Ingreso de datos:**  
**Nota:** Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	64.99
2	61.07
3	55.89
4	51.97
5	48.03
6	44.06
7	38.71
8	34.47
9	28.07
[>]	

Calcular Imáx de diseño:

Período de retorno (T):  años

Duración (D):  min

Imáx:  mm/hr

**Resultados y gráfico Imax-D-T**

P24h	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
64.99	22.31	24.69	29.36	34.92	38.64	41.52
61.07	20.96	23.20	27.59	32.81	36.31	39.02
55.89	19.19	21.23	25.25	30.03	33.23	35.71
51.97	17.84	19.74	23.48	27.92	30.90	33.21
48.03	16.49	18.25	21.70	25.81	28.56	30.69
44.06	15.13	16.74	19.91	23.67	26.20	28.15

Año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
1	66.93	49.38	29.36	17.46	12.88	10.38
2	62.89	46.40	27.59	16.41	12.10	9.76
3	57.56	42.47	25.25	15.01	11.08	8.93
4	53.52	39.49	23.48	13.96	10.30	8.30
5	49.47	36.49	21.70	12.90	9.52	7.67
6	45.38	33.48	19.91	11.84	8.73	7.04

T año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
10.00	66.93	49.38	29.36	17.46	12.88	10.38
5.00	62.89	46.40	27.59	16.41	12.10	9.76
3.33	57.56	42.47	25.25	15.01	11.08	8.93
2.50	53.52	39.49	23.48	13.96	10.30	8.30
2.00	49.47	36.49	21.70	12.90	9.52	7.67
1.67	45.38	33.48	19.91	11.84	8.73	7.04

Ecuación				R	R <sup>2</sup>	Se
Ajuste: $Imáx = 329.7854 \cdot T^{(0.3470)} \cdot D^{(-0.7500)}$				0.9880	0.9761	3.1220

Calcular | Graficar | Limpiar | Imprimir | Menú Principal

Archivos y resultados:

Crear | Accesar | Excel | Reporte

12:21 28/08/2024

Nota. En la imagen se muestra el uso del software HIDROESTA 2.

Por lo cual se obtuvo un resultado de 49.8 milímetros por hora

## 4.2. Diseño Hidráulico

### 4.2.1. Requerimientos mínimos

**Tabla 38**

*Velocidad máxima admisible*

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE
Arena fina o limo (poco o ninguna arcilla)	0.20-0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60-0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60-1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20-1.50
Hierba	1.20-1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40-2.40
Mampostería, rocas duras	3.00-4.50*
Concreto	4.50-6.00*

Nota. Para flujos de muy corta duración. Fuente. Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC.

**Tabla 39**

*Inclinaciones máximas del talud (V:H)*

*Inclinaciones máximas del talud (V:H)*

V.D. (km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	<750	>750
<70	01:02	01:03
	01:03 (*)	
>70	01:03	01:04

Nota. Se muestra inclinaciones máximas de talud.

**Tabla 40**

*Dimensiones mínimas*

*Dimensiones mínimas*

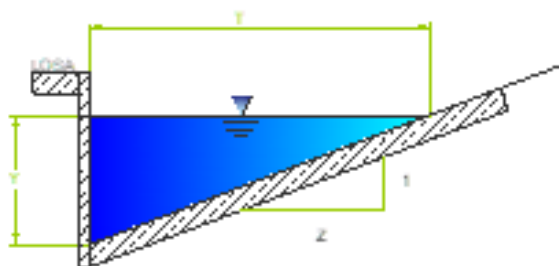
REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.2	0.5
Lluviosa ( de 400 a <1600 mm/año)	0.3	0.75
Muy lluviosa ( De 1600 a <3000 mm/año)	0.4	1.2
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.2

*Nota.* Se muestran las dimensiones mínimas

#### 4.2.2. Diseño Hidráulico para una cuneta triangular

**Figura 26.**

*Sección de cuneta triangular*



*Nota.* Se muestra la sección de la cuneta triangular

**Datos requeridos para el diseño:**

- **Pendiente transversal (1: Z):** 1.02
- **n:** 0.014 (para el hormigón)
- **Tirante de agua (y):** 0.45m

### 4.2.3. Determinación del caudal mediante la fórmula de Manning

**Espejo de agua:** 0.459m

$$T = y \cdot (z_1)$$

**Área de la sección mojada de la cuneta:** 0.103 m<sup>2</sup>

$$A = \frac{y^2 \cdot (z_1)}{2}$$

**Perímetro mojado de la cuneta:** 1.093 m

$$P = y \cdot (\sqrt{1 + z_1^2} + 1)$$

**Radio Hidráulico:** 0.095m

$$R_h = \frac{A}{P}$$

**Velocidad de caudal**

$$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$$

**Caudal de diseño**

$$Q_d = A \cdot V$$

**Tabla 41**

*Capacidad del caudal por la ecuación de Manning*

N° DE TRAMO	PROGRESIVA		S (m/m)	V (m/s)	Qr (m <sup>3</sup> /s)	Qr (lts/s)
1	16+200	17+400	2.77%	2.47	0.255	254.729
2	17+400	19+400	3.07%	2.60	0.268	268.169
3	19+400	20+445	1.55%	1.85	0.191	190.548
4	20+445	20+700	11.10%	4.94	0.510	509.918

5	20+700	21+756	2.88%	2.52	0.260	259.738
6	21+756	22+028	2.94%	2.54	0.262	262.430
7	22+028	22+364	6.26%	3.71	0.383	382.936
8	22+364	22+810	4.93%	3.29	0.340	339.831
9	22+810	23+053	7.41%	4.03	0.417	416.628
10	23+053	23+433	4.21%	3.04	0.314	314.036
11	23+433	23+980	3.84%	2.90	0.300	299.919
12	23+980	24+425	4.06%	2.99	0.308	308.391
13	24+425	24+859	2.78%	2.47	0.255	255.189

---

*Nota.* Se muestra la capacidad del caudal mediante la ecuación de Manning

#### **4.2.4. Determinación de Aporte**

Ancho de vía: 4.10m

Proyección Talud: 15m

Intensidad de lluvia: 46.68 mm/h



**Figura 27.**

*Valores de "K"*

Condición	Condicion			
	Valores			
1. Relieve del terreno	K <sub>1</sub> = 40 Muy accidentado pendiente superior al 30%	K <sub>1</sub> = 30 Accidentado pendiente entre 10% y 5%	K <sub>1</sub> = 20 Ondulado pendiente entre 5% y 10%	K <sub>1</sub> = 10 Llano pendiente inferior al 5%
2. Permeabilidad del suelo	K <sub>2</sub> = 20 Muy impermeable Roca sana	K <sub>2</sub> = 15 Bastante impermeabl	K <sub>2</sub> = 10 Permeable	K <sub>2</sub> = 5 Muy permeable
3. Vegetación	K <sub>3</sub> = 20 Sin vegetación	K <sub>3</sub> = 15 Poca Menos del 10% de la superficie	K <sub>3</sub> = 10 Bastante Hasta el 50% de la superficie	K <sub>3</sub> = 5 Mucha Hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de Retención Retención	K <sub>4</sub> = 20 Ninguna	K <sub>4</sub> = 15 Poca	K <sub>4</sub> = 10 Bastante	K <sub>4</sub> = 5 Mucha

*Nota.* Fuente. Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

**Figura 28.**

*Coefficiente de Escorrentía*

<b>Coefficiente de Escorrentía</b>	
$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4$	C
100	0.8
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.2

*Nota.* En la siguiente imagen se muestra los coeficientes de escorrentía. Fuente.

Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Se consideró un K=65 y C=0.6. Para el área techada se consideró un K=45 y C=0.45. Además, se utilizó la siguiente fórmula para determinar el caudal.

$$Qd = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q: Caud.

C: Coef. de escurrim.

A: Área aport.

I: Intens. de la lluvia.

**Tabla 42**

*Determinación del caudal de aporte*

TRAMO	DISTANCIA DE TRAMO	SUPERFICIE	AREA (Ha)	Qd (m <sup>3</sup> /s)	Qd (lts/s)	Qd TOTAL
1	1+200	PAVIMENTO	0.4920	0.0385	38.5054	143.5354
	1+200	A. TALUD	1.8000	0.1050	105.0300	
2	2+000	PAVIMENTO	0.8200	0.0642	64.1757	239.2257
	2+000	A. TALUD	3.0000	0.1751	175.0500	
3	1+045	PAVIMENTO	0.4284	0.0335	33.5254	124.9715
	1+045	A. TALUD	1.5672	0.0914	91.4461	
4	0+255	PAVIMENTO	0.1046	0.0082	8.1888	30.5252

	0+255	A. TALUD	0.3828	0.0223	22.3364	
5	1+056	PAVIMENTO	0.4332	0.0339	33.8999	126.3674
	1+056	A. TALUD	1.5847	0.0925	92.4675	
6	0+272	PAVIMENTO	0.1115	0.0087	8.7244	32.5215
	0+272	A. TALUD	0.4078	0.0238	23.7972	
7	0+335	PAVIMENTO	0.1375	0.0108	10.7597	40.1086
	0+335	A. TALUD	0.5030	0.0293	29.3489	
8	0+447	PAVIMENTO	0.1831	0.0143	14.3288	53.4131
	0+447	A. TALUD	0.6698	0.0391	39.0843	
9	0+243	PAVIMENTO	0.0996	0.0078	7.7948	29.0564
	0+243	A. TALUD	0.3644	0.0213	21.2616	
10	0+380	PAVIMENTO	0.1559	0.0122	12.2024	45.4864
	0+380	A. TALUD	0.5704	0.0333	33.2840	
11	0+547	PAVIMENTO	0.2241	0.0175	17.5383	65.3768
	0+547	A. TALUD	0.8199	0.0478	47.8385	
12	0+445	PAVIMENTO	0.1825	0.0143	14.2830	53.2421
	0+445	A. TALUD	0.6677	0.0390	38.9591	
13	0+434	PAVIMENTO	0.1779	0.0139	13.9229	51.9000
	0+434	A. TALUD	0.6509	0.0380	37.9771	

---

*Nota.* Determinación del caudal de aporte.

VERIFICACIÓN

debe cumplir que:  $Q_a < Q_d$

TRAMO 1

143.535

<

254.729

VERDADERO

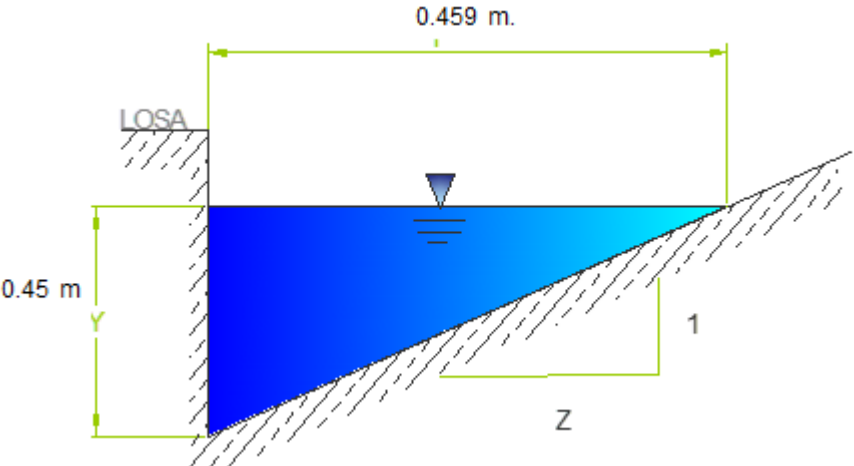
TRAMO 2	239.226	<	268.169	VERDADERO
TRAMO 3	124.972	<	190.548	VERDADERO
TRAMO 4	30.525	<	509.918	VERDADERO
TRAMO 5	126.367	<	259.738	VERDADERO
TRAMO 6	32.522	<	262.430	VERDADERO
TRAMO 7	40.109	<	382.936	VERDADERO
TRAMO 8	53.413	<	339.831	VERDADERO
TRAMO 9	29.056	<	416.628	VERDADERO
TRAMO 10	45.486	<	314.036	VERDADERO
TRAMO 11	65.377	<	299.919	VERDADERO
TRAMO 12	53.242	<	308.391	VERDADERO
TRAMO 13	51.900	<	255.189	VERDADERO

La capacidad de la cuneta tiene que ser mayor al caudal de aporte, en este caso se está cumpliendo esa condición. Por lo tanto, el diseño es correcto.

**4.2.5. Detalle final**

**Figura 29.**

*Detalle Final de la cuneta triangular*

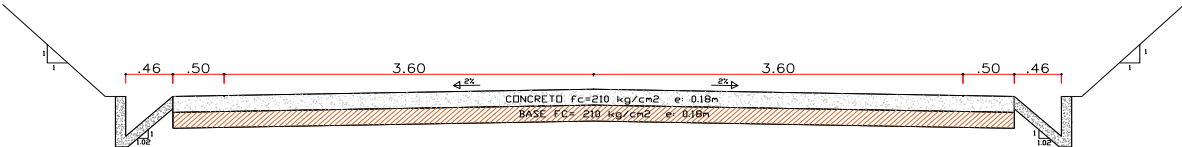


*Nota.* Se muestra el detalle final de la cuneta triangular.

**4.2.6. Sección de Calzada Definida**

**Figura 30.**

*Sección de Calzada Definida*



*Nota.* Se muestra el detalle final

Para esta vía se ha seleccionado un pavimento rígido con una losa de 18 centímetros de espesor.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la determinación del ESAL se optó por escoger la estación más desfavorable, en este caso la estación E-1. El IMDA obtenido fue de 234 vehículos diarios, lo que implicó un ESAL de 1,151,966 para pavimento flexible y 1,415,308 para pavimento rígido. Es importante destacar que estos valores difieren de los reportados por Castillo y Castro en su estudio de 2020, realizado en condiciones y con variables distintas. Estos valores son los siguientes: respecto al IMDA un valor de 102.303 veh/día; para el ESAL del pavimento flexible un valor de  $W18=48500$  y un ESAL de  $W18=98100$  para el pavimento rígido. Esto debido a que su investigación se encuentra en un camino vecinal, siendo mucho menor la carga vehicular.

Para el caso del CBR, se obtuvieron diferentes resultados para las cuatro calicatas realizadas. Para la calicata 1, un  $CBR1=8.5\%$ , para la calicata 2 un  $CBR=12.7\%$ , para la calicata 3 un  $CBR=11.3\%$  y para la calicata 4 un  $CBR=8.8\%$ . Obteniendo un CBR promedio de  $=10.3\%$ . Castillo y Castro (2020), obtuvieron resultados superiores, presentando un CBR de  $=28.17\%$ . Esto debido a que presentan un diferente tipo de suelo de mejor calidad respecto al encontrado en este estudio.

Respecto al diseño geométrico, se realizó en función a los lineamientos de la DG-2018. Esta metodología garantiza un diseño vial que prioriza la seguridad y el confort de los usuarios.

Los espesores de las capas de pavimento varían según las características del suelo y las cargas a las que estará sometido. En este estudio, se diseñaron pavimentos flexibles con una carpeta asfáltica de 5 cm, una subbase de 20 cm y una base de 30 cm. Para los pavimentos rígidos, se propuso una subbase de 15 cm y una losa de concreto de 18 cm, reforzada con dowells de 2.5 cm y barras de amarre de 1.27 cm. Estos espesores son ligeramente superiores a

los obtenidos por Castillo y Castro (2020), lo cual se explica por las diferencias en las propiedades del suelo analizado en cada estudio.

Los análisis realizados a las muestras de material provenientes de las canteras Shagaripe y Curianga indican que ambos yacimientos cuentan con las características geotécnicas necesarias para ser utilizados en la construcción de las capas de base y subbase del proyecto. No obstante, el material de la cantera Curianga deberá someterse a un proceso de estabilización para incrementar su índice de soporte californiano (CBR) y cumplir así con los requerimientos normativos para la capa de base.

Respecto al drenaje pluvial, se inició con un análisis hidrológico exhaustivo. Se empleó el registro histórico de precipitaciones máximas desde 1972 hasta 2017, visualizado a través de un histograma, para determinar un periodo de retorno de 30 años y una intensidad máxima de lluvia de 49.8 mm/hora. Posteriormente, se dimensionó una cuneta triangular, verificando que su capacidad hidráulica fuera suficiente para evacuar el caudal calculado.

## CONCLUSIONES

- ✓ Se obtuvo un ESAL de 1,151,966.00 para pavimento flexible y 1,415,308.00 para rígido. El CBR más desfavorable de la subrasante fue de 6,5%.
- ✓ El diseño geométrico de la carretera cumple con los estándares del manual DG-2018, estableciendo una velocidad de diseño de 30 km/h. Se han limitado la longitud de tramos en 'S' y alineamientos curvos, y se han diseñado las dimensiones de la sección transversal para mejorar la seguridad y comodidad del usuario.
- ✓ El análisis estructural reveló que el diseño ideal para el pavimento flexible incluye una capa asfáltica de 5 cm, una base de 20 cm y una subbase de 30 cm. En cambio, el pavimento rígido necesita una subbase de 15 cm y una losa de concreto de 18 cm.
- ✓ La cantera Shagaripe se considera adecuada para la subbase, ya que cumple con los requisitos normativos. En cambio, la cantera Curianga se utilizará para la base, después de un tratamiento de mejora para cumplir con el índice de soporte californiano (CBR) mínimo requerido por la normativa.
- ✓ Durante el diseño del sistema de drenaje pluvial se mantuvieron los siguientes parámetros: un período de retorno de 30 años, un riesgo aceptable del 40% para los elementos de drenaje y una intensidad máxima de lluvia de 49,8 mm/hora. Además, se trabajó con un canal rectangular, el cual tiene un calado de agua de  $T = 0,45$  m. La velocidad para este diseño está dentro de los límites máximos, además, la capacidad del canal es óptima para el aporte de flujo calculado.



## RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda seguir el manual DG 2018 para asegurar la calidad de la pavimentación, realizando un conteo de vehículos para determinar los ESAL y diseñar pavimentos flexibles y rígidos apropiados.
  
- ✓ Con el fin de obtener una caracterización precisa del suelo y así dimensionar correctamente la estructura del pavimento, se recomienda llevar a cabo las calicatas siguiendo los lineamientos técnicos de la norma E.050: 'Suelos y Cimentaciones'.
  
- ✓ Se sugiere usar pavimento flexible por su rentabilidad. Además, el diseño del drenaje pluvial debe basarse en criterios hidrológicos e hidráulicos del Manual de Carreteras.
  
- ✓ Se recomienda priorizar el pavimento rígido en el diseño vial por ser más económico y sostenible. Su estructura simple reduce costos de construcción y es menos perjudicial para el medio ambiente, a diferencia del pavimento flexible que libera sustancias tóxicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aurazo, J. (11 de Octubre de 2019). La Libertad: solo el 11.8% de las carreteras de la región están pavimentadas. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/la-libertad-solo-el-118-de-las-carreteras-de-la-region-estan-pavimentadas-noticia/>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). *Documento de Marco Sectorial de Transporte*. Obtenido de <https://www.iadb.org/es/sectores/transporte/marco-sectorial>
- Cabrera Illescas, A.B & Urgiles Parra, D. A. (2017). Tesis previa a la obtención de Ingeniero Civil. *Análisis de sensibilidad de parámetros en el diseño de pavimentos rígidos por los métodos de la AASHTO Y PCA*. Cuenca, Ecuador. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/27328>
- Castillo Adrianzen, D. A. & Castro Maradiegue, J. J. (2020). *"Análisis comparativo de costos entre el diseño estructural de un pavimento flexible frente a un pavimento rígido para el mejoramiento del camino vecinal Yapato-Tajamar-Pampa de Loro distrito de Sechur-Piura"*. Piura-Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/7100>
- Espinoza Correa, L. E.& Bojorque Iñequez, J.A (2018). *Análisis de alternativas en el diseño de pavimentos flexibles y rígidos por el método AASHTO 93*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30348>
- Foro Económico Mundial. (2019). *Reporte de Competitividad Global 2019*. Obtenido de [https://www.weforum.org/impact?gclid=CjwKCAjwyqWkBhBMEiwAp2yUFu-FMDUVwfrFIUeJRyG0-pwbz5wLRHOCu9XQ9QDfu\\_V1jhPGvwtUCBoCYFkQAvD\\_BwE](https://www.weforum.org/impact?gclid=CjwKCAjwyqWkBhBMEiwAp2yUFu-FMDUVwfrFIUeJRyG0-pwbz5wLRHOCu9XQ9QDfu_V1jhPGvwtUCBoCYFkQAvD_BwE)

- Gutiérrez Lázares, W. (2016). *Mecánica de Suelos Aplicada a Vías de Transporte*. Lima: MACRO.
- Huaman Tirado, V. H. (2018). "*Diseño del Mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera Usquil - Cuyuchugo, Distrito de Usquil - Provincia de Otuzco - Región La Libertad*". Trujillo - Perú: Universidad Cesar Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/22975>
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción EG-2013*. Lima: Republica del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Republica del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Lima: Republica del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (2018). "*Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*". Lima-Perú: Republica del Perú.
- Montejo Fonseca, A. (2002). "*Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*". Bogota-Colombia: Universidad Catolica de Colombia.
- Ramírez Casariego, A. L. ( 2021). Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. *Análisis de sensibilidad de los parámetros en la metodología de diseño estructural de pavimentos rígidos: método AASHTO 93*. Piura, Perú. <https://hdl.handle.net/11042/5120>

- Rodríguez Ramos, M. (2017). *Nuevo enfoque político social para la rehabilitación de carreteras de menor volumen de tránsito*. Peru: Universidad Privada Antenor Orrego.  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/3732>
- Sánchez Vásquez, O. A. (2019). *"Diseño de Pavimento empleando el método AASHTO 93 para el mejoramiento de la carretera Ayacucho - Abancay. Tramo: Ayacucho km. 0+000 - Km. 50+000"*. Lima-Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.  
<https://hdl.handle.net/20.500.13084/3306>
- Sociedad de Comercio Exterior del Perú. (2020). *Infraestructura Vial: Gobiernos Subnacionales Estancados*. Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>
- Vega Pérrigo, D. A. (2018). *Diseño de los Pavimentos de la Carretera de Acceso al Nuevo Punto de Yurimaguas*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú .  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/12088>

## ANEXOS

### ANEXO A. ESTUDIO DE TRÁFICO













DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023

## ESTUDIO DE TRÁFICO

### CONTEO VEHICULAR: PROGRESIVA KM 25+700

Caserio		La Ramada										Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad					
Cod. Estación		Estación E-2										Sentido			Ambos sentidos					
Referencia de Estación		Entrada a la Localidad										Día			Viernes				Fecha	21-jun-24
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %		
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
03-04	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0.63	
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
05-06	3.00	-	-	-	-	-	3.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	5.63	
06-07	-	2.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	2.50	
07-08	11.00	-	-	1.00	-	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00	9.38	
08-09	8.00	-	-	1.00	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	8.13	
09-10	8.00	5.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	8.75	
10-11	4.00	-	-	-	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	4.38	
11-12	6.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	5.00	
12-13	10.00	-	-	-	1.00	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	8.75	
13-14	16.00	4.00	-	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.00	14.38	
14-15	-	7.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	5.00	
15-16	3.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	5.63	
16-17	-	5.00	-	1.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	5.63	
17-18	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	3.75	
18-19	7.00	-	-	-	-	-	2.00	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	8.75	
19-20	-	2.00	-	-	2.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	3.75	
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>TOTAL</b>	<b>83.00</b>	<b>29.00</b>	-	<b>5.00</b>	<b>3.00</b>	-	<b>9.00</b>	<b>22.00</b>	<b>9.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>160.00</b>	<b>100.00</b>		
<b>%</b>	<b>51.88</b>	<b>18.13</b>	-	<b>3.13</b>	<b>1.88</b>	-	<b>5.63</b>	<b>13.75</b>	<b>5.63</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>			



**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA  
KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023**

**ESTUDIO DE TRÁFICO**

**CONTEO VEHÍCULAR: PROGRESIVA KM 25+700**

Caserio			La Ramada							Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad				Fecha	22-jun-24
Cod. Estación			Estación E-2							Sentido			Ambos sentidos					
Referencia de Estación			Entrada a la Localidad							Día			Sabado					
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05-06	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	1.50
06-07	7.00	2.00	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	9.02
07-08	4.00	1.00	-	2.00	-	-	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	12.00	9.02
08-09	7.00	2.00	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	9.77
09-10	-	1.00	-	-	2.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	5.00	3.76
10-11	11.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	9.02
11-12	-	-	-	-	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.01
12-13	7.00	3.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	8.27
13-14	3.00	4.00	-	2.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	7.52
14-15	5.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	7.00	5.26
15-16	7.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	6.77
16-17	-	3.00	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	5.26
17-18	3.00	1.00	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	6.02
18-19	2.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	3.76
19-20	-	6.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	5.26
20-21	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	6.77
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>67.00</b>	<b>23.00</b>	-	<b>4.00</b>	<b>2.00</b>	-	<b>12.00</b>	<b>21.00</b>	<b>4.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>133.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>50.38</b>	<b>17.29</b>	-	<b>3.01</b>	<b>1.50</b>	-	<b>9.02</b>	<b>15.79</b>	<b>3.01</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023

### ESTUDIO DE TRÁFICO

#### CONTEO VEHICULAR: PROGRESIVA KM 25+700

Caserio		La Ramada										Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad				
Cod. Estación		Estación E-2										Sentido			Ambos sentidos				
Referencia de Estación		Entrada a la Localidad										Día			Fecha				
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles			TOTAL	PORC. %		
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05-06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06-07	1.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.56	
07-08	3.00	-	-	2.00	-	-	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	9.00	8.33	
08-09	1.00	6.00	-	-	1.00	-	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	11.00	10.19	
09-10	-	6.00	-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	7.41	
10-11	8.00	3.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	13.00	12.04	
11-12	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.63	
12-13	4.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	8.00	7.41	
13-14	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.70	
14-15	-	5.00	-	-	2.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	7.41	
15-16	-	4.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	4.63	
16-17	2.00	3.00	-	-	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	8.00	7.41	
17-18	3.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.70	
18-19	4.00	2.00	-	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	8.33	
19-20	1.00	-	-	-	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.70	
20-21	2.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	5.56	
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>36.00</b>	<b>42.00</b>	-	<b>3.00</b>	<b>3.00</b>	-	<b>7.00</b>	<b>9.00</b>	<b>8.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>108.00</b>	<b>100.00</b>	
<b>%</b>	<b>33.33</b>	<b>38.89</b>	-	<b>2.78</b>	<b>2.78</b>	-	<b>6.48</b>	<b>8.33</b>	<b>7.41</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>		



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

**ESTUDIO DE TRÁFICO**

**CONTEO VEHICULAR: PROGRESIVA KM 25+700**

Caserío		La Ramada										Ubicación		Usquil - Otuzco - La Libertad					
Cod. Estación		Estación E-2										Sentido		Ambos sentidos					
Referencia de Estación		Entrada a la Localidad										Día		Lunes		Fecha	24-jun-24		
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitrayers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-05	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	0.94	
05-06	2.00	1.00	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.30	
06-07	3.00	-	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	3.30	
07-08	7.00	3.00	-	2.00	-	-	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	8.02	
08-09	4.00	4.00	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.66	
09-10	3.00	8.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	6.13	
10-11	2.00	2.00	-	2.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.77	
11-12	12.00	19.00	-	-	2.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	35.00	16.51	
12-13	6.00	5.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	6.13	
13-14	2.00	6.00	-	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.66	
14-15	5.00	10.00	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	19.00	8.96	
15-16	8.00	3.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	6.13	
16-17	2.00	17.00	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	23.00	10.85	
17-18	1.00	1.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	1.89	
18-19	9.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.66	
19-20	2.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.83	
20-21	1.00	5.00	-	-	-	-	1.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	9.00	4.25	
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>71.00</b>	<b>86.00</b>	-	<b>9.00</b>	<b>2.00</b>	-	<b>12.00</b>	<b>27.00</b>	<b>5.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>212.00</b>	<b>100.00</b>	
<b>%</b>	<b>33.49</b>	<b>40.57</b>	-	<b>4.25</b>	<b>0.94</b>	-	<b>5.66</b>	<b>12.74</b>	<b>2.36</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>		



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

ESTUDIO DE TRÁFICO

CONTEO VEHICULAR: PROGRESIVA KM 25+700

Caserio		La Ramada										Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad			
Cod. Estación		Estación E-2										Sentido			Ambos sentidos			
Referencia de Estación		Entrada a la Localidad										Día			Martes	Fecha	25-jun-24	
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitrayers			Trayles				TOTAL	PORC. %
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05-06	3.00	4.00	-	1.00	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.51
06-07	3.00	3.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.28
07-08	15.00	1.00	-	-	2.00	-	2.00	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	24.00	9.84
08-09	4.00	9.00	-	1.00	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	6.97
09-10	15.00	9.00	-	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	11.07
10-11	2.00	2.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.05
11-12	6.00	5.00	-	2.00	2.00	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.38
12-13	9.00	3.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	5.74
13-14	2.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.46
14-15	1.00	9.00	-	4.00	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.38
15-16	5.00	5.00	-	5.00	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	19.00	7.79
16-17	4.00	3.00	-	-	3.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	12.00	4.92
17-18	2.00	2.00	-	-	-	-	1.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	3.28
18-19	16.00	15.00	-	-	-	-	-	3.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	35.00	14.34
19-20	1.00	4.00	-	5.00	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.33
20-21	1.00	5.00	-	1.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.69
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>89.00</b>	<b>83.00</b>	-	<b>19.00</b>	<b>7.00</b>	-	<b>13.00</b>	<b>25.00</b>	<b>8.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>244.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>36.48</b>	<b>34.02</b>	-	<b>7.79</b>	<b>2.87</b>	-	<b>5.33</b>	<b>10.25</b>	<b>3.28</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

**ESTUDIO DE TRÁFICO**

**CONTEO VEHICULAR: PROGRESIVA KM 25+700**

Caserio			La Ramada							Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad						
Cod. Estación			Estación E-2							Sentido			Ambos sentidos						
Referencia de Estación			Entrada a la Localidad							Día			Miercoles				Fecha	26-jun-24	
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitraylers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05-06	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	0.43
06-07	9.00	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.78
07-08	5.00	3.00	-	-	-	-	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	5.22
08-09	13.00	1.00	-	1.00	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.83
09-10	9.00	9.00	-	-	2.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.00	9.57
10-11	5.00	5.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.65
11-12	5.00	3.00	-	1.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.78
12-13	10.00	13.00	-	-	-	-	2.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	11.74
13-14	1.00	5.00	-	-	3.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.35
14-15	2.00	10.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.00	5.65
15-16	7.00	10.00	-	3.00	-	-	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	24.00	10.43
16-17	18.00	8.00	-	-	3.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.00	13.48
17-18	2.00	3.00	-	-	-	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.91
18-19	11.00	4.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	7.39
19-20	1.00	3.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	2.17
20-21	2.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	2.61
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>101.00</b>	<b>82.00</b>	-	<b>5.00</b>	<b>8.00</b>	-	<b>9.00</b>	<b>17.00</b>	<b>8.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>230.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>43.91</b>	<b>35.65</b>	-	<b>2.17</b>	<b>3.48</b>	-	<b>3.91</b>	<b>7.39</b>	<b>3.48</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	



DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA  
KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

**ESTUDIO DE TRÁFICO**

**CONTEO VEHICULAR: PROGRESIVA KM 25+700**

Caserio		La Ramada								Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad						
Cod. Estación		Estación E-2								Sentido			Ambos sentidos						
Referencia de Estación		Entrada a la Localidad								Día			Jueves				Fecha	27-jun-24	
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitrayers			Trayles				TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03-04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05-06	2.00	5.00	-	-	-	-	3.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	4.42
06-07	1.00	3.00	-	2.00	-	-	-	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.02
07-08	11.00	4.00	-	-	-	-	2.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	8.03
08-09	3.00	9.00	-	-	-	-	2.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.00	6.83
09-10	2.00	12.00	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	16.00	6.43
10-11	2.00	10.00	-	-	3.00	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.23
11-12	5.00	4.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.00	4.02
12-13	12.00	12.00	-	-	-	-	-	1.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	27.00	10.84
13-14	3.00	5.00	-	2.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	4.82
14-15	2.00	9.00	-	-	3.00	-	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.23
15-16	9.00	5.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00	6.02
16-17	2.00	9.00	-	-	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	5.62
17-18	2.00	12.00	-	-	-	-	1.00	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	18.00	7.23
18-19	12.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	8.03
19-20	2.00	9.00	-	-	-	-	2.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	5.62
20-21	2.00	5.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	3.61
21-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22-23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23-00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>72.00</b>	<b>121.00</b>	-	<b>4.00</b>	<b>6.00</b>	-	<b>14.00</b>	<b>22.00</b>	<b>10.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>249.00</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>28.92</b>	<b>48.59</b>	-	<b>1.61</b>	<b>2.41</b>	-	<b>5.62</b>	<b>8.84</b>	<b>4.02</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>100.00</b>	



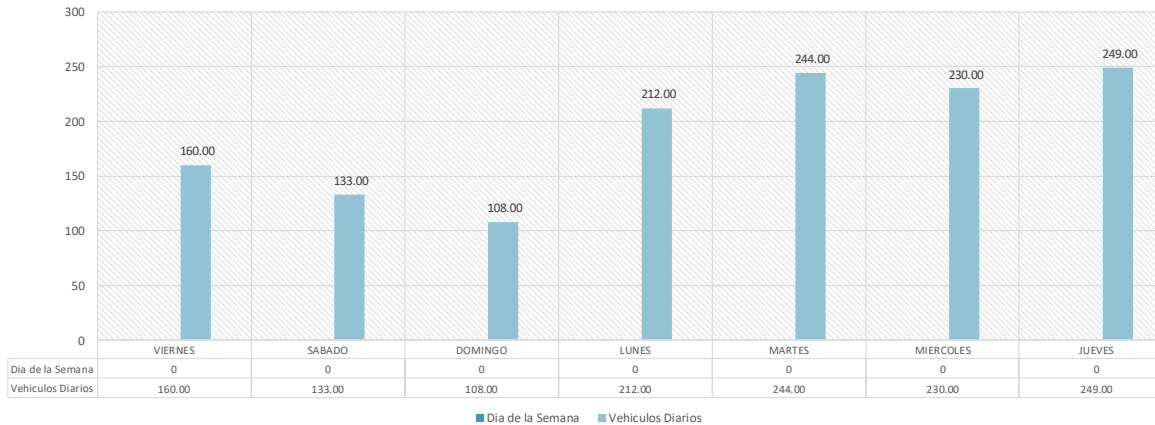
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023

ESTUDIO DE TRÁFICO

CONTEO VEHICULAR: PROGRESVA KM 25+700

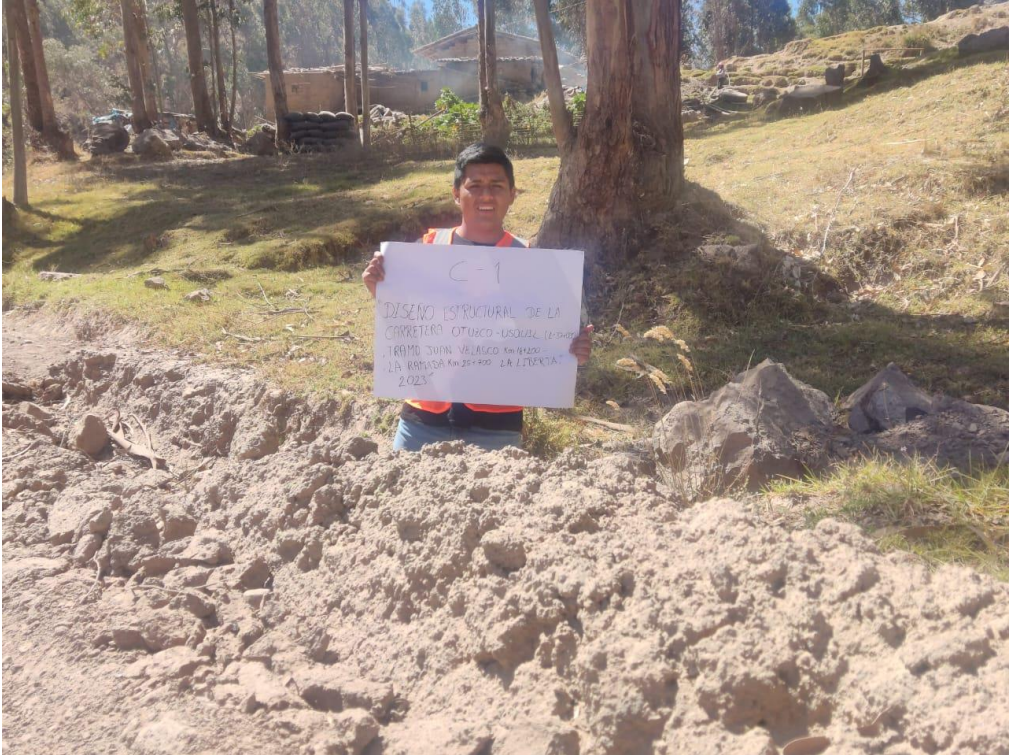
Caserío		La Ramada										Ubicación			Usquil - Otuzco - La Libertad			
Cod. Estación		Estación E-2										Sentido			Ambos sentidos			
Referencia de Estación		Entrada a la Localidad										Día			Todos		Fecha	28-jun-24
Hora	Automóvil	Camioneta	Camioneta Rural	micro / combi	Omnibus		Camión			Semitrayers			Trayles			TOTAL	PORC. %	
					2E	3E	2E	3E	4E	2s3	3s2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3
VIERNES	83	29.00	-	5.00	3.00	-	9.00	22.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	160.00	11.98
SABADO	67	23.00	-	4.00	2.00	-	12.00	21.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	133.00	9.96
DOMINGO	36	42.00	-	3.00	3.00	-	7.00	9.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	108.00	8.08
LUNES	71	86.00	-	9.00	2.00	-	12.00	27.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	212.00	15.87
MARTES	89	83.00	-	19.00	7.00	-	13.00	25.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	244.00	18.26
MIERCOLES	101	82.00	-	5.00	8.00	-	9.00	17.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	230.00	17.22
JUEVES	72	121.00	-	4.00	6.00	-	14.00	22.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	249.00	18.64
<b>TOTAL</b>	<b>519</b>	<b>466.00</b>	-	<b>49.00</b>	<b>31.00</b>	-	<b>76.00</b>	<b>143.00</b>	<b>52.00</b>	-	-	-	-	-	-	-	<b>1336.00</b>	<b>100.00</b>
<b>PORC %</b>	<b>38.85</b>	<b>34.88</b>	<b>0.00</b>	<b>3.67</b>	<b>2.32</b>	<b>0.00</b>	<b>5.69</b>	<b>10.70</b>	<b>3.89</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	

CANTIDAD DE VEHÍCULOS POR CADA DÍA





**ANEXO B: TOMA DE MUESTRAS DE SUELO-CALICATAS**





### ANEXO C: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS





REPORTE DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO: ASTM D 2216/D 4643 - NTP 339.127-MTC E 108

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CHN-CANT-CUNT-001
<b>Calicata</b>	C-01	<b>Profundidad</b>	h = 1.50
<b>Progresiva</b>	18+200	<b>Lado</b>	IZQUIERDO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra</b>	M-1
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Emisión</b>	8/06/2024
	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024	

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS		
1	N° de la tara	-	T-4	T-41	T-13
2	Peso Tara	gr	207.10	159.10	210.00
3	Peso Húmedo + Peso de Tara	gr	1049.60	784.30	823.30
4	Peso seco + Peso de Tara	gr	885.60	661.90	703.90
5	Peso del agua	gr	164.00	122.40	119.40
6	Peso del suelo seco	gr	678.50	502.80	493.90
7	Contenido de humedad	%	24.17%	24.34%	24.17%
8	<b>W % PROMEDIO</b>	%	<b>24.23%</b>		

Observaciones:

ANGELES  
meyc S.R.L.

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo:  
angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA**  
**ENERGÍA MODIFICADA (56,000 ft-lb/ft<sup>2</sup> (2,700 kN-m/m<sup>2</sup>))<sup>1</sup>**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1557-12**

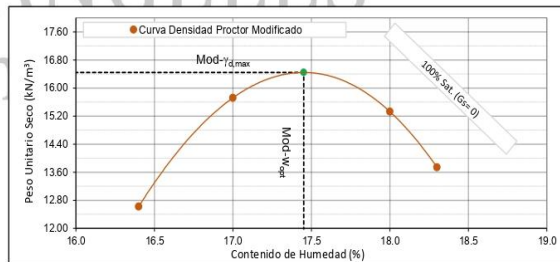
<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L=37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	PM-CG-001
<b>Calicata</b>	C-01 / 18+200	<b>Muestreado</b>	CAMPO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

<b>Descripción Visual de la Muestra</b>	GM. Gravas pobremente graduadas	<b>Tamaño Máximo considerado</b>	38 in.
<b>% Ret. Tamiz 3/4 in.</b>	0	<b>Fracción Ensayada</b>	Menor al Tamiz No. 4
<b>% Ret. Tamiz 3/8 in.</b>	0	<b>Fracción de Ensayo (%)</b>	99
<b>% Ret. Tamiz No. 4</b>	1	<b>Gs (Fracción de Ensayo)</b>	0
<b>Método de Ensayo</b>	A	<b>Gs (Fracción Sobretamaño)</b>	0
		<b>Humedad de Recapción (%)</b>	25.81
		<b>Método de Preparación</b>	Húmedo
		<b>Tipo de Pisón</b>	Manual
		<b>%w Fracción Sobretamaño</b>	-

**REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO:**

Prueba No.	1	2	3	4
Masa de Suelo Compactado + Molde (g)	5632	5988	5958	5782
Masa de Molde (g)	4220	4220	4220	4220
Masa de Suelo Compactado (g)	1412	1768	1738	1562
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	942.7	942.7	942.7	942.7
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.498	1.875	1.844	1.657
Tara No.	T-1	T-2	T-3	T-4
Masa de Tara (g)	206	206	209.1	207.6
Masa de Suelo Húmedo + Tara (g)	673.5	673.5	762.7	719.1
Masa de Suelo Seco + Tara (g)	607.6	605.6	678.3	640.1
Humedad (%)	16.4	17.0	18.0	18.3
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.287	1.603	1.563	1.401
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )	12.62	15.72	15.38	13.74

RESULTADOS DEL ENSAYO:	
<b>Peso Unitario Seco Máximo (kN/m<sup>3</sup>)</b>	16.44
<b>Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.677
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	17.5



Observaciones:

  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL**  
**LABORATORIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CBR-CCC-0001
<b>Calicata</b>	C-01 / 18-200	<b>Muestreado en</b>	CAMPO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra/ Prof</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	6/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

I. Método de preparación y compactación	: ASTM D1537	III. Densidad Máxima Seca (g/cm³)	: 1.677	V. Peso Útilizado Máximo corregido (kN/m³)	: 16.43
II. Material mezclado en el Tamiz	No. 4	IV. Óptimo contenido de humedad corregido (%)	: 17.3		

COMPACTACIÓN			
Molde N°	514	515	521
N° Golpes/capa	56	25	10
Condición de muestra	No Saturado	No Saturado	No Saturado
Masa de Muestra Húmeda + Molde (g)	12626	12235	12065
Masa de Molde (g)	8458	8287	8615
Masa de Muestra Húmeda (g)	4168	3948	3450
Volumen de Molde (cm³)	2123	2116	2149
Densidad Húmeda Inicial (g/cm³)	1.963	1.866	1.605

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Condición de espécimen	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión
Tara N°	T-18	T-16	T-30	T-18	T-17	T-3
Masa de Muestra Húmeda + Tara (g)	540.00	668.60	567.00	623.90	582.00	679.90
Masa de Muestra Seca + Tara (g)	491.40	580.80	508.80	536.50	527.40	560.10
Masa de Tara (g)	209.00	203.80	160.00	209.00	200.00	159.30
Contenido de Humedad (%)	17.2	23.3	16.7	26.7	16.7	29.9

RESULTADOS			
Densidad Seca (antes de inmersión) (g/cm³)	1.675	1.599	1.376
Grado de Compactación alcanzado (%)	100	95	82

EXPANSIÓN						
Fecha inicio de Inmersión	10/11/2023	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)
Fecha final de Inmersión	14/11/2023	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00
Sobrecarga Utilizada	4.54 kg					0.07
% Expansión		0.0		0.0		0.1

Penetración	Carga Estándar (kg/cm²)	56 Golpes / Condición: Saturado				25 Golpes / Condición: Saturado				10 Golpes / Condición: Saturado				
		Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.025	0.635	24.9	1.3			12.5	0.6			16.7	0.9			
0.050	1.270	54.3	2.8			47.3	2.5			39.9	2.1			
0.075	1.905	87.5	4.5			62.6	3.3			63.0	3.3			
0.100	2.540	70.3	117.7	6.1	6.0	8.5	85.8	4.5	4.6	6.5	72.5	3.8	3.9	5.5
0.125	3.175		140.1	7.3			103.4	5.4			92.1	4.8		
0.150	3.810		158.0	8.2			124.2	6.5			101.2	5.3		
0.175	4.445		178.1	9.3			136.3	7.1			113.3	5.9		
0.200	5.080	105.5	190.5	9.9	10.1	9.5	143.3	7.4	7.6	7.2	121.0	6.3	6.4	6.1
0.300	7.620		210.0	10.9			175.4	9.1			148.5	7.7		
0.400	10.160						190.0	9.9			165.1	8.6		
0.500	12.700										160.0	8.3		

Observaciones:

Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com /  
 gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com

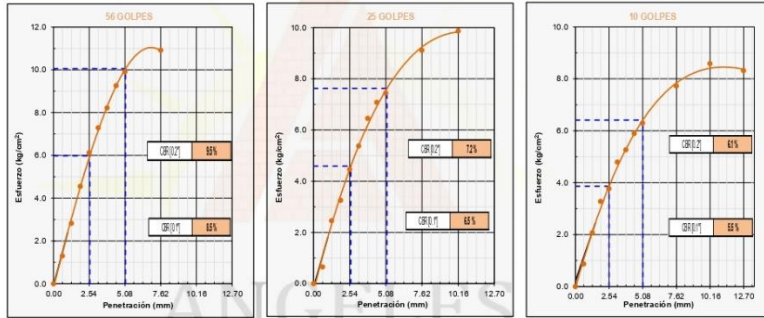


**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

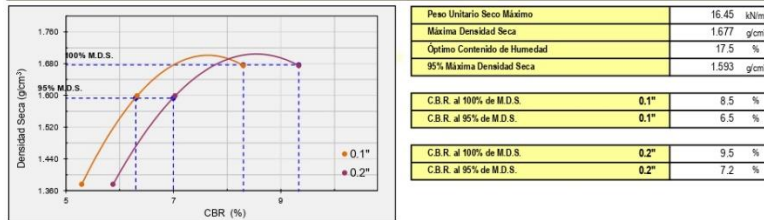
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CBR-CCC-0001
Procedencia	C-01/18+200	Muestreado en	CAMPO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra/Prof	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	6/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

**ESFUERZO - PENETRACIÓN**



**RESULTADOS CBR**



Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO

METODO DE ENSAYO: ASTM D6913 / D6913M - 17

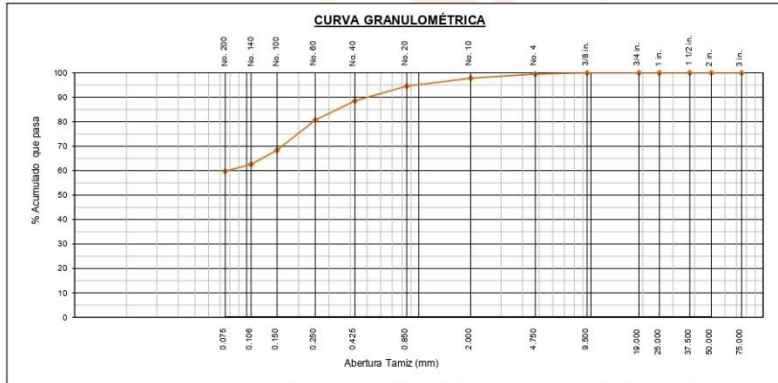
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023			Certificado N°	AG-080
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO			Prof. De calicata	1.50m
Calicata/Progresiva	C-01 / 18-200			N° de Muestra	M-01
Tipo de Material	SUELO			Fecha de Emisión	1/07/2024
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	4/06/2024		

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3 in.	75.00	0	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	0	100
1 1/2 in.	37.50	0	0	0	100
1 in.	25.00	0	0	0	100
3/4 in.	19.00	0	0	0	100
3/8 in.	9.50	0	0	0	100
No. 4	4.75	8	1	1	99
No. 10	2.00	25.20	2	2	98
No. 20	0.850	50.40	3	5	95
No. 40	0.425	90.50	6	11	89
No. 60	0.250	119.10	8	19	81
No. 100	0.150	186.90	12	32	68
No. 140	0.106	88.80	6	37	63
No. 200	0.075	42.80	3	40	60

Masa inicial de la muestra seca (g)	1518
1ª sep. Fracción ret. limpia y seca (g)	---
Masa de la fracción fina seca (g)	---
% Tamiz separador < 2 % (1ª sep.)	---

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Simple
III. Tamiz separador	No. 4

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	SC: Arcillas esbeltas
II. Tamaño máximo de la partícula	36 in.



Observaciones:



ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D2487 - 17e1 & ASTM D3282 - 18**

Proyecto : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

Solicitante : RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO      Certificado N° : CS-080

Procedencia : C-01 / 18+200      Prof. De calicata : 1,50m

Tipo de Material : SUELO      N° de Muestra : M-01

Fecha de Muestreo : 5/06/2024      Fecha de Ensayo : 5/06/2024      Fecha de Emisión : 1/07/2024

GRANULOMETRÍA: ASTM D6913/613M-17		
Alternativo	Tamiz mm	% Acumulado que Pasa
3 in.	75.00	100
2 in.	50.00	100
1 1/2 in.	37.50	100
1 in.	25.00	100
3/4 in.	19.00	100
3/8 in.	9.50	100
No. 4	4.75	99
No. 10	2.00	98
No. 20	0.850	95
No. 40	0.425	89
No. 60	0.250	81
No. 100	0.150	68
No. 140	0.106	63
No. 200	0.075	60

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% Grava	1	% Grava Gruesa : 0 % Grava Fina : 1
% Arena	39	% Arena Gruesa : 1 % Arena Media : 9 % Arena fina : 29
% Finos	60	-


D <sub>10</sub> (0,01 mm)	0.00	D <sub>60</sub> (0,01 mm)	0.08	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
D <sub>30</sub> (0,01 mm)	0.00	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---	Retenido en tamiz 3 in	-

LÍMITES DE ATTERBERG: ASTM D4318-17	
Limite Líquido (LL)	23
Limite Plástico (LP)	17
Índice Plástico (IP)	6

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	SUCS
Símbolo de Grupo	CL - ML
Nombre de Grupo	Arcilla limo - arenosa

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	AASHTO
Clasificación de Grupo	A-4
Índice de Grupo	1
Tipo habitual de material significativo	Silty Sols Suelos Limosos
Clasificación general como subrasante	REGULAR A DEFICIENTE

Observaciones:

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio





REPORTE DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO: ASTM D4318-17

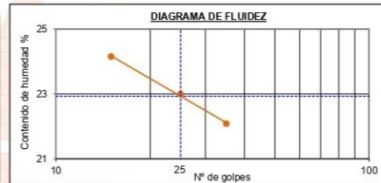
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZZO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	LL-LP-IP-080
Procedencia	C-01 / 18+200	Prof. De calicata	1.50m
Tipo de Material	SUELO	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	4/06/2024	Fecha de Ensayo	5/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	35	25	15
Masa del Recipiente (g)	17.30	21.47	17.05
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	28.47	32.17	25.43
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	26.45	30.17	23.80
Masa del Agua (g)	2.02	2.00	1.63
Masa del Suelo Seco (g)	9.15	8.70	6.75
Contenido de Humedad (%)	22.08	22.99	24.15

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	Alfonda
Tamaño Máx. de partícula	39 in.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	A. Máquina
II. Preparación de muestra:	Húmedo

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	16.42	22.14
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	23.64	28.38
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	22.61	28.01
Masa del Agua (g)	1.03	0.97
Masa del Suelo Seco (g)	6.19	5.87
Contenido de Humedad (%)	16.64	16.52



RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
23	17	6

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO: ASTM D 2216/D 4643 - NTP 339.127-MTC E 108

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CHN-CANT-CUNT-001
<b>Calicata</b>	c-2	<b>Profundidad</b>	h = 1.50
<b>Progresiva</b>	20+200	<b>Lado</b>	-
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra</b>	M-1
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/06/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS		
			T-4	T-41	T-13
1	N° de la tara	-			
2	Peso Tara	gr	207.10	159.10	210.00
3	Peso Húmedo + Peso de Tara	gr	1199.80	896.30	933.30
4	Peso seco + Peso de Tara	gr	1000.60	748.61	785.90
5	Peso del agua	gr	199.20	147.69	147.40
6	Peso del suelo seco	gr	793.50	589.51	575.90
7	Contenido de humedad	%	25.10%	25.05%	25.59%
8	<b>W% PROMEDIO</b>	%	<b>25.25%</b>		

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Observaciones:

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA**  
**ENERGIA MODIFICADA (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))<sup>1</sup>**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1557-12**

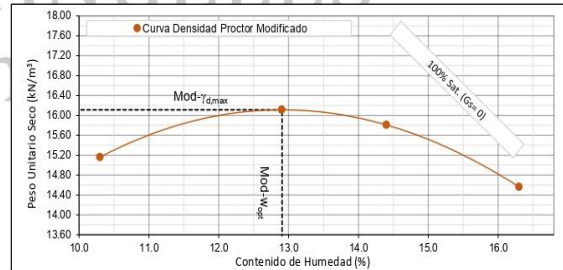
<b>Proyecto</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023	<b>Certificado N°</b>	: PM-CG-001
<b>Solicitante</b>	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Muestreado</b>	: LABORATORIO
<b>Calicata</b>	: C-02 / 20x200	<b>N° de Muestra</b>	: M-01
<b>Tipo de Material</b>	: SUELO	<b>Fecha de Emisión</b>	: 1/07/2024
<b>Fecha de Muestreo</b>	: 2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	: 3/06/2024

<b>Descripción Visual de la Muestra</b>	: GM: Gravas potiblemente graduadas	<b>Tamaño Máximo considerado</b>	: No. 4
<b>% Ret. Tamiz 3/4 in.</b>	: 0	<b>Fracción Ensayada</b>	: Menor al Tamiz No. 4
<b>% Ret. Tamiz 3/8 in.</b>	: 0	<b>Fracción de Ensayo (%)</b>	: 99
<b>% Ret. Tamiz No. 4</b>	: 2	<b>Gs (Fracción de Ensayo)</b>	: 0
<b>Método de ensayo</b>	: A	<b>Gs (Fracción Sobretamaño)</b>	: 0
		<b>%w Fracción Sobretamaño</b>	: -
		<b>Método de Preparación</b>	: Húmedo
		<b>Tipo de Pisón</b>	: Manual

**REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO:**

Prueba No.	1	2	3	4
Masa de Suelo Compactado + Molde (g)	5810	5950	5940	5830
Masa de Molde (g)	4219	4219	4219	4219
Masa de Suelo Compactado (g)	1591	1731	1721	1611
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	933.1	933.1	933.1	933.1
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.705	1.855	1.844	1.727
Tara No.	T-1	T-2	T-3	T-4
Masa de Tara (g)	211.4	209.1	197.3	207.6
Masa de Suelo Húmedo + Tara (g)	715.6	629.4	657.6	729.4
Masa de Suelo Seco + Tara (g)	668.5	581.3	599.5	656.1
Humedad (%)	10.3	12.9	14.4	16.3
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.546	1.643	1.612	1.485
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )	15.16	16.11	15.81	14.56

RESULTADOS DEL ENSAYO:	
<b>Peso Unitario Seco Máximo (kN/m<sup>3</sup>)</b>	16.11
<b>Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.643
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	12.9



Observaciones:

**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CBR-CCC-0001
<b>Calicata/Progresiva</b>	c-02 / 20+200	<b>Muestreado en</b>	CAMPO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra/ Prof</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	6/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

I. Método de preparación y Compactación	ASTM D1537	II. Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.643	V. Pico (Último Máximo corregido (g/Mc))	16.11
III. Material utilizado en el Tamiz	No. 4	IV. Óptimo contenido de humedad corregido (%)	12.1		

COMPACTACIÓN			
Molde N°	514	515	521
N° Golpes/capa	56	25	10
Condición de muestra	No Saturado	No Saturado	No Saturado
Masa de Muestra Húmeda + Molde (g)	12273	12187	10839
Masa de Molde (g)	8389	8463	7422
Masa de Muestra Húmeda (g)	3884	3724	3417
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2112	2115	2116
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.839	1.761	1.615

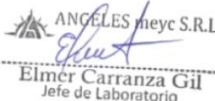
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Condición de espécimen	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión
Tara N°	T-7	T-13	T-26	T-7	T-6	T-35
Masa de Muestra Húmeda + Tara (g)	645.20	611.30	640.00	623.20	666.00	665.80
Masa de Muestra Seca + Tara (g)	597.80	559.60	591.90	565.30	614.80	586.20
Masa de Tara (g)	207.40	210.00	199.70	207.40	198.00	151.30
Contenido de Humedad (%)	12.1	14.7	12.3	16.2	12.3	18.3

RESULTADOS			
Densidad Seca (antes de inmersión) (g/cm <sup>3</sup> )	1.640	1.568	1.438
Grado de Compactación alcanzado (%)	100	95	88

EXPANSIÓN							
Fecha inicio de Inmersión	18/01/2022	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)
Fecha final de Inmersión	22/01/2022						
Sobrecarga Utilizada	4.54 kg	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.07
% Expansión		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Penetración		Carga Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	56 Golpes / Condición: Saturado				25 Golpes / Condición: Saturado				10 Golpes / Condición: Saturado					
			Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)		
0.000	0.000		0.0	0.0					0.0	0.0						
0.025	0.635		54.5	2.8					54.9	2.9			12.5	0.6		
0.050	1.270		119.2	6.2					94.3	4.9			35.4	1.8		
0.075	1.905		152.3	7.9					127.5	6.6			50.2	2.6		
0.100	2.540	70.3	186.2	9.7	8.9	12.7			167.7	8.7	7.8	11.1	70.6	3.7	3.6	5.2
0.125	3.175		216.7	11.3					190.1	9.9			86.1	4.5		
0.150	3.810		245.4	12.8					218.0	11.3			102.9	5.3		
0.175	4.445		287.0	14.9					238.1	12.4			114.3	5.9		
0.200	5.080	105.5	305.5	15.9	15.2	14.4			281.5	13.6	13.0	12.3	124.4	6.5	6.6	6.2
0.300	7.620		410.0	21.3					320.0	16.6			168.7	8.8		
0.400	10.160								380.0	19.7			200.9	10.4		
0.500	12.700												230.0	12.0		

Observaciones:

  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com

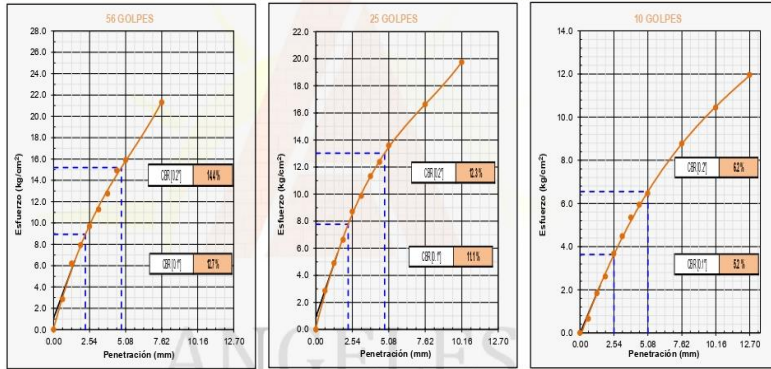


**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

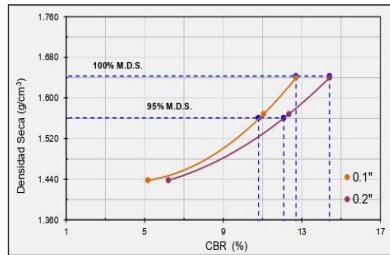
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CBR-CCC-0001
Cantera/Progresiva	c-02/20+200	Muestreado en	CAMPO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra/Prof	14-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	6/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

**ESFUERZO - PENETRACIÓN**

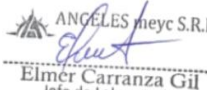


**RESULTADOS CBR**



Peso Unitario Seco Máximo	16.11	kN/m <sup>3</sup>
Máxima Densidad Seca	1.643	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	12.1	%
95% Máxima Densidad Seca	1.561	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R. al 100% de M.D.S.	0.1"	12.7 %
C.B.R. al 95% de M.D.S.	0.1"	10.8 %
C.B.R. al 100% de M.D.S.	0.2"	14.4 %
C.B.R. al 95% de M.D.S.	0.2"	12.1 %

Observaciones:

  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D2487 - 17e1 & ASTM D3282 - 18**

**Proyecto** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023

**Solicitante** : RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO **Certificado N°** : AP-SA-0002

**Cantera** : C-02 **Muestreado en** : CAMPO

**Tipo de Material** : SUELO **N° de Muestra** : M-01

**Fecha de Muestreo** : 2/06/2024 **Fecha de Ensayo** : 4/06/2024 **Fecha de Emisión** : 1/07/2024

GRANULOMETRÍA: ASTM D6913/613M-17		
Alternativo	Tamiz mm	% Acumulado que Pasa
3 in.	75.00	100
2 in.	50.00	100
1 1/2 in.	37.50	100
1 in.	25.00	100
3/4 in.	19.00	100
3/8 in.	9.50	100
No. 4	4.75	98
No. 10	2.00	94
No. 20	0.850	89
No. 40	0.425	85
No. 60	0.250	80
No. 100	0.150	70
No. 140	0.106	64
No. 200	0.075	62

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% Grava	2	% Grava Gruesa : 0 % Grava Fina : 2
% Arena	36	% Arena Gruesa : 4 % Arena Media : 9 % Arena fina : 23
% Finos	62	-


D <sub>10</sub> (0,01 mm)	0.00	D <sub>60</sub> (0,01 mm)	0.06	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
D <sub>30</sub> (0,01 mm)	0.00	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---	Retenido en tamiz 3 in	-

LÍMITES DE ATTERBERG: ASTM D4318-17	
Límite Líquido ( LL )	56
Límite Plástico ( LP )	39
Índice Plástico ( IP )	17

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	SUCS
Símbolo de Grupo	MH
Nombre de Grupo	Limo elástico arenoso

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	AASHTO
Clasificación de Grupo	A-7-5
Índice de Grupo	11
Tipo habitual de material significativo	Clayey Soils
	Suelos Arcillosos
Clasificación general como subrasante	REGULAR A DEFICIENTE

Observaciones:

  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



REPORTE DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO

METODO DE ENSAYO: ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L=37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023			Certificado N°	AP-AG-0002
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO			Muestreado en	LABORATORIO
Procedencia	C-02			N° de Muestra	M-01
Tipo de Material	SUELO			Fecha de Emisión	1/07/2024
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024		

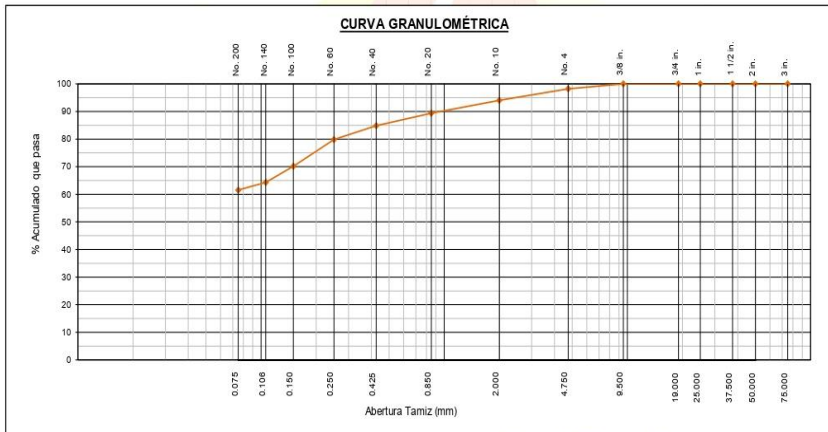
Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3 in.	75.00	0	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	0	100
1 1/2 in.	37.50	0	0	0	100
1 in.	25.00	0	0	0	100
3/4 in.	19.00	0	0	0	100
3/8 in.	9.50	0	0	0	100
No. 4	4.75	24	2	2	98
No. 10	2.00	56.50	4	6	94
No. 20	0.850	62.50	5	11	89
No. 40	0.425	61.60	5	15	85
No. 60	0.250	67.30	5	20	80
No. 100	0.150	131.00	10	30	70
No. 140	0.106	78.30	6	36	64
No. 200	0.075	37.60	3	38	62

Masa inicial de la muestra seca (g)	1348
1ª sep. Fracción ret. limpia y seca (g)	---
Masa de la fracción fina seca (g)	---
% Tamiz separador < 2 % (1ª sep.)	---

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Simple
III. Tamiz separador	No. 4

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	MH: LIMO ARENOSO
II. Tamaño máximo de la partícula	38 in.

*HUBO MTC EG-2612	
BASE GRANULAR	GRAD. A



Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



REPORTE DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO: ASTM D4318-17E1

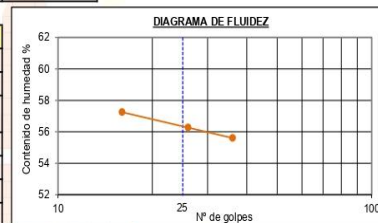
<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	AP-LLP-0002
<b>Procedencia</b>	C-02	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	3/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	4/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	36	28	16
Masa del Recipiente (g)	13.80	13.60	13.70
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	35.60	34.90	35.40
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	27.81	27.23	27.50
Masa del Agua (g)	7.79	7.67	7.90
Masa del Suelo Seco (g)	14.01	13.63	13.80
Contenido de Humedad (%)	55.60	56.27	57.25

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	Alterada
Tamaño Max. de partícula	1 1/2 in.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	: A Multipunto
II. Preparación de muestra:	: Húmedo

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	7.30	7.20
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	15.80	15.40
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	13.42	13.10
Masa del Agua (g)	2.38	2.30
Masa del Suelo Seco (g)	6.12	5.90
Contenido de Humedad (%)	38.89	38.98



RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
56	38	17

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com





## REPORTE DE ENSAYO

## CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO: ASTM D 2216/D 4643 - NTP 339.127-MTC E 108

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CHN-CANT-CUNT-001
Cantera	CUNTUYOC	Profundidad	h = 1.50
Progresiva	22+200	Lado	IZQUIERDO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS		
1	N° de la tara	-	T-5	T-24	T-6
2	Peso Tara	gr	208.10	160.10	211.00
3	Peso Húmedo + Peso de Tara	gr	1099.60	834.30	873.30
4	Peso seco + Peso de Tara	gr	905.60	688.61	730.90
5	Peso del agua	gr	194.00	145.69	142.40
6	Peso del suelo seco	gr	697.50	528.51	519.90
7	Contenido de humedad	%	27.81%	27.57%	27.39%
8	<b>W% PROMEDIO</b>	%	<b>27.59%</b>		

Observaciones:

ANGELES  
meyc S.R.L.

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo:  
angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA**  
**ENERGÍA MODIFICADA (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))<sup>1</sup>**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1557-12**

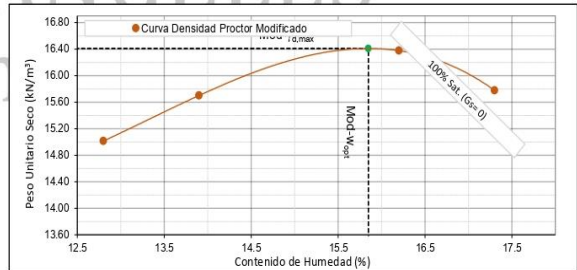
<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	PM-CCC-001
<b>Calicata/Progresiva</b>	C-03 / 22+ 200	<b>Muestreado</b>	CAMPO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

<b>Descripción Visual de la Muestra</b>	GM. Gravas porbriemente graduadas	<b>Tamaño Máximo considerado</b>	No. 4
% Ret. Tamiz 3/4 in.	0	<b>Fracción Ensayada</b>	Menor al Tamiz No. 4
% Ret. Tamiz 3/8 in.	0	<b>Fracción de Ensayo (%)</b>	100
% Ret. Tamiz No. 4	0	<b>Gs (Fracción de Ensayo)</b>	0
<b>Método de ensayo</b>	A	<b>Gs (Fracción Sobretamaño)</b>	0
		<b>%w Fracción Sobretamaño</b>	-
		<b>Humedad de Recepción (%)</b>	15.8
		<b>Método de Preparación</b>	Húmedo
		<b>Tipo de Pisón</b>	Manual

**REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO:**

Prueba No.	1	2	3	4
Masa de Suelo Compactado + Molde (g)	5830	5920	6030	5980
Masa de Molde (g)	4219	4219	4219	4219
Masa de Suelo Compactado (g)	1611	1701	1811	1761
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	933.1	933.1	933.1	933.1
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.727	1.823	1.941	1.887
Tara No.	T-1	T-2	T-3	T-4
Masa de Tara (g)	206.1	209.4	198.6	199.7
Masa de Suelo Húmedo + Tara (g)	728.7	653.2	733.3	716.9
Masa de Suelo Seco + Tara (g)	669.5	598.9	658.6	640.5
Humedad (%)	12.8	13.9	16.2	17.3
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.531	1.601	1.67	1.609
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )	15.01	15.70	16.38	15.78

RESULTADOS DEL ENSAYO:	
<b>Peso Unitario Seco Máximo (kN/m<sup>3</sup>)</b>	16.41
<b>Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.673
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	15.8



Observaciones:

**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CBR-CCC-001
<b>Calicata</b>	C-03 / Z2+ 200	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra/ Prof</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	6/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

I. Método de preparación y Compactación	: ASTM D1557	III. Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.673	V. Pico (Esfuerzo Máximo corregido (kN/m <sup>2</sup> ))	: 16.41
II. Material retenido en el Tamiz	No. 4 : 0%	IV. Óptimo contenido de humedad corregido (%)	: 15.8		

COMPACTACIÓN			
Molde N°	514	515	521
N° Golpes/capa	56	25	10
Condición de muestra	No Saturado	No Saturado	No Saturado
Masa de Muestra Húmeda + Molde (g)	12472	12259	11499
Masa de Molde (g)	8375	8449	7903
Masa de Muestra Húmeda (g)	4097	3810	3596
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2118	2110
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> )	1.938	1.799	1.704

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Condición de espécimen	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión
Tara N°	T-35	T-41	T-3	T-6	T-13	T-9
Masa de Muestra Húmeda + Tara (g)	572.10	676.20	690.60	576.70	707.30	633.40
Masa de Muestra Seca + Tara (g)	514.50	591.90	617.90	504.00	639.40	548.30
Masa de Tara (g)	151.30	159.10	159.30	198.60	210.00	211.00
Contenido de Humedad (%)	15.9	19.5	15.9	23.8	15.8	25.2

RESULTADOS			
Densidad Seca (antes de inmersión) (g/cm <sup>3</sup> )	1.673	1.553	1.472
Grado de Compactación alcanzado (%)	100	93	88

EXPANSIÓN							
Fecha inicio de Inmersión	18/01/2022	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)
Fecha final de Inmersión	22/01/2022						
Sobrecarga Utilizada	4.54 kg	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.07
% Expansión		0.0		0.0		0.1	

Penetración	Carga Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	56 Golpes / Condición: Saturado				25 Golpes / Condición: Saturado				10 Golpes / Condición: Saturado			
		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR (%)	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR (%)	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR (%)
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025	0.635	32.3	1.7			10.8	0.6			9.5	0.5		
0.050	1.270	85.6	4.4			35.0	1.8			25.6	1.3		
0.075	1.905	120.8	6.3			60.8	3.2			39.5	2.1		
0.100	2.540	153.4	8.0	7.9	11.3	82.5	4.3	4.8	6.9	55.6	2.9	3.3	4.7
0.125	3.175	184.2	9.6			104.2	5.4			85.8	4.5		
0.150	3.810	216.3	11.2			129.2	6.7			97.2	5.1		
0.175	4.445	238.3	12.4			155.0	8.1			116.0	6.0		
0.200	5.080	278.4	14.5	14.1	13.4	178.3	9.3	9.7	9.2	132.4	6.9	6.9	6.6
0.300	7.620	360.0	18.7			255.0	13.3			181.1	9.4		
0.400	10.160					312.5	16.2			236.8	12.3		
0.500	12.700									278.2	14.5		

Observaciones:

**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



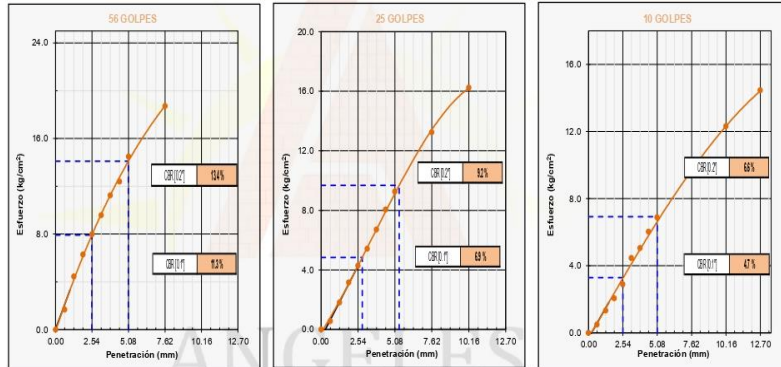
REPORTE DE ENSAYO

ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

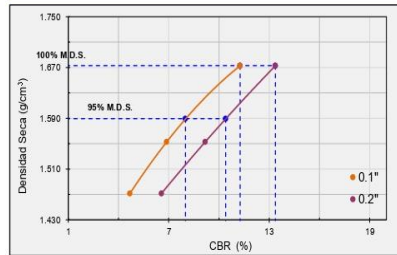
METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CBR-CCC-0001
Procedencia	C-03 / 22+ 200	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra/Prof	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	6/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

ESFUERZO - PENETRACIÓN



RESULTADOS CBR



Peso Unitario Seco Máximo	16.41	kN/m <sup>3</sup>
Máxima Densidad Seca	1.673	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	15.8	%
95% Máxima Densidad Seca	1.589	g/cm <sup>3</sup>


  

CBR al 100% de M.D.S.	0.1"	11.3	%
CBR al 95% de M.D.S.	0.1"	8.0	%

CBR al 100% de M.D.S.	0.2"	13.4	%
CBR al 95% de M.D.S.	0.2"	10.4	%

Observaciones:

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO

METODO DE ENSAYO: ASTM D6913 / D6913M - 17

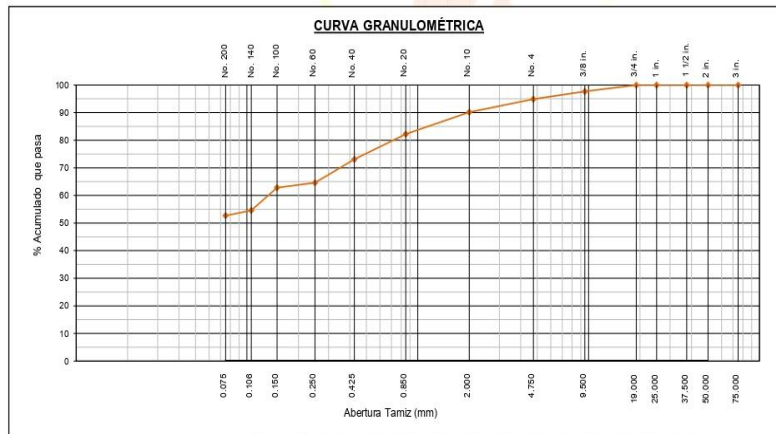
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	AG-062
Calicata/Progresiva	C-03 / 22+ 200	Prof. De calicata	15
Tipo de Material	SUELO	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	4/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3 in.	75.00	0	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	0	100
1 1/2 in.	37.50	0	0	0	100
1 in.	25.00	0	0	0	100
3/4 in.	19.00	0	0	0	100
3/8 in.	9.50	0	2	2	98
No. 4	4.75	0	3	5	95
No. 10	2.00	35.30	5	10	90
No. 20	0.850	59.90	8	18	82
No. 40	0.425	68.20	9	27	73
No. 60	0.250	64.10	9	35	65
No. 100	0.150	13.50	2	37	63
No. 140	0.106	61.60	8	45	55
No. 200	0.075	14.30	2	47	53

Masa inicial de la muestra seca (g)	751
1ª sep. Fracción ret. limpia y seca (g)	—
Masa de la fracción fina seca (g)	—
% Tamiz separador < 2% (1ª sep.)	—

CONDICIONES DE ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Simple
III. Tamiz separador	3/8 in.

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	OR: Arcilla orgánica de plastidad
II. Tamaño máximo de la partícula	3/8 in.



Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



REPORTE DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO: ASTM D4318-17

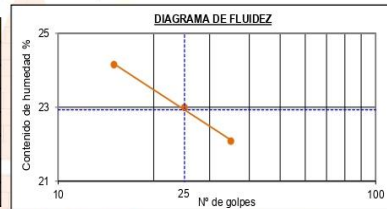
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	LL-LP-IP-062
Procedencia	C-03 / 22+ 200	Prof. De calicata	1.5
Tipo de Material	SUELO	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	4/06/2024	Fecha de Ensayo	5/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	35	25	15
Masa del Recipiente (g)	17.30	21.47	17.05
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	28.47	32.17	25.43
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	26.45	30.17	23.80
Masa del Agua (g)	2.02	2.00	1.63
Masa del Suelo Seco (g)	9.15	8.70	6.75
Contenido de Humedad (%)	22.08	22.99	24.15

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	Alfonda
Tamaño Max. de partícula	3/8 in.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	A. Molienda
II. Preparación de muestra:	Húmedo

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	16.42	22.14
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	23.64	28.98
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	22.61	28.01
Masa del Agua (g)	1.03	0.97
Masa del Suelo Seco (g)	6.19	5.87
Contenido de Humedad (%)	16.64	16.52



RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
23	17	6

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio





REPORTE DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO: ASTM D 2216/D 4643 - NTP 339.127-MTC E 108

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CHN-CANT-CUNT-001
Calicata	CUNTUYOC	Profundidad	-
Progresiva	c-04	Lado	IZQUIERDO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS		
1	N° de la tara	-	T-12	T-2	T-18
2	Peso Tara	gr	207.30	159.80	211.00
3	Peso Húmedo + Peso de Tara	gr	1063.60	892.30	938.30
4	Peso seco + Peso de Tara	gr	886.60	739.61	787.90
5	Peso del agua	gr	177.00	152.69	150.40
6	Peso del suelo seco	gr	679.30	579.81	576.90
7	Contenido de humedad	%	26.06%	26.33%	26.07%
8	<b>W% PROMEDIO</b>	%	<b>26.15%</b>		

Observaciones:

ANGELES  
meyc S.R.L.

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo:  
angeles\_ing2005@hotmail.com





**REPORTE DE ENSAYO**  
**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA**  
**ENERGIA MODIFICADA (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>))<sup>1</sup>**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1557-12**

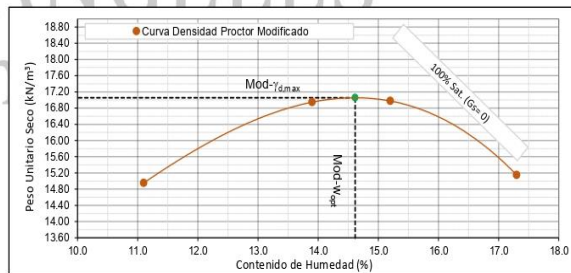
<b>Proyecto</b>	"CREACION DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD INTERURBANO EN EL CASERIO EL GRANERO DEL C.P. SANTA BARBARA DEL DISTRITO DE LOS BAÑOS DEL INCA-PROVINCIA DE CAJAMARCA-DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"		
<b>Solicitante</b>	CONSORCIO VIAL BAÑOS	<b>Certificado N°</b>	PM-CCC-001
<b>Calicata/Progresiva</b>	C-04 / 24+ 200	<b>Muestreado</b>	CAMPO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024

<b>Descripción Visual de la Muestra</b>	GM. Gravas pobremente graduadas	<b>Tamaño Máximo considerado</b>	No. 4
<b>% Ret. Tamiz 3/4 in.</b>	0	<b>Fracción Ensayada</b>	Menor al Tamiz No. 4
<b>% Ret. Tamiz 3/8 in.</b>	0	<b>Fracción de Ensayo (%)</b>	100
<b>% Ret. Tamiz No. 4</b>	0	<b>Gs (Fracción de Ensayo)</b>	0
<b>Método de ensayo</b>	A	<b>Gs (Fracción Sobretamaño)</b>	0
		<b>%w Fracción Sobretamaño</b>	-
		<b>Humedad de Recepción (%)</b>	15.8
		<b>Método de Preparación</b>	Húmedo
		<b>Tipo de Psón</b>	Manual

**REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO:**

Prueba No.	1	2	3	4
Masa de Suelo Compactado + Molde (g)	5800	6055	6080	5910
Masa de Molde (g)	4219	4219	4219	4219
Masa de Suelo Compactado (g)	1581	1836	1861	1691
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	933.1	933.1	933.1	933.1
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.694	1.968	1.994	1.812
Tara No.	T-1	T-2	T-3	T-4
Masa de Tara (g)	206.1	209.4	198.6	199.1
Masa de Suelo Húmedo + Tara (g)	728.7	653.2	733.3	716.9
Masa de Suelo Seco + Tara (g)	676.5	598.9	662.6	640.5
Humedad (%)	11.1	13.9	15.2	17.3
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.525	1.728	1.731	1.545
Peso Unitario Seco (kNm <sup>3</sup> )	14.96	16.96	16.98	15.15

RESULTADOS DEL ENSAYO:	
<b>Peso Unitario Seco Máximo (kNm<sup>3</sup>)</b>	17.06
<b>Máxima Densidad Seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.739
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	14.6



Observaciones:

**ANGELES meyc S.R.L.**  
*Elmer Carranza Gil*  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL**  
**LABORATORIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CBR-CRR-AN-018
<b>Calicata</b>	C-04	<b>Profundidad</b>	h = 1.50
<b>Progresiva</b>	24+200.00	<b>Lado</b>	IZQUIERDO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Emisión</b>	1/07/2024
	<b>Fecha de Ensayo</b>	6/06/2024	

I. Método de preparación y compactación	: ASTM D1557	II. Densidad Máxima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 1.739	V. Peso Unitario Máximo corregido (kN/m <sup>3</sup> )	: 17.03
II. Nivel de compactación en el Tanque	No. 4 : 1%	IV. Óptimo contenido de humedad corregido (%)	: 15.2		

COMPACTACIÓN			
Molde N°	1	2	3
N° Golpes/capa	56	25	12
Condición de muestra	No Saturado	No Saturado	No Saturado
Masa de Muestra Húmeda + Molde (g)	12771	12370	11930
Masa de Molde (g)	8494	8786	8382
Masa de Muestra Húmeda (g)	4277	3584	3578
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2123	2082	2106
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> )	2.015	1.721	1.699

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Condición de especimen	Antes de Inmersión		Después de Inmersión		Antes de Inmersión	
	T-21	T-10	T-7	T-30	T-24	T-15
Tara N°	566.50	537.80	562.20	593.30	575.00	629.10
Masa de Muestra Húmeda + Tara (g)	496.10	485.80	515.50	520.20	520.20	455.40
Masa de Muestra Seca + Tara (g)	115.40	208.20	207.60	160.00	160.00	151.30
Masa de Tara (g)	115.40	208.20	207.60	160.00	160.00	151.30
Contenido de Humedad (%)	15.9	18.7	15.2	20.3	15.2	24.2

RESULTADOS		
Densidad Seca (antes de inmersión) (g/cm <sup>3</sup> )	1.739	1.496
Grado de Compactación alcanzado (%)	100	86

EXPANSIÓN						
Fecha inicio de Inmersión	Fecha final de Inmersión	Sobrecarga Utilizada	Lect. Inicial (mm)		Lect. Final (mm)	
			0.00	0.21	0.00	0.23
19/12/2023	23/12/2023	4.54 kg	0.00	0.21	0.00	0.23
% Expansión			0.2		0.2	0.25

Penetración	Carga Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	56 Golpes / Condición: Saturado				25 Golpes / Condición: Saturado				10 Golpes / Condición: Saturado				
		Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.025	0.635	15.2	0.8			7.8	0.4			10.1	0.5			
0.050	1.270	35.3	1.8			15.0	0.8			24.9	1.3			
0.075	1.905	60.4	3.1			30.8	1.6			36.9	1.9			
0.100	2.540	70.3	4.7	6.2	8.8	46.5	2.4	3.0	4.2	48.9	2.5	2.5	3.5	
0.125	3.175	140.5	7.3			64.2	3.3			59.6	3.1			
0.150	3.810	180.3	9.4			89.2	4.6			68.1	3.5			
0.175	4.445	220.8	11.5			111.0	5.8			78.8	4.1			
0.200	5.080	105.5	275.4	14.3	15.0	14.2	128.3	6.7	7.1	6.7	91.9	4.8	4.8	4.5
0.300	7.620	360.0	18.7			210.0	10.9			139.8	7.3			
0.400	10.160					302.5	15.7			181.9	9.5			
0.500	12.700									241.8	12.6			

Observaciones:

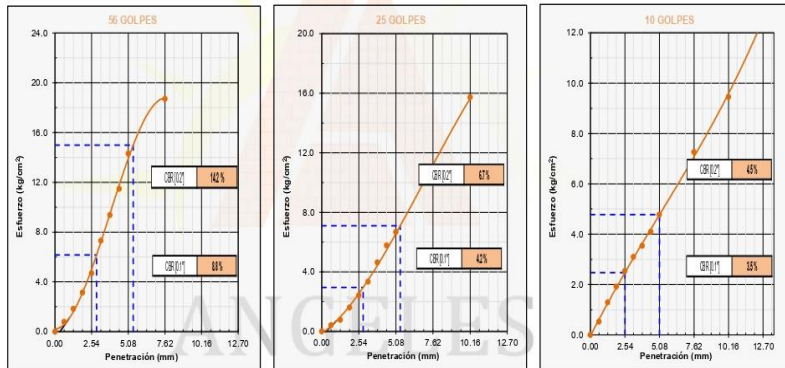


**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

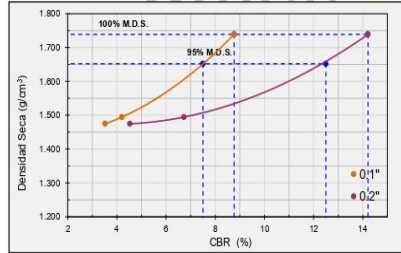
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CBR-CRR-AN-018
Calicata	C-04	Muestreado en	h = 1.50
Progresiva	24+200.00	Muestreado en	-
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra/Prof	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Emisión	1/07/2024
	Fecha de Ensayo	6/06/2024	

**ESFUERZO - PENETRACIÓN**




**RESULTADOS CBR**



Peso Unitario Seco Máximo	17.05	kN/m <sup>3</sup>
Máxima Densidad Seca	1.739	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	15.2	%
95% Máxima Densidad Seca	1.652	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R. al 100% de M.D.S.	0.1"	8.8 %
C.B.R. al 95% de M.D.S.	0.1"	7.5 %
C.B.R. al 100% de M.D.S.	0.2"	14.2 %
C.B.R. al 95% de M.D.S.	0.2"	12.5 %

Observaciones:

  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO

METODO DE ENSAYO: ASTM D6913 / D6913M - 17

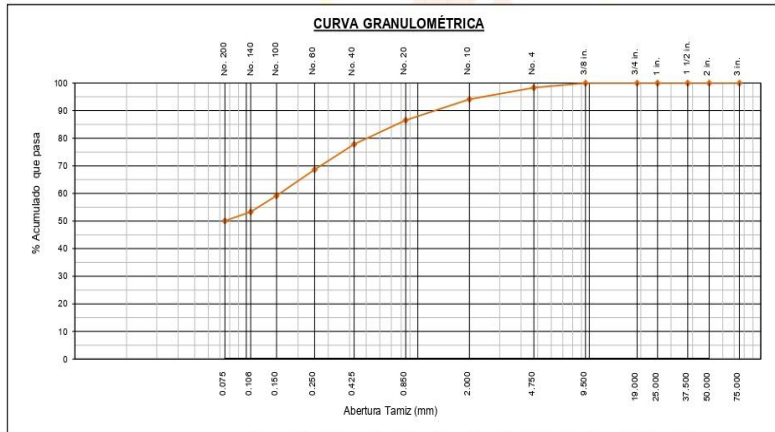
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	AG-069
Calicata/Progresiva	C-04 / 24+ 200	Prof. De calicata	1.5
Tipo de Material	SUELO	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	4/06/2024
		Fecha de Emisión	10/7/2024

Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3 in.	75.00	0	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	0	100
1 1/2 in.	37.50	0	0	0	100
1 in.	25.00	0	0	0	100
3/4 in.	19.00	0	0	0	100
3/8 in.	9.50	0	0	0	100
No. 4	4.75	0	2	2	98
No. 10	2.00	26.70	4	6	94
No. 20	0.850	48.10	8	13	87
No. 40	0.425	55.00	9	22	78
No. 60	0.250	58.40	9	31	69
No. 100	0.150	59.70	9	41	59
No. 140	0.106	37.00	6	47	53
No. 200	0.075	20.70	3	50	50

Masa inicial de la muestra seca (g)	634
1ª sep. Fracción ret. limpia y seca (g)	---
Masa de la fracción fina seca (g)	---
% Tamiz separador < 2 % (1ª sep.)	---

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Simple
III. Tamiz separador	No. 4

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	SC: Arcillas azules
II. Tamaño máximo de la partícula	3/8 in.



Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



REPORTE DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO: ASTM D4318-17

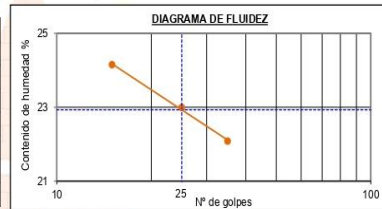
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L=37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	LL-LP-069
Procedencia	C-04 / 24+ 200	Prof. De calicata	1.5
Tipo de Material	SUELO	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	4/06/2024	Fecha de Ensayo	5/06/2024
		Fecha de Emisión	1/07/2024

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	35	25	15
Masa del Recipiente (g)	17.30	21.47	17.05
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	28.47	32.17	25.43
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	26.45	30.17	23.80
Masa del Agua (g)	2.02	2.00	1.63
Masa del Suelo Seco (g)	9.15	8.70	6.75
Contenido de Humedad (%)	22.08	22.99	24.15

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	Atendida
Tamaño Max. de partícula	38 in.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	A-Método punto
II. Preparación de muestra:	Húmeda

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	16.42	22.14
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	23.64	28.98
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	22.61	28.01
Masa del Agua (g)	1.03	0.97
Masa del Suelo Seco (g)	6.19	5.87
Contenido de Humedad (%)	16.64	16.52



RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
23	17	6

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS**  
**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D2487 - 17e1 & ASTM D3282 - 18**

**Proyecto** : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023  
**Solicitante** : RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO **Certificado N°** : CS-069  
**Procedencia** : C-04 / 24+ 200 **Prof. De calicata** : 1.5  
**Tipo de Material** : SUELO **N° de Muestra** : M-01  
**Fecha de Muestreo** : 5/06/2024 **Fecha de Ensayo** : 5/06/2024 **Fecha de Emisión** : 1/07/2024

GRANULOMETRÍA: ASTM D6913/613M-17		
Tamiz		% Acumulado que Pasa
Alternativo	mm	
3 in.	75.00	100
2 in.	50.00	100
1 1/2 in.	37.50	100
1 in.	25.00	100
3/4 in.	19.00	100
3/8 in.	9.50	100
No. 4	4.75	98
No. 10	2.00	94
No. 20	0.850	87
No. 40	0.425	78
No. 60	0.250	69
No. 100	0.150	59
No. 140	0.106	53
No. 200	0.075	50

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% Grava	2	% Grava Gruesa : 0
		% Grava Fina : 2
% Arena	48	% Arena Gruesa : 4
		% Arena Media : 16
		% Arena fina : 28
% Finos	50	-


D <sub>w</sub> (0,01 mm)	0.00	D <sub>60</sub> (0,01 mm)	0.16	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
D <sub>30</sub> (0,01 mm)	0.01	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---	Retenido en tamiz 3 in	-

LÍMITES DE ATTERBERG: ASTM D4318-17	
Límite Líquido ( LL )	23
Límite Plástico ( LP )	17
Índice Plástico ( IP )	6

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	SUCS
Símbolo de Grupo	CL - ML
Nombre de Grupo	Arcilla limo - arenosa

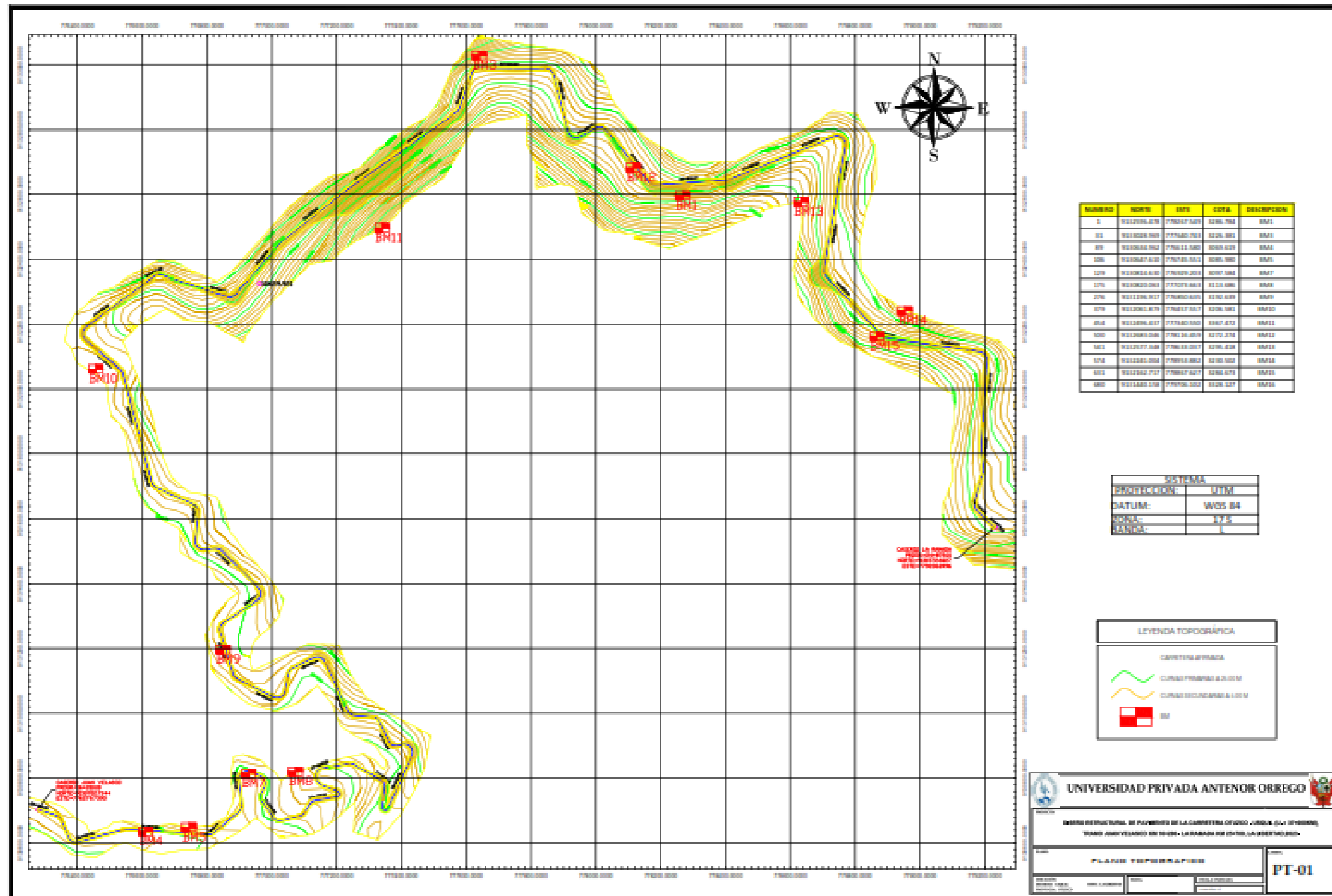
CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	AASHTO
Clasificación de Grupo	A-4
Índice de Grupo	0
Tipo habitual de material significativo	Silty Soils
	Suelos Limosos
Clasificación general como subrasante	REGULAR A DEFICIENTE

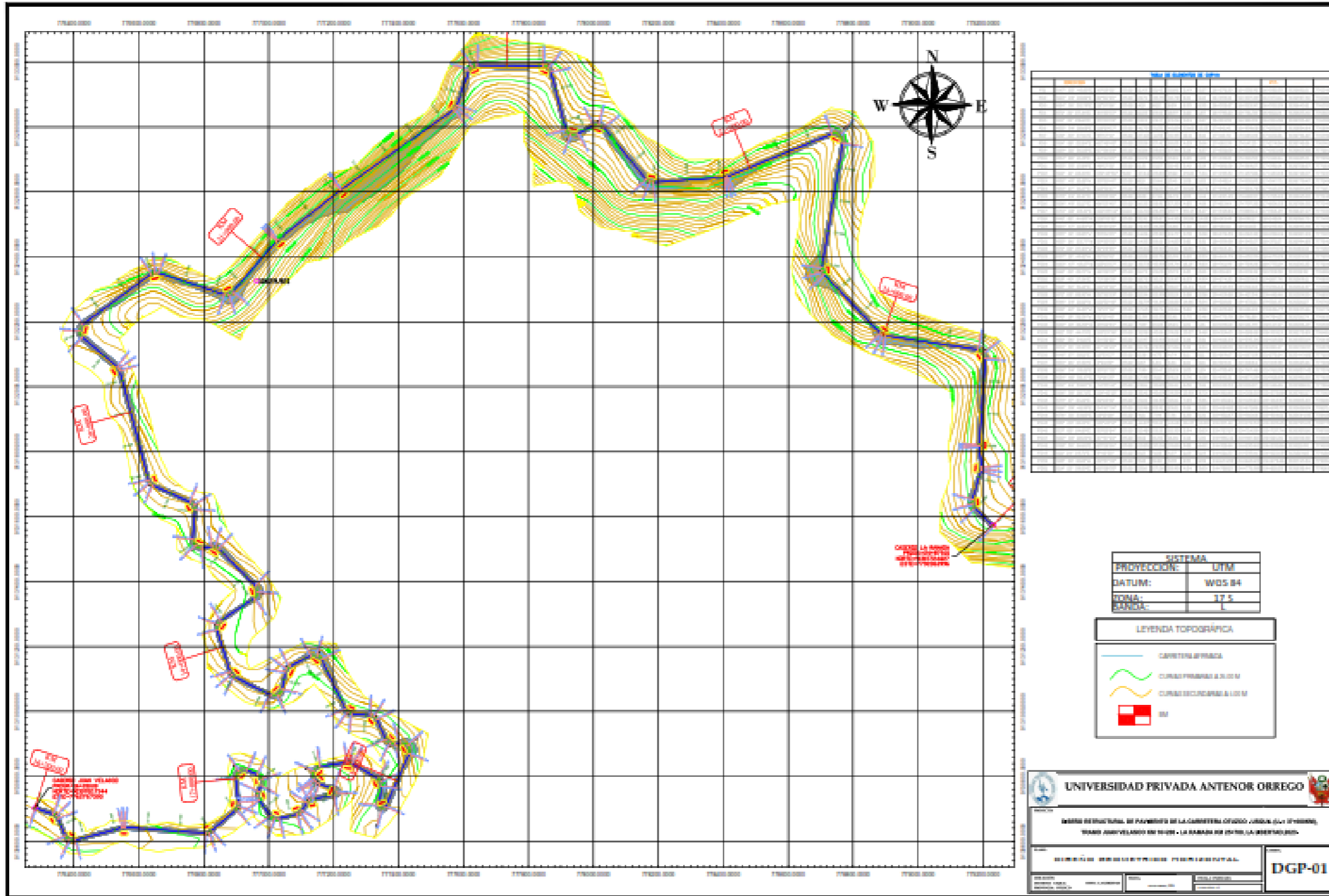
Observaciones:

  
**ANGELES meyc S.R.L.**  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 contacto@angelesmeyc.com / ventas@angelesmeyc.com / gerencia@angelesmeyc.com http://angelesmeyc.com

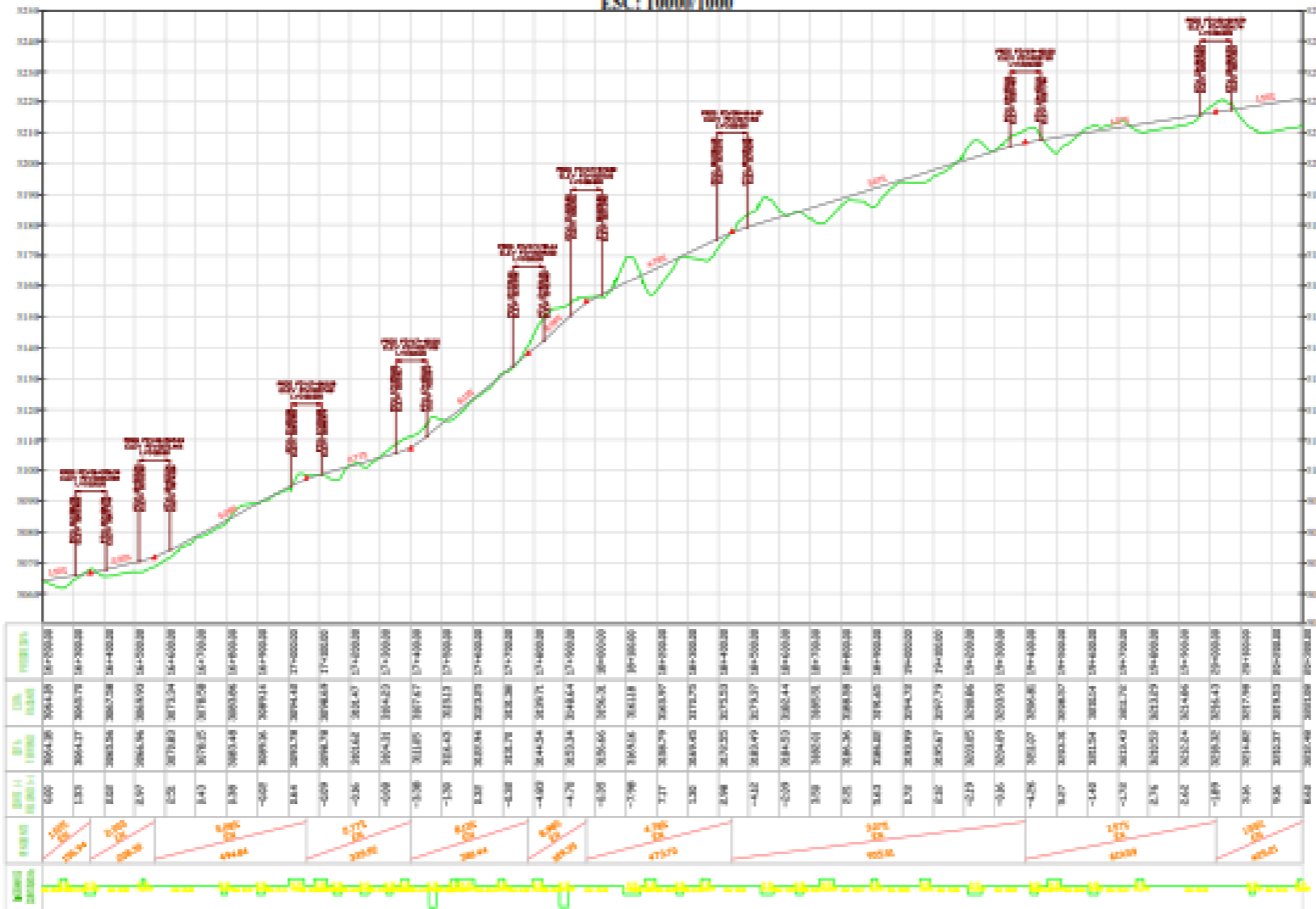
ANEXO D: PLANOS DE ESTUDIO







PROGRESIVA 16+200 A 20+300  
ESC: 10000/1000



LEYENDA TOPOGRAFICA

TERRENO NATURAL

PERFIL DE PLANEAMIENTO

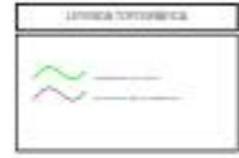
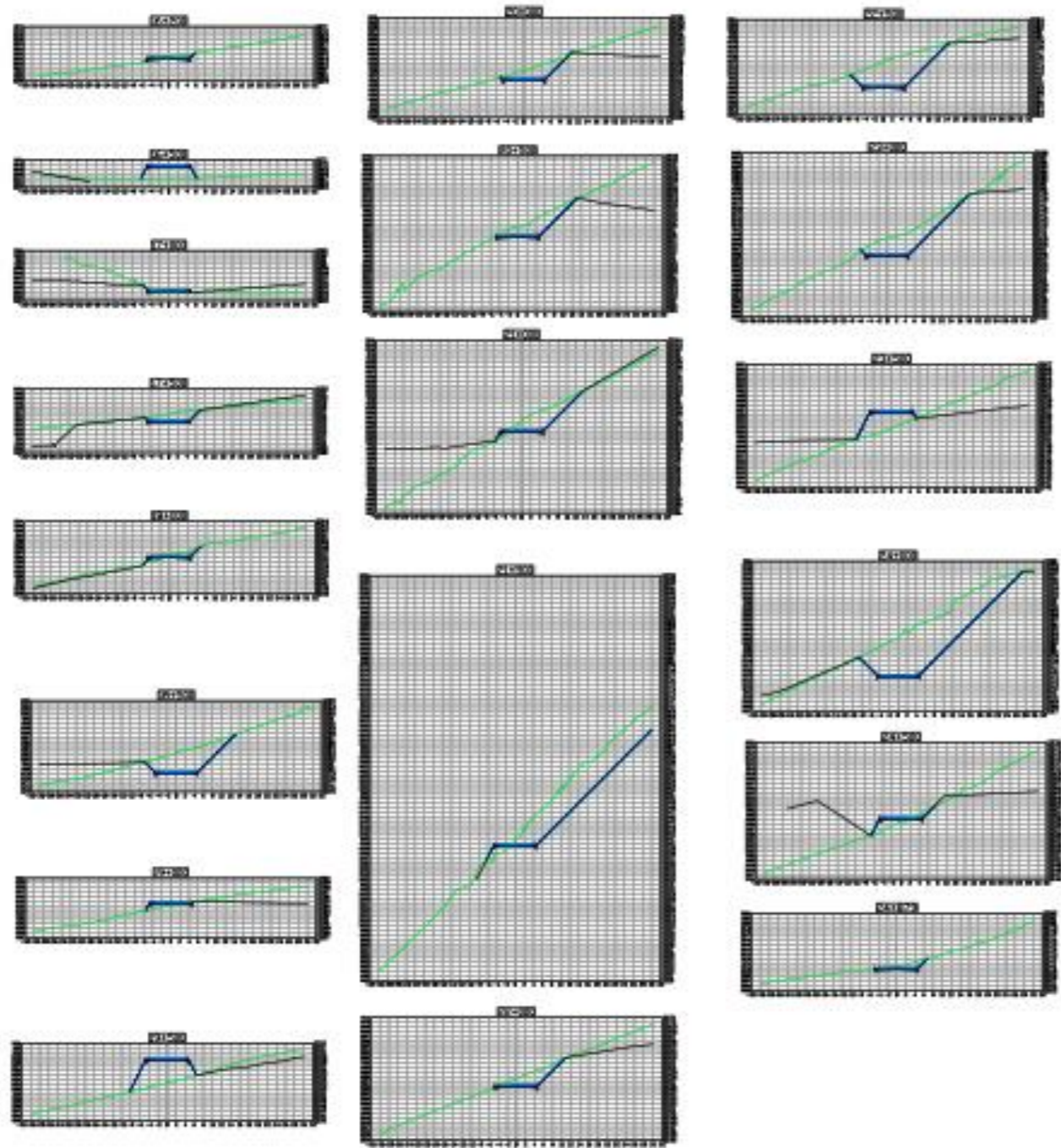
UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORRIGO

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS EN INGENIERIA CIVIL Y CONSTRUCCION

GRUPO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA CIVIL Y CONSTRUCCION

PROYECTO: DGV-01





 <b>UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO</b> 	
OBRA INFRAESTRUCTURAL DE FUNDACIÓN DE LA CARRETERA QUE VA DE JESÚS MARÍA Y PARRAL ENTRE LAS CALLES DE 1450 - LA RAMA DE 1470 LA AMERICANA.	
TÍTULO DISEÑO DE LA OBRA	ESTADIO PRELIMINAR
AUTOR INGENIERO CIVIL	FECHA 2014
PROYECTO 1450 - LA RAMA DE 1470 LA AMERICANA	PLAN STV-01

**ANEXO E: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**









<b>PUNTO</b>	<b>NORTE</b>	<b>ESTE</b>	<b>COTA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
1	9132596.48	778267.549	3286.784	<i>B M1</i>
2	9132569.66	778225.257	3304.0017	<i>B M2</i>
3	9132527.09	778228.1	3326.9675	<i>T</i>
4	9132546.42	778306.967	3313.948	<i>T</i>
5	9132580.9	778366.978	3296.6806	<i>T</i>
6	9132615.42	778396.28	3283.3152	<i>T</i>
7	9132576.39	778453.268	3315.6255	<i>T</i>
8	9132531.9	778386.852	3326.8457	<i>T</i>
9	9132513.27	778306.399	3330.4008	<i>T</i>
10	9132481.33	778239.923	3354.2989	<i>T</i>
11	9132519.84	778138.189	3329.5683	<i>T</i>
12	9132499.28	778166.743	3339.8699	<i>T</i>
13	9132551.29	778108.947	3316.0764	<i>T</i>
14	9132572.97	778072.222	3313.6072	<i>T</i>
15	9132531.29	778015.922	3354.0222	<i>PC</i>
16	9132596.74	778005.866	3329.8034	<i>T</i>
17	9132670.33	778022.387	3298.3117	<i>T</i>
18	9132726.82	778027.715	3285.6587	<i>T</i>
19	9132686.32	777879.559	3332.8619	<i>T</i>
20	9132736.4	777851.843	3323.0281	<i>T</i>
21	9132712.9	777947.022	3304.0194	<i>T</i>
22	9132836.53	777938.941	3263.498	<i>T</i>
23	9132873.93	777947.621	3254.625	<i>T</i>
24	9132855.9	777824.037	3286.9994	<i>T</i>
25	9132879.93	777855.435	3277.1415	<i>T</i>
26	9132927.33	777843.403	3272.4863	<i>T</i>
27	9132926.02	777797.908	3278.0229	<i>T</i>
28	9132966.87	777763.638	3266.3173	<i>T</i>
29	9133024.98	777760.315	3243.0396	<i>T</i>
30	9133013.61	777697.521	3246.0929	<i>T</i>
31	9133028.97	777640.743	3226.3814	<i>T</i>
32	9132936.12	777658.102	3274.8257	<i>T</i>
33	9132920	777575.793	3254.8232	<i>T</i>
34	9132869.22	777689.35	3303.859	<i>T</i>
35	9132889.92	777708.056	3297.0381	<i>T</i>
36	9132805.39	777622.459	3310.2484	<i>T</i>
37	9132846.99	777787.569	3299.9766	<i>T</i>
38	9132760.63	777527.126	3292.4006	<i>T</i>
39	9133089.65	777638.101	3172.0775	<i>T</i>
40	9133044.56	777898.241	3226.4549	<i>T</i>
41	9132924.12	777967.195	3240.6451	<i>PC</i>



42	9132840.78	777483.385	3225.5574	<i>T</i>
43	9132889.03	777516.202	3226.0874	<i>T</i>
44	9132846.39	777545.593	3257.1142	<i>T</i>
45	9132817.63	777504.768	3250.9207	<i>T</i>
46	9132798.22	777513.478	3266.4157	<i>T</i>
47	9132828.34	777550.262	3268.2802	<i>T</i>
48	9132866.48	777593.811	3272.9771	<i>T</i>
49	9132916.66	777604.527	3266.3587	<i>T</i>
50	9132963.55	777601.623	3256.905	<i>T</i>
51	9132969.29	777636.014	3261.6432	<i>T</i>
52	9132980.63	777694.408	3261.354	<i>T</i>
53	9132998.69	777692.732	3253.2337	<i>T</i>
54	9132997.01	777771.749	3255.0358	<i>T</i>
55	9130698.39	776282.164	3064.7028	<i>T</i>
56	9130686.76	776320.235	3062.7061	<i>PC</i>
57	9130705.7	776286.653	3063.0522	<i>T</i>
58	9130696.55	776325.713	3061.0025	<i>T</i>
59	9130664.49	776267.707	3071.0681	<i>T</i>
60	9130691.15	776208.894	3070.1374	<i>T</i>
61	9130728.53	776156.186	3067.9483	<i>T</i>
62	9130761.66	776168.936	3058.6714	<i>T</i>
63	9130627.88	776331.759	3070.1143	<i>T</i>
64	9130660.37	776348.789	3064.0054	<i>T</i>
65	9130641.21	776378.899	3064.0327	<i>T</i>
66	9130632.67	776355.733	3066.3427	<i>T</i>
67	9130598.87	776355.194	3073.5919	<i>T</i>
68	9130653.98	776413.23	3062.7053	<i>T</i>
69	9130610.04	776413.499	3065.2907	<i>T</i>
70	9130595.14	776397.786	3069.9679	<i>T</i>
71	9130577.04	776425.232	3073.2702	<i>T</i>
72	9130607.12	776446.273	3066.6199	<i>T</i>
73	9130618.56	776444.417	3065.1177	<i>T</i>
74	9130614.84	776480.933	3067.1042	<i>T</i>
75	9130626.81	776479.885	3066.1818	<i>T</i>
76	9130623.89	776513.946	3067.3046	<i>T</i>
77	9130636.93	776514.216	3066.8637	<i>T</i>
78	9130594.07	776484.405	3070.1176	<i>T</i>
79	9130555.83	776455.416	3079.9258	<i>PC</i>
80	9130565.71	776382.829	3080.0146	<i>T</i>
81	9130631.3	776437.402	3064.22	<i>T</i>
82	9130649.52	776494.916	3066.1582	<i>T</i>
83	9130662.11	776511.035	3066.8573	<i>T</i>
84	9130589.08	776514.888	3071.3194	<i>T</i>
85	9130601.19	776550.361	3067.9895	<i>T</i>
86	9130614.1	776585.181	3066.9999	<i>T</i>

87	9130636.66	776568.569	3067.579	<i>T</i>
88	9130645.18	776568.569	3068.135	<i>T</i>
89	9130634.96	776611.58	3069.6187	<i>T</i>
90	9130640.9	776614.363	3070.4124	<i>T</i>
91	9130663.55	776572.325	3073.4473	<i>T</i>
92	9130602.41	776612.537	3068.6578	<i>T</i>
93	9130578.47	776598.504	3069.8168	<i>T</i>
94	9130584.49	776659.918	3071.4691	<i>T</i>
95	9130610.09	776655.218	3070.5659	<i>T</i>
96	9130658.25	776695.006	3087.2248	<i>T</i>
97	9130627.86	776657.014	3071.6822	<i>T</i>
98	9130638.85	776655.129	3073.4514	<i>T</i>
99	9130628.39	776699.157	3075.157	<i>T</i>
100	9130635.64	776695.924	3076.0865	<i>PC</i>
101	9130598.99	776699.606	3070.9895	<i>T</i>
102	9130577.65	776721.679	3070.9982	<i>T</i>
103	9130633.06	776742.975	3079.2547	<i>T</i>
104	9130624.46	776745.669	3077.5268	<i>T</i>
105	9130603.49	776752.672	3072.2291	<i>T</i>
106	9130647.61	776745.551	3085.98	<i>T</i>
107	9130630.11	776809.93	3082.719	<i>T</i>
108	9130621.51	776811.815	3080.9305	<i>T</i>
109	9130581.98	776804.607	3078.625	<i>T</i>
110	9130644.75	776848.839	3085.639	<i>T</i>
111	9130649.97	776841.776	3087.2838	<i>T</i>
112	9130668.52	776862.997	3088.8626	<i>T</i>
113	9130668.36	776869.581	3088.6748	<i>T</i>
114	9130684.02	776880.207	3089.6162	<i>T</i>
115	9130687.56	776894.184	3088.8954	<i>T</i>
116	9130647.76	776873.562	3085.6415	<i>T</i>
117	9130630.02	776893.451	3083.8217	<i>T</i>
118	9130630.02	776893.451	3083.8217	<i>T</i>
119	9130680.99	776859.523	3093.4301	<i>T</i>
120	9130731.42	776903.493	3090.5233	<i>T</i>
121	9130719.01	776912.113	3090.6011	<i>T</i>
122	9130753.27	776898.345	3092.2462	<i>T</i>
123	9130758.16	776905.887	3092.2877	<i>T</i>
124	9130786.91	776896.609	3093.5781	<i>T</i>
125	9130785.41	776904.959	3093.3283	<i>T</i>
126	9130809.97	776874.701	3102.1643	<i>T</i>
127	9130825.01	776903.582	3099.3019	<i>T</i>
128	9130809.74	776910.975	3096.025	<i>T</i>
129	9130814.63	776929.203	3097.5837	<i>T</i>
130	9130823.9	776932.196	3099.4077	<i>T</i>
131	9130807.38	776947.52	3097.5094	<i>T</i>

132	9130812.6	776954.764	3098.9699	<i>T</i>
133	9130786.17	776977.481	3098.2369	<i>T</i>
134	9130789.26	776983.766	3099.1858	<i>T</i>
135	9130764.26	776972.093	3097.2896	<i>T</i>
136	9130762.73	776977.391	3097.9468	<i>T</i>
137	9130738.71	776964.521	3097.0029	<i>T</i>
138	9130735.94	776969.968	3097.7845	<i>T</i>
139	9130723.21	776971.435	3099.0128	<i>T</i>
140	9130724.27	776974.638	3099.5961	<i>T</i>
141	9130702.71	776958.206	3096.8336	<i>T</i>
142	9130715.37	776941.624	3093.6222	<i>T</i>
143	9130774.23	776941.205	3093.234	<i>T</i>
144	9130806.11	777009.656	3102.5474	<i>T</i>
145	9130831.83	776961.259	3103.1318	<i>PC</i>
146	9130852.77	776930.28	3107.1895	<i>T</i>
147	9130858.88	776903.223	3106.4924	<i>T</i>
148	9130687.09	776995.799	3102.2579	<i>T</i>
149	9130696.12	777006.484	3103.5049	<i>T</i>
150	9130732.48	777008.399	3103.5735	<i>T</i>
151	9130776.77	777035.995	3106.3803	<i>T</i>
152	9130707.87	777057.875	3106.8831	<i>T</i>
153	9130739.34	777103.788	3111.8504	<i>T</i>
154	9130794.3	777109.804	3117.3472	<i>T</i>
155	9130801.14	777079.724	3114.1974	<i>T</i>
156	9130685.29	777071.762	3105.6776	<i>T</i>
157	9130677.35	777076.162	3105.062	<i>T</i>
158	9130692.68	777108.487	3107.986	<i>T</i>
159	9130707.2	777104.656	3108.633	<i>T</i>
160	9130719.85	777121.148	3109.7823	<i>T</i>
161	9130727.71	777120.549	3110.5228	<i>T</i>
162	9130731.58	777134.108	3110.9834	<i>T</i>
163	9130727.32	777134.257	3110.3941	<i>T</i>
164	9130730.25	777151.587	3111.1176	<i>T</i>
165	9130736.09	777154.61	3111.6885	<i>T</i>
166	9130653.25	777127.194	3106.4991	<i>T</i>
167	9130625.37	777125.286	3102.6942	<i>T</i>
168	9130616.38	777025.864	3090.4413	<i>T</i>
169	9130801.91	777183.882	3119.9805	<i>T</i>
170	9130808.59	777224.857	3123.7239	<i>T</i>
171	9130836.19	777201.691	3126.2942	<i>T</i>
172	9130817.95	777174.065	3122.2352	<i>T</i>
173	9130825.5	777241.768	3128.0212	<i>T</i>
174	9130855.78	777234.645	3132.8888	<i>T</i>
175	9130820.06	777073.663	3113.6864	<i>T</i>
176	9130689.28	777191.006	3114.7237	<i>T</i>

177	9130727.67	777258.519	3130.2662	<i>T</i>
178	9130773.41	777256.015	3126.0085	<i>T</i>
179	9130767.64	777231.532	3121.0442	<i>T</i>
180	9130779.66	777302.347	3137.2645	<i>T</i>
181	9130812.15	777283.641	3132.8503	<i>T</i>
182	9130836.19	777293.877	3136.7128	<i>T</i>
183	9130874.84	777284.767	3140.8811	<i>T</i>
184	9130826.21	777347.341	3143.442	<i>T</i>
185	9130814.38	777349.099	3144.61	<i>T</i>
186	9130774.77	777337.067	3146.36	<i>T</i>
187	9130738.69	777320.156	3147.127	<i>T</i>
188	9130713.32	777290.315	3143.2644	<i>T</i>
189	9130659.98	777312.554	3154.8109	<i>T</i>
190	9130725.01	777360.084	3155.1043	<i>T</i>
191	9130787.42	777402.106	3158.153	<i>T</i>
192	9130858.34	777434.311	3167.3449	<i>T</i>
193	9130880.6	777450.025	3175.1094	<i>T</i>
194	9130916.84	777481.991	3188.5787	<i>T</i>
195	9130908.57	777412.911	3167.1611	<i>T</i>
196	9130919.97	777433.443	3174.8385	<i>T</i>
197	9130893.15	777404.92	3161.8536	<i>PC</i>
198	9130876.32	777399.772	3156.6001	<i>T</i>
199	9130844.36	777361.221	3145.9282	<i>T</i>
200	9130889.26	777347.154	3150.2498	<i>T</i>
201	9130914.04	777340.27	3154.4575	<i>T</i>
202	9130931.01	777377.892	3164.9251	<i>T</i>
203	9130939.28	777340.27	3160.0502	<i>T</i>
204	9130948.45	777351.733	3164.4412	<i>T</i>
205	9130952.57	777325.574	3160.9685	<i>T</i>
206	9130964.51	777350.805	3167.9293	<i>T</i>
207	9130964.98	777315.936	3163.9817	<i>T</i>
208	9130985.17	777339.342	3170.9029	<i>T</i>
209	9130970.48	777292.5	3164.226	<i>T</i>
210	9130995.26	777296.182	3170.3904	<i>T</i>
211	9130930.09	777287.921	3153.1433	<i>T</i>
212	9130730.72	777187.803	3114.0776	<i>T</i>
213	9130741.02	777183.254	3113.8436	<i>T</i>
214	9130751.32	777211.957	3117.8241	<i>T</i>
215	9130755.29	777194.268	3115.9751	<i>T</i>
216	9130770.47	777180.889	3116.5507	<i>T</i>
217	9130765.22	777178.555	3115.7299	<i>T</i>
218	9130779.13	777170.593	3117.0118	<i>T</i>
219	9130766.68	777167.69	3115.334	<i>T</i>
220	9130780.38	777117.646	3116.4489	<i>T</i>
221	9130794.91	777150.001	3118.6528	<i>T</i>

222	9130804.9	777146.379	3119.6842	<i>T</i>
223	9130821.78	777203.607	3124.0997	<i>T</i>
224	9130797.45	777361.82	3148.6154	<i>T</i>
225	9130783.61	777380.347	3154.0404	<i>T</i>
226	9130836.23	777389.984	3149.4963	<i>T</i>
227	9130829.47	777406.476	3155.8702	<i>T</i>
228	9130981.62	777262.63	3165.7488	<i>T</i>
229	9131000.42	777268.496	3170.7706	<i>T</i>
230	9130962.45	777211.473	3157.7359	<i>T</i>
231	9131006.6	777229.706	3167.6848	<i>T</i>
232	9131017.17	777237.937	3171.0553	<i>T</i>
233	9131038.95	777212.346	3171.7789	<i>T</i>
234	9131045.4	777224.708	3175.5112	<i>T</i>
235	9131061.27	777202.948	3175.1855	<i>T</i>
236	9131064.79	777214.711	3177.7424	<i>T</i>
237	9131076.85	777192.951	3176.2343	<i>T</i>
238	9131094.75	777201.751	3182.6473	<i>T</i>
239	9131085.97	777140.339	3172.197	<i>T</i>
240	9131030.04	777185.051	3165.1163	<i>T</i>
241	9131133.12	777164.457	3181.5542	<i>T</i>
242	9131140.14	777176.819	3185.4201	<i>T</i>
243	9131162.13	777157.244	3187.022	<i>T</i>
244	9131165.45	777163.709	3189.4876	<i>T</i>
245	9131209.94	777207.793	3216.4221	<i>T</i>
246	9131212.5	777110.91	3201.945	<i>T</i>
247	9131161.49	777121.866	3183.981	<i>T</i>
248	9131164.32	777094.45	3186.8592	<i>T</i>
249	9131151.56	777109.116	3180.7459	<i>PC</i>
250	9131132.22	777117.137	3176.8798	<i>T</i>
251	9131101.05	777151.138	3175.024	<i>T</i>
252	9131079.35	777091.157	3173.8263	<i>T</i>
253	9131033.13	777084.126	3169.4381	<i>T</i>
254	9131139.3	777074.636	3182.7301	<i>T</i>
255	9131153.94	777067.542	3186.8533	<i>T</i>
256	9131134.57	777042.041	3187.3477	<i>T</i>
257	9131120.89	777059.042	3182.2798	<i>T</i>
258	9131097.29	777041.113	3182.6533	<i>T</i>
259	9131095.4	777053.864	3180.5435	<i>T</i>
260	9131072.74	777033.062	3182.0257	<i>T</i>
261	9131050.56	777048.656	3177.6135	<i>T</i>
262	9131006.42	777013.786	3174.3261	<i>T</i>
263	9131129.39	776996.696	3192.8124	<i>T</i>
264	9131131.47	776942.981	3195.3323	<i>T</i>
265	9131076.48	776935.698	3186.675	<i>T</i>
266	9131079.31	776965.928	3188.5105	<i>T</i>

267	9131028.46	776927.755	3175.6328	<i>T</i>
268	9131088.75	776911.125	3185.3935	<i>T</i>
269	9131100.56	776921.062	3189.2353	<i>T</i>
270	9131112.83	776875.717	3184.3001	<i>T</i>
271	9131133.12	776887.989	3190.0297	<i>T</i>
272	9131132.17	776866.289	3186.4898	<i>T</i>
273	9131158.14	776879.488	3192.9456	<i>T</i>
274	9131169.01	776859.195	3191.3635	<i>T</i>
275	9131176.07	776879.488	3195.0621	<i>T</i>
276	9131196.92	776850.635	3192.6393	<i>T</i>
277	9131207.3	776863.865	3195.5494	<i>T</i>
278	9131224.76	776839.77	3192.6248	<i>T</i>
279	9131229.96	776856.292	3195.3922	<i>T</i>
280	9131249.78	776826.062	3192.1206	<i>T</i>
281	9131247.9	776856.771	3195.7483	<i>T</i>
282	9131135.78	776813.407	3177.8851	<i>T</i>
283	9131155.84	776824.655	3182.9633	<i>T</i>
284	9131188.89	776831.27	3188.6826	<i>T</i>
285	9131079.33	776875.178	3177.3937	<i>T</i>
286	9131154.88	776904.899	3196.1331	<i>T</i>
287	9131215.88	776896.399	3199.9166	<i>T</i>
288	9131238.99	776932.765	3202.832	<i>T</i>
289	9131279.12	776940.786	3203.3042	<i>T</i>
290	9131351.01	777037.68	3226.2939	<i>T</i>
291	9131362.76	776956.38	3205.3703	<i>T</i>
292	9131333.01	776961.558	3206.3005	<i>T</i>
293	9131304.23	776908.671	3199.1934	<i>T</i>
294	9131312.72	776875.627	3195.3467	<i>T</i>
295	9131305.98	776827.096	3188.5149	<i>T</i>
296	9131323.1	776902.056	3197.3216	<i>T</i>
297	9131290.53	776879.399	3196.8627	<i>T</i>
298	9131291.02	776851.533	3193.8475	<i>T</i>
299	9131339.11	776932.346	3200.8983	<i>T</i>
300	9131323.43	776937.404	3202.0254	<i>T</i>
301	9131383.52	776945.395	3203.5377	<i>T</i>
302	9131394.17	776959.583	3207.4087	<i>T</i>
303	9131397.57	776930.191	3201.7906	<i>T</i>
304	9131411.29	776946.892	3206.4859	<i>T</i>
305	9131415.57	776910.167	3201.8683	<i>T</i>
306	9131433.75	776923.337	3207.7062	<i>T</i>
307	9131430.78	776894.035	3202.768	<i>T</i>
308	9131444.87	776912.023	3209.0635	<i>T</i>
309	9131445.24	776877.483	3203.6358	<i>T</i>
310	9131467.86	776887.33	3210.7652	<i>T</i>
311	9131470.07	776868.204	3208.7683	<i>T</i>

312	9131478.24	776877.303	3211.4183	<i>T</i>
313	9131485.65	776844.47	3208.6403	<i>T</i>
314	9131501.05	776856.502	3213.6357	<i>T</i>
315	9131502.18	776812.893	3207.5524	<i>T</i>
316	9131516.26	776817.532	3211.1801	<i>T</i>
317	9131449.53	776811.196	3195.0777	<i>T</i>
318	9131389.83	776863.8	3190.7769	<i>T</i>
319	9131498.65	776718.454	3190.4336	<i>T</i>
320	9131498.55	776784.399	3203.3648	<i>PC</i>
321	9131513.7	776788.709	3206.6924	<i>T</i>
322	9131538.89	776757.342	3203.6373	<i>T</i>
323	9131538.52	776771.888	3206.4952	<i>T</i>
324	9131584.06	776764.256	3207.6446	<i>T</i>
325	9131587.05	776776.557	3211.3043	<i>T</i>
326	9131627.87	776769.134	3211.6243	<i>T</i>
327	9131628.69	776785.147	3214.0968	<i>T</i>
328	9131643.41	776747.884	3210.5206	<i>T</i>
329	9131653.71	776747.854	3212.7812	<i>T</i>
330	9131652.89	776716.666	3210.638	<i>T</i>
331	9131667.63	776723.281	3214.3081	<i>T</i>
332	9131668.54	776686.137	3212.071	<i>T</i>
333	9131682.36	776690.806	3215.3299	<i>T</i>
334	9131682.17	776664.677	3211.8401	<i>T</i>
335	9131691.9	776666.712	3213.7676	<i>T</i>
336	9131568	776717.951	3198.2332	<i>T</i>
337	9131591.3	776670.334	3197.5327	<i>T</i>
338	9131618.45	776716.786	3204.6378	<i>T</i>
339	9131682.69	776743.524	3218.4015	<i>T</i>
340	9131669.42	776828.742	3224.4382	<i>T</i>
341	9131559.73	776823.249	3218.6157	<i>T</i>
342	9131572.63	776844.739	3222.233	<i>T</i>
343	9131560.46	776871.257	3224.4606	<i>T</i>
344	9131687.39	776648.933	3210.3582	<i>T</i>
345	9131699.74	776655.189	3212.7609	<i>T</i>
346	9131702.97	776626.126	3208.5558	<i>T</i>
347	9131710.96	776638.667	3211.9224	<i>T</i>
348	9131638.59	776615.055	3198.8206	<i>T</i>
349	9131641.18	776665.455	3205.719	<i>T</i>
350	9131722.97	776694.196	3221.9146	<i>T</i>
351	9131749.33	776599.787	3205.8886	<i>T</i>
352	9131766.32	776626.844	3213.5222	<i>T</i>
353	9131778.77	776574.586	3202.8796	<i>T</i>
354	9131793.04	776633.22	3217.0188	<i>T</i>
355	9131668.87	776592.684	3198.6875	<i>T</i>
356	9131857.69	776644.676	3229.4808	<i>T</i>

357	9131868.19	776597.063	3215.5648	<i>T</i>
358	9131870.32	776578.207	3211.1283	<i>T</i>
359	9131895.03	776590.359	3218.8012	<i>T</i>
360	9131898.08	776563.87	3212.0137	<i>T</i>
361	9131944.66	776544.655	3214.6284	<i>T</i>
362	9131953.18	776576.621	3223.4586	<i>T</i>
363	9131984.89	776549.504	3217.4109	<i>T</i>
364	9131998.28	776560.758	3219.3839	<i>T</i>
365	9132025.06	776535.825	3211.8915	<i>T</i>
366	9132036.02	776558.633	3215.1165	<i>T</i>
367	9132011.67	776503.231	3207.7665	<i>T</i>
368	9131913.74	776506.265	3204.3943	<i>T</i>
369	9132009.39	776596.483	3228.3722	<i>T</i>
370	9132078.44	776559.92	3213.7573	<i>T</i>
371	9132060.42	776509.217	3208.6947	<i>T</i>
372	9132085.75	776525.32	3211.5244	<i>T</i>
373	9132090.13	776478.987	3209.1453	<i>T</i>
374	9132120.35	776488.266	3212.6038	<i>T</i>
375	9132120.85	776447.321	3210.476	<i>T</i>
376	9132136.45	776462.915	3212.7975	<i>T</i>
377	9132146.67	776419.036	3211.4282	<i>T</i>
378	9132158.38	776444.866	3213.0899	<i>T</i>
379	9132061.88	776457.557	3206.5814	<i>T</i>
380	9132134.01	776521.908	3216.7701	<i>T</i>
381	9132079.29	776400.439	3207.4487	<i>T</i>
382	9132147.84	776541.521	3219.9701	<i>T</i>
383	9132171.03	776501.914	3220.135	<i>T</i>
384	9132185.18	776446.812	3213.8649	<i>T</i>
385	9132202.79	776422.389	3212.5396	<i>T</i>
386	9132156	776405.807	3211.9086	<i>T</i>
387	9132226.66	776450.673	3213.1726	<i>T</i>
388	9132208.62	776464.8	3215.8944	<i>T</i>
389	9132239.33	776480.873	3216.9708	<i>T</i>
390	9132227.64	776501.854	3222.6138	<i>T</i>
391	9132265.4	776515.922	3218.1495	<i>T</i>
392	9132252.27	776530.288	3226.0526	<i>T</i>
393	9132284.36	776541.901	3216.5388	<i>T</i>
394	9132270.93	776553.514	3224.6451	<i>T</i>
395	9132285.3	776579.195	3223.4948	<i>T</i>
396	9132297.2	776570.934	3217.1699	<i>T</i>
397	9132301.48	776595.387	3219.4256	<i>T</i>
398	9132321.93	776587.126	3207.9922	<i>T</i>
399	9132317.41	776619.212	3217.2895	<i>T</i>
400	9132339.68	776625.019	3205.7265	<i>T</i>
401	9132337.55	776654.949	3209.589	<i>T</i>



402	9132323.81	776657.403	3217.2607	T
403	9132327.79	776696.193	3206.9083	T
404	9132313.13	776697.72	3213.8966	T
405	9132228.79	776574.166	3235.9754	T
406	9132273.22	776663.03	3234.2131	T
407	9132175.49	776550.192	3227.8678	T
408	9132259.46	776461.777	3209.389	T
409	9132296.59	776466.811	3198.9867	T
410	9132227.74	776390.667	3210.791	T
411	9132147.89	776362.119	3212.3804	T
412	9132202.56	776593.799	3237.9645	T
413	9132242.9	776627.383	3242.367	T
414	9132361.59	776627.862	3193.536	T
415	9132398.67	776651.73	3174.0491	T
416	9132347.65	776570.874	3188.2582	T
417	9132245.21	776726.363	3232.9535	T
418	9132277.81	776778.712	3214.3027	T
419	9132316.69	776775.719	3198.4585	T
420	9132298.73	776840.07	3211.9351	T
421	9132281.78	776842.554	3218.1312	T
422	9132346.6	776742.825	3188.5183	T
423	9132285.28	776741.329	3214.7442	T
424	9132230.94	776794.186	3231.018	T
425	9132196.05	776872.963	3255.4524	T
426	9132143.82	776913.471	3289.0901	T
427	9132227.48	776940.786	3261.4674	T
428	9132255.88	776910.885	3243.5442	T
429	9132318.27	776903.882	3221.638	T
430	9132340.26	776952.25	3231.5967	T
431	9132382.62	776939.29	3212.3918	T
432	9132367.16	776975.685	3233.1313	T
433	9132411.06	776984.185	3222.2518	T
434	9132408.56	777014.595	3236.9395	T
435	9132460.46	777022.586	3221.4606	T
436	9132447.5	777040.036	3235.1955	T
437	9132481.41	777057.485	3227.826	T
438	9132470.95	777067.961	3235.9543	T
439	9132385.59	777064.968	3261.6154	T
440	9132326.27	777015.613	3259.4224	T
441	9132284.26	776982.659	3257.3206	T
442	9132274.37	777006.58	3267.5802	T
443	9132384.01	777117.381	3283.3001	T
444	9132414.46	776942.313	3197.8473	T
445	9132331.5	776832.38	3195.8177	T
446	9132565.62	777059.114	3178.2056	T

447	9132520.58	777069.907	3209.3748	T
448	9132479.05	776997.834	3198.8812	T
449	9132416.67	777095.707	3263.6292	T
450	9132503.3	777166.253	3263.8078	T
451	9132447.99	777177.477	3290.4443	T
452	9132532.15	777298.546	3322.4765	T
453	9132489.68	777271.28	3328.6234	T
454	9132496.44	777340.55	3367.4718	T
455	9132395.83	777181.898	3311.1058	T
456	9132591.46	777272.896	3275.2283	T
457	9132585.85	777159.04	3215.4218	T
458	9132627.54	777195.914	3205.5885	T
459	9132653.74	777173.9	3181.1822	T
460	9132543.37	777176.669	3251.371	T
461	9132565.62	777059.114	3178.2056	T
462	9132553.99	777139.884	3226	T
463	9132537.61	777146.499	3237.0587	T
464	9132594.53	777218.123	3241.9732	T
465	9132604.59	777212.227	3232.4104	T
466	9132627.5	777272.986	3247.8549	T
467	9132645.66	777274.183	3233.3986	T
468	9132657.9	777310.698	3247.1703	T
469	9132674.1	777308.124	3230.2332	T
470	9132682.8	777351.553	3252.6741	T
471	9132701.74	777348.201	3234.3153	T
472	9132709.64	777386.063	3252.3845	T
473	9132728.77	777385.106	3237.0799	T
474	9132729.38	777412.911	3253.3307	T
475	9132749.3	777419.615	3242.2943	T
476	9132763.14	777455.562	3255.7265	T
477	9132783.86	777464.062	3247.5937	T
478	9132868.22	777876.625	3272.8164	T
479	9132874.3	777919.755	3261.071	T
480	9132913.92	777875.608	3268.2831	T
481	9132917.97	777890.304	3264.2255	T
482	9132956	777864.444	3263.5919	T
483	9132964.1	777879.17	3259.4526	T
484	9132978.76	777834.723	3261.7162	T
485	9132994.96	777836.938	3254.8079	T
486	9132817.67	777903.922	3272.8763	T
487	9132815.64	777916.134	3271.7991	T
488	9132761.18	777942.114	3287.48	T
489	9132782.55	777947.202	3277.9852	T
490	9132809.54	777988.955	3268.6527	T
491	9132791.21	777994.043	3275.3105	T

492	9132787.51	778031.456	3275.1751	T
493	9132800.69	778042.68	3269.4045	T
494	9132760.89	778056.478	3276.2808	T
495	9132764.5	778068.061	3271.4794	T
496	9132734.48	778076.861	3274.6388	T
497	9132742.48	778087.277	3269.959	T
498	9132708.27	778094.071	3274.0815	T
499	9132716.48	778112.059	3266.9041	T
500	9132683.05	778116.459	3272.2742	T
501	9132691.65	778130.078	3267.0385	T
502	9132656.04	778137.68	3272.2023	T
503	9132663.02	778155.698	3266.2859	T
504	9132638.25	778151.298	3273.3793	T
505	9132648.24	778167.281	3267.845	T
506	9132620.66	778186.886	3274.2695	T
507	9132637.63	778191.675	3265.499	T
508	9132702.33	778240.881	3230.7378	T
509	9132773.14	778155.365	3239.7485	T
510	9132695.8	778151.837	3260.8015	T
511	9132851.14	778051.24	3251.7949	T
512	9132969.24	778021.31	3218.3616	T
513	9132645.11	778261.293	3251.7763	T
514	9132628.17	778264.376	3263.0918	T
515	9132636.9	778223.341	3261.2572	PC
516	9132621.01	778225.915	3271.4614	T
517	9132633.31	778331.57	3255.3317	T
518	9132647.67	778335.671	3246.9215	T
519	9132635.36	778384.487	3264	T
520	9132648.18	778391.671	3260.7119	T
521	9132656.41	778457.847	3272.7665	T
522	9132667.69	778455.782	3266.842	T
523	9132679.52	778508.64	3271.1895	T
524	9132696.44	778511.214	3265.3537	T
525	9132692.85	778557.905	3274.6851	T
526	9132716.95	778557.905	3264.1675	T
527	9132710.3	778602.023	3274.6387	T
528	9132734.4	778602.562	3263.8638	T
529	9132728.77	778646.649	3271.9083	T
530	9132751.84	778635.904	3261.7821	T
531	9132577.91	777414.86	3360.0729	T
532	9132675.41	777418.239	3294	T
533	9132639.82	777370.23	3292.7454	T
534	9132803.53	777417.166	3207.9217	T
535	9132752.35	777366.818	3208.2892	T
536	9132738.68	777323.908	3194.1463	T

537	9132648.8	777528.522	3361.5967	T
538	9132713.57	777528.263	3321.3529	T
539	9132592.53	778601.873	3303.4477	T
540	9132675.92	778651.947	3286.6613	T
541	9132577.35	778633.037	3295.4175	T
542	9132433.26	778225.201	3375.9507	T
543	9132741.85	778536.026	3248.7956	T
544	9132798.29	778643.01	3238.9657	T
545	9132858.76	778731.51	3225.6272	T
546	9132846.4	778805.52	3219.8244	T
547	9132749.68	778863.176	3223.0049	T
548	9132688.57	778818.9	3231.2453	T
549	9132647.82	778864.908	3217.4326	T
550	9132540.87	778793.878	3237.4679	T
551	9132502.33	778674.515	3276.6828	T
552	9132605.73	778693.7	3274.2729	T
553	9132418.8	778750.419	3255.5173	T
554	9132456.71	778813.796	3244.077	T
555	9132365.76	778817.75	3249.4816	T
556	9132312.92	778787.952	3258	T
557	9132287.9	778754.609	3272.0111	T
558	9132338.76	778697.052	3288.2428	T
559	9132367.94	778727.073	3265.5015	T
560	9132432.99	778706.211	3267.5107	T
561	9132368.35	778609.57	3323.5897	T
562	9132278.74	778626.603	3330.6442	T
563	9132332.93	778667.84	3308.2311	T
564	9132152.03	778745.787	3321.4544	T
565	9132224.39	778728.779	3297.5236	T
566	9132104.65	778847.756	3309.6761	T
567	9132166.85	778831.381	3287.167	T
568	9132201.05	778879.749	3266.2894	T
569	9132213.56	778816.356	3272.325	T
570	9132246.07	778824.706	3264.0445	T
571	9132263.58	778883.101	3246.1177	T
572	9132211.88	778969.151	3242.0854	T
573	9132193.59	779093.928	3230.2501	T
574	9132241	778953.882	3230.5017	T
575	9132139.34	778935.779	3287.1798	T
576	9132164.33	778954.964	3270.0577	T
577	9132136.84	779016.681	3280.913	T
578	9132149.33	779026.708	3269.6987	T
579	9132125.41	779064.061	3274	T
580	9132137.43	779067.713	3266.2105	T
581	9132121.24	779098.032	3267.2196	T

582	9132133.25	779101.175	3262.7512	T
583	9132111.82	779155.529	3263.5632	T
584	9132126.97	779156.577	3257.954	T
585	9132091.94	779195.067	3263.1392	T
586	9132093.16	779206.561	3259.617	PC
587	9132073.86	779200.784	3264	T
588	9132067.69	779216.198	3258.2022	T
589	9132020.46	779205.304	3262.0606	T
590	9132014.52	779218.234	3257.0239	T
591	9131980.92	779194.588	3263.9906	T
592	9131975.99	779209.015	3257.5416	T
593	9131915.24	779182.107	3264.4673	T
594	9131908.01	779199.168	3256.5772	T
595	9131868.9	779183.394	3263.5721	T
596	9131862.33	779205.723	3256.1873	T
597	9131799.96	779185.011	3263.196	T
598	9131802.91	779209.644	3257.8164	T
599	9131722.22	779177.827	3267.5239	T
600	9131711.55	779197.013	3264.2131	T
601	9131761.68	779187.944	3264.2214	T
602	9131761.14	779201.293	3262	T
603	9132087.72	779254.24	3242.3092	T
604	9132751.8	778710.731	3264.6123	T
605	9132770.72	778701.542	3261.1593	T
606	9132785.3	778729.647	3257.3596	T
607	9132760.99	778732.909	3260.7857	T
608	9132727.48	778763.708	3255.1329	T
609	9132728.56	778775.052	3251.9318	T
610	9132704.24	778755.597	3254.7379	T
611	9132698.83	778781.547	3246.2173	T
612	9132645.88	778742.637	3253.047	T
613	9132639.39	778765.863	3244.2173	T
614	9132588.45	778729.108	3257.516	T
615	9132576.02	778745.869	3250.9252	T
616	9132549.55	778726.953	3258.0014	T
617	9132539.82	778744.792	3252.2702	T
618	9132505.69	778718.842	3261.6783	T
619	9132493.8	778738.836	3256.0531	T
620	9132465.15	778715.58	3263.4892	T
621	9132465.15	778736.142	3257.8077	T
622	9132411.04	778705.313	3268.9856	T
623	9132406.16	778726.414	3261.7798	T
624	9132321.75	778728.061	3274.631	T
625	9132330.94	778738.327	3266.7439	T
626	9132288.78	778771.849	3266.7179	T

627	9132250.41	778788.61	3270.2338	T
628	9132265.01	778799.954	3265.1068	T
629	9132195.76	778839.462	3274.9426	T
630	9132204.4	778861.611	3267.9361	T
631	9132162.72	778867.627	3284.6733	T
632	9132176.76	778881.664	3276.355	T
633	9132084.83	778964.243	3306.2956	T
634	9132071.81	779065.767	3293.2853	T
635	9132073.55	779140.384	3276.8573	T
636	9132018.04	779110.873	3295.651	T
637	9132101.29	779026.708	3291.5621	T
638	9131983.23	779105.481	3299.9642	T
639	9131879.9	779138.169	3284.2447	T
640	9131908.83	779251.367	3239.7812	T
641	9131938.76	779275.91	3233.2584	T
642	9132058.93	779296.981	3232.0165	T
643	9131914.63	779106.697	3298.6967	T
644	9131784.2	779109.167	3288.5278	T
645	9131797.36	779226.764	3255.9267	T
646	9131812.27	779268.876	3248	PC
647	9131709.51	779163.55	3271.0669	T
648	9131690.22	779187.226	3266.0799	T
649	9131664.77	779159.151	3273.4236	T
650	9131661.27	779193.391	3265.4973	T
651	9131607.75	779157.385	3277.5349	T
652	9131616.53	779209.165	3267.9044	T
653	9131590.22	779196.893	3272.8448	T
654	9131597.22	779220.568	3269.1317	T
655	9131708.63	779123.174	3281.7244	T
656	9131741.96	779148.615	3274.2455	T
657	9131640.94	779071.293	3297.0674	T
658	9131656	779120.54	3283.017	T
659	9131558.63	779100.367	3300.0419	T
660	9131575.29	779128.442	3288.9283	T
661	9131459.52	779163.414	3344.8723	T
662	9131525.29	779178.456	3298.3823	T
663	9131492.84	779270.612	3320.3588	T
664	9131535.84	779270.612	3288.2081	T
665	9131591.1	779346.067	3267.0683	T
666	9131628.81	779275.85	3259.7812	T
667	9131677.05	779310.091	3247.9919	T
668	9131700.74	779254.809	3254.5917	T
669	9131750.83	779333.558	3230.3924	T
670	9131656.89	779396.949	3237.5989	T
671	9131584.96	779443.461	3270.3286	T

672	9131622.67	779504.011	3250.2298	<i>T</i>
673	9131543.66	779468.992	3279.916	<i>T</i>
674	9131563.83	779566.386	3260.47	<i>T</i>
675	9131499.8	779362.798	3313.5389	<i>T</i>
676	9131444.44	779278.164	3358.1816	<i>T</i>
677	9131419.09	779506.705	3319.0301	<i>T</i>
678	9131465.59	779564.62	3285.3248	<i>T</i>
679	9131514.71	779682.427	3272.5069	<i>T</i>
680	9131440.16	779706.102	3328.1274	<i>T</i>
681	9131573.49	779787.723	3257.7854	<i>T</i>
682	9131655.94	779846.506	3227.2338	<i>T</i>
683	9131581.37	779943.9	3284.2175	<i>T</i>
684	9131500.68	779957.07	3337.2929	<i>T</i>
685	9131462.09	779823.699	3338.0632	<i>T</i>
686	9131488.4	779775.421	3299.5578	<i>T</i>
687	9131390.16	779653.454	3356.2403	<i>T</i>
688	9131668.47	780210.821	3214.7748	<i>T</i>
689	9131540.42	780174.845	3276.8228	<i>PC</i>
690	9131605.57	780069.22	3272.0398	<i>T</i>
691	9131758.4	780018.903	3195.7568	<i>T</i>
692	9130807.81	776048.556	3056.721	<i>T</i>
693	9130875.17	775996.467	3038.6069	<i>T</i>
694	9130862.13	775934.52	3056.6527	<i>T</i>
695	9130912.91	775891.749	3052.1304	<i>T</i>
696	9131000.36	775791.243	3029.9874	<i>T</i>
697	9130901.03	775773.783	3073.0524	<i>T</i>
698	9130959.2	775796.42	3048.4557	<i>T</i>
699	9131039.32	775670.465	3025.1026	<i>T</i>
700	9130975.07	775621.841	3045.2803	<i>T</i>
701	9131036.93	775514.774	3028.2877	<i>T</i>
702	9131077.74	775538.093	3014.4874	<i>T</i>
703	9131091.76	775454.58	3011.4594	<i>T</i>
704	9130750.99	776026.419	3077.5582	<i>T</i>

---

## ANEXO D. Diseño de pavimento rígido y flexible

Medio de Transporte	IMDA x 365	Eje Equivalente	Tasa Crecimiento Kr	ESAL
<b>Vehículos Ligeros (V.L.)</b>				
Automóviles	31,755.00	0.0001	22.5851	71.72
Camionetas	28,105.00	0.0001	22.5851	63.48
Micros / Combis	3,650.00	0.0001	22.5851	8.24
<b>Vehículos Pesados (V.P.)</b>				
Omnibus 2 Ejes	3,650.00	4.5037	26.4105	434,144.96
Omnibus 3 Ejes	-	2.6313	26.4105	-
Camión 2 Ejes	5,110.00	4.5037	26.4105	607,802.94
Camión 3 Ejes	9,490.00	3.2846	26.4105	823,233.42
Camión 4 Ejes	3,650.00	4.5499	26.4105	438,607.55
<b>DETERMINACIÓN DEL ESAL</b>				<b>2,303,932.31</b>

### 7. FACTOR DE DIRECCIÓN (FD)

El criterio adoptado para este factor se debe a que la vía tiene un calzada con dos carriles de 3.00m

Factor de Dirección (FD)

### 8. FACTOR DE CARRIL (FC)

Se tendrá las siguientes consideraciones

Factor Carril (FC)

Nº de Carriles en una Sola Dirección	% de ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

### 9. CÁLCULO DEL W18:

$$W_{18} = ESAL \times FC \times FD$$

**W18:** Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2tn en el periodo de diseño.

**W18:**

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
<b>BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE</b>	De 150001	A 300000	<b>TP1</b>
	De 300001	A 500000	<b>TP2</b>
	De 500001	A 750000	<b>TP3</b>
	De 750001	A 1000000	<b>TP4</b>
<b>CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE</b>	De 1000001	A 1500000	<b>TP5</b>
	De 1500001	A 3000000	<b>TP6</b>
	De 3000001	A 5000000	<b>TP7</b>
	De 5000001	A 7500000	<b>TP8</b>
	De 7500001	A 10000000	<b>TP9</b>
	De 10000001	A 12500000	<b>TP10</b>
	De 12500001	A 15000000	<b>TP11</b>
	De 15000001	A 20000000	<b>TP12</b>
	De 20000001	A 25000000	<b>TP13</b>
	De 25000001	A 30000000	<b>TP14</b>



CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		<b>S0</b>	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	<b>S1</b>	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	<b>S2</b>	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	<b>S3</b>	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	<b>S4</b>	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		<b>S5</b>	Subrasante Extraordinaria

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
<b>TP1</b>	De 150001	A 300000	<b>70%</b>
<b>TP2</b>	De 300001	A 500000	<b>75%</b>
<b>TP3</b>	De 500001	A 750000	<b>80%</b>
<b>TP4</b>	De 750001	A 1000000	<b>80%</b>
<b>TP5</b>	De 1000001	A 1500000	<b>85%</b>
<b>TP6</b>	De 1500001	A 3000000	<b>85%</b>
<b>TP7</b>	De 3000001	A 5000000	<b>85%</b>
<b>TP8</b>	De 5000001	A 7500000	<b>90%</b>
<b>TP9</b>	De 7500001	A 10000000	<b>90%</b>
<b>TP10</b>	De 10000001	A 12500000	<b>90%</b>
<b>TP11</b>	De 12500001	A 15000000	<b>90%</b>
<b>TP12</b>	De 15000001	A 20000000	<b>95%</b>
<b>TP13</b>	De 20000001	A 25000000	<b>95%</b>
<b>TP14</b>	De 25000001	A 30000000	<b>95%</b>

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

33. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE ( $M_R$ )

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 6.5% e **8466 psi**

SN Requerido	$G_i$	N18 Nominal	N18 Calculado	
3.33	-0.255	6.061	6.063	Correcto!!!

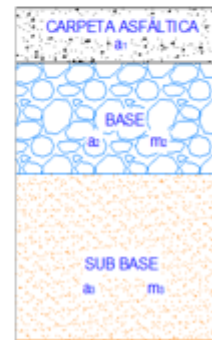
34. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

$$SN = D_1 \times a_1 + D_2 \times a_2 \times m_2 + D_3 \times a_3 \times m_3$$

$D_i$  = Espesor de la capa en pulgadas

$a_i$  = Coeficiente estructural de la capa

$m_i$  = Coeficiente de drenaje de la capa



COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL ( $a_1$ )	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.250	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas.
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.150	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a2)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm <sup>2</sup> a los 7 dias)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm <sup>2</sup> a los 7 dias)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a3)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

<b>TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE</b>					
$C_d$	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
<b>CALIFICACIÓN</b>					
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 dia	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

<b>ESESORES RECOMENDADOS MANUAL MTC</b>			
TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	ESESOR DE CAPA SUPERFICIAL		ESESOR DE BASE
TP1	Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	12 mm	150 mm
	Tratamiento superficial Bicapa	12 mm	
	Micropavimento 25 mm	25 mm	
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	50 mm	
	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	50 mm	
TP2	Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	12 mm	150 mm
	Tratamiento superficial Bicapa	12 mm	
	Micropavimento 25 mm	25 mm	
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	60 mm	
	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	60 mm	
TP3	Micropavimento 25 mm	25 mm	150 mm
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	60 mm	
	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	70 mm	
TP4	Micropavimento 25 mm	25 mm	200 mm
	Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	70 mm	
	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	80 mm	
TP5	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	80 mm	200 mm
TP6	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	90 mm	200 mm
TP7	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	90 mm	200 mm
TP8	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	100 mm	250 mm
TP9	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	110 mm	250 mm
TP10	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	120 mm	250 mm
TP11	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	130 mm	250 mm
TP12	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	140 mm	250 mm
TP13	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	150 mm	300 mm
TP14	Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	150 mm	300 mm

a) CALCULO DE ESPESORES PARA SUELO DE CLASIFICACIÓN T I

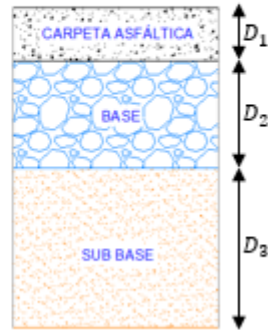
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		$D_1$	$D_2$	$D_3$
3.33	3.41	7	20	25

Correcto!!

CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 7 \text{ cm} \quad D_2 = 20 \text{ cm} \quad D_3 = 25 \text{ cm}$$



Medio de Transporte	IMDA x 365	Eje Equivalente	Tasa Crecimiento Kr	ESAL
<b>Vehículos Ligeros (V.L)</b>				
Automóviles	31,755.00	0.0001	22.5851	71.72
Camionetas	28,105.00	0.0001	22.5851	63.48
Micros / Combis	3,650.00	0.0001	22.5851	8.24
<b>Vehículos Pesados (V.P)</b>				
Omnibus 2 Ejes	3,650.00	4.6077	26.4105	444,171.04
Omnibus 3 Ejes	-	3.6156	26.4105	-
Camión 2 Ejes	5,110.00	4.6077	26.4105	621,839.46
Camión 3 Ejes	9,490.00	4.7308	26.4105	1,185,717.56
Camión 4 Ejes	3,650.00	6.0037	26.4105	578,744.38
<b>DETERMINACIÓN DEL ESAL</b>				<b>2,830,615.88</b>

7. FACTOR DE DIRECCIÓN (FD)

El criterio adoptado para este factor se debe a que la vía tiene un calzada con dos carriles de 3.00m

Factor de Dirección (FD) 0.50

8. FACTOR DE CARRIL (FC)

Se tendrá las siguientes consideraciones

Factor Carril (FC) 1.00

Nº de Carriles en una Sola Dirección	% de ESAL en el Carril de Diseño
1	100
2	80 A 100
3	60 A 80
4	50 A 75

9. CÁLCULO DEL W18:

$$W_{18} = ESAL \times FC \times FD$$

W18: Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2tn en el periodo de diseño.

W18: 1,415,308.00 1,415,308.00

**TABLA DE MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS**

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANUAR O ASFALTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
	2.7	3.8-4.4	2.8	3.8

**TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE**

$C_d$	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
CALIFICACIÓN					
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

$C_d = 1.0$

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95%)	k (kg/cm <sup>3</sup> )	k (Mpa)
COEF. COMB.	KC	10.00%	5.4	54
COEF. SUBRAANTE	K0	7.50%	4.8	48
COEF. SUB-BASE	K1	40.00%	12	120

### CÁLCULO DEL ESPESOR (H) DE LA SUB-BASE

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
15 cm	5.4 kg/cm <sup>3</sup>	5.4 kg/cm <sup>3</sup>

### CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

ESPESOR  $G_t$  N18 NOMINAL N18 CALCULADO Solver  
 180.00 mm -0.222 6.151 6.164 1.59 **Correcto!!**

Espeso a construir : **180 mm** → **18 cm**

ESPESOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91



# ANEXO E. Estudio del Material de Préstamo



## REPORTE DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO: ASTM D 2216/D 4643 - NTP 339.127-MTC E 108

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CHN-CANT-SHAG-001
<b>Cantera</b>	SHAGARIPE	<b>Profundidad</b>	-
<b>Progresiva</b>	16+200.00	<b>Lado</b>	IZQUIERDO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra</b>	M-1
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/06/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS		
1	N° de la tara	-	T-4	T-41	T-13
2	Peso Tara	gr	207.10	159.10	210.00
3	Peso Húmedo + Peso de Tara	gr	1049.60	784.30	823.30
4	Peso seco + Peso de Tara	gr	1000.60	748.61	785.90
5	Peso del agua	gr	49.00	35.69	37.40
6	Peso del suelo seco	gr	793.50	589.51	575.90
7	Contenido de humedad	%	6.18%	6.05%	6.49%
8	<b>W% PROMEDIO</b>	%	<b>6.24%</b>		

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Observaciones:

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



REPORTE DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO

METODO DE ENSAYO: ASTM D2487 - 17e1 & ASTM D3282 - 18

Proyecto : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

Solicitante : RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO Certificado N° : CS-AASTHO-CUNT-001

Cantera : SHAGARIPE Muestreado en : CAMPO

Tipo de Material : GRANULAR N° de Muestra : M-01

Fecha de Muestreo : 2/06/2024 Fecha de Ensayo : 4/06/2024 Fecha de Emisión : 8/07/2024

GRANULOMETRÍA: ASTM D6913/613M-17		
Alternativo	Tamiz mm	% Acumulado que Pasa
	3 in.	75.00
	2 in.	50.00
	1 1/2 in.	37.50
	1 in.	25.00
	3/4 in.	19.00
	3/8 in.	9.50
	No. 4	4.75
	No. 10	2.00
	No. 20	0.850
	No. 40	0.425
	No. 60	0.250
	No. 100	0.150
	No. 140	0.106
	No. 200	0.075

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% Grava	48	% Grava Gruesa : 28 % Grava Fina : 20
% Arena	44	% Arena Gruesa : 15 % Arena Media : 18 % Arena fina : 11
% Finos	8	-

D <sub>10</sub> (0,01 mm)	0.13	D <sub>60</sub> (0,01 mm)	11.06	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
D <sub>30</sub> (0,01 mm)	1.21	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---	Retenido en tamiz 3 in	-

LÍMITES DE ATTERBERG: ASTM D4318-17	
Límite Líquido ( LL )	21
Límite Plástico ( LP )	17
Índice Plástico ( IP )	4

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	SUCS
Símbolo de Grupo	GP - GC
Nombre de Grupo	Poorly graded gravel with clay and sand Grava pobremente graduada con arcilla y arena

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	AASHTO
Clasificación de Grupo	A-1-a
Índice de Grupo	0
Tipo habitual de material significativo	Stone Fragments, Gravel and Sand Fragmentos de Piedra, Grava y Arena
Clasificación general como subrasante	EXCELENTE A BUENA

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



REPORTE DE ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO: ASTM D4318-17E1

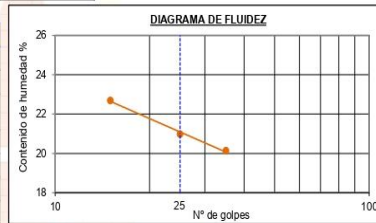
<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	LL-LP-CUNTUYOC-001
<b>Procedencia</b>	SHAGARIPE	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	GRANULAR	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	3/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	4/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/07/2024

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	35	25	15
Masa del Recipiente (g)	13.71	13.62	13.58
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	40.32	42.46	41.48
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	35.86	37.46	36.32
Masa del Agua (g)	4.46	5.00	5.16
Masa del Suelo Seco (g)	22.15	23.84	22.74
Contenido de Humedad (%)	20.14	20.97	22.69

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	Alterada
Tamaño Max. de partícula	2 m.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	A. Multipunto
II. Preparación de muestra:	Húmedo

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	7.25	7.21
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	16.61	15.41
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	15.25	14.22
Masa del Agua (g)	1.36	1.19
Masa del Suelo Seco (g)	8.00	7.01
Contenido de Humedad (%)	17.00	16.98



RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
21	17	4

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 jefe de laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO

METODO DE ENSAYO: ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	AG-SHAGARPE-001
Cantera	SHAGARPE	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	GRANULAR	Coordenadas UTM WGS 84	-
Fecha de Muestreo	2/09/2024	Fecha de Ensayo	3/09/2024
		N° de Muestra	M-01
		Fecha de Emisión	8/07/2024

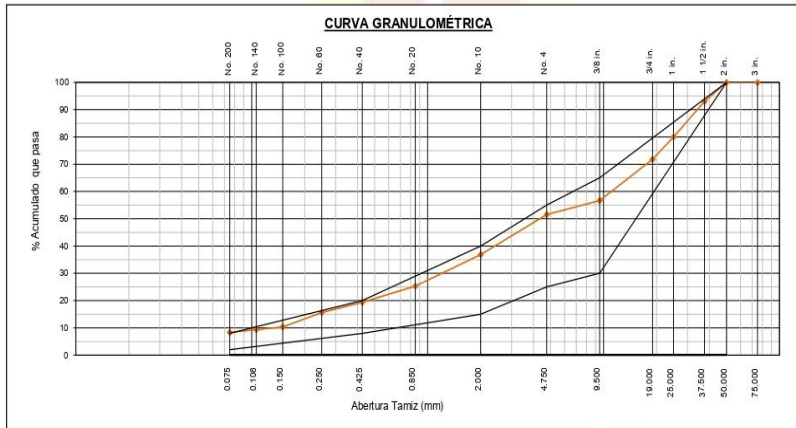
Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3 in.	75.00	0	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	0	100
1 1/2 in.	37.50	2314	7	7	93
1 in.	25.00	4339	13	20	80
3/4 in.	19.00	2735	8	28	72
3/8 in.	9.50	5004	15	43	57
No. 4	4.75	1705	5	48	52
No. 10	2.00	721.74	15	63	37
No. 20	0.850	565.40	12	75	25
No. 40	0.425	289.50	6	81	19
No. 60	0.250	183.28	4	84	16
No. 100	0.150	257.80	5	90	10
No. 140	0.106	50.23	1	91	9
No. 200	0.075	50.91	1	92	8

Masa inicial de la muestra seca (g)	33235
1ª sep. Fracción ret. limpia y seca (g)	16095
Masa de la fracción fina seca (g)	2523.36
% Tamiz separador < 2% (1ª sep.)	0

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Compuerto (1 Sep.)
III. Tamiz separador	No. 4

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	GP:arena mal graduada
II. Tamaño máximo de la partícula	2 in.

*HUBO MTC EG-2613	
BASE GRANULAR	GRAD. A



Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA**  
**ENERGIA MODIFICADA (56,000 ft-lb/ft<sup>2</sup> (2,700 kN-m/m<sup>2</sup>))<sup>1</sup>**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1557-12**

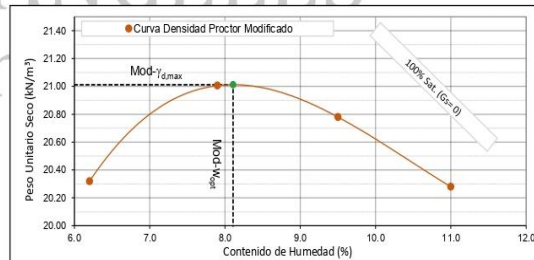
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	PM-C-SHAGARIPE-001
Cantera	SHAGARIPE	Muestreado	LABORATORIO
Tipo de Material	SUELO GRANULAR	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024

Descripción Visual de la Muestra	GM. Gravitas porfirmente graduadas	Tamaño Máximo considerado	3/4 in.
% Ret. Tamiz 3/4 in.	8	Fracción Ensayada	Menor al Tamiz 3/4 in.
% Ret. Tamiz 3/8 in.	15	Fracción de Ensayo (%)	92
% Ret. Tamiz No. 4	5	Gs (Fracción de Ensayo)	0
Método de ensayo	C	Gs (Fracción Sobretamaño)	0
		Humedad de Recepción (%)	6.24
		Método de Preparación	Húmedo
		Tipo de Pisón	Manual
		% w Fracción Sobretamaño	-

**REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO:**

Prueba No.	1	2	3	4
Masa de Suelo Compactado + Molde (g)	11250	11485	11505	11451
Masa de Molde (g)	6600	6600	6600	6600
Masa de Suelo Compactado (g)	4650	4885	4905	4851
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.200	2.311	2.320	2.295
Tara No.	T-1	T-2	T-3	T-4
Masa de Tara (g)	155.5	213.6	153.2	151.3
Masa de Suelo Húmedo + Tara (g)	713.7	695.7	687	594.5
Masa de Suelo Seco + Tara (g)	681.1	660.6	640.5	550.6
Humedad (%)	6.2	7.9	9.5	11.0
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.072	2.142	2.119	2.068
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )	20.32	21.01	20.78	20.28

RESULTADOS DEL ENSAYO:	
Peso Unitario Seco Máximo (kN/m <sup>3</sup> )	21.01
Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.143
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.1



Observaciones:

**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio



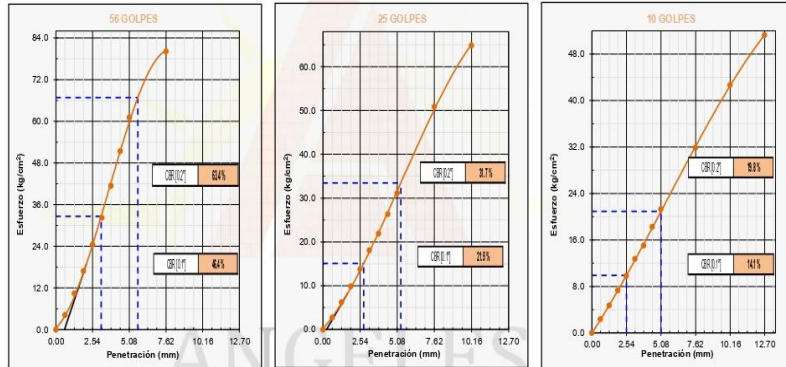
REPORTE DE ENSAYO

ENSAYO DE CBR (RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

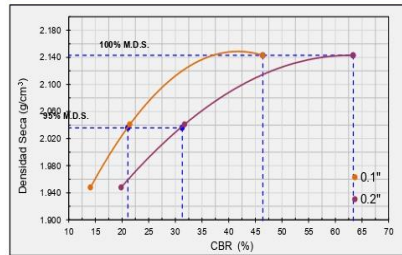
METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CBR-SHAGARIPE-001
Procedencia	SHAGARIPE	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra/Prof	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	6/06/2024
		Fecha de Emisión	8/07/2024

ESFUERZO - PENETRACION



RESULTADOS CBR



Peso Unitario Seco Máximo	21.02	kN/m³
Máxima Densidad Seca	2.143	g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad	8.4	%
95% Máxima Densidad Seca	2.036	g/cm³

CBR al 100% de M.D.S.	0.1"	46.4	%
CBR al 95% de M.D.S.	0.1"	21.1	%

CBR al 100% de M.D.S.	0.2"	63.4	%
CBR al 95% de M.D.S.	0.2"	31.3	%

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CBR-SHAGARIPE-001
<b>Cantera</b>	SHAGARIPE	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra/ Prof</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	6/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/07/2024

I. Método de preparación y Compactación	: ASTM D1537	II. Densidad Mínima Seca (g/cm <sup>3</sup> )	: 2.143	V. Pico Único Máximo corregido (kN/m <sup>3</sup> )	: 21.02
II. Material retenido en el Tamiz No. 4	: 14%	IV. Óptimo contenido de humedad corregido (%)	: 8.4		

COMPACTACIÓN			
Molde N°	514	515	521
N° Golpes/capa	56	25	10
Condición de muestra	No Saturado	No Saturado	No Saturado
Masa de Muestra Húmeda + Molde (g)	13337	12960	12849
Masa de Molde (g)	8422	8273	8389
Masa de Muestra Húmeda (g)	4915	4677	4460
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2116	2113	2112
Densidad Húmeda Inicial (g/cm <sup>3</sup> )	2.323	2.213	2.111

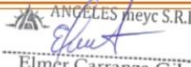
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Condición de espécimen	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Masa de Muestra Húmeda + Tara (g)	1274.50	1032.50	970.70	870.10	1233.60	941.50
Masa de Muestra Seca + Tara (g)	1191.22	952.90	910.42	803.10	1154.10	860.10
Masa de Tara (g)	199.70	151.40	197.40	159.20	206.20	159.40
Contenido de Humedad (%)	8.4	9.9	8.5	10.4	8.4	11.6

RESULTADOS		
Densidad Seca (antes de inmersión) (g/cm <sup>3</sup> )	2.143	2.041
Grado de Compactación alcanzado (%)	100	95

EXPANSIÓN							
Fecha inicio de Inmersión	: 8/12/2023	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)
Fecha final de Inmersión	: 22/01/2022						
Sobrecarga Utilizada	: 4.54 kg	0.00	0.03	0.00	0.05	0.00	0.07
% Expansión		0.0		0.0		0.1	

Penetración	Carga Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )	56 Golpes / Condición: Saturado				25 Golpes / Condición: Saturado				10 Golpes / Condición: Saturado				
		Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0			
0.025	0.635	80.6	4.2			52.0	2.7			45.2	2.3			
0.050	1.270	200.5	10.4			119.2	6.2			90.4	4.7			
0.075	1.905	324.7	16.9			189.3	9.8			140.2	7.3			
0.100	2.540	70.3	470.4	24.4	32.6	46.4	265.2	13.8	15.1	21.5	188.6	9.8	9.9	14.1
0.125	3.175		619.8	32.2			348.1	18.1			244.7	12.7		
0.150	3.810		796.2	41.4			421.6	21.9			288.9	15.0		
0.175	4.445		988.3	51.4			506.8	26.3			350.7	18.2		
0.200	5.080	105.5	1174.5	61.0	66.8	63.4	599.5	31.2	33.5	31.7	409.4	21.3	20.9	19.8
0.300	7.620		1541.9	80.1			979.1	50.9			613.5	31.9		
0.400	10.160						1248.3	64.9			820.5	42.6		
0.500	12.700										986.7	51.3		

Observaciones:

  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO  
DETERMINACIÓN DEL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE  
SUELOS Y AGREGADO FINO  
METODO DE ENSAYO: ASTM D2419 - 14

Proyecto	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD 2023		
Solicitante	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	: E.A-C-SHAGARIPE-001
Cantera	: SHAGARIPE	Muestreado en	: LABORATORIO
Tipo de Material	: SUELO FINO PASANTE DE MALLA N° 04	N° de Muestra	: M-1
Fecha de Muestreo	: 2/06/2024	Fecha de Ensayo	: 3/06/2024
		Fecha de Emisión	: 8/06/2024

SE: VALOR EQUIVALENTE DE ARENA FINAL 45 %

Cilindro N°	N° 1	N° 2	N° 3
Hora de entrada a saturación (h:min)	10:08	10:10	10:12
Hora de salida de saturación (h:min)	10:18	10:20	10:22
Hora de entrada a sedimentación (h:min)	10:21	10:23	10:25
Hora de salida de sedimentación (h:min)	10:41	10:43	10:45
Altura de Arcilla (m.)	10.20	10.30	10.20
Altura de arena (m.)	4.50	4.40	4.50
Valor de equivalente de arena (%)	44.12	42.72	44.12
Valor de equivalente de arena (%)	45.00	43.00	45.00
Promedio de equivalente de arena (%)	44.3		

Método de agitación : Manual

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Observaciones:





## REPORTE DE ENSAYO

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LAS CARAS DE FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO

METODO DE ENSAYO: ASTM D5821-13 (2017)

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CF-AG-C-SHAG-001
Cantera	SHAGARIPE	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	AGREGADO GRUESO	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024

#### PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA (AGREGADO GRUESO)

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	% DE PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	
1 1/2"	1"	1600.0	1400.6	87.54%
1"	3/4"	1200.0	1100.4	91.70%
3/4"	1/2"	1000.0	944.9	94.49%
1/2"	3/8"	250.0	130.2	52.08%
TOTAL		4050.0	3576.1	88.30%
PORCENTAJE DE PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA (%)				88.30%

#### PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS (AGREGADO GRUESO)

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	% DE PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	
1 1/2"	1"	1600.0	1225.4	76.59%
1"	3/4"	1200.0	932.5	77.71%
3/4"	1/2"	1000.0	568.4	56.84%
1/2"	3/8"	250.0	95.6	38.24%
TOTAL		4050.0	2821.9	69.68%
PORCENTAJE DE PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS				69.68%

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio



## REPORTE DE ENSAYO

### DETERMINACIÓN DE LA IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO

METODO DE ENSAYO: ASTM C 40 / C 40M

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	MOA-SHAGAR-001
<b>Cantera</b>	SHAGARIPE	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO FINO PASANTE DE LA MALLA #10	<b>N° de Muestra</b>	M-1
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/06/2024

COLOR GARDNER STANDARD N°	PLACA ORGANICA N°	INTERPRETACIÓN (ASTM C40/C40M-20 - numeral 11)
5	1	El material no contiene impurezas orgánicas significativas.
8	2	
11	3 (standard)	moderadas.
14	4	El material contiene impurezas orgánicas perjudiciales.
16	5	

N° DE MUESTRA	PLACA ORGANICA
Muestra N° 1	3 (standard)

IMPUREZAS ORGANICAS AGREGADO FINO:	ACEPTABLE
------------------------------------	-----------

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Jefe de Laboratorio

Observaciones:



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN PARA PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS,**  
**O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D4791 - 19**


Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZZO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CYA-SHAGARIPE-001
Procedencia	SHAGARIPE	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	GRANULAR	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	20/6/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024

Tamaño de Agregado		% Retenido en cada Tamiz	N° de Partículas	% Partículas Planas	% Partículas Alargadas	% Partículas Planas y Alargadas	% Partículas No Planas ni Alargadas
Pasa	Retiene						
3 in.	2 1/2 in.						
2 1/2 in.	2 in.						
2 in.	1 1/2 in.	14.4	-	-	-	-	-
1 1/2 in.	1 in.	27.0	100	2	0	1	97
1 in.	3/4 in.	17.0	100	3	1	1	95
3/4 in.	1/2 in.	31.1	100	6	3	3	88
1/2 in.	3/8 in.	10.6	100	9	5	0	86
3/8 in.	No. 4	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>--</b>	<b>400</b>	<b>3.13%</b>	<b>1.06%</b>	<b>1.06%</b>	<b>94.74%</b>

**CONDICION Y CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA**

I. Método Utilizado	:	A
II. Relación Dimensional	:	1:3
III. Tamaño Máximo Nominal	:	1 1/2 in.

Observaciones:

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



### REPORTE DE ENSAYO

#### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

METODO DE ENSAYO: ASTM C131 / C131M - 20

Proyecto	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L=37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	: A-SHAGARIFE-001
Cantera	: SHAGARIFE	Muestreado en	: LABORATORIO
Tipo de Material	: AGREGADO GRUESO	N° de Muestra	: M-01
Fecha de Muestreo	: 02/06/2024	Fecha de Ensayo	: 6/06/2024
		Fecha de Emisión	: 8/06/2024

PÉRDIDA POR ABRASIÓN E IMPACTO: 32 %

Graduación Empleada	A
Total de Esferas	12
Total de Revoluciones	500
Masa Inicial (g)	5020
Masa Retenido en el Tamiz No. 12 (g)	3420.8

CONDICION Y CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA	
I. ¿La muestra fue lavada al finalizar el ensayo?	: SI
II. Tamaño máximo nominal de la partícula	: 1 1/2 in.

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS AGREGADOS MEDIANTE**  
**EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM C88**


<b>Proyecto</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	: DAF.SHAGARIPE-001
<b>Cantera</b>	: SHAGARIPE	<b>Muestreado en</b>	: LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	: SUELO FINO PASANTE MALLA N° 04	<b>N° de Muestra</b>	: M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	: 2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	: 5/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	: 8/06/2024

**PERDIDA TOTAL DEL AGREGADO FINO : 7.8 %**

Tamaño de los Ramices		% Retenido Original	Peso de la Fracción (g)		% Restante de la fracción	Pérdida (g)		Pérdida % Ponderada
Pasa	Retiene		Antes	Después		Peso	%	
3/8	N° 4	7.7	100	88.4	88.4	11.6	11.6	0.9
N° 4	N° 8	17.4	100	84.2	84.2	15.8	15.8	2.7
N° 8	N° 16	12.4	100	86.3	86.3	13.7	13.7	1.7
N° 16	N° 30	11.6	100	88.4	88.4	11.6	11.6	1.3
N° 30	N° 50	8.9	100	87.3	87.3	12.7	12.7	1.1
N° 50	N° 100	3.3						
Menor a N° 100		0.4						
<b>TOTAL</b>		<b>61.8</b>	<b>500.0</b>	<b>434.6</b>	<b>-</b>	<b>65.4</b>	<b>13.08</b>	<b>7.8</b>

ANGELES  
meyc S.R.L.

Observaciones:

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS AGREGADOS MEDIANTE**  
**EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM C88**

<b>Proyecto</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	: DAG.SHAGARIPE-001
<b>Cantera</b>	: SHAGARIPE	<b>Muestreado en</b>	: LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	: GRANULAR (AGREGADO GRUESO)	<b>N° de Muestra</b>	: M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	: 2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	: 3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	: 8/06/2024

**PERDIDA TOTAL DEL AGREGADO GRUESO : 9.5 %**

Tamaño de los Ramices		% Retenido Original	Peso de la Fracción (g)		% Restante de la fracción	Pérdida (g)		Pérdida % Ponderada
Pasa	Retiene		Antes	Despues		Peso	%	
2 1/2"	2"	-	-	-	-	-	-	-
2"	1 1/2"	9.6	1500.0	1478.0	98.5	22.0	1.5	0.1
1 1/2"	1"	24.4	1500.0	1430.5	95.4	69.5	4.6	1.1
1"	3/4"	19.0	690.0	628.8	92.5	51.2	7.5	1.4
3/4"	1/2"	19.0	370.0	310.5	83.9	59.5	16.1	3.1
1/2"	3/8"	29.2	350.0	310.5	88.7	39.5	11.3	3.3
3/8"	N°4	5.2	340.0	310.8	91.4	29.2	8.6	0.4
<b>TOTAL</b>		<b>106.3</b>	<b>4740.0</b>	<b>4469.1</b>	<b>-</b>	<b>270.9</b>	<b>254.8</b>	<b>9.5</b>

ANGELES  
meyc S.R.L.

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES**  
**EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA**  
**METODO DE ENSAYO: NTP 339.152**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	SALES-SHAGARIPE-001
<b>Cantera</b>	SHAGARIPE	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO FINO PASANTE DE LA MALLA N°4	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/06/2024

**TOTAL DE SALES SOLUBLES : 900 ppm (mg/kg)**

Número de Cápsula	9
Relación de la mezcla suelo:agua, en muestra de suelo	1:3
Masa de cápsula + residuo de sales (g)	102.5640
Masa de la cápsula (g)	102.5340
Masa de residuo de evaporación (g)	0.0300
Volumen de extracto acuoso evaporado, en muestra de suelo (mL)	100
Volumen de muestra ensayada, en muestra de agua (mL)	-
Contenido de sólidos disueltos (mg/L)	900.0
Contenido de sólidos disueltos (%)	0.090

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO		
a) Método de ensayo ejecutado	:	Suelo
b) Fue posible filtrar la muestra libre de trazas de turbidez	:	No

Observaciones:

**Elmer Caranza Gil**  
Jefe de Laboratorio



REPORTE DE ENSAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO: ASTM D 2216/D 4643 - NTP 339.127-MTC E 108

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CHN-CANT-CURI-001
Cantera	CURIANGA	Profundidad	-
Progresiva	16+200.00	Lado	IZQUIERDO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS		
1	N° de la tara	-	T-13	T-8	T-43
2	Peso Tara	gr	210.00	206.80	209.10
3	Peso Húmedo + Peso de Tara	gr	1057.20	1110.10	920.00
4	Peso seco + Peso de Tara	gr	994.20	1040.20	865.30
5	Peso del agua	gr	63.00	69.90	54.70
6	Peso del suelo seco	gr	784.20	833.40	656.20
7	Contenido de humedad	%	8.03%	8.39%	8.34%
8	<b>W% PROMEDIO</b>	%	<b>8.25%</b>		

Observaciones:

ANGELES  
meyc S.R.L.

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com





REPORTE DE ENSAYO  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS  
CLASIFICACIÓN DE SUELOS - AASHTO

METODO DE ENSAYO: ASTM D2487 - 17e1 & ASTM D3282 - 18

Proyecto : DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023

Solicitante : RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO Certificado N° : CS-AASTHO-COCHA-001

Cantera : CURIANGA Muestreado en : CAMPO

Tipo de Material : GRANULAR N° de Muestra : M-01

Fecha de Muestreo : 2/06/2024 Fecha de Ensayo : 4/06/2024 Fecha de Emisión : 8/07/2024

GRANULOMETRÍA: ASTM D6913/613M-17		
Tamiz		% Acumulado que Pasa
Alternativo	mm	
3 in.	75.00	100
2 in.	50.00	100
1 1/2 in.	37.50	88
1 in.	25.00	76
3/4 in.	19.00	66
3/8 in.	9.50	49
No. 4	4.75	45
No. 10	2.00	29
No. 20	0.850	20
No. 40	0.425	16
No. 60	0.250	10
No. 100	0.150	7
No. 140	0.106	7
No. 200	0.075	6

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
% Grava	55	% Grava Gruesa : 34 % Grava Fina : 21
% Arena	39	% Arena Gruesa : 16 % Arena Media : 13 % Arena fina : 10
% Finos	6	-

D <sub>10</sub> (0,01 mm)	0.24	D <sub>60</sub> (0,01 mm)	15.12	Coefficiente de Curvatura (Cc)	---
D <sub>30</sub> (0,01 mm)	2.16	Coefficiente de Uniformidad (Cu)	---	Retenido en tamiz 3 in	-

LÍMITES DE ATTERBERG: ASTM D4318-17	
Límite Líquido (LL)	26
Límite Plástico (LP)	24
Índice Plástico (IP)	2

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	SUCS
Símbolo de Grupo	GW - GM
Nombre de Grupo	Well-graded gravel with silt and sand Grava bien graduada con limo y arena

CLASIFICACIÓN DE SUELOS:	AASHTO
Clasificación de Grupo	A-1-a
Índice de Grupo	0
Tipo habitual de material significativo	Stone Fragments, Gravel and Sand Fragmentos de Piedra, Grava y Arena
Clasificación general como subrasante	EXCELENTE A BUENA

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



## REPORTE DE ENSAYO

### LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO: ASTM D4318-17E1

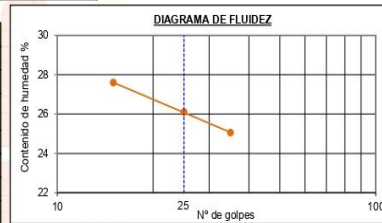
<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	LL-LP-C-COCHA-001
<b>Procedencia</b>	CURIANGA	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	GRANULAR	<b>N° de Muestra</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	3/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	4/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/07/2024

LÍMITE LÍQUIDO			
Prueba N°	1	2	3
N° de golpes	35	25	15
Masa del Recipiente (g)	13.51	13.75	13.65
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	40.46	40.57	39.45
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	35.06	35.02	33.87
Masa del Agua (g)	5.40	5.55	5.58
Masa del Suelo Seco (g)	21.55	21.27	20.22
Contenido de Humedad (%)	25.06	26.09	27.60

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
Condición de la muestra	Alterada
Tamaño Max. de partícula	2 in.

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo de Límite Líquido	: A: Multipunto
II. Preparación de muestra:	: Húmedo

LÍMITE PLÁSTICO		
Prueba N°	1	2
Masa del Recipiente (g)	7.25	7.21
Masa del Recipiente + Suelo Húmedo (g)	16.53	16.41
Masa del Recipiente + Suelo Seco (g)	14.71	14.60
Masa del Agua (g)	1.82	1.81
Masa del Suelo Seco (g)	7.46	7.39
Contenido de Humedad (%)	24.40	24.49



#### RESULTADOS:

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
26	24	2

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Jefe de Laboratorio



REPORT DE ENSAYO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS MEDIANTE TAMIZADO

METODO DE ENSAYO: ASTM D6913 / D6913M - 17

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	AG-C-CUR-001
Cartera	CURIANGA	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	GRANULAR	Coordenadas UTM WGS 84	-
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		N° de Muestra	M-01
		Fecha de Emisión	8/07/2024

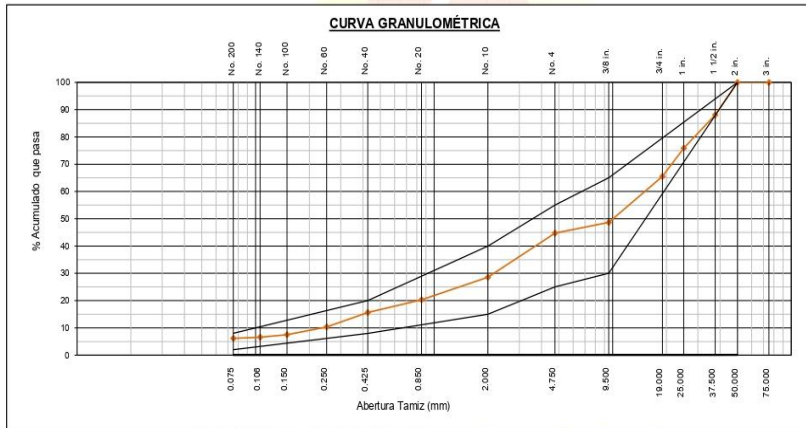
Tamiz	Abertura (mm)	Masa retenida (g)	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Pasante
3 in.	75.00	0	0	0	100
2 in.	50.00	0	0	0	100
1 1/2 in.	37.50	3024	12	12	88
1 in.	25.00	3104	12	24	76
3/4 in.	19.00	2625	10	34	66
3/8 in.	9.50	4290	17	51	49
No. 4	4.75	1010	4	55	45
No. 10	2.00	306.50	16	71	29
No. 20	0.850	158.70	8	80	20
No. 40	0.425	88.20	5	84	16
No. 60	0.250	100.30	5	90	10
No. 100	0.150	54.70	3	93	7
No. 140	0.106	16.50	1	93	7
No. 200	0.075	8.90	0	94	6

Masa inicial de la muestra seca (g)	25412
I* sep.: Fracción ret. limpia y seca (g)	15454
Masa de la fracción fina seca (g)	850.63
% Tamiz separador <2% (I* sep.)	0

CONDICIONES DEL ENSAYO	
I. Método de ensayo	A
II. Tipo de tamizado	Compuesto (I Sep.)
III. Tamiz separador	No. 4

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	
I. Clasificación visual	GP: Grava mal graduada
II. Tamaño máximo de la partícula	2 in.

*HUSO MTC 60-2613	
BASE GRANULAR	GRAD. A



Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA**  
**ENERGIA MODIFICADA (56,000 ft-lb/ft<sup>2</sup> (2,700 kN-m/m<sup>2</sup>))<sup>1</sup>**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D1557-12**

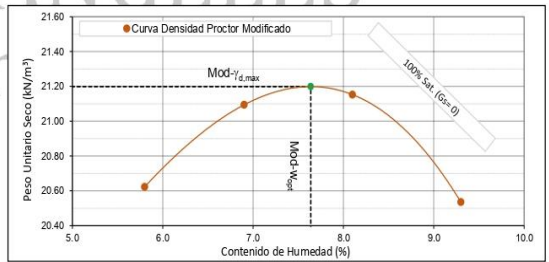
Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	PIM-C-CURVA-001
Cantera	CURIANGA	Muestreado	LABORATORIO
Tipo de Material	SUELO GRANULAR	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024

Descripción Visual de la Muestra	GP: Gravas porbrenmente graduadas	Tamaño Máximo considerado	3/4 in.
% Ret. Tamiz 3/4 in.	6	Fracción Ensayada	Menor al Tamiz 3/4 in.
% Ret. Tamiz 3/8 in.	24	Fracción de Ensayo (%)	94
% Ret. Tamiz No. 4	17	Gs (Fracción de Ensayo)	0
Método de ensayo	C	Gs (Fracción Sobretamaño)	0
		Humedad de Recepción (%)	8.25
		Método de Preparación	Húmedo
		Tipo de Patrón	Manual
		%w Fracción Sobretamaño	-

**REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO:**

Prueba No.	1	2	3	4
Masa de Suelo Compactado + Molde (g)	11304	11460	11530	11440
Masa de Molde (g)	6600	6600	6600	6600
Masa de Suelo Compactado (g)	4704	4860	4930	4840
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2114	2114	2114	2114
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.225	2.299	2.332	2.289
Tara No.	T-1	T-2	T-3	T-4
Masa de Tara (g)	203.8	155.6	153.2	151.3
Masa de Suelo Húmedo + Tara (g)	573.1	529.5	687	594.5
Masa de Suelo Seco + Tara (g)	552.8	505.5	646.8	556.7
Humedad (%)	5.8	6.9	8.1	9.3
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.103	2.151	2.167	2.094
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )	20.62	21.09	21.15	20.54

RESULTADOS DEL ENSAYO:	
Peso Unitario Seco Máximo (kN/m <sup>3</sup> )	21.20
Máxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.162
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.6



Observaciones:

**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio



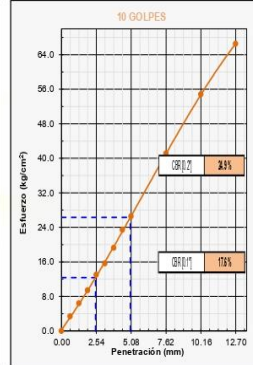
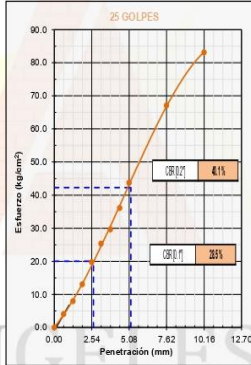
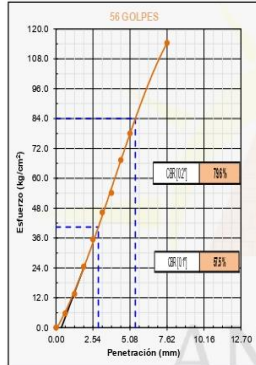
REPORTE DE ENSAYO

ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO

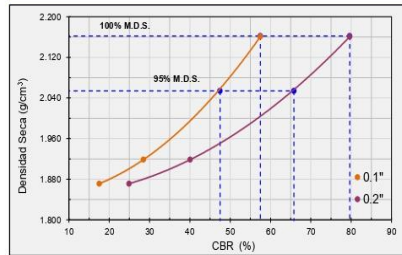
METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CBR-CURI-001
Procedencia	CURIANGA	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	SUELO NATURAL	N° de Muestra/Prof	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	6/06/2024
		Fecha de Emisión	8/07/2024

ESFUERZO - PENETRACIÓN



RESULTADOS CBR



Peso Unitario Seco Máximo	21.20	kN/m <sup>3</sup>
Máxima Densidad Seca	2.162	g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad	7.6	%
95% Máxima Densidad Seca	2.054	g/cm <sup>3</sup>
C.B.R. a 100% de M.D.S.	0.1"	57.5 %
C.B.R. a 95% de M.D.S.	0.1"	47.5 %
C.B.R. a 100% de M.D.S.	0.2"	79.6 %
C.B.R. a 95% de M.D.S.	0.2"	65.8 %

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**ENSAYO DE CBR (RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM D1883-19**

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZO - USQUIL (L= 37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	CBR-CURI-001
<b>Cantera</b>	CURIANGA	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO NATURAL	<b>N° de Muestra/ Prof</b>	M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	6/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/07/2024

I. Método de preparación y Compactación	ASTM D1537	II. Densidad Máxima Seca (g/cm³)	2.902	V. Peso Unitario Máximo corregido (g/m³)	21.20
III. Material utilizado en el Tamiz	3/4 in. 0%	IV. Óptimo contenido de humedad corregido (%)	7.6		

COMPACTACIÓN			
Molde N°	514	515	521
N° Golpes/capa	56	25	10
Condición de muestra	No Saturado	No Saturado	No Saturado
Masa de Muestra Húmeda + Molde (g)	13390	12830	12532
Masa de Molde (g)	8463	8449	8273
Masa de Muestra Húmeda (g)	4927	4381	4259
Volumen de Molde (cm³)	2123	2118	2113
Densidad Húmeda Inicial (g/cm³)	2.321	2.068	2.016

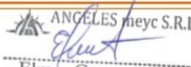
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Condición de espécimen	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión	Antes de Inmersión	Después de Inmersión
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Masa de Muestra Húmeda + Tara (g)	1445.80	1645.30	1182.10	1851.00	2077.00	1843.40
Masa de Muestra Seca + Tara (g)	1360.90	1533.30	1111.60	1710.30	1942.60	1690.90
Masa de Tara (g)	213.70	198.30	207.00	207.10	198.30	198.60
Contenido de Humedad (%)	7.4	8.4	7.8	9.4	7.7	10.2

RESULTADOS		
Densidad Seca (antes de inmersión) (g/cm³)	2.161	1.919
Grado de Compactación alcanzado (%)	100	89

EXPANSIÓN							
Fecha inicio de Inmersión	8/12/2023	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)	Lect. Inicial (mm)	Lect. Final (mm)
Fecha final de Inmersión	22/01/2022	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.03
Sobrecarga Utilizada	4.54 kg						
% Expansión		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Penetración	Carga Estándar (kg/cm²)	56 Golpes / Condición: Saturado				25 Golpes / Condición: Saturado				10 Golpes / Condición: Saturado			
		Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)	Carga	Esfuerzo	Corrección	CBR (%)
0.000	0.000	0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025	0.635	108.6	5.6			77.6	4.0			65.0	3.4		
0.050	1.270	260.4	13.5			152.4	7.9			122.4	6.4		
0.075	1.905	470.4	24.4			250.5	13.0			180.6	9.4		
0.100	2.540	70.3	680.8	35.4	40.4	379.8	19.7	20.0	28.5	250.6	13.0	12.3	17.6
0.125	3.175		890.4	46.3		487.4	25.3			300.4	15.6		
0.150	3.810		1040.4	54.1		570.4	29.6			370.4	19.2		
0.175	4.445		1295.5	67.3		694.6	36.1			450.4	23.4		
0.200	5.080	105.5	1500.4	78.0	84.0	841.3	43.7	42.3	40.1	510.4	26.5	26.3	24.9
0.300	7.620		2200.0	114.3		1290.6	67.1			790.5	41.1		
0.400	10.160					1600.0	83.1			1054.4	54.8		
0.500	12.700									1280.0	66.5		

Observaciones:

  
**ANGELES meyc S.R.L.**  
**Elmer Carranza Gil**  
 Jefe de Laboratorio

Jr. Barrantes Lingán N°. 814 - Cajamarca / Cel: 976929207 - Telf: 076-280609 / Correo: angeles\_ing2005@hotmail.com



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DEL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE**  
**SUELOS Y AGREGADO FINO**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D2419 - 14**

<b>Proyecto</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023				
<b>Solicitante</b>	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	: EA - CURI-001		
<b>Cantera</b>	: CURIANGA	<b>Muestreado en</b>	: LABORATORIO		
<b>Tipo de Material</b>	: SUELO FINO PASANTE DE MALLA N° 04	<b>N° de Muestra</b>	: M-1		
<b>Fecha de Muestreo</b>	: 2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	: 3/06/2024	<b>Fecha de Emisión</b>	: 8/06/2024

**SE: VALOR EQUIVALENTE DE ARENA FINAL                      48    %**

Cilindro N°	N° 1	N° 2	N° 3
Hora de entrada a saturación (h:min)	11:08	11:10	11:12
Hora de salida de saturación (h:min)	11:18	11:20	11:22
Hora de entrada a sedimentación (h:min)	11:21	11:23	11:25
Hora de salida de sedimentación (h:min)	11:41	11:43	11:45
Altura de Arcilla (m.)	10.20	10.20	10.10
Altura de arena (m.)	4.80	4.80	4.70
Valor de equivalente de arena (%)	47.06	47.06	46.53
Valor de equivalente de arena (%)	48.00	48.00	47.00
Promedio de equivalente de arena (%)	47.7		

Método de agitación : Manual

ANGELES meyc S.R.L.  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Observaciones:



## REPORTE DE ENSAYO

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINACIÓN DE LAS CARAS DE FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO

METODO DE ENSAYO: ASTM D5821-13 (2017)

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCOO – USQUIL (L=37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CF-AG-C-CURI-001
Cantera	CURIANGA	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	AGREGADO GRUESO	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024


#### PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA (AGREGADO GRUESO)

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	% DE PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	
1 1/2"	1"	2000.0	1798.9	89.95%
1"	3/4"	1500.0	1180.4	78.69%
3/4"	1/2"	1200.0	830.5	69.21%
1/2"	3/8"	300.0	175.4	58.47%
TOTAL		5000.0	3985.2	79.70%
PORCENTAJE DE PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA (%)				79.70%

#### PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS (AGREGADO GRUESO)

TAMAÑO DEL AGREGADO		A	B	% DE PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS
PASA TAMIZ	RETENIDO EN TAMIZ	(g)	(g)	
1 1/2"	1"	2000.0	1004.3	50.22%
1"	3/4"	1500.0	875.4	58.36%
3/4"	1/2"	1200.0	510.4	42.53%
1/2"	3/8"	300.0	103.1	34.37%
TOTAL		5000.0	2493.2	49.86%
PORCENTAJE DE PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADAS				49.86%

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio





## REPORTE DE ENSAYO

### DETERMINACIÓN DE LA IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO

METODO DE ENSAYO: ASTM C 40 / C 40M

<b>Proyecto</b>	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	MOA-CURI-001
<b>Cantera</b>	CURIANGA	<b>Muestreado en</b>	LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	SUELO FINO PASANTE DE LA MALLA #10	<b>N° de Muestra</b>	M-1
<b>Fecha de Muestreo</b>	2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	8/06/2024

COLOR GARDNER STANDARD N°	PLACA ORGANICA N°	INTERPRETACIÓN (ASTM C40/C40M-20 - numeral 11)
5	1	El material no contiene impurezas orgánicas significativas.
8	2	
11	3 (standard)	moderadas.
14	4	El material contiene impurezas orgánicas perjudiciales.
16	5	

N° DE MUESTRA	PLACA ORGANICA
Muestra N° 1	3 (standard)

IMPUREZAS ORGANICAS AGREGADO FINO:	ACEPTABLE
------------------------------------	-----------

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Jefe de Laboratorio

Observaciones:



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN PARA PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS,**  
**O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRUESOS**  
**METODO DE ENSAYO: ASTM D4791 - 19**


Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L=37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16-200- LA RAMADA KM 25-700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	CYA-CURI-001
Procedencia	CURIANGA	Muestreado en	CAMPO
Tipo de Material	GRANULAR	N° de Muestra	M-1
Fecha de Muestreo	20/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	06/06/2024

Tamaño de Agregado		% Retenido en cada Tamiz	N° de Partículas	% Partículas Planas	% Partículas Alargadas	% Partículas Planas y Alargadas	% Partículas No Planas ni Alargadas
Pasa	Retiene						
3 in.	2 1/2 in.						
2 1/2 in.	2 in.						
2 in.	1 1/2 in.	0.0	-	-	-	-	-
1 1/2 in.	1 in.	37.0	103	1	0	0	99
1 in.	3/4 in.	25.0	124	1	0	0	99
3/4 in.	1/2 in.	19.0	105	2	0	0	97
1/2 in.	3/8 in.	18.9	158	6	0	0	94
3/8 in.	No. 4	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>---</b>	<b>490</b>	<b>0.99%</b>	<b>0.09%</b>	<b>0.09%</b>	<b>98.83%</b>

**CONDICIÓN Y CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA**

I. Método Utilizado	:	A
II. Relación Dimensional	:	1:3
III. Tamaño Máximo Nominal	:	1 1/2 in.

Observaciones:

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio



### REPORTE DE ENSAYO

#### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑO PEQUEÑO POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

METODO DE ENSAYO: ASTM C131 / C131M - 20

Proyecto	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L=37400KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD 2023		
Solicitante	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	: A-CUR-001
Cantera	: CURANGA	Muestreado en	: LABORATORIO
Tipo de Material	: AGREGADO GRUESO	N° de Muestra	: M-01
Fecha de Muestreo	: 02/06/2024	Fecha de Ensayo	: 6/06/2024
		Fecha de Emisión	: 8/06/2024

PÉRDIDA POR ABRASIÓN E IMPACTO: 22 %

Graduación Empleada	A
Total de Esferas	12
Total de Revoluciones	500
Masa Inicial (g)	5000
Masa Retenido en el Tamiz No. 12 (g)	3904.4

CONDICION Y CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA	
I. ¿La muestra fue lavada al finalizar el ensayo?	: SI
II. Tamaño máximo nominal de la partícula	: 1 1/2 in.

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS AGREGADOS MEDIANTE**  
**EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM C88**

<b>Proyecto</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD,2023		
<b>Solicitante</b>	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	: DAF.CURI-001
<b>Cantera</b>	: CURIANGA	<b>Muestreado en</b>	: LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	: SUELO FINO PASANTE MALLA N° 04	<b>N° de Muestra</b>	: M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	: 2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	: 5/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	: 8/06/2024

**PERDIDA TOTAL DEL AGREGADO FINO : 4.6 %**

Tamaño de los Ramices		% Retenido Original	Peso de la Fracción (g)		% Restante de la fracción	Pérdida (g)		Pérdida % Ponderada
Pasa	Retiene		Antes	Despues		Peso	%	
3/8	N° 4	13.1	100	93.7	93.7	6.3	6.3	0.8
N° 4	N° 8	18.5	100	94.1	94.1	5.9	5.9	1.1
N° 8	N° 16	12.8	100	91.5	91.5	8.5	8.5	1.1
N° 16	N° 30	12.0	100	92.5	92.5	7.5	7.5	0.9
N° 30	N° 50	8.9	100	92.4	92.4	7.6	7.6	0.7
N° 50	N° 100	3.9						
Menor a N° 100		0.5						
<b>TOTAL</b>		<b>69.8</b>	<b>500.0</b>	<b>464.2</b>	<b>-</b>	<b>35.8</b>	<b>7.16</b>	<b>4.6</b>

ANGELES  
meyc S.R.L.

ANGELES meyc S.R.L.  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio

Observaciones:



**REPORTE DE ENSAYO**  
**DETERMINACIÓN DE LA SOLIDEZ DE LOS AGREGADOS MEDIANTE**  
**EL USO DE SULFATO DE MAGNESIO**

**METODO DE ENSAYO: ASTM C88**

<b>Proyecto</b>	: DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
<b>Solicitante</b>	: RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	<b>Certificado N°</b>	: DAG.CURI-001
<b>Cantera</b>	: CURIANGA	<b>Muestreado en</b>	: LABORATORIO
<b>Tipo de Material</b>	: GRANULAR (AGREGADO GRUESO)	<b>N° de Muestra</b>	: M-01
<b>Fecha de Muestreo</b>	: 2/06/2024	<b>Fecha de Ensayo</b>	: 3/06/2024
		<b>Fecha de Emisión</b>	: 8/06/2024

**PERDIDA TOTAL DEL AGREGADO GRUESO : 6.1 %**

Tamaño de los Ramices		% Retenido Original	Peso de la Fracción (g)		% Restante de la fracción	Pérdida (g)		Pérdida % Ponderada
Pasa	Retiene		Antes	Despues		Peso	%	
2 1/2"	2"	-	-	-	-	-	-	-
2"	1 1/2"	18.0	900.0	905.5	100.6	-5.5	-0.6	-0.1
1 1/2"	1"	16.6	900.0	900.5	100.1	-0.5	-0.1	0.0
1"	3/4"	16.0	650.0	608.8	93.7	41.2	6.3	1.0
3/4"	1/2"	16.0	300.0	260.4	86.8	39.6	13.2	2.1
1/2"	3/8"	21.0	300.0	275.4	91.8	24.6	8.2	1.7
3/8"	N°4	12.0	300.0	265.4	88.5	34.6	11.5	1.4
<b>TOTAL</b>		<b>99.7</b>	<b>3350.0</b>	<b>3216.0</b>	<b>-</b>	<b>134.0</b>	<b>134.4</b>	<b>6.1</b>

**ANGELES**  
**meyc S.R.L.**

  
 ANGELES meyc S.R.L.  
 Elmer Carranza Gil  
 Jefe de Laboratorio

Observaciones:



REPORTE DE ENSAYO  
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES  
EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA  
METODO DE ENSAYO: NTP 339.152

Proyecto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO – USQUIL (L=37-000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023		
Solicitante	RONALDO FELIX LEYVA ARAUJO	Certificado N°	SALES-CURI-001
Cantera	CURIANGA	Muestreado en	LABORATORIO
Tipo de Material	SUELO FINO PASANTE DE LA MALLA N°4	N° de Muestra	M-01
Fecha de Muestreo	2/06/2024	Fecha de Ensayo	3/06/2024
		Fecha de Emisión	8/06/2024

TOTAL DE SALES SOLUBLES : 807 ppm (mg/kg)

Número de Cápsula	9
Relación de la mezcla suelo:agua, en muestra de suelo	1:3
Masa de cápsula + residuo de sales (g)	102.5609
Masa de la cápsula (g)	102.5340
Masa de residuo de evaporación (g)	0.0269
Volumen de extracto acuoso evaporado, en muestra de suelo (mL)	100
Volumen de muestra ensayada, en muestra de agua (mL)	-
Contenido de sólidos disueltos (mg/L)	807.0
Contenido de sólidos disueltos (%)	0.081

CARACTERÍSTICAS DEL ENSAYO	
a) Método de ensayo ejecutado	Suelo
b) Fue posible filtrar la muestra libre de trazas de turbidez	No

Observaciones:

ANGELES meyc S.R.L.  
*Elmer Carranza Gil*  
Elmer Carranza Gil  
Jefe de Laboratorio



Calcular la ecuación de Imáx a partir de datos máx diarios utilizando el criterio de Grobe, conocido como de Dyck y...

### Ingreso de datos y cálculo ecuación Imáx

**Ingreso de datos:**  
**Nota:** Una vez que digite el dato, presionar ENTER.

N°	X
1	64.99
2	61.07
3	55.89
4	51.97
5	48.03
6	44.06
7	38.71
8	34.47
9	28.07
[>]	

Calcular Imáx de diseño:

Período de retorno (T):  años

Duración (D):  min

Imáx:  mm/hr

### Resultados y gráfico Imáx-D-T

P24h	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
64.99	22.31	24.69	29.36	34.92	38.64	41.52
61.07	20.96	23.20	27.59	32.81	36.31	39.02
55.89	19.19	21.23	25.25	30.03	33.23	35.71
51.97	17.84	19.74	23.48	27.92	30.90	33.21
48.03	16.49	18.25	21.70	25.81	28.56	30.69
44.06	15.13	16.74	19.91	23.67	26.20	28.15

Año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
1	66.93	49.38	29.36	17.46	12.88	10.38
2	62.89	46.40	27.59	16.41	12.10	9.76
3	57.56	42.47	25.25	15.01	11.08	8.93
4	53.52	39.49	23.48	13.96	10.30	8.30
5	49.47	36.49	21.70	12.90	9.52	7.67
6	45.38	33.48	19.91	11.84	8.73	7.04

T año	20 min	30 min	60 min	120 min	180 min	240 min
10.00	66.93	49.38	29.36	17.46	12.88	10.38
5.00	62.89	46.40	27.59	16.41	12.10	9.76
3.33	57.56	42.47	25.25	15.01	11.08	8.93
2.50	53.52	39.49	23.48	13.96	10.30	8.30
2.00	49.47	36.49	21.70	12.90	9.52	7.67
1.67	45.38	33.48	19.91	11.84	8.73	7.04

Ecuación	R	R <sup>2</sup>	Se
Imáx = 329.7854 * T <sup>0.3470</sup> * D <sup>-0.7500</sup>	0.9880	0.9761	3.1220

Ajuste:

Archivos y resultados:

Calcular

Graficar

Limpiar

Imprimir

Menú Principal

Crear

Accesar

Excel

Reporte

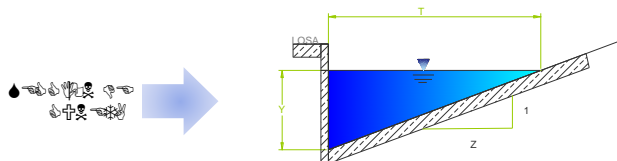
12:21      28/08/2024



## DISEÑO HIDRÁULICO PARA CUNETA TRIANGULAR

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA CARRETERA OTUZCO - USQUIL (L= 37+000KM), TRAMO JUAN VELASCO KM 16+200 - LA RAMADA KM 25+700, LA LIBERTAD, 2023**



**DATOS REQUERIDOS PARA EL DISEÑO:**

Tirante de la pendiente transversal (l:z) I =	1.02	
eficiente de rugosidad de Manning (n) =	0.014	(Para concreto)
Tirante de agua (y) =	0.45	m

**CAPACIDAD DEL CAUDAL POR LA ECUACION DE MANNING**

a) Espejo de agua	$T = y \cdot (z_1)$	0.459 m
a) Área de la sección mojada de la cuneta:	$A = \frac{y^2 \cdot (z_1)}{2}$	0.103 m <sup>2</sup>
b) Perímetro mojado de la cuneta:	$P = y \cdot (\sqrt{1 + z_1^2} + 1)$	1.093 m
c) Radio Hidráulico:	$R_h = \frac{A}{P}$	0.095 m
c) Velocidad de caudal:	$V = \frac{R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n}$	
d) Caudal de diseño:	$Q_d = A \cdot V$	

Nº DE TRAMO	PROGRESIVA		S (m/m)	V (m/s)	Qr (m <sup>3</sup> /s)	Qr (lts/s)
1	16+200	17+400	2.77%	2.47	0.255	254.729
2	17+400	19+400	3.07%	2.60	0.268	268.169
3	19+400	20+445	1.55%	1.85	0.191	190.548
4	20+445	20+700	11.10%	4.94	0.510	509.918
5	20+700	21+756	2.88%	2.52	0.260	259.738
6	21+756	22+028	2.94%	2.54	0.262	262.430
7	22+028	22+364	6.26%	3.71	0.383	382.936
8	22+364	22+810	4.93%	3.29	0.340	339.831
9	22+810	23+053	7.41%	4.03	0.417	416.628
10	23+053	23+433	4.21%	3.04	0.314	314.036
11	23+433	23+980	3.84%	2.90	0.300	299.919
12	23+980	24+425	4.06%	2.99	0.308	308.391
13	24+425	24+859	2.78%	2.47	0.255	255.189

**DETERMINACION DE APORTE**

Factores que intervienen en el cálculo de caudal de aporte (Qa)

Ancho de vía: 4.10 m  
 Proyección Talud: 15.00 m

Intensidad de lluvia 46.68 mm/h

**Valores de "K" para la Determinación del Coeficiente de Escorrentía según su Condición**

Condición	Valores			
1. Relieve del terreno	K <sub>1</sub> = 40 Muy accidentado pendiente superior al 30%	K <sub>1</sub> = 30 Accidentado pendiente entre 10% y	K <sub>1</sub> = 20 Ondulado pendiente entre 5% y 10%	K <sub>1</sub> = 10 Llano pendiente inferior al 5%
2. Permeabilidad del suelo	K <sub>2</sub> = 20 Muy impermeable Roca sana	K <sub>2</sub> = 15 Bastante impermeabi	K <sub>2</sub> = 10 Permeable	K <sub>2</sub> = 5 Muy permeable
3. Vegetación	K <sub>3</sub> = 20 Sin vegetación	K <sub>3</sub> = 15 Poca	K <sub>3</sub> = 10 Bastante Menos del 10% de la superficie	K <sub>3</sub> = 5 Mucha Hasta el 90% de la superficie
4. Capacidad de Retención	K <sub>4</sub> = 20 Ninguna	K <sub>4</sub> = 15 Poca	K <sub>4</sub> = 10 Bastante	K <sub>4</sub> = 5 Mucha

**Coeficiente de Escorrentía**

K = K <sub>1</sub> + K <sub>2</sub> + K <sub>3</sub> + K <sub>4</sub>	C
100	0.8
75	0.65
50	0.50
30	0.35
25	0.2

**PAVIMENTO**

K=	65
C=	0.60

**AREA TECHADA**

K=	45
C=	0.45

AREA TECHADA Y AREA VERDE	0.45	PAVIMENTO	0.60
---------------------------	------	-----------	------

$$Qd = \frac{CIA}{360}$$

Qd= Caudal (m3/s)  
 C= Coeficiente de escorrentía  
 A= Área de influencia (Ha)  
 I= Intensidad de lluvia (mm/h)

TRAMO	DISTANCIA DE TRAMO	SUPERFICIE	AREA (Ha)	Qd (m³/s)	Qd (lts/s)	Qd TOTAL
1	1+200	PAVIMENTO	0.4920	0.0385	38.5054	143.5354
	1+200	A. TALUD	1.8000	0.1050	105.0300	
2	2+000	PAVIMENTO	0.8200	0.0642	64.1757	239.2257
	2+000	A. TALUD	3.0000	0.1751	175.0500	
3	1+045	PAVIMENTO	0.4284	0.0335	33.5254	124.9715
	1+045	A. TALUD	1.5672	0.0914	91.4461	
4	0+255	PAVIMENTO	0.1046	0.0082	8.1888	30.5252
	0+255	A. TALUD	0.3828	0.0223	22.3364	
5	1+056	PAVIMENTO	0.4332	0.0339	33.8999	126.3674
	1+056	A. TALUD	1.5847	0.0925	92.4675	
6	0+272	PAVIMENTO	0.1115	0.0087	8.7244	32.5215
	0+272	A. TALUD	0.4078	0.0238	23.7972	
7	0+335	PAVIMENTO	0.1375	0.0108	10.7597	40.1086
	0+335	A. TALUD	0.5030	0.0293	29.3489	
8	0+447	PAVIMENTO	0.1831	0.0143	14.3288	53.4131
	0+447	A. TALUD	0.6698	0.0391	39.0843	
9	0+243	PAVIMENTO	0.0996	0.0078	7.7948	29.0564
	0+243	A. TALUD	0.3644	0.0213	21.2616	
10	0+380	PAVIMENTO	0.1559	0.0122	12.2024	45.4864
	0+380	A. TALUD	0.5704	0.0333	33.2840	
11	0+547	PAVIMENTO	0.2241	0.0175	17.5383	65.3768
	0+547	A. TALUD	0.8199	0.0478	47.8385	
12	0+445	PAVIMENTO	0.1825	0.0143	14.2830	53.2421
	0+445	A. TALUD	0.6677	0.0390	38.9591	
13	0+434	PAVIMENTO	0.1779	0.0139	13.9229	51.9000
	0+434	A. TALUD	0.6509	0.0380	37.9771	

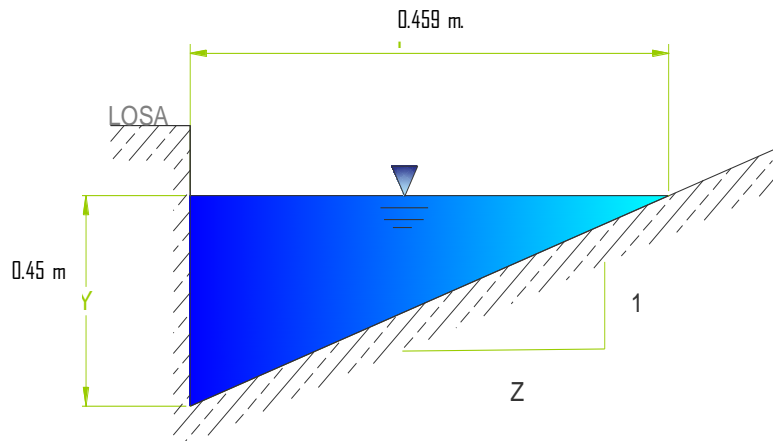
**VERIFICACIÓN**

se debe cumplir que :  $Q_a < Q_d$

TRAMO 1	143.535	<	254.729	VERDADERO
TRAMO 2	239.226	<	268.169	VERDADERO
TRAMO 3	124.972	<	190.548	VERDADERO
TRAMO 4	30.525	<	509.918	VERDADERO
TRAMO 5	126.367	<	259.738	VERDADERO
TRAMO 6	32.522	<	262.430	VERDADERO
TRAMO 7	40.109	<	382.936	VERDADERO
TRAMO 8	53.413	<	339.831	VERDADERO
TRAMO 9	29.056	<	416.628	VERDADERO
TRAMO 10	45.486	<	314.036	VERDADERO
TRAMO 11	65.377	<	299.919	VERDADERO
TRAMO 12	53.242	<	308.391	VERDADERO
TRAMO 13	51.900	<	255.189	VERDADERO

**EL CÁLCULO ES CORRECTO**

**DETALLE FINAL**



**SECCION DE CALZADA DEFINIDA**

