

# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



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

---

**Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha –  
Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023**

---

**Línea De Investigación:**

Ingeniería de Transportes

**Sub Línea De Investigación:**

Transportes

**Autores:**

Baltodano Contreras, Kattia Lucero

Murga Pinillos, Jair Gabriel

**Jurado Evaluador:**

Presidente : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

Secretario : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro

Vocal : Merino Martínez, Marcelo Edmundo

**Asesor:**

Luján Silva, Enrique Francisco

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

**TRUJILLO - PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/05/23**



# UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



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

---

**Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha –  
Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023**

---

**Línea De Investigación:**

Ingeniería de Transportes

**Sub Línea De Investigación:**

Transportes

**Autores:**

Baltodano Contreras, Kattia Lucero  
Murga Pinillos, Jair Gabriel

**Jurado Evaluador:**

Presidente : Burgos Sarmiento, Tito Alfredo  
Secretario : Velásquez Díaz, Gilberto Anaximandro  
Vocal : Merino Martínez, Marcelo Edmundo

**Asesor:**

Luján Silva, Enrique Francisco  
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

**TRUJILLO - PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación: 2024/05/23**

# Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>10%</b>	<b>4%</b>	<b>1%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego</b> Trabajo del estudiante	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>

Excluir citas      Activo  
Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias < 1%

  
Enrique Luján Silva  
ING. CIVIL  
R. GIP. 54460

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Enrique Francisco Luján Silva, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023”**, autores Baltodano Contreras Kattia Lucero y Murga Pinillos Jair Gabriel, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (15, Mayo del 2024).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: Trujillo 15/05/2024

.....  
Baltodano Contreras, Kattia Lucero  
DNI: 73709309

.....  
Murga Pinillos, Jair Gabriel  
DNI: 70867120

Enrique Luján Silva  
ING CIVIL  
R. CIP. 54460

.....  
Luján Silva, Enrique Francisco  
DNI: 18888927  
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8960-8810>

## DEDICATORIA

A Dios, por darme salud, sabiduría, fortaleza para no caer ante las dificultades y guiarme por el buen sendero para así lograr mis metas.

A mis padres, por haberme forjado como la persona que soy, por su amor infinito y todos los esfuerzos hechos por mí, hacen que sea mi soporte, estar presente en los desafíos y logros y por su constante motivación para alcanzar mis metas anheladas.

### **Kattia Lucero Baltodano Contreras**

A Dios, por protegerme en los momentos más adversos, por brindarme sabiduría para tomar decisiones y permitirme alcanzar una nueva etapa en mi vida, y por todas las bendiciones que me ha dado a lo largo de mi vida.

A mi familia, por inculcarme un ejemplo de esfuerzo y perseverancia. Por sus consejos y su apoyo que me permitieron salir adelante y no ceder ante las dificultades de la vida. Y gracias por su confianza y por siempre creer en mí y en mis metas.

### **Jair Gabriel Murga Pinillos**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A DIOS:**

Por guiarnos en nuestro camino profesional, guiarnos y permitirnos concluir nuestras metas.

### **PADRES:**

Por su apoyo incondicional en todo este proceso, por ser nuestro soporte y apoyarnos para lograr nuestra formación profesional.

### **DOCENTES:**

A toda nuestra plana docente que nos inculcaron sus enseñanzas y habernos compartido sus conocimientos a lo largo de nuestra formación.

### **DR. ING. LUJÁN SILVA, ENRIQUE FRANCISCO**

A nuestro asesor el Dr. Ing. Luján Silva, Enrique Francisco, por su asesoría y colaboración para poder lograr con éxito este presente trabajo.

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad el diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de un pavimento para la trocha carrozable de la ruta Quilcha – Shingate del distrito Sartimbamba – La Libertad, 2023. El diseño de investigación empleado fue no experimental, transversal, descriptivo simple, en donde la muestra está definida por la trocha carrozable del tramo de Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+230, y al cual se aplicó la observación estructurada junto al empleo de guías de observación y fichas de registro para la recolección de datos que nos serán de utilidad para realizar los estudios previstos.

Las principales conclusiones obtenidas fue la composición del tramo en estudio, la cual está conformado superficialmente de una capa de relleno, compuesto por suelo natural y desperdicios, predominando las arenas arcillosas con grava “SC” y arenas arcillosas con limo y grava “SC – SM” con un CBR promedio de 11.72%. Además, se realizó un conteo vehicular en donde, se observa que la transitabilidad vehicular es regular y el tipo de vehículos predominantes son camionetas Pick ups.

Esto nos permitirá elaborar un diseño óptimo del pavimento, permitiendo una mayor transitabilidad en la vía y mejorando la comunicación con la comunidad del centro poblado de Sartimbamba.

**Palabras claves:** Pavimento, drenaje pluvial, CBR, transitabilidad.

## ABSTRACT

The purpose of this research was the geometric, structural and storm drainage design of a pavement for the motorable track of the Quilcha - Shingate route of the Sartimbamba - La Libertad district, 2023. The research design used was non-experimental, transversal, simple descriptive, where the sample is defined by the motorized trail of the Quilcha - Shingate section from Km 0+000 to Km 13+230, and to which structured observation was applied along with the use of observation guides and record sheets for the collection of data that will be useful to us to carry out the planned studies.

The main conclusions obtained were the composition of the section under study, which is superficially made up of a fill layer, composed of natural soil and waste, predominating clayey sands with gravel "SC" and clayey sands with silt and gravel "SC - SM" with an average CBR of 11.72%. In addition, a vehicle count was carried out where it is observed that vehicular traffic is regular and the predominant type of vehicles are Pick-up trucks.

This will allow us to develop an optimal pavement design, allowing greater passability on the road and improving communication with the community of the Sartimbamba town center.

**Key words:** Flexible pavement, storm drainage, CBR, transitibility.

## PRESENTACIÓN

### Señores miembros del jurado:

Dando cumplimiento y conformidad a los requisitos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

“DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA – SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023”

Atentamente,

Br. Baltodano Contreras, Kattia Lucero

Br. Murga Pinillos, Jair Gabriel

Trujillo, Mayo del 2024

## INDICE

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
PRESENTACIÓN .....	x
INDICE .....	xi
INDICE DE TABLAS.....	xiii
INDICE DE FIGURAS.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problema de Investigación .....	1
1.1.1. Realidad Problemática .....	1
1.1.2. Enunciado del Problema .....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo General .....	2
1.2.2. Objetivos Específicos .....	2
1.3. Justificación.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA .....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.1.1. Internacionales .....	4
2.1.2. Nacionales .....	5
2.1.3. Locales.....	6
2.2. Marco teórico.....	7
2.2.1. Tipos de Pavimentos.....	7
2.2.2. Metodología de Diseño ASSHTO 93 para Pavimento Flexible .....	8
2.2.3. Suelo.....	9
2.2.4. Trafico Vial .....	14
2.2.5. Diseño geométrico.....	16
2.2.6. Clima.....	33
2.2.7. Drenaje.....	34
2.3. Marco conceptual .....	38
2.4. Sistema de Hipótesis.....	39
2.5. Variables e indicadores .....	39

2.5.1.	Variable Independiente.....	39
2.5.2.	Operacionalización de variables .....	40
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA .....	41
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	41
3.2.	Población y muestra de estudio.....	41
3.2.1.	Población .....	41
3.2.2.	Muestra .....	41
3.3.	Diseño de investigación.....	41
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación .....	42
3.4.1.	Técnicas.....	42
3.4.2.	Instrumentos.....	42
3.5.	Procesamiento y análisis de datos .....	42
IV.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	43
4.1.	Análisis e Interpretación De Resultados .....	43
4.1.1.	Estudio de Mecánicas de Suelos.....	43
4.1.2.	Estudio Topográfico.....	45
4.1.3.	Estudio de Tráfico .....	48
4.1.4.	Estudio Hidrológico.....	60
4.1.5.	Diseño geométrico.....	68
4.1.6.	Diseño estructural .....	82
4.1.7.	Diseño de obras de drenaje.....	91
4.2.	Docimasia de hipótesis.....	96
V.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	97
	CONCLUSIONES.....	99
	RECOMENDACIONES.....	101
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102
	ANEXOS .....	105

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Ensayos estándar realizado según su normativa.....	12
<b>Tabla 2</b> Ensayos especiales realizado según su normativa.....	12
<b>Tabla 3</b> Operacionalización de variables .....	40
<b>Tabla 4</b> Exploración de campo.....	43
<b>Tabla 5</b> Resultados de ensayos estándar .....	44
<b>Tabla 6</b> Resultados de ensayos especiales .....	44
<b>Tabla 7</b> Conteo de vehículos .....	49
<b>Tabla 8</b> Cálculo del índice media diario semanal.....	50
<b>Tabla 9</b> Cálculo de crecimiento poblacional.....	52
<b>Tabla 10</b> Factor de crecimiento acumulado (Fca).....	52
<b>Tabla 11</b> EE día carril para pavimento flexible.....	59
<b>Tabla 12</b> Número de repeticiones EE de 8.2tn para pavimento flexible.....	59
<b>Tabla 13</b> Estaciones pluviométricas en la zona de estudio.....	61
<b>Tabla 14</b> Estación Huamachuco .....	61
<b>Tabla 15</b> Precipitación máxima 24 horas – Estación pluviométrica .....	61
<b>Tabla 16</b> Precipitación máxima 24 horas corregida .....	62
<b>Tabla 17</b> Análisis de datos dudosos .....	63
<b>Tabla 18</b> Umbral superior e inferior.....	64
<b>Tabla 19</b> Prueba de bondad de ajuste .....	65
<b>Tabla 20</b> Resumen de distribución de frecuencia .....	65
<b>Tabla 21</b> Lluvias máximas – Método Frederich Bell.....	66
<b>Tabla 22</b> Intensidades máximas (mm/hora) – Método Frederich Bell .....	67
<b>Tabla 23</b> Intensidades máximas (mm/hora).....	68
<b>Tabla 24</b> Cálculo de radio mínimo (m) .....	72
<b>Tabla 25</b> Parámetros de diseño .....	79
<b>Tabla 26</b> Datos para cálculo de diseño estructural .....	82
<b>Tabla 27</b> Cálculo de módulo de resiliencia .....	82
<b>Tabla 28</b> Cálculo de número estructural .....	90
<b>Tabla 29</b> Periodo de retorno para diseño de obras de drenaje.....	92
<b>Tabla 30</b> Intensidad máxima de diseño .....	92

<b>Tabla 31</b> Parámetros para determinar caudal hidrológico .....	93
<b>Tabla 32</b> Caudal hidrológico (m <sup>3</sup> /s) .....	93
<b>Tabla 33</b> Parámetros para determinar caudal de diseño .....	94
<b>Tabla 34</b> Longitud máxima de descarga de cuneta tipo I.....	95
<b>Tabla 35</b> Caudal hidrológico (m <sup>3</sup> /s) .....	95
<b>Tabla 36</b> Matriz de consistencia.....	105
<b>Tabla 37</b> Coordenadas BM'S DATUN - WGS 84 - La poligonal básica .....	192
<b>Tabla 38</b> Coordenadas de estaciones DATUN - WGS 84 - Poligonal auxiliar .....	193
<b>Tabla 39</b> Distribución normal .....	201
<b>Tabla 40</b> Distribución log normal.....	202
<b>Tabla 41</b> Distribución log Pearson III .....	202
<b>Tabla 42</b> Prueba de Kolmogorov - Smirnov .....	203
<b>Tabla 43</b> Alineamiento horizontal.....	205

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ecuación para el diseño estructural de pavimento flexible .....	8
<b>Figura 2</b> Número de ensayos MR. y CBR .....	10
<b>Figura 3</b> Signos convencionales para perfil de calcatas – clasificación AASHTO ...	13
<b>Figura 4</b> Signos convencionales para perfil de calcatas – clasificación SUCS .....	14
<b>Figura 5</b> Parámetros para el cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn.....	15
<b>Figura 6</b> Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	17
<b>Figura 7</b> Datos básicos de los vehículos de diseño .....	18
<b>Figura 8</b> Anchos mínimos de carretera.....	18
<b>Figura 9</b> Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción. ....	19
<b>Figura 10</b> Fricción transversal máxima en curvas .....	21
<b>Figura 11</b> Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción. ....	21
<b>Figura 12</b> Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras .....	22
<b>Figura 13</b> Distancia de visibilidad de parada (m), en pendiente 0% .....	24
<b>Figura 14</b> Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros). ....	25
<b>Figura 15</b> Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase.....	27
<b>Figura 16</b> Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase.....	28
<b>Figura 17</b> Pendientes máximas (%).....	29
<b>Figura 18</b> Anchos mínimos de calzada en tangente.....	30
<b>Figura 19</b> Ancho de bermas .....	30
<b>Figura 20</b> Dimensiones mínimas y separación máximas de ensanches de plataforma.....	31
<b>Figura 21</b> Valores del bombeo de la calzada .....	31
<b>Figura 22</b> Valores de peralte máximo .....	32

<b>Figura 23</b> Valores referenciales para taludes en corte .....	32
<b>Figura 24</b> Valores referenciales en zonas de relleno (terraplenes) .....	32
<b>Figura 25</b> Valores de Kn para la prueba de los datos dudosos .....	35
<b>Figura 26</b> Factores de ajuste de la frecuencia de observación diaria.....	35
<b>Figura 27</b> Categorías de sub rasante .....	45
<b>Figura 28</b> Plano en planta .....	47
<b>Figura 29</b> Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño .....	53
<b>Figura 30</b> Configuración de ejes.....	54
<b>Figura 31</b> Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos flexibles .....	55
<b>Figura 32</b> Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígido.....	55
<b>Figura 33</b> Factor camión C2 y C3 y semi tráiler T2S2 para pavimentos flexibles.....	56
<b>Figura 34</b> Factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp) .....	57
<b>Figura 35</b> Tipo de tráfico expresado en EE .....	60
<b>Figura 36</b> Datos básicos del vehículo de diseño – Camión C3.....	69
<b>Figura 37</b> Elección del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción. ....	70
<b>Figura 38</b> Vehículo C3.....	71
<b>Figura 39</b> Giro mínimo para ómnibus de dos ejes (B3) trayectoria 180° .....	73
<b>Figura 40</b> Datos básicos del vehículo de diseño .....	74
<b>Figura 41</b> Elección de distancia de visibilidad de parada (m), en pendiente 0% .....	74
<b>Figura 42</b> Elección de distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)....	75
<b>Figura 43</b> Elección del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	75
<b>Figura 44</b> Elección del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.....	76
<b>Figura 45</b> Sección transversal N° 01 .....	80
<b>Figura 46</b> Sección transversal N° 02 .....	80
<b>Figura 47</b> Sección transversal N° 03 .....	81

<b>Figura 48</b> Sección transversal N° 04 .....	81
<b>Figura 49</b> Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico. ....	83
<b>Figura 50</b> Valores estándar de desviación normal (ZR) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad.....	83
<b>Figura 51</b> Índice de servicialidad inicial (PI) según rango de tráfico .....	84
<b>Figura 52</b> Índice de servicialidad terminal (PT) según rango de tráfico .....	85
<b>Figura 53</b> Número estructural según programa ecuación AASHTO 93.....	86
<b>Figura 54</b> Coeficientes estructurales de las capas de pavimentación. ....	87
<b>Figura 55</b> Calidad de drenaje. ....	88
<b>Figura 56</b> Coeficiente de drenaje para base y subbase .....	89
<b>Figura 57</b> Sección del pavimento flexible .....	90
<b>Figura 58</b> Coeficiente de escorrentía para diferentes periodos de retorno.....	93
<b>Figura 59</b> Cuneta tipo I .....	95
<b>Figura 60</b> Plano de ubicación y localización.....	107
<b>Figura 61</b> Red vial nacional .....	108
<b>Figura 62</b> Red vial departamental.....	109
<b>Figura 63</b> Red vial provincial .....	110
<b>Figura 64</b> Excavación de Calicatas. ....	111
<b>Figura 65</b> Ensayo de contenido de humedad. Calicata 12. ....	111
<b>Figura 66</b> Ensayo de granulometría. Calicata 01.....	112
<b>Figura 67</b> Ensayo de granulometría. Calicata 05.....	112
<b>Figura 68</b> Ensayo de límite líquido. Calicata 08.....	113
<b>Figura 69</b> Ensayo de límite plástico. Calicata 02. ....	113
<b>Figura 70</b> Ensayo de proctor modificado. Calicata 08. ....	114
<b>Figura 71</b> Ensayo de proctor modificado. Calicata 08. ....	114
<b>Figura 72</b> Levantamiento topográfico KM 0+000.....	193
<b>Figura 73</b> Levantamiento topográfico KM 0+300.....	194
<b>Figura 74</b> Levantamiento topográfico KM 0+600.....	194
<b>Figura 75</b> Levantamiento topográfico KM 0+900.....	195
<b>Figura 76</b> Levantamiento topográfico KM 1+100.....	195

<b>Figura 77</b> Levantamiento topográfico KM 1+300.....	196
<b>Figura 78</b> Plano topográfico.....	197
<b>Figura 79</b> Vehículo trayler $\geq 3S3$ .....	198
<b>Figura 80</b> Vehículo camioneta pick up y camión 3E .....	198
<b>Figura 81</b> Vehículo bus 2E .....	199
<b>Figura 82</b> Vehículo camión 4E.....	199
<b>Figura 83</b> Vehículo camión 3E – Ejemplo 1 .....	200
<b>Figura 84</b> Vehículo camión 3E – Ejemplo 2.....	200

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Problema de Investigación

#### 1.1.1. Realidad Problemática

La red vial es un elemento fundamental para el crecimiento y desarrollo de un país, ya que permite el transporte de personas y cargamentos. Y es por ello que muchos países han optado por el desarrollo de metodologías que permitan el diseño y la elaboración de pavimentos duraderos, económicos y que generan el menor impacto hacia el medio ambiente. Y una vez realizado el pavimento requiere de un mantenimiento periódico para garantizar su adecuado funcionamiento.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2022), el Perú cuenta con una red vial de 173,611.3 km de los cuales solo se ha pavimentando 22,671.5 km y 14,898 km presentan solución asfáltica lo que equivale al 15.98% y 8.84% respectivamente de la red vial nacional. En base a estos datos se podría considerar que el país presenta una pésima red vial y esto se debe a muchos factores, dentro de los cuales podría ser una mala gestión de obras o la falta de inversión pública y privada.

Con respecto a la red vial departamental de La Libertad, está conformada por 5,605.6 km, que a su vez cuenta con 157.3 km de superficie asfáltica, 788.2 km afirmada, 592.9 km sin afirmar y 4,062.2 de trochas carrozables, equivalente al 2.78%, 13.82%, 10.57% y 72.83% respectivamente de la red vial departamental de La Libertad datos según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2022). Cabe resaltar que las vías asfaltadas son mayormente empleadas en las zonas costeras y desde afirmado hasta trozas carrozables se emplean mayormente en la zona de la sierra. Se puede apreciar con más detalle el deficiente estado del sistema vial y por ello la necesidad de mejorar la calidad de las vías, sobre todo en la zona de la sierra.

Por último, tenemos la provincia Sánchez Carrión, si bien cuenta con 1,729.48 km siendo la provincia con mayor red vial con respecto al departamento de La Libertad, la mayor parte de esta red se conforma por trochas carrozables siendo

1,729.48 km y solo se ha pavimentado 3.06 km lo que equivale al 79.28% y 0.18% respectivamente. Y aunque actualmente hay varios proyectos en ejecución en dicha provincia, varias rutas aún no se han tomado en cuenta y son de vital importancia para la comunicación y el desarrollo de ciertos poblados como es la ruta Quilcha – Shingate.

### **1.1.2. Enunciado del Problema**

El presente proyecto tiene como fin elaborar un diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha – Shingate, de ese modo permitir un mayor acceso a dichas ciudades incentivando al desarrollo económico. Por ello se formula el problema de investigación siguiente:

¿Cuál es el diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial óptimo para la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Realizar un diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar un estudio de mecánica de suelos para caracterizar el suelo de la vía de interés.
- Realizar un estudio topográfico para identificar el desnivel del terreno.
- Desarrollar un estudio de tráfico para identificar la cantidad y el tipo de vehículos que transitan por la vía.
- Elaborar un estudio hidrológico para identificar las cuencas y el régimen usual de lluvias máximas presente en la zona de estudio.
- Realizar un diseño geométrico de una carretera según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018.

- Elaborar un diseño estructural de una carretera en base al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos vigente.
- Diseñar las obras de drenaje en carreteras según el Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

### **1.3. Justificación**

La presente investigación permite desarrollar uno de los problemas que suceden día a día, teniendo como finalidad brindar un diseño geométrico y estructural con drenaje pluvial para la ruta del sector Quilcha-Shingate del distrito de Sartimbamba con el fin de que el diseño a proponer pueda ser tomada en cuenta como alternativa de solución para su ejecución.

Se justifica metodológicamente, puesto que para la elaboración del diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial del pavimento se realizará un estudio de mecánica de suelos, un estudio topográfico, un estudio de tráfico vehicular y un estudio hidrológico, además que para su diseño se emplearán el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, y el Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje respectivamente; y una vez demostrado su veracidad y confiabilidad pueda ser tomado en cuenta en otros trabajos de investigación y en otras instituciones educativas.

Desde el enfoque social, esta investigación propiciaría el desarrollo y comunicación de ambas localidades, mediante el diseño de un pavimento que brinde mayor accesibilidad y flujo de mercancía, y por ende también mejoraría las condiciones de vida de ambas poblaciones.

Por último, como criterio práctico, la iniciativa de esta propuesta busca identificar el tránsito vehicular de la ruta, elaborar estudios e incentivar la creación de un pavimento flexible óptimo con su respectivo sistema de drenaje pluvial.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Internacionales

Garzón C. (2020) en su tesis “Evaluación de metodología AASHTO y SHELL para el diseño de pavimento de la vía “Caracolí” que conecta a “La carretera del amor” en Villavicencio – Meta” realizó una comparación entre la metodología AASHTO 93 y SHELL 78 para el diseño de una vía de estudio. Primero se realizó una comparación teórica de ambos métodos con respecto al enfoque y a la cantidad de información necesaria para cada método. Luego se comparó los datos obtenidos en ambos métodos, en escenarios establecidos para la vía “Caracolí”, en la municipalidad de Villavicencio en el Meta, según distintos parámetros como el tránsito, subrasante y clima, así como los espesores de las capas y el precio de los materiales. Como resultado se obtuvo que la metodología AASHTO 93 es el método más conservador, y para ello se tomó en cuenta los espesores de las capas del pavimento flexible y los precios implicados. Por otro lado, también se observó que el método SHELL 78 requiere de mayor cantidad de información, y gracias a ello se estableció diversas combinaciones de los espesores de las distintas capas del pavimento que garantizan el adecuado desempeño de los valores de deformación por tracción en las capas asfálticas ( $\epsilon_t$ ) y la deformación vertical por compresión en la subrasante ( $\epsilon_z$ ) durante el periodo de diseño. Por ello se concluyó complementar los datos obtenidos con softwares más actualizados y que presenten un análisis empírico-mecanicista de los datos. La presente investigación científica nos indica que el método AASHTO 93 es recomendable debido a que presenta un diseño óptimo con una menor cantidad de datos que la metodología SHELL 78.

Quiroga P. (2021) en su tesis “Propuesta diseño de alternativas de alcantarillas, poceta y cunetas para el tramo de carretera terciaria ubicada en el km 15 de juntas en el municipio de Ibagué Tolima” realizó un diseño de un Box Culvert y cunetas como una solución a una problemática existente en el km 15 de la vía que conduce de Ibagué a Juntas, cuando la quebrada que atraviesa la misma aumenta

su caudal impidiendo el paso vehicular y peatonal a los habitantes del sector. Por lo que la presente investigación científica nos permite tener conocimientos sobre el dimensionamiento de cunetas para el drenaje pluvial de la carretera.

### **2.1.2. Nacionales**

Kari y Olortegui (2021) en su tesis “Propuesta de mejora de la estructura del pavimento flexible reforzado con geo compuesto en la interfaz Subrasante – Subbase en la zona de los Pantanos de Villa – Chorrillos” realizaron una evaluación del empleo de geo compuestos (geomalla Triaxial y geomembrana HDPE), para reforzar la interfaz de la subrasante y subbase de un pavimento flexible. Por ello, se diseñó tres estructuras de pavimentos para un tramo de la Av. Prolongación Defensores del Morro – Chorrillos. Luego de evaluar el estado de la vía se diseñó un pavimento convencional, un pavimento reforzado con geomalla triaxial y otro con geomembrana HDPE. Según los resultados obtenidos, el pavimento reforzado con geo compuesto redujo los espesores de la estructura en un 47.62% con respecto al pavimento convencional. Luego se realizó un análisis económico de las propuestas diseñadas del pavimento flexible y se concluyó que el costo del pavimento con refuerzo del geo compuesto es menor al del pavimento tradicional en un 5.07%. El aporte de este trabajo de investigación fue el de aportar otra alternativa del diseño óptimo de un pavimento flexible.

Gonzales y Mija (2021) en su tesis “Diseño geométrico y estructural de las vías no pavimentadas para la localidad de Algodonal, distrito de Paimas, Ayabaca, departamento de Piura” realizó un Diseño Geométrico y Estructural de las vías no pavimentadas de la localidad, con la finalidad de brindarles un mejor servicio a los vehículos que circulan en esta zona, una mejor calidad de vida a las personas que habitan en esta localidad sobretodo abrir nuevas oportunidades de desarrollar sus actividades económicas. Para ello, elaboraron un levantamiento topográfico, un estudio de mecánica de suelos, un estudio de tráfico y un estudio hidrológico con la finalidad de realizar una habilitación Urbana planteando planos de lotización reorganizando la zona y definiendo áreas de aporte bajo la normativa T.H 010 de Habilitaciones Urbanas. El aporte de este trabajo de investigación fue el de aportar

una metodología para el diseño del pavimento.

### **2.1.3. Locales**

Castillo y Castro (2020) en su tesis “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 Sechura – Piura” analizaron los costos entre el diseño estructural de un pavimento flexible frente a un pavimento rígido para el mejoramiento del camino vecinal Yapato, y para ello primero realizaron un análisis de estudio de tráfico empleando 2 métodos de desarrollo para la proyección del tráfico a futuro Luego realizaron un estudio de mecánica de suelos y para el diseño del pavimento rígido y flexible emplearon la norma AASHTO 93. Por último, para realizar los presupuestos se tomaron en cuenta precios unitarios de la localidad. Se obtuvo como resultado que para un pavimento flexible su paquete estructural será de 2” = 5cm de espesor de carpeta asfáltica, 4” = 10cm de espesor de base granular y su presupuesto fue de S/. 6,094,253.63; y para un pavimento rígido obtuvimos un espesor losa de concreto de 4” = 10 cm, espesor de base de 6” = 15cm y un presupuesto de S/. 6,866,010.43. Se concluyó que, de acuerdo con el análisis del diseño entre los pavimentos y el presupuesto de ejecución, empleando “la metodología AASHTO 93”, el pavimento flexible tiene como precio de ejecución menor al pavimento rígido una diferencia económica de S/. 771,756.80. El trabajo de investigación realizó una estimación de los presupuestos para un pavimento rígido y flexible y por ende nos indicó que el pavimento flexible es más económico que el pavimento rígido.

Guevara y Urcia (2019) en su tesis “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del Índice de Condición del Pavimento” analizaron el estado de conservación del pavimento flexible en la Av. Cesar Vallejo, y emplearon la metodología PCI (Pavement Condition Index). Para ello, seccionaron la vía en análisis para seleccionar 10 muestras aleatoriamente, según el Manual del PCI y se evaluó los distintos tipos de fallas presentes en la zona estudiada. En todas las fallas catalogadas, se determinó los niveles de severidad predominantes, se encontró que

el nivel de severidad predominante es la Alta y además la falla en la que predomina es la falla tipo 19: Desprendimiento de agregados con incidencia de 9.21%. Se realizó el análisis del estado de conservación de la Av. César Vallejo entre las cuadras 04 al 15, mediante el cual se obtuvo un PCI de 50.56, por ello, se concluye, según el rango contemplado en el Manual de aplicación de PCI, que se encuentra en un estado de conservación REGULAR. El aporte brindado es una noción del tipo de falla más predominante presente en el pavimento flexible de una vía de alto tránsito.

Flores y Valverde (2019) en su tesis “Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío de Markahuamachuco – Sanagorán – provincia de Sánchez Carrión – La Libertad” realizaron un análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para el mejoramiento de un camino vecinal en la provincia de Sánchez Carrión, la libertad. Para ello emplearon la metodología AASHTO 93 y se realizaron estudios topográfico y ensayos de mecánica de suelos a la vía de estudio. Luego se procedió a determinar los espesores de la capa y, por último, se realizó un presupuesto para ambos pavimentos. Se obtuvo que la ruta presentaba una topografía variable entre ondulada y escarpada. Luego se determinó un CBR de 8.29% y se obtuvo los ejes equivalentes para ambos pavimentos. Por último, se hizo una comparación entre el pavimento rígido y flexible mediante la metodología AASHTO 93, y se concluyó que el pavimento flexible presenta una estructura más óptima y recomendable para la vía de estudio. El presente trabajo nos brinda una idea más clara y precisa sobre el tipo de pavimento más idóneo para las zonas que comprende la provincia Sánchez Carrión.

## **2.2. Marco teórico**

### **2.2.1. Tipos de Pavimentos**

**2.2.1.1. Pavimento Flexible.** El pavimento flexible se caracteriza por presentar una carpeta de rodadura delgada de mezcla asfáltica que se apoya en la base y la sub- base. Sin embargo, en algunos casos no es necesario estas capas. Su estructura total se flexiona al momento que recibe las cargas

vehiculares. (Montejo, 2002, p.2)

**2.2.1.2. Pavimento Semirrígido.** Los pavimentos semirrígidos tienen la misma estructura de los pavimentos flexibles, a diferencia que este tipo de pavimento tiene una capa rigidizada que se logra artificialmente. (Montejo, 2002, p.5)

**2.2.1.3. Pavimento Rígido.** El pavimento rígido (figura 2) está construido por una losa de concreto simple, colocada sobre la subrasante o subbase. La distribución de esfuerzos se da en una amplia zona debido al alto coeficiente de elasticidad del concreto y su capacidad de resistencias a la fuerza de tensión. (Montejo, 2002, p.5)

## **2.2.2. Metodología de Diseño ASSHTO 93 para Pavimento Flexible**

La metodología se basa en los estudios realizados en Ottawa por la AASHTO, las pruebas se realizaron en secciones flexibles y rígidas de puentes cortos construidos sobre terraplenes. (Garber y Holer, 2005, p.1025). El procedimiento se basa en los cálculos de la carga vehicular y la resistencia del suelo.

El número estructural (SNr), es la base para determinar los espesores del pavimento, el cual debe soportar la carga vehicular, durante el periodo de diseño establecido. (MTC, 2014, P. 121)

**2.2.2.1. Variables.** El objetivo del método AASHTO 93 es calcular el número estructural (SN) de pavimento flexible, utilizando la ecuación (Figura 3), este valor debe ser el adecuado para soportar la ESAL proyectada en el diseño. (Garber y Holer, 2005, p.23)

### **Figura 1**

*Ecuación para el diseño estructural de pavimento flexible*

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

*Fuente.* Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.131)

### 2.2.2.2. Parámetros de Diseño

- **El Suelo.** El método AASHTO 93 permite convertir el valor CBR en el valor equivalente  $MR$  (Módulo de Resiliencia). (Garber y Holer, 2005, p. 1027)
- **Periodo de Diseño.** Será como mínimo de 20 años, este periodo se puede ajustar según lo querido por la entidad y las condiciones del proyecto; el ingeniero de pavimentos se encargará de esto. (MTC, 2014, p. 121)
- **El Tránsito (ESALs).** La aplicación de la carga vehicular se da en función de la cantidad de cargas 18 000 lb en eje sencillo ESAL de diseño, los factores de equivalencia se basan en la durabilidad terminal que se va a usar en el diseño y el número estructural SN. (Garber y Holer, 2005, p. 1027)
- **Servicialidad.** La servicialidad es la capacidad del pavimento para servir al tránsito que circula por la vía. (Becerra, 2012, p. 116)
- **Confiabilidad.** La confiabilidad es un factor de seguridad que incremente el tránsito previsto a lo largo del diseño. (Becerra, 2012, p. 117)

### 2.2.3. Suelo

El Manual de Carreteras 2014 y la EG 2013, indica los ensayos fundamentales y necesarios para predecir características físicas y mecánicas del suelo y su comportamiento bajo la acción de sistemas de carga para suelos no Pavimentados.

El manual MTC menciona que de cada una de las calicatas se obtendrán

muestras representativas de la subrasante con la finalidad de realizar ensayos de Módulos de resiliencia ( $M_R$ ) o ensayos de CBR para su correlación con las ecuaciones  $M_R$ , en la cual la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera como se muestra en la siguiente figura.

## Figura 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>

*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.28)*

Luego para las muestras representativas se realizarán los ensayos estándar y especiales según menciona el manual MTC con la finalidad de identificar y caracterizar los tipos de suelos y sus propiedades.

- **Contenido de Humedad.** Es de gran importancia, ya que las condiciones de humedad y densidad que presentan los suelos se encuentran relacionadas con la resistencia de la subrasante, en su mayoría finos. Al determinar la

humedad natural (ensayo MTC EM 108) se realiza una comparación con la humedad óptima obtenida de los ensayos Proctor para la obtención del CBR del suelo ensayo MTC EM 132 (MTC, 2014, p.35)

- **Granulometría.** La granulometría es la propiedad más característica de un suelo, ya que distingue a los suelos según los tamaños de sus partículas. Así mismo, para realizar un análisis granulométrico existen dos formas: por tamizado y por sedimentos. (Kraemer et al., 2004, p.30)
- **Plasticidad.** Esta propiedad hace que el suelo se deforme y mantenga su nueva forma al ser expuesto a fuerzas de compresión, considerando mantener un grado determinado de humedad, sin descuidar su volumen ni romperse y para fines de ingeniería vial, se emplea el límite líquido (LL) y límite plástico (LP). (Becerra, 2012, p.61)
- **Equivalente de Arena.** Es la relación que pertenece al contenido de material arcilloso que presentan los suelos o agregados finos (ensayo MTC EM 114). Se obtiene resultados similares a generados en los límites de Atterberg, pero menos exacto. Siendo más fácil y rápido de realizar. Al obtener el Equivalente de Arena (EA) se obtendrá un indicativo de la plasticidad del suelo.
- **Índice de Grupo.** Sirve para clasificar a los suelos y esta normado por AASHTO, su valor varía entre 0 a 20. (MTC, 2014, p.34)
- **Ensayo CBR.** Ensayo MTC EM 132, teniendo la clasificación AASHTO y SUCS, se realiza un perfil estratigráfico para cada tramo de estudio, por consiguiente, se determinará un esquema de ensayos para establecer el CBR, que es el valor soporte o resistencia del suelo en estudio, que estará descrito al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm. (MTC, 2014, p.37)

A continuación, se muestra los ensayos que indica el reglamento del MTC, así como su normativa para un mayor detalle.

**Tabla 1**

*Ensayos estándar realizado según su normativa*

ENSAYOS ESTANDAR	NORMA
Análisis Granulométrico por tamizado	ASTM D - 422, MTC E - 107
Límite líquido	ASTM D - 4318, MTC E - 110
Límite plástico	ASTM D - 4318, MTC E - 111
Contenido de humedad	ASTM D - 2216, MTC E - 108

*Fuente. Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.38)*

**Tabla 2**

*Ensayos especiales realizado según su normativa*

ENSAYOS ESPECIALES	NORMA
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D-1883, MTC E 132
Proctor Modificado	ASTM D-1557, MTC E 115

*Fuente. Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.38)*

Establecidas las características de los suelos anteriormente, se logra saber con mayor aproximación el comportamiento del suelo, para ello es necesario establecer las propiedades del suelo; y luego clasificar, delimitando sectores similares desde la perspectiva de la geotecnia.

Los sistemas de clasificación más utilizados son: AASHTO y ASTM (SUCS), a continuación, se muestra una relación entre ambos.

**a. Clasificación ASTM(SUCS).** El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se aplica en menor porcentaje para la ingeniería de tránsito, dejando para consulta solo en caso de diseño de cimentaciones.

Esta clasificación a su vez divide en dos grandes grupos a los suelos:

**Suelos Finos:** son aquellos que al ser tamizados el porcentaje que pasa la

malla N.º 200 es mayor a 50%. Entre los más conocidos están los limos (L) y arcillas(C).

**Suelos gruesos:** son aquellos con el porcentaje que pasa en la malla N.º 200 es mayor de 50% (arenas y gravas) y se subdivide en:

Grava (G) cuando el porcentaje de malla N.º 4 sea menor a 50%.

Arena (S) cuando el porcentaje de malla N.º 4 sea mayor a 50%. (Becerra, 2012, p.66)

**b. Clasificación AASHTO.** La clasificación AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) fue adoptada en 1931 por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos. Esta clasificación no se realiza según la naturaleza del suelo, sino señala que tipos de suelos son más útiles para la construcción de infraestructura. Por ello es que se diferencian siete grupos de suelos, denominados A-1 a A-7, más otro grupo de suelos orgánicos. (Kraemer et al., 2004, p.41)

A continuación, se muestra las simbologías de las clasificaciones AASHTO Y SUCS según el manual de carreteras del MTC.

### Figura 3

*Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación AASHTO*

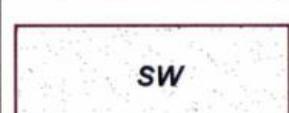
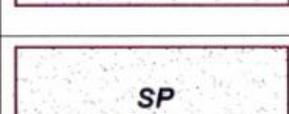
Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Simbología AASHTO

Fuente. *Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.29)*

**Figura 4**

*Signos convencionales para perfil de calicatas – clasificación SUCS*

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Fuente. *Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.30)*

#### 2.2.4. Trafico Vial

**2.2.4.1. Estudio de Volumen de tráfico.** Este estudio consiste en el conteo de vehículos que pasan por un punto establecido ya sea en una carretera o calle, el tiempo de conteo puede variar, luego estos datos deben ser procesados con la finalidad de obtener el EAL. (Garber y Hoel, 2005, p.93)

**2.2.4.2. Clasificación de Vehículos (CV).** Se registra el número de vehículos que transitan dependiendo a su categoría, por ejemplo, los automóviles de

pasajeros, camiones de dos ejes o camiones de tres ejes. Esta clasificación nos sirve para definir la estructura de los pavimentos o puentes y la obtención de las características geométricas que estas tendrán. (Garber y Hoel, 2005, p.93)

**2.2.4.3. Numero de repeticiones de ejes equivalentes.** El diseño del pavimento se realiza en base a la demanda ejercida por el tráfico pesado que corresponde a ómnibus y camiones.

Los Ejes Equivalentes (EE) son una unidad establecida por AASHTO para determinar el efecto del tránsito. Un EE es el daño generado por un eje simple de dos ruedas convencionales cargados con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. (MTC, 2014, p.66)

El Manual de Carreteras del MTC indica que para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

$$\mathbf{Nrep\ de\ EE\ 8.2tn = \Sigma (EE_{día-carril} \times Fca \times 365)}$$

En donde en la siguiente tabla se detallan sus parámetros.

### **Figura 5**

*Parámetros para el cálculo de número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2tn*

Parámetros	Descripción
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton
EE <sub>día-camii</sub>	<p>EE<sub>día-camii</sub> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE_{día-camii} = IMD_{p_i} \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$ <p>donde:</p> <p>IMD<sub>p<sub>i</sub></sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>F<sub>d</sub>: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F<sub>c</sub>: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F<sub>vp<sub>i</sub></sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>F<sub>p</sub>: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según <a href="#">cuadro 6.2</a> )
365	Número de días del año
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, (Pág.73, 74)

### 2.2.5. Diseño geométrico

El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 indica que primero se debe clasificar la carretera según demanda y orografía.

**2.2.5.1. Clasificación según su Demanda.** Se clasifica en 6 tipos de carreteras:

- Autopistas de primera clase: IMDA > 6,000 veh/día
- Autopistas de segunda clase: entre 6,000 veh/día y 4,001 veh/día
- Carretera de 1ra Clase: IMDA entre 2,001 y 4,000 veh/día
- Carretera de 2ra Clase: IMDA entre 400 y 2,000 veh/día
- Carretera de 3ra Clase: IMDA menos 400 veh/día
- Trochas Carrozables: IMDA no especificado



Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág.97)*

**2.2.5.4. Vehículo De Diseño.** En la siguiente figura se resumen los datos básicos de los vehículos de diseño.

**Figura 7**

*Datos básicos de los vehículos de diseño*

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág.27)*

**2.2.5.5. Derecho de Vía.** Según las DG-2018, se presenta, el cuadro para la elección del Derecho de Vía o Faja de Dominio.

**Figura 8**

*Anchos mínimos de carretera*

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 199)*

## 2.2.5.6. Diseño Geométrico En Planta

**2.2.5.6.1. Curvas Horizontales.** El manual de Diseño Geométrico-2018, establecen un cuadro para elegir el radio de curvatura mínimo recomendado en función de la velocidad directriz y el máximo peralte.

- **RADIOS MINIMOS Y PERALTES MAXIMOS**

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

$R_{\text{mín}}$  : Radio Mínimo

$V$  : Velocidad de diseño

$P_{\text{máx}}$  : Peralte máximo asociado a  $V$  (en tanto por uno).

$f_{\text{máx}}$  : Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a  $V$ .

### Figura 9

*Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.*

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{\text{máx}}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 132)*

- **SOBREANCHO**

Las DG-2018, establecen la siguiente fórmula para calcular el valor el sobreancho en una carretera.

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

Donde:

Sa : Sobreancho (m)

n : Número de carriles

R<sub>c</sub> : Radio de curvatura circular (m)

L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

Ahora, teniendo en cuenta el volumen de tráfico que pasa por la vía, solo usaremos la primera expresión, quedando la misma, de la siguiente manera:  $Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2})$ , siendo esta expresión más conocida como la Fórmula Simple del AASHTO.

- **RELACIÓN DEL PERALTE, RADIO Y VELOCIDAD ESPECÍFICA DE DISEÑO**

Para el caso de carreteras de Tercera Clase, aplicando la fórmula que a continuación se indica.

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127 (0.01 P_{\max} + f_{\max})}$$

Dónde:

R<sub>min</sub> : mínimo radio de curvatura.

e<sub>máx</sub> : valor máximo del peralte.

$f_{\text{máx}}$  : factor máximo de fricción.

$V$  : velocidad específica de diseño

- **FRICCION TRANSVERSAL MAXIMA EN CURVAS**

**Figura 10**

*Fricción transversal máxima en curvas*

Velocidad de diseño Km/h	$f_{\text{máx}}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 132)*

- **CALCULOS DE RADIO MINIMO Y PERALTES MAXIMOS**

**Figura 11**

*Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.*

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 132)

- **VEHICULO DE DISEÑO**

### Figura 12

Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 27)*

## 2.2.5.7. Diseño Geométrico del Perfil Longitudinal

**2.2.5.7.1. Distancia de Visibilidad de Parada.** La distancia de parada para pavimentos húmedos, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

Dónde:

- D<sub>p</sub> : Distancia de parada (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)
- t<sub>p</sub> : Tiempo de percepción + reacción (s)
- a : deceleración en m/s<sup>2</sup>

El primer término de la fórmula representa la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (d<sub>tp</sub>) y el segundo la distancia recorrida durante el frenado hasta la detención (d<sub>f</sub>).

El tiempo de reacción de frenado, es el intervalo entre el instante en que el conductor reconoce la existencia de un objeto, o peligro sobre la plataforma, adelante y el instante en que realmente aplica los frenos. Así se

define que el tiempo de reacción estaría de 2 a 3 segundos, se recomienda tomar el tiempo de percepción – reacción de 2.5 segundos.

Para vías con pendiente superior a 3%, tanto en ascenso como en descenso, se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$Dp = 0.278 V t_p + \frac{V^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Dónde:

- d : distancia de frenado en metros
- V : velocidad de diseño en km/h
- a : deceleración en m/s<sup>2</sup>
- i : Pendiente longitudinal (tanto por uno)
- +i : Subidas respecto al sentido de circulación
- i : Bajadas respecto al sentido de circulación.

Se considera obstáculo aquél de una altura  $\geq$  a 0.15 m, con relación a los ojos de un conductor que está a 1.07 m sobre la rasante de circulación.

### Figura 13

*Distancia de visibilidad de parada (m), en pendiente 0%*

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

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 104)

Nota: La distancia de reacción de frenado calculado en tiempo 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de 3.4 m/s<sup>2</sup>., de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 de AASHTO.

#### Figura 14

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 105)

### 2.2.5.7.2. Curvas Verticales

**A. Longitud de curvas convexas** La longitud de las curvas verticales convexas, se determina con las siguientes fórmulas:

Para contar con la visibilidad de parada ( $D_p$ ).

Cuando  $D_p < L$ ;

$$L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Cuando  $D_p > L$ ;

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Dónde, para todos los casos:

L : Longitud de la curva vertical (m)

$D_p$  : Distancia de visibilidad de parada (m)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

$h_1$  : Altura del ojo sobre la rasante (m)

$h_2$  : Altura del objeto sobre la rasante (m)

Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso ( $D_a$ ).

Cuando  $D_a < L$ :

$$L = \frac{A D_a^2}{946}$$

Cuando  $D_a > L$ :

$$L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Donde:

Da : Distancia de visibilidad de adelantamiento o Paso (m).

L y A : Idem (a).

Los valores del índice K al que se refiere el Art. 303.04.01 para la determinación de la longitud de las curvas verticales convexas para carreteras de Tercera Clase, serán los indicados en la siguiente tabla:

### Figura 15

Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase.

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 180)

**B. Longitud de curvas cóncavas.** La longitud de las curvas verticales cóncavas se determina con las siguientes fórmulas:

Cuando:  $D < L$ ;

$$L = \frac{A D^2}{120 + 3.5D}$$

Cuando:  $D > L$ ;

$$L = 2D - \left( \frac{120 + 3.5D}{A} \right)$$

Donde:

D : Distancia entre el vehículo y el punto dónde con un ángulo de  $1^\circ$ , los rayos de luz de los faros, interseca a la rasante.

Los valores del índice K al que se refiere el Art. 303.04.01 para la determinación de la longitud de las curvas verticales cóncavas para carreteras de Tercera Clase, serán los indicados en la siguiente tabla:

### Figura 16

Valores del índice *k* para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 182)

**2.2.5.7.3. Pendientes Mínimas.** Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.

- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.
- En el presente proyecto el bombeo corresponde a 2.5%.

**2.2.5.7.4. Pendientes Máximas.** Así, a continuación, se muestra la Tabla 45 para establecer la pendiente máxima.

**Figura 17**

*Pendientes máximas (%)*

Demanda	Autopistas								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																				
40 km/h																				
50 km/h																				
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																			

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 171)*

## 2.2.5.8. Diseño Geométrico de la Sección Transversal

### 2.2.5.8.1. Calzada.

Las DG-2018 en la Tabla 304.01, indica los valores apropiados de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación a la Clasificación de la Carretera y al tipo de orografía.

**Figura 18***Anchos mínimos de calzada en tangente*

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30km/h																					6.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60		
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60		
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60				
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60				
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20									
110 km/h	7.20	7.20			7.20																	
120 km/h	7.20	7.20			7.20																	
130 km/h	7.20																					

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 191)

**2.2.5.8.2. Bermas y Ensanche de Plataforma.** La Tabla 304.02 de las DG-2018, estipulan las siguientes dimensiones mínimas para el caso de bermas:

**Figura 19***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	1.20	0.90	0.90			
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	2.60	2.60	2.00	2.00	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	2.00	2.00	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		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			2.00				1.20	1.20				
100 km/h	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																					

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 193)

**Figura 20**

*Dimensiones mínimas y separación máximas de ensanches de plataforma*

Orografía	Dimensiones mínimas		Separación máxima a cada lado (m)		
	Ancho (m)	Largo (m)	Carretera de Primera Clase	Carretera de Segunda Clase	Carretera de Tercera Clase
Plano	3.0	30.0	1,000	1,500	2,000
Ondulado	3.0	30.0	1,000	1,500	2,000
Accidentado	3.0	25.0	2,000	2,500	2,500
Escarpado	2.5	25.0	2,000	2,500	2,500

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 209)*

**2.2.5.8.3. Bombeo.** Según las DG-2018, las carreteras estarán provistas de bombeo con valores entre 2% a 4%; y en donde, en los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte, y cuyo valor exacto se puede establecer usando la siguiente tabla:

**Figura 21**

*Valores del bombeo de la calzada*

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

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 195)*

**2.2.5.8.4. Peraltes.** Usaremos la siguiente tabla para establecer el peralte máximo:

**Figura 22***Valores de peralte máximo*

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

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 196)*

**2.2.5.8.5. Taludes.** Para la elaboración del diseño de taludes el manual DG-2018 nos brinda la siguiente tabla de valores referenciales para los taludes en corte:

**Figura 23***Valores referenciales para taludes en corte*

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

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 204)*

De igual manera el manual DG-2018 nos brinda la siguiente tabla de valores referenciales para los taludes en zonas de relleno:

**Figura 24***Valores referenciales en zonas de relleno (terraplenes)*

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

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 208)*

## 2.2.6. Clima

Los principales factores que influyen en el diseño y comportamiento de los pavimentos es la temperatura y las precipitaciones ya sea de la lluvia o de nevadas escasas.

**2.2.5.1. Temperatura.** Este factor es importante puesto que deforma la carpeta asfáltica (CA) de manera directa, además sus variaciones generan tensión en la CA.

El agrietamiento por fatiga se produce por las bajas temperaturas, mientras que las altas temperaturas generan ahuellamiento en la CA. Ambos problemas aumentan el costo de conservación y en el caso del ahuellamiento también genera problemas de seguridad debido al patinaje de las movildades. (MTC, 2014, p.77)

**2.2.5.2. Precipitaciones.** El impacto de las lluvias repercute en el diseño de las capas granulares y en el pavimento, ya sea de manera directa en la capa superficial del pavimento y por su percolación hacia el interior de este, o por su presencia en agua aledañas al camino que elevan la napa freática situada bajo la plataforma del tramo de diseño. Si el nivel freático se encuentra próximo a las capas inferiores del pavimento, podría desestabilizarlas por el efecto de capilaridad presente en los materiales. (MTC, 2014, p.78)

La presencia de agua en el pavimento generar cambios en sus propiedades técnicas al reaccionar con otros fenómenos climáticos, como la temperatura, radiación solar, viento y heladas. Se debe considerar

adecuadamente por el encargado de ejecutar estas obras, para evitar la conservación de agua dentro de la carpeta asfáltica e impedir su congelación y distorsión de su comportamiento. (MTC, 2014, p.78)

### 2.2.7. Drenaje

Debido a que la presencia de agua en el pavimento puede generar distorsiones y fallas en el comportamiento de este, a continuación se dará algunos detalles a considerar para su adecuado drenaje.

**2.2.6.1. Precipitaciones Máximas.** Para analizar los eventos extremos, se debe trabajar con información de precipitación máxima en 24 horas registradas en las estaciones de la zona del proyecto.

**2.2.6.2. Análisis de datos dudosos.** Antes de realizar cualquier tratamiento estadístico a la información, se debe realizar un análisis de datos dudosos, para determinar aquellos datos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante; estos datos son denominados “outliers”.

Para detectar los datos dudosos, se calcularon umbrales superiores e inferiores para cada serie de precipitaciones máximas de las estaciones analizadas, de acuerdo a las siguientes ecuaciones de frecuencia.

$$y_H = \bar{y} + K_n S_y$$

$$y_L = \bar{y} - K_n S_y$$

Donde:

$y_H$ : Umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

$y_L$ : Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

$\bar{y}$ : Promedio de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

$S_y$ : Desviación estándar de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

$K_n$ : Valor tabulado para una muestra de tamaño  $n$  (Tabla 6).

**Figura 25**

*Valores de  $K_n$  para la prueba de los datos dudosos*

Tamaño de muestra n	$K_n$						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

*Fuente. Hidrológica Aplicada – Ven Te Chow*

Según la Guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial – OMM, se recomienda multiplicar los datos pluviométricos por un factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria.

**Figura 26**

*Factores de ajuste de la frecuencia de observación diaria*

Número de observaciones / día	1	2	3-4	5-8	9-24	>24
Factor de ajuste	1.13	1.04	1.03	1.02	1.01	1

*Fuente. Guía de prácticas hidrológicas – Volumen II: Gestión de recursos hídricos y aplicación de prácticas hidrológicas – Tabla II 5.5 (OMM N° 168 - 2011)*

**2.2.6.3. Análisis de frecuencia.** Con el registro de precipitaciones máximas en 24 horas, se determina las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno.

El análisis de frecuencia consiste en aplicar las distribuciones de frecuencia a la serie de precipitaciones máximas, se ha seleccionado las

siguientes distribuciones, por ser las más usadas para determinar eventos máximos.

- Distribución normal.
- Distribución log normal.
- Distribución log Pearson tipo III.

Además, se debe realizar la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov para determinar la distribución de frecuencia con mejor ajuste a los datos históricos de precipitación.

**2.2.6.4. Intensidad de diseño.** Las intensidades máximas pueden calcularse a partir de las precipitaciones máximas utilizando el siguiente método.

Método de Frederich Bell

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

t: Duración (minutos).

T: Periodo de retorno (años).

$P_t^T$ : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno Taños.

$P_{60}^{10}$ : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno 10 años, se determina a partir del modelo de Yance Tueros.

$$I = aP_{24}^b$$

Donde:

I: Intensidad máxima en mm/h.

a.b: Parámetros del modelo (0.4602, 0.876 respectivamente)

$P_{24}$ : Precipitación máxima en 24 horas.

**2.2.6.5. Determinación del Caudal de Diseño.** Los caudales identificados que aportan a la cuneta son:

- Caudal que aporta el área de influencia de la ladera ( $Q_1$ )
- Caudal que aporta la superficie de la plataforma ( $Q_2$ )

Siendo el caudal requerido para el diseño:

$$Q = Q_1 + Q_2 (\gamma)$$

Para obtener los caudales parciales se empleó el método racional comúnmente utilizado en pequeñas cuencas, en el cual se relaciona linealmente la intensidad de lluvia con el caudal.

$$Q = \frac{CIA}{3.6} (\beta)$$

Donde:

- Q : Caudal en m<sup>3</sup>/s  
 C : Coeficiente de escorrentía  
 I : Intensidad en mm/h  
 A : Área del área de aporte en km<sup>2</sup>

Para cada caso, en el diseño hidráulico de estas estructuras se toma en cuenta un borde libre en las zonas con riesgo de producirse obstrucciones debido a materiales deslizados o desplomados desde los taludes de corte.

$$Q_d = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Donde:

$Q_h$ : Descarga máxima proyectada en m<sup>3</sup>/seg (Proveniente del estudio hidrológico)

$Q_d$ : Descarga de diseño de la obra en m<sup>3</sup>/seg.

$$Q_d > Q_h$$

### 2.3. Marco conceptual

- *Ahuellamiento*: Surcos o huellas que se producen en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito. (MTC, 2018, p.4)
- *CBR*: El CBR (California Bearing Ratio), ensayo normado bajo AASHTO T – 193, es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo bajo condiciones de densidad y humedad controladas (MTC, 2018, p.7)
- *Fisura*: Fractura fina en la superficie de rodadura, de varios orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros (MTC, 2018, p.7)
- *Grieta*: Fractura en la superficie de rodadura de varios orígenes, con un ancho mayor a 3mm, pudiendo ser en forma transversal o longitudinal al eje de la vía (MTC, 2018, p.13)
- *Límite líquido*: Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo. (MTC, 2018, p.7)
- *Límite plástico*: Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semisólido. (MTC, 2018, p.7)
- *Material bituminoso*: Un tipo de sustancia cementante de color negro u oscuro (sólida, semisólida, o viscosa), natural o fabricada, compuesta principalmente de hidrocarburos de alto peso molecular, siendo típicos los asfaltos, las breas (o alquitranes), los betunes y las asfáltitas. (MTC, 2018, p.7)
- *Napa freática*: Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia. (MTC, 2018, p.7)
- *Pavimentos*: Se denomina pavimentos al conjunto de materiales que reciben las cargas de tránsito, los pavimentos más utilizados en la actualidad son los

pavimentos rígidos que están contruidos de cemento Portland que funcionan como una viga y los flexibles que están contruidos de material bituminoso y están en contacto con el material subyacente. (MTC, 2018, p.7)

- *Sub dren*: Obra de drenaje que tiene por finalidad deprimir la napa freática que afecta la vía por efectos de capilaridad. (MTC, 2018, p.7)
- *Tensión*: Fuerza por unidad de área que se aplica a barras y alambres de acero, determinando parámetros que hacen a la calidad del producto, como son: alargamiento, área y su reducción, carga máxima, carga final, etc. (MTC, 2018, p.7)
- *Transitabilidad*: Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo. (MTC, 2018, p.7)

## **2.4. Sistema de Hipótesis**

El diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera cumple con las normativas vigentes para la ruta del Sector Quilcha - Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad.

## **2.5. Variables e indicadores**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Diseño geométrico estructural y drenaje pluvial de la carretera.

## 2.5.2. Operacionalización de variables

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera.	El diseño geométrico de carreteras es el proceso de determinar la alineación horizontal y vertical, así como la sección transversal de una carretera, con el objetivo de proporcionar un camino seguro, eficiente y cómodo para los usuarios. (Kadiyali, 2001)	Para el diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial se recolectará la información mediante un estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, estudio de tráfico y estudio hidrológico. Luego se procesará los datos y se aplicará el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018, el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, y el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras – MTC.	- Estudio de mecánica de suelos  - Levantamiento topográfico	- Granulometría (%) - C.B.R . - Contenido de humedad (%) - Peso específico (gr.) - Límites de consistencia (%) - Proctor Modificado (%)  - Altimetría (msnm) - Alineamiento (mL) - Perfiles longitudinales (km, m) - Secciones transversales (m2)	- Guías de observación
	El diseño estructural de carreteras se refiere al proceso de determinar la estructura y los materiales que se utilizarán en la construcción de una carretera, con el fin de garantizar que sea capaz de soportar las cargas y el tráfico previstos durante su vida útil. (Reddy, 2005)		- Estudio de tráfico	- IMDA (veh /día) - Tasa crecimiento (%)	- Guías de observación
	El drenaje pluvial de carreteras se refiere al sistema de drenaje diseñado para recolectar y evacuar el agua de lluvia de la superficie de la carretera, evitando así la acumulación de agua que pueda afectar la seguridad y la durabilidad de la vía. (Rogers, 2016)		- Estudio hidrológico	- Precipitaciones (mm/día) - Caudales máximos (m <sup>3</sup> )	- Guías de observación
			- Diseño geométrico	- Velocidad de diseño (km/h) - Pendientes (m/m) - Peralte (%)	- Ficha de revisión documentaria
		- Diseño estructural	- Espesores de las capas estructurales	- Ficha de revisión documentaria	
		- Diseño de drenaje pluvial	- Disposiciones finales de las aguas pluviales	- Ficha de revisión documentaria	

*Fuente. Elaboración Propia*

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

- Según enfoque: Cuantitativa
- Según finalidad: Aplicada
- Según nivel: Descriptiva
- Según temporalidad: Transeccional

#### 3.2. Población y muestra de estudio

##### 3.2.1. Población

Red vial del distrito Sartimbamba, Sector Quilcha - Shingate.

##### 3.2.2. Muestra

Trocha carrozable del tramo Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+230, distrito Sartimbamba.

#### 3.3. Diseño de investigación

No experimental, transversal, descriptivo simple. Su esquema es el siguiente:



M: Trocha carrozable tramo de Quilcha – Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+230, distrito Sartimbamba.

O: Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera.

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

#### **3.4.1. Técnicas**

Las técnicas a utilizar será la observación estructurada y el análisis documental.

#### **3.4.2. Instrumentos**

- Guía de observación
- Ficha de revisión documentaria

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

Los datos obtenidos provenientes del levantamiento topográfico serán procesados utilizando el programa Microsoft Excel y posteriormente se empleará el software AutoCAD para elaborar los planos topográficos y de ubicación.

Los datos provenientes del estudio de mecánica de suelos y del estudio hidrológico serán procesados mediante el programa Microsoft Excel y se analizará y procederá a la elaboración del diseño del pavimento flexible. Además, se empleará el software Civil 3D para la elaboración de planos y el modelamiento de la vía de diseño.

Luego se empleará el programa Microsoft Excel para procesar los datos provenientes de los metrados y costos unitarios y se procederá a la elaboración del presupuesto general.

Por último, se utilizará el programa Microsoft Office para la documentación y elaboración de informes.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e Interpretación De Resultados

#### 4.1.1. Estudio de Mecánicas de Suelos

**4.1.1.1. Registro de Excavación.** Para el presente estudio se realizó un estudio de mecánica de suelos según el Manual de Carreteras 2014 y la EG 2013, obteniéndose muestras representativas mediante la ejecución de calicatas a 1.50 m de profundidad mínima.

**Tabla 4**

*Exploración de campo*

N° CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD	COORDENADAS UTM	
			ESTE	NORTE
C-01	0+200 Km	1.50 m	201134.404	9153730.659
C-02	1+200 Km	1.50 m	201226.193	9152903.816
C-03	2+200 Km	1.50 m	201290.229	6153074.718
C-04	3+200 Km	1.50 m	201489.804	9153179.084
C-05	4+200 Km	1.50 m	201664.511	9153164.761
C-06	5+200 Km	1.50 m	201616.231	9153427.123
C-07	6+200 Km	1.50 m	201754.711	9153541.394
C-08	7+200 Km	1.50 m	202046.769	9153543.697
C-09	8+200 Km	1.50 m	202498.542	9153602.970
C-10	9+200 Km	1.50 m	203083.031	9153493.718
C-11	10+200 Km	1.50 m	203405.416	9153425.836
C-12	11+200 Km	1.50 m	203824.355	9153736.210
C-13	12+200 Km	1.50 m	204201.899	9153841.091
C-14	13+200 Km	1.50 m	204572.067	9154219.470

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4.1.1.2. Resultados de Estudio de Mecánica de Suelos

A continuación, se presentará una tabla resumen de los resultados obtenidos en los ensayos estándar de mecánica de suelos de las muestras de las 14 calicatas de la zona de estudio.

**Tabla 5***Resultados de ensayos estándar*

N° CALICATA	PROFUNDIDAD	CLASIFICACION		< Malla N° 200 (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)
		SUCS	ASSHTO					
C-01	1.50 m	SC-SM	A-4 (1)	38.74	24	18	6	9.23
C-02	1.50 m	SC	A-2-4 (0)	30.22	30	22	8	13.65
C-03	1.50 m	SC-SM	A-4 (1)	36.76	25	19	6	10.57
C-04	1.50 m	SC-SM	A-2-4 (0)	34.46	27	21	6	14.27
C-05	1.50 m	SC-SM	A-2-4 (0)	34.39	24	17	7	12.14
C-06	1.50 m	SC-SM	A-2-4 (0)	34.84	27	21	6	12.88
C-07	1.50 m	SC-SM	A-2-4 (0)	32.21	24	17	7	11.48
C-08	1.50 m	SC	A-2-4 (0)	32.81	30	20	10	12.21
C-09	1.50 m	SC-SM	A-2-4 (0)	34.24	27	21	6	11.71
C-10	1.50 m	SC	A-4 (1)	37.49	28	20	8	15.48
C-11	1.50 m	SC-SM	A-4 (0)	38.76	24	18	6	12.83
C-12	1.50 m	SC	A-4 (1)	36.51	30	22	8	13.65
C-13	1.50 m	SC	A-4 (1)	37.07	29	22	7	11.30
C-14	1.50 m	SC	A-4 (1)	41.46	29	22	7	12.61

*Fuente. Elaboración propia*

Como indica el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos en la página 28, al ser una carretera de Tercera Clase se debe realizar un ensayo CBR cada 2 km.

**Tabla 6***Resultados de ensayos especiales*

N° CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	PROCTOR MODIFICADO			C.B.R.	
		MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	MÁXIMA DENSIDAD SECA AL 95% (g/cm <sup>3</sup> )	ÓPTIMO CONTENIDO HUMEDAD (%)	100% D.S.M.	95% D.S.M.
C-02	1.50 m	2.070	1.967	8.45	18.80	12.75
C-04	1.50 m	2.040	1.938	8.15	16.59	12.15
C-06	1.50 m	2.035	1.933	9.45	16.31	12.05
C-08	1.50 m	2.010	1.910	7.90	17.99	13.15
C-10	1.50 m	2.008	1.908	8.70	15.75	10.65
C-12	1.50 m	2.020	1.919	8.55	17.28	11.15
C-14	1.50 m	1.930	1.834	8.95	13.51	10.15
<b>PROMEDIO</b>		2.016	1.915	8.59	16.60	11.72

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4.1.1.3. Clasificación de Suelos

Una vez obtenidos los resultados de los estudios de mecánicas de suelos, se puede apreciar que el terreno en cuestión presenta suelos homogéneos sedimentarios identificados como suelos de grano medio tipo Arena Arcillosa (SC) y Arena Limosa de baja plasticidad (SM).

#### 4.1.1.4. CBR (California Bearing Ratio)

Según los datos proporcionados del estudio de mecánica de suelos el CBR al 95% para la sub rasante está comprendido entre 10.15% a 13.15%, dándonos un CBR promedio de 11.72%.

A continuación, se presenta una tabla del manual del MTC que nos indica que la subrasante se clasifica como “Buena”.

#### Figura 27

*Categorías de sub rasante*

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%

*Fuente. Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos, 2014, (Pág.35)*

#### 4.1.2. Estudio Topográfico

Para el levantamiento topográfico del área en estudio se estableció una (01) Poligonal Básica: que sirvió de apoyo para el levantamiento de los detalles propios del presente estudio.

Una vez reconocido la zona de trabajo se procedió a colocar los puntos de control de la poligonal de apoyo que servirá para el levantamiento del área.

- Reconocimiento de la zona en campo, verificando el área de trabajo, así como zonas críticas para su delimitación.
- Después del reconocimiento de campo primero se instaló Red de Puntos Geodésicos.
- Construcción de BMs a cada 500 metros para comenzar con los trabajos de topografía y enlazar el eje del trazo al sistema de coordenadas geográficas y proyección UTM (Universal Transverse Mercator), la georreferenciación del camino existente se realizó con un GPS diferencial.
- Después de la construcción de BMs a cada 500 metros se procede a realizar los trabajos de campo de levantamiento topográfico.
- Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software AutoCAD Civil 3D 2022, elaborando planos topográficos a escala adecuadas (Hoja A1).

**4.1.2.1. Poligonal Básica.** Se estableció la poligonal básica apoyándonos con los Puntos BMs.

Se determinó el levantamiento de una poligonal abierta con PUNTO DE CONTROL BMs, a una equidistancia aproximada de 500 m a lo largo de la carretera aproximadamente.

**4.1.2.2. Poligonal Auxiliar.** Procedimos a radiar y monumentar Estaciones, apoyándonos de los puntos BMs ya instalados y verificados.

Estos puntos BMs monumentados a cada 500 mts nos sirve y nos apoyamos como poligonal auxiliar.

**4.1.2.3. Instrumentación.** Para la ejecución del proyecto, se tuvo la

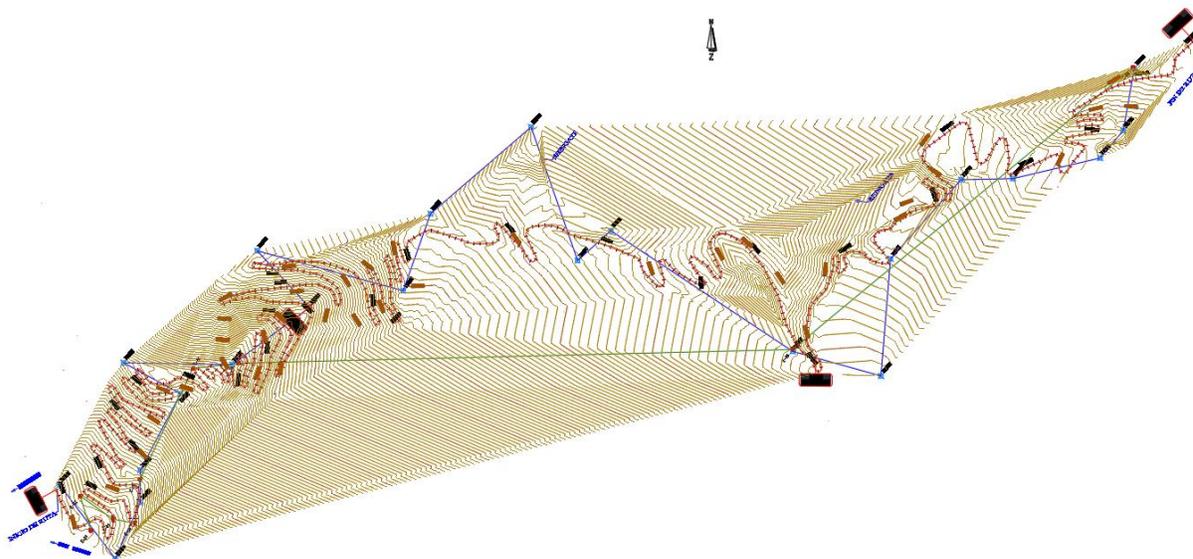
necesidad de contar con los siguientes equipos, instrumentos y materiales:

- GPS Navegador
- 01 estación Total Geomax
- 01 trípode
- Libreta de campo y Lapicero
- 01 wincha de 05 metros
- 01 wincha de 50 metros
- 01 mini prisma, 02 Prismas y 02 porta prismas
- $\frac{1}{4}$  de Pintura
- 01 pincel
- 02 radios Motorola

**4.1.2.4. Procesamiento de Datos Topográficos.** Mediante la obtención de los datos topográficos se realizó un plano topográfico en planta con el uso del software Civil 3D como se aprecia en la siguiente figura y para más detalle en el anexo C.

**Figura 28**

*Plano en planta*



*Fuente. Elaboración Propia*

### **4.1.3. Estudio de Tráfico**

Mediante el estudio de tráfico determinaremos el número de vehículos que transitan por la Trocha carrozable tramo de Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+225, distrito Sartimbamba, obteniendo el valor del índice medio diario anual (IMDA) y el número de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas para diseñar el pavimento del tramo en estudio.

**4.1.3.1. Metodología de Campo.** Para realizar el estudio de tráfico se empleará los procedimientos indicados en el “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014- MTC/14”.

Para el trabajo de campo se realizó un conteo de vehículos durante 7 días consecutivos a la trocha carrozable al tramo del sector Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+225 y para ello se tomó 2 puntos de conteo:

- Punto de conteo 1: Salida del centro poblado de Quilcha.
- Punto de conteo 2: Ingreso al centro poblado Shingate.

Los controles de conteo se desarrollaron de la siguiente manera:

- Punto de conteo 1: Día lunes 19 de junio, miércoles 21 de junio, viernes 23 de junio y domingo 25 de junio del 2023.
- Punto de conteo 2: Día martes 20 de junio, jueves 22 de junio y sábado 24 de junio del 2023.

Se observó que el flujo vehículos aumenta en la mañana de 7:00 a.m. a 10:00 a.m., en la tarde de 01:00 p.m. a 3:00 p.m. y en las noches de 5:00 p.m. a 8:00 p.m.

#### **4.1.3.2. Metodología de gabinete**

**4.1.3.2.1. Conteo de vehículos.** La siguiente tabla muestra la cantidad de vehículos por clasificación que transitaron durante el 19/06/23 al 25/06/23 en los dos puntos de conteo.

#### **Tabla 7**

*Conteo de vehículos*

TIPO DE VEHÍCULOS	ESQUEMA	LUNES 19/06/23	MARTES 20/06/23	MIÉRCOLES 21/06/23	JUEVES 22/06/23	VIERNES 23/06/23	SABADO 24/06/23	DOMINGO 25/06/23
AUTO		42	45	39	43	38	47	44
STATION WAGON		7	9	6	11	10	8	5
PICK UP		78	81	79	77	82	80	76
CAMIONETAS	PANEL 	-	-	-	-	-	-	-
	RURAL Combi 	10	12	10	9	15	8	11
MICRO		-	-	-	-	-	-	-
BUS	2 E 	5	8	4	7	5	3	1
	>=3 E 	-	-	-	-	-	-	-
CAMION	2 E 	11	13	12	14	9	15	16
	3 E 	37	39	38	40	42	44	46
	4 E 	12	13	12	10	9	15	11
	2S1/2S2 	-	-	-	-	-	-	-
SEMI TRAYLER	2S3 	-	-	-	-	-	-	-
	3S1/3S2 	-	-	-	-	-	-	-
	>= 3S3 	3	4	3	5	6	7	2
TRAYLER	2T2 	-	-	-	-	-	-	-
	2T3 	-	-	-	-	-	-	-
	3T2 	-	-	-	-	-	-	-
	>=3T3 	-	-	-	-	-	-	-

*Fuente. Elaboración propia*

**4.1.3.2.2. Cálculo del IMDA.** Se tomó en cuenta el índice medio diario semanal (IMDs), para determinar el IMDA.

**Tabla 8**

*Cálculo del índice media diario semanal*

TIPO DE VEHÍCULOS	ESQUEMA	LUNES 19/06/23	MARTES 20/06/23	MIÉRCOLES 21/06/23	JUEVES 22/06/23	VIERNES 23/06/23	SABADO 24/06/23	DOMINGO 25/06/23	IMDA
AUTO		42	45	39	43	38	47	44	43
STATION WAGON		7	9	6	11	10	8	5	8
PICK UP		78	81	79	77	82	80	76	79
CAMIONETAS	PANEL 	-	-	-	-	-	-	-	-
	RURAL Combi 	10	12	10	9	15	8	11	11
MICRO		-	-	-	-	-	-	-	-
	2 E 	5	8	4	7	5	3	1	5
	>=3 E 	-	-	-	-	-	-	-	-
BUS	2 E 	11	13	12	14	9	15	16	13
	3 E 	37	39	38	40	42	44	46	41
	4 E 	12	13	12	10	9	15	11	12
	2S1/2S2 	-	-	-	-	-	-	-	-
SEMI TRAYLER	2S3 	-	-	-	-	-	-	-	-
	3S1/3S2 	-	-	-	-	-	-	-	-
	>= 3S3 	3	4	3	5	6	7	2	4
	2T2 	-	-	-	-	-	-	-	-
TRAYLER	2T3 	-	-	-	-	-	-	-	-
	3T2 	-	-	-	-	-	-	-	-
	>=3T3 	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>205</b>	<b>224</b>	<b>203</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>227</b>	<b>212</b>	<b>215</b>	

Fuente. Elaboración propia

**4.1.3.2.3. Factor de crecimiento acumulado (Fca).** Para elaborar un diseño estructural de pavimento más óptimo, se empleará un periodo de diseño de 20 años en la trocha carrozable tramo de Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+225, distrito Sartimbamba.

La tasa de crecimiento promedio anual de la población de La Libertad a considerar es del 1.26% anual según el INEI.

De acuerdo al “Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos” el factor de crecimiento

acumulado (Fca), es 25.48.

**Tabla 9**

*Cálculo de crecimiento poblacional*

TASA DE CRECIMIENTO			
Departamento	Descripción	2007	2017
La Libertad	Población	1,663,602	1,888,972
<b>Tasa de Crecimiento Departamental</b>		<b>1.26%</b>	

*Fuente. INEI – Censo 2007 – 20017*

El factor de crecimiento acumulado lo obtenemos del último censo realizado por el INEI en relación con la economía de un crecimiento promedio anual de 2.83% en los últimos años. Para más referencia en el Anexo C se detalla el valor.

Teniendo conocimiento que el diseño de vía tendrá un periodo de 20 años, entonces para obtener el Factor de Crecimiento es de la siguiente manera:

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

Donde:

r = tasa anual de crecimiento

n = periodo de diseño

**Tabla 10**

*Factor de crecimiento acumulado (Fca)*

Descripción	Valores
Tasa anual de crecimiento	2.83%
Periodo de diseño	20.00
<b>Fca =</b>	<b>26.41</b>

Fuente. *Elaboración propia.*

**4.1.3.2.4. Cálculo del Factor de Distribución Direccional (Fd) y de Carril (Fc).** Para el diseño estructural del pavimento, es necesario determinar ciertos factores y para ellos debemos indicar el número de calzadas y sentidos y el número de carriles por sentido a emplear.

Para ello diseñaremos una vía con una calzada de dos sentidos, el cual presentará un carril por sentido. Luego gracias al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14 podremos determinar el valor del Factor Direccional (Fd) y el Factor Carril (Fc), los cuales son de 0.50 y 1.00 respectivamente.

**Figura 29**

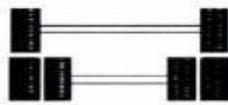
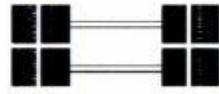
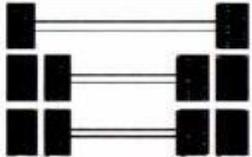
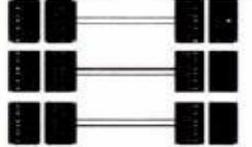
*Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño*

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.64)*

**4.1.3.2.5. Cálculo de Factores de Ejes Equivalentes (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp).** El diseño del pavimento es en base a los vehículos pesados y estos ejercen una carga que varía por cada eje que presentan. La carga afecta la estructura del pavimento de manera destructiva y es por ello que se emplea un factor denominado Ejes Equivalentes.

**Figura 30**  
*Configuración de ejes*

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Simple)	1RS	02	
<b>EJE SIMPLE</b> (Con Rueda Doble)	1RD	04	
<b>EJE TANDEM</b> (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
<b>EJE TANDEM</b> (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
<b>EJE TRIDEM</b> (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
<b>EJE TRIDEM</b> (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.66)*

Para determinar los EE se emplearán las siguientes relaciones

simplificadas según indica el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos – R.D. N° 10- 2014-MTC/14.

### Figura 31

*Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos flexibles*

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8,2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 14.8 ]^{4.0}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 15.1 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 20.7 ]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 21.8 ]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67)*

### Figura 32

*Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígido*

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8,2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 13.0 ]^{4.1}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 13.3 ]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 16.6 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 17.5 ]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.67)

**4.1.3.2.6. El Factor Vehículo Pesado (Fvp).** Se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (E.E.) entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.

**Figura 33**

Factor camión C2 y C3 y semi tráiler T2S2 para pavimentos flexibles.

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos								Long. Máxima (m)
C2									12.30
	$EE_{C2} = [P/6.6]^4$		$EE_{C2} = [P/8.2]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10							
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble							Total Factor Camión C2
Peso	7	10							3.477
Factor E.E.	1.265	2.212							

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos								Long. Máxima (m)
C3									13.20
	$EE_{C3} = [P/6.6]^4$		$EE_{C3} = [P/15.1]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8						
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16							
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem							
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble							Total Factor Camión C3
Peso	7	16							2.526
Factor E.E.	1.265	1.261							

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos						Long. Máxima (m)	
T3S3							20.50	
	$EE_{E1} = [P/6.8]^4$	$EE_{E2} = [P/15.1]^4$		$EE_{E4} = [P/21.8]^4$				
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8	7	8	8		
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16		23				
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem				
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble				
Peso	7	16		23				
Factor E.E.	1.265	1.261		1.252				3.758

*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.69)*

**4.1.3.2.7. Factor de ajuste por presión de neumáticos ( $F_p$ ).** Otro factor a tomar en cuenta es el efecto de la presión de contacto de los neumáticos. Se tomó en cuenta un factor igual a 1.0, debido a que el Manual de carreteras “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos” recomienda como presión inicial 80 psi para un pavimento flexible.

### Figura 34

*Factor de ajuste por presión de neumáticos ( $F_p$ )*

Espeso de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contaco del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

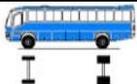
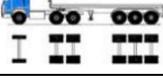
*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.73)*

**4.1.3.2.8. Cálculo de EE día- carril.** Para el cálculo se necesita los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño.

Al hacer un estudio comparativo de pavimento flexible y rígido. Se calculará 2 diferentes EE día-carril porque el Factor Vehículo Pesado cambia en el caso de diseñar un pavimento Rígido.

En las siguientes tablas se muestra este valor obtenido de multiplicar el IMDa por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste Por Presión de Neumático obtenidos anteriormente.

**Tabla 11***EE día carril para pavimento flexible*

TIPO DE VEHÍCULOS	DESCRIPCIÓN GRÁFICA	N° VEHICULOS	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Vehículo Pesado (Fvp)	Factor De Ajuste por Presion de Neumaticos (Fp)	EE
BUS		5	0.5	1	1.44	1.25	4.50
		13	0.5	1	1.44	1.25	11.70
CAMION		41	0.5	1	1.44	1.25	36.90
		12	0.5	1	1.44	1.25	10.80
SEM TRAYLER		4	0.5	1	1.44	1.25	3.60
<b>TOTAL</b>							<b>67.50</b>

*Fuente. Elaboración propia***4.1.3.2.9. Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn**

Luego se obtiene el número de repeticiones de eje equivalente de 8.2 tn, el cual es necesario para determinar el Factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por 365 días del año y por el EE día-carril.

**Tabla 12***Número de repeticiones EE de 8.2tn para pavimento flexible*

Descripción	Valores	Tipo Tráfico Pesado
Factor de crecimiento acumulado (Fca)	26.41	
Ejes equivalentes (EE)	67.50	
<b>Nrep de EE <sub>8.2tn</sub> =</b>	<b>650689.12</b>	<b>(TP3)</b>

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4.1.3.2.10. Según el tipo de tráfico pesado

Luego de analizar el número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 tn, el tipo de tráfico Pesado es TP3 con un rango entre  $>500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$ .

#### Figura 35

Tipo de tráfico expresado en EE

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	$> 75,000 \text{ EE} \leq 150,000 \text{ EE}$
TP1	$> 150,000 \text{ EE} \leq 300,000 \text{ EE}$
TP2	$> 300,000 \text{ EE} \leq 500,000 \text{ EE}$
TP3	$> 500,000 \text{ EE} \leq 750,000 \text{ EE}$
TP4	$> 750,000 \text{ EE} \leq 1'000,000 \text{ EE}$
TP5	$> 1'000,000 \text{ EE} \leq 1'500,000 \text{ EE}$
TP6	$> 1'500,000 \text{ EE} \leq 3'000,000 \text{ EE}$
TP7	$> 3'000,000 \text{ EE} \leq 5'000,000 \text{ EE}$
TP8	$> 5'000,000 \text{ EE} \leq 7'500,000 \text{ EE}$
TP9	$> 7'500,000 \text{ EE} \leq 10'000,000 \text{ EE}$
TP10	$> 10'000,000 \text{ EE} \leq 12'500,000 \text{ EE}$
TP11	$> 12'500,000 \text{ EE} \leq 15'000,000 \text{ EE}$
TP12	$> 15'000,000 \text{ EE} \leq 20'000,000 \text{ EE}$
TP13	$> 20'000,000 \text{ EE} \leq 25'000,000 \text{ EE}$
TP14	$> 25'000,000 \text{ EE} \leq 30'000,000 \text{ EE}$
TP15	$> 30'000,000 \text{ EE}$



Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.75)

#### 4.1.4. Estudio Hidrológico

**4.1.4.1. Información Pluviométrico.** Para analizar los eventos extremos, se trabajará con información de precipitación máxima en 24 horas registradas en las estaciones de la zona del proyecto.

Se identificó 3 estaciones cercanas al proyecto, las cuales fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

**Tabla 13***Estaciones pluviométricas en la zona de estudio*

Estación	Coordenadas Geográficas		Altitud (msnm)	Periodo (años)	Años de registro	Entidad	Estado
	Longitud (°w)	Latitud (°S)					
HUAMACHUCO	78° 2' 24.48"	7° 49' 8.97"	3200	1997 - 2016	20	SENAMHI	Operativa
TICAPAMPA	77° 54' 16.92"	7° 54' 44.28"	2819	2016 - 2017	2	SENAMHI	Operativa
CAJABAMBA	78° 3' 4.71"	7° 37' 17.99"	2625	2012 - 2016	4	SENAMHI	Operativa

*Fuente. Elaboración propia*

Para dicho análisis se consideró la estación de Huamachuco puesto que para el análisis estadístico se consideró descartar las estaciones con registro menores a las altitudes del proyecto en estudio.

**Tabla 14***Estación Huamachuco*

Estación	Periodo (años)	Años de registro	Altitud (msnm)	Precipitación máxima		
				Mes - año	Pmàx (mm)	Observaciones
HUAMACHUCO	1997 - 2016	20	3200	Febrero	53.8	Lluvias intensas

*Fuente. Elaboración propia*

**4.1.4.2. Precipitación Máxima en 24 Horas.** Esta estación se sitúa dentro de la cuenca hidrográfica Crisnejas.

**Tabla 15***Precipitación máxima 24 horas – Estación pluviométrica*

AÑO	HUAMACHUCO
	3200 msnm
1997	35.1
1998	35.7
1999	49.4
2000	32.1
2001	34
2002	31.2
2003	24.8
2004	43.3
2005	43.1
2006	51.1
2007	38.9
2008	28
2009	31.5
2010	47.3
2011	30.5
2012	40.6
2013	51.3
2014	53.8
2015	40.3
2016	52.5

*Fuente. Estación Pluviométrica Huamachuco – SENAMHI.*

**4.1.4.3. Precipitación máxima en 24 horas corregida.** Según la Guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial – OMM, se multiplicó los datos pluviométricos por un factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria de 1.13 debido a que las estaciones registran los datos una vez al día.

**Tabla 16**

*Precipitación máxima 24 horas corregida*

N° DE DATOS	AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS		
		MES	Pmax. (mm)	Pcorregido (mm)
1	1997	OCTUBRE	35.10	39.66
2	1998	FEBRERO	35.70	40.34
3	1999	FEBRERO	49.40	55.82
4	2000	FEBRERO	32.10	36.27
5	2001	DICIEMBRE	34.00	38.42
6	2002	DICIEMBRE	31.20	35.26
7	2003	NOVIEMBRE	24.80	28.02
8	2004	NOVIEMBRE	43.30	48.93
9	2005	MARZO	43.10	48.70
10	2006	ENERO	51.10	57.74
11	2007	OCTUBRE	38.90	43.96
12	2008	ABRIL	28.00	31.64
13	2009	MARZO	31.50	35.60
14	2010	MARZO	47.30	53.45
15	2011	ABRIL	30.50	34.47
16	2012	FEBRERO	40.60	45.88
17	2013	ABRIL	51.30	57.97
18	2014	FEBRERO	53.80	60.79
19	2015	MARZO	40.30	45.54
20	2016	MAYO	52.50	59.33

*Fuente. Elaboración Propia.*

**4.1.4.4. Análisis de datos dudosos.** Se procedió a realizar el análisis de datos dudosos a los datos de precipitación máxima en 24 horas, en el cual se buscó determinar si se presentan datos dudosos o que se presenten datos muy alejados o dispersos de la misma serie.

#### **Tabla 17**

*Análisis de datos dudosos*

AÑO	P	Log. P	$(Y - \mu)^2$	$(Y - \mu)^3$
1997	39.66	1.60	0.002	-0.0001
1998	40.34	1.61	0.001	0.0000
1999	55.82	1.75	0.011	0.0012
2000	36.27	1.56	0.007	-0.0005
2001	38.42	1.58	0.003	-0.0002
2002	35.26	1.55	0.009	-0.0008
2003	28.02	1.45	0.038	-0.0073
2004	48.93	1.69	0.002	0.0001
2005	48.70	1.69	0.002	0.0001
2006	57.74	1.76	0.014	0.0017
2007	43.96	1.64	0.000	0.0000
2008	31.64	1.50	0.020	-0.0028
2009	35.60	1.55	0.008	-0.0007
2010	53.45	1.73	0.007	0.0006
2011	34.47	1.54	0.011	-0.0011
2012	45.88	1.66	0.000	0.0000
2013	57.97	1.76	0.015	0.0018
2014	60.79	1.78	0.020	0.0029
2015	45.54	1.66	0.000	0.0000
2016	59.33	1.77	0.017	0.0023
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>32.829</b>	<b>0.189</b>	<b>-0.003</b>
<b>MAX.</b>	<b>60.79</b>			
<b>MIN.</b>	<b>28.02</b>			
$\mu =$	<b>44.89</b>	<b>1.641</b>	<b>0.01</b>	<b>0.00</b>
<b>Var =</b>	<b>101.87</b>			
$\sigma =$	<b>10.093</b>	<b>0.100</b>	<b>0.009</b>	<b>0.002</b>
<b>c.a. =</b>	<b>0.134</b>	<b>-0.171</b>	<b>1.491</b>	<b>-2.011</b>
<b>k =</b>		<b>-0.029</b>	<b>0.248</b>	<b>-0.335</b>
<b>n =</b>	<b>20</b>			

*Fuente. Elaboración Propia.*

Se determinaron los umbrales superiores e inferiores, y se verifico que no existen datos dudosos como se indica en la siguiente tabla, por lo tanto, se trabajará con las precipitaciones máximas corregidas.

### **Tabla 18**

*Umbral superior e inferior*

Umbral Superior		Umbral Inferior	
Variable	Valor	Variable	Valor
$\mu$	1.64	$\mu$	1.64
$K_{32}$	2.39	$K_{32}$	2.39
$\sigma$	0.10	$\sigma$	0.10
$Y_H$	1.88	$Y_L$	1.40
$P_t$	75.74	$P_t$	25.32
$P_{max}$	60.79	$P_{min}$	28.02

Fuente. Elaboración Propia.

**4.1.4.5. Análisis de frecuencia y prueba de bondad de ajuste.** De acuerdo al registro de precipitaciones máximas en 24 horas, se determinó las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno según los siguientes métodos:

- Distribución normal.
- Distribución log normal.
- Distribución log Pearson tipo III.

**Tabla 19**

*Prueba de bondad de ajuste*

ESTADISTICO	FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN		
	NORMAL	LOG - NORMAL	LOG PEARSON TIPO III
$\Delta(N)$	0.1024	0.0928	0.1014

Fuente. Elaboración propia

De este modo, se observa que la distribución de frecuencia que mejor se ajusta es la distribución LOG – NORMAL.

**Tabla 20**

*Resumen de distribución de frecuencia*

T ( años)	Normal	Log Normal	Log Pearson III	Diseño
2	44.9	43.8	44.1	43.8
5	53.4	53.1	53.2	53.1
10	57.8	58.8	58.5	58.8
30	63.4	66.7	65.7	66.7
35	64.1	67.8	66.6	67.8
50	65.6	70.2	68.7	70.2
71	67.0	72.5	70.7	72.5
100	68.4	74.7	72.6	74.7
140	69.6	76.9	74.4	76.9
Máximo Registrado		53.80	N° Datos:	20

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4.1.4.6. Intensidad de diseño

Para calcular la intensidad de diseño se utilizó el método Frederick Bell a partir de las precipitaciones máximas.

Con los parámetros  $a = 0.4602$ ,  $b = 0.876$  y  $P_{24} = 58.79$ , se determina el valor de  $I = 16.32$ , con la finalidad de generar la siguiente tabla de lluvias máximas mediante la aplicación de la fórmula de la Precipitación caída en  $t$  minutos con periodo de retorno  $T$  años ( $P_t^T$ ).

**Tabla 21**

*Lluvias máximas – Método Frederick Bell*

T (años)	P.max 24 horas	Duración en minutos					
		5.00	10.00	15.00	20.00	30.00	60.00
140	76.89	7.8	11.7	14.3	16.3	19.4	25.5
100	74.73	7.5	11.2	13.7	15.6	18.5	24.3
71	72.51	7.1	10.6	13.0	14.8	17.6	23.2
50	70.20	6.7	10.1	12.3	14.1	16.7	22.0
35	67.80	6.4	9.5	11.6	13.3	15.8	20.7
30	66.74	6.2	9.3	11.3	12.9	15.4	20.2
10	58.79	5.0	7.5	9.2	10.5	12.5	16.4
5	53.13	4.3	6.4	7.9	9.0	10.7	14.0
2	43.80	3.3	5.0	6.1	7.0	8.3	10.9

*Fuente. Elaboración propia*

Posteriormente mediante el empleo de la fórmula de Intensidad máxima

en mm/h, se obtiene el siguiente cuadro:

**Tabla 22**

*Intensidades máximas (mm/hora) – Método Frederich Bell*

T (años)	P.max 24 horas	Duración en minutos					
		5.00	10.00	15.00	20.00	30.00	60.00
140	76.89	93.8	70.2	57.2	49.0	38.8	25.5
100	74.73	89.6	67.0	54.6	46.8	37.1	24.3
71	72.51	85.2	63.8	52.0	44.5	35.3	23.2
50	70.20	80.8	60.5	49.3	42.2	33.5	22.0
35	67.80	76.3	57.1	46.5	39.8	31.6	20.7
30	66.74	74.3	55.6	45.4	38.8	30.8	20.2
10	58.79	60.4	45.2	36.9	31.6	25.0	16.4
5	53.13	51.7	38.7	31.5	27.0	21.4	14.0
2	43.80	40.1	30.0	24.5	20.9	16.6	10.9

*Fuente. Elaboración propia*

Por último, mediante un Método de Regresión Múltiple, se obtuvo los factores característicos de la zona de estudio.

$$k = 91.01$$

$$m = 0.196$$

$$n = 0.527$$

Por lo que al aplicar la siguiente formula se obtuvo las intensidades máximas de la zona de estudio.

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

K,m,n = factores característicos de la zona de estudio

T = periodo de retorno en años

t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

**Tabla 23***Intensidades máximas (mm/hora)*

Duración (t) (minutos)	Periodo de Retorno (T) en años		
	30	71	140
10	52.8	62.5	71.4
20	36.6	43.4	49.6
30	29.6	35.0	40.0
40	25.4	30.1	34.4
50	22.6	26.8	30.6
60	20.5	24.3	27.8
70	18.9	22.4	25.6
80	17.6	20.9	23.9
90	16.6	19.6	22.4
100	15.7	18.6	21.2
110	14.9	17.7	20.2
120	14.2	16.9	19.3

*Fuente. Elaboración propia*

Estas estaciones cuentan con periodos de registros aceptables estadísticamente que representan a registros de precipitación de la parte alta de las cuencas de agua cruzada por la vía.

#### **4.1.5. Diseño geométrico**

Para la elaboración del diseño geométrico de ambos pavimentos empleamos los softwares AutoCAD, Civil 3D, de tal manera se tuvo en cuenta los parámetros indicados por el manual de carretera DG – 2018.

**4.1.5.1. Clasificación según su Demanda.** Según lo señalado en el estudio de tráfico que ha sido realizado a la ruta que se pretende diseñar y de acuerdo a la clasificación según el manual de carreteras DG- 2018, capítulo I, sección 101, la vía según su demanda pertenece a la clasificación de carretera de tercera clase.

- IMDA= 215 > 200 veh/día (DG- 2018)
- Una calzada

- Dos carriles; ancho mínimo 3.30 m c/u.

**4.1.5.2. Clasificación según su Orografía.** Según lo especificado en el manual de carreteras DG- 2018, capítulo I, sección 102, la vía según su orografía pertenece al tipo 3 terreno accidentado.

- Pendientes transversales que se encuentran en el rango de entre 51% y el 100%
- Pendientes longitudinales que no superan al 8%

**4.1.5.3. Velocidad De Diseño.** Según la tabla 5 del Manual de Carreteras, para una vía con un IMDA = 215, superior a 200 veh/día, se cataloga como una carretera de tercera clase y teniendo en cuenta el tipo de relieve que es accidentado le correspondería una velocidad de diseño de 30 km/h y 50 km/h; por ende, determinamos usar una velocidad de diseño de 30 km/h.

**4.1.5.4. Vehículo De Diseño.** Para determinar los vehículos de diseño se tomó en cuenta los siguientes:

- Pick-up (equivalente a Vehículo Ligero)
- Camión C3 (equivalente a Ómnibus de Tres Ejes B3-1)

En la siguiente figura se resumen los datos básicos de los vehículos de diseño.

**Figura 36**

*Datos básicos del vehículo de diseño – Camión C3*

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	2.30	7.35	4.05	13.70

*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág.27)*

**4.1.5.5. Derecho de Vía.** Según el Manual de Carreteras DG-2018, se presenta la tabla 8 para la elección del Derecho de Vía o Faja de Dominio.

Por lo tanto, el derecho de vía, será de 16.00 m, 8.00 m a cada lado del eje, teniendo como mínimo el derecho de vía sustentado como el siguiente superior en su clasificación.

Así mismo, debido a la incidencia de generación de tráfico proyectado total, al vehículo de diseño (C-3E) y a las dimensiones de actual vía existente (Anchos que varían desde 4 m hasta 8 m), se adoptará plantear una vía de un carril.

#### **4.1.5.6. Diseño Geométrico En Planta**

**4.1.5.6.1. Curvas Horizontales.** El manual de Diseño Geométrico-2018, establecen un cuadro para elegir el radio de curvatura mínimo recomendado en función de la velocidad directriz y el máximo peralte (Solo para el caso de Carreteras de Tercera Clase); para este caso elegimos un peralte máximo de 12, así tenemos:

En este proyecto tenemos radio mínimo de 10 metros y radios mínimos excepcionales hasta 9m en curvas de volteo.

- **RADIOS MINIMOS Y PERALTES MAXIMOS**

#### **Figura 37**

*Elección del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.*

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.2	115
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 132)

- **SOBREANCHO**

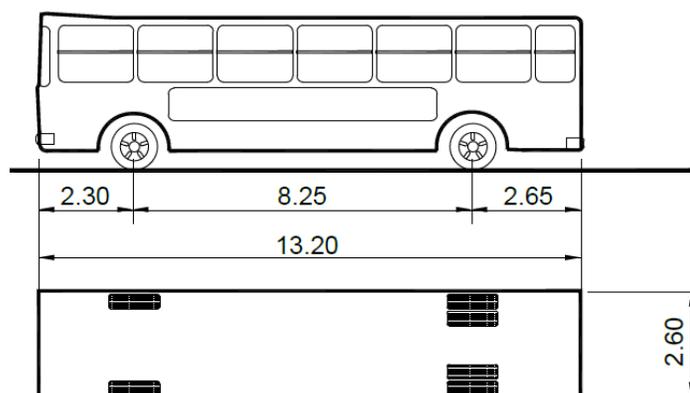
Teniendo en cuenta el volumen de tráfico que pasa por la vía, solo usaremos la primera expresión, quedando la misma, de la siguiente manera:

$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2})$ , siendo esta expresión más conocida como la Fórmula Simple del AASHTO.

- **JUSTIFICACIÓN DE RADIO MÍNIMO (10 METROS)**

**Figura 38**

*Vehículo C3*



*Fuente. Elaboración Propia*

Según Estudio de tráfico Aplicamos Vehículo C3, para el sustento de curvas de radios mínimos.

- **FRICCIÓN TRANSVERSAL MAXIMA EN CURVAS**

Para la fricción transversal se tomará en cuenta los valores de la Figura 10.

- **CALCULOS DE RADIO MINIMO Y PERALTES MAXIMOS**

**Tabla 24**

*Cálculo de radio mínimo (m)*

Velocidad Directriz (Km/h)	Peralte (P%)	Valor límite de fricción ( $f_{max}$ )	Calculado radio mínimo (m)
20	4	0.18	14.32
30	4	0.17	33.75
40	4	0.17	59.99
50	4	0.16	98.43
60	4	0.15	149.19
20	6	0.18	13.12
30	6	0.17	30.81
40	6	0.17	54.78
50	6	0.16	89.48
60	6	0.15	134.98
20	8	0.18	12.11
30	8	0.17	28.35
40	8	0.17	50.39
50	8	0.16	82.02
60	8	0.15	123.25
20	12	0.18	10.5
30	12	0.17	24.44
40	12	0.17	43.44
50	12	0.16	70.3
60	12	0.15	104.99

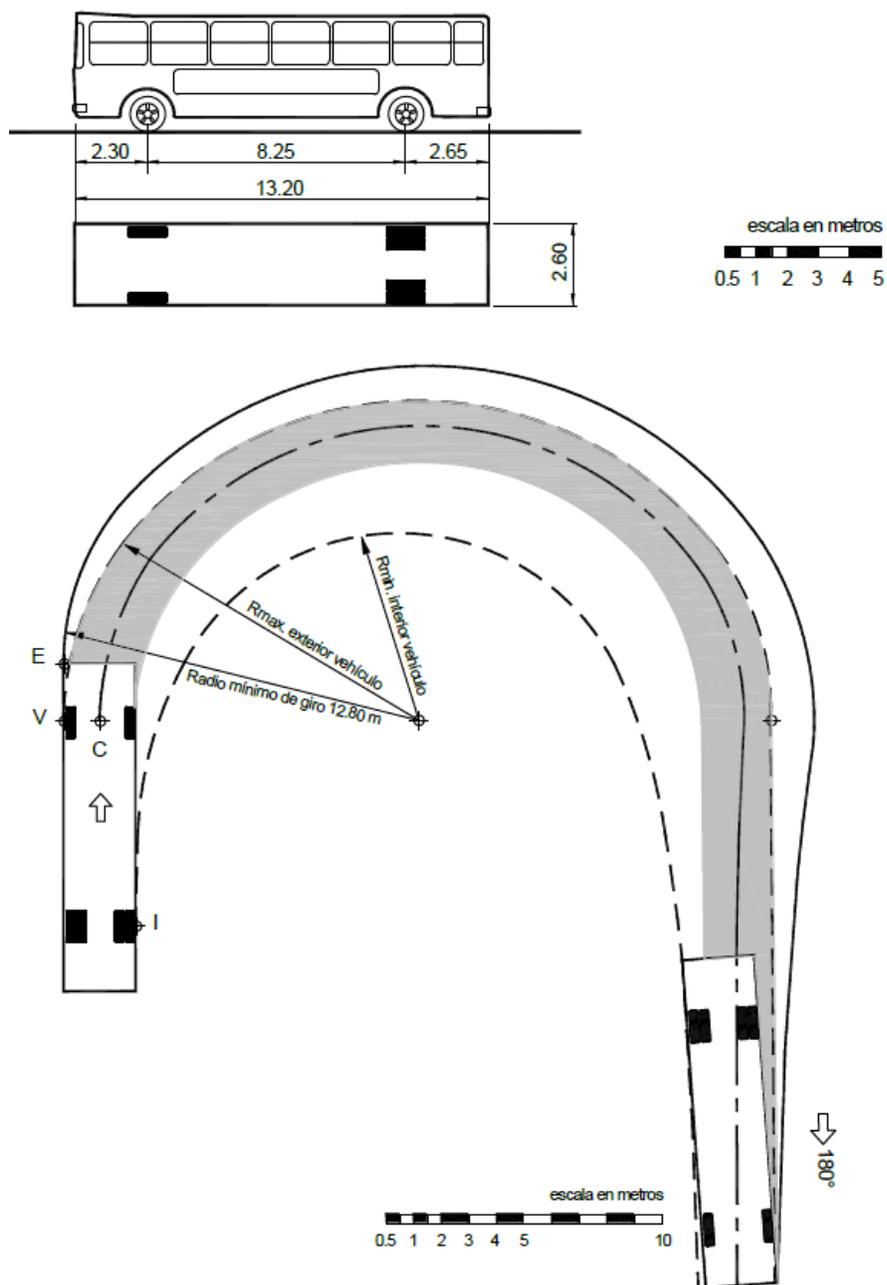
*Fuente. Elaboración Propia*

Los radios existentes son menores a los radios mínimos

- VEHICULO TIPO CAMION C3

**Figura 39**

*Giro mínimo para ómnibus de dos ejes (B3) trayectoria 180°*



*Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 41)*

**Figura 40**

*Datos básicos del vehículo de diseño*

TIPO DE VEHÍCULO	NOMENCLATURA	ALTO TOTAL	ANCHO TOTAL	LARGO TOTAL	LONGITUD ENTRE EJES	RADIO MÍNIMO RUEDA EXTERNA DELANTERA	RADIO MÍNIMO RUEDA INTERNA TRASERA
VEHICULO LIGERO	VL	1,30	2,10	5,80	3,40	7,30	4,20
OMNIBUS DE DOS EJES	B2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
OMNIBUS DE TRES EJES	B3	4,10	2,60	12,10	7,60	12,80	7,40
CAMION SIMPLE 2 EJES	C2	4,10	2,60	9,10	6,10	12,80	8,50
CAMION SIMPLE 3 EJES O MAS	C3 / C4	4,10	2,60	12,20	7,6	12,80	7,40
COMBINACION DE CAMIONES							
SEMIREMOLQUE TANDEM	T2S1 / 2 / 3	4,10 *	2,60	15,20	4,00 / 7,00	12,20	5,80
SEMIREMOLQUE TANDEM	T3S1 / 2 / 3	4,10	2,60	16,70	4,90 / 7,90	13,70	5,90
REMOLQUE 2 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C2 – R2 / 3	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80
REMOLQUE 3 EJES + 1 DOBLE (TANDEM)	C3 – R2 / 3 / 4	4,10	2,60	19,90	3,80 / 6,10 / 6,40	13,70	6,80

*Fuente. Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993.*

Diseñando con el vehículo más desfavorable en nuestro estudio camión C3, se opta sobreanchos en algunas curvas que tengamos ángulos cerrados.

**4.1.5.7. Diseño Geométrico del Perfil Longitudinal.** Para el diseño del perfil longitudinal se ha tomado como base la vía actual y los puntos notables como localidades.

**4.1.5.7.1. Distancia de Visibilidad de Parada.** Para determinar la distancia de visibilidad de parada se tomó en cuenta el siguiente cuadro:

**Figura 41**

*Elección de distancia de visibilidad de parada (m), en pendiente 0%*

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50

Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 104)*

La distancia de reacción de frenado calculado en tiempo 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de 3.4 m/s<sup>2</sup>., de acuerdo a lo indicado en el capítulo 3 de AASHTO.

### Figura 42

*Elección de distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros).*

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58
60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Fuente. *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 105)*

#### 4.1.5.7.2. Curvas Verticales

##### A. Longitud de curvas convexas

Los valores del índice K para la determinación de la longitud de las curvas verticales convexas para carreteras de Tercera Clase, serán los indicados en la siguiente tabla:

### Figura 43

*Elección del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa*

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 180)

### B. Longitud de curvas cóncavas:

Los valores del índice K para la determinación de la longitud de las curvas verticales cóncavas para carreteras de Tercera Clase, serán los indicados en la siguiente tabla:

#### Figura 44

Elección del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 (Pág. 182)

**4.1.5.7.3. Pendientes Mínimas.** Para las pendientes mínimas se tomaron en cuenta lo siguiente:

- Las calzadas que poseen un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.
- En el presente proyecto el bombeo corresponde a 2.5%.

**4.1.5.7.4. Pendientes Máximas.** Para la elección de la pendiente máxima se tendrá en consideración la Figura 17.

Al analizar dicha figura, y en función a las dos velocidades de diseño, usaremos como pendiente máxima ( $V=30$  kmh en tangentes y  $V=20$  kmh en curvas → Orografía Tipo 03 → 10%), a la mínima que asegure una mejor transitabilidad, así, la pendiente máxima de diseño es 10%.

#### **4.1.5.8. Diseño Geométrico de la Sección Transversal**

**4.1.5.8.1. Calzada.** Según la Figura 18, el ancho de calzada es de 6.00 metros, siendo esta de 01 carril; para nuestro proyecto a diseñar según clasificación debería ser 4.60 metros mínimo.

**4.1.5.8.2. Bermas y Ensanche de Plataforma.** La Figura 19 indica que la dimensión mínima para el caso de bermas en nuestro diseño debe ser de 0.50 m.

Ahora, analizando la disponibilidad de terreno en campo, con respecto a las vías existentes y al IMD existente, No se asumirá un ancho de berma,

Las Normas Peruanas DG-2018, 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.

Excepcionalmente sienta una Vía en Clasificación de Tercera Clase como bien se indica, que se puede optar por un ancho de calzada mínimo de 4.60 metros, se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m.

Además, según la Figura 20 se ubicará un ensanche de plataforma, cada 2 500 metros de manera intercalada a lo largo de toda la vía proyectada.

**4.1.5.8.3. Bombeo.** De la Figura 21, teniendo una precipitación de menor de 500 mm/año en la zona del proyecto y a nivel de Pavimento asfáltico, se usará un bombeo igual a 2.00%.

**4.1.5.8.4. Peraltes.** Al analizar la Figura 22 y en función de los tramos tanto ondulados, como accidentados, optaremos por usar un peralte máximo igual a 12%.

**4.1.5.8.5. Taludes.** Por último, teniendo en consideración las Figuras 23 y 24, se procedió a considerar lo siguiente:

- Talud de Relleno : 1.50 H : 1.00 V
- Talud de Corte : 1.00 H : 3.00 V ; 1.00 H : 4.00 V

#### 4.1.5.9. Parámetros de diseño

Teniendo todos los datos previos se procedió a realizar la siguiente tabla para la elaboración de las secciones del diseño geométrico.

**Tabla 25**

*Parámetros de diseño*

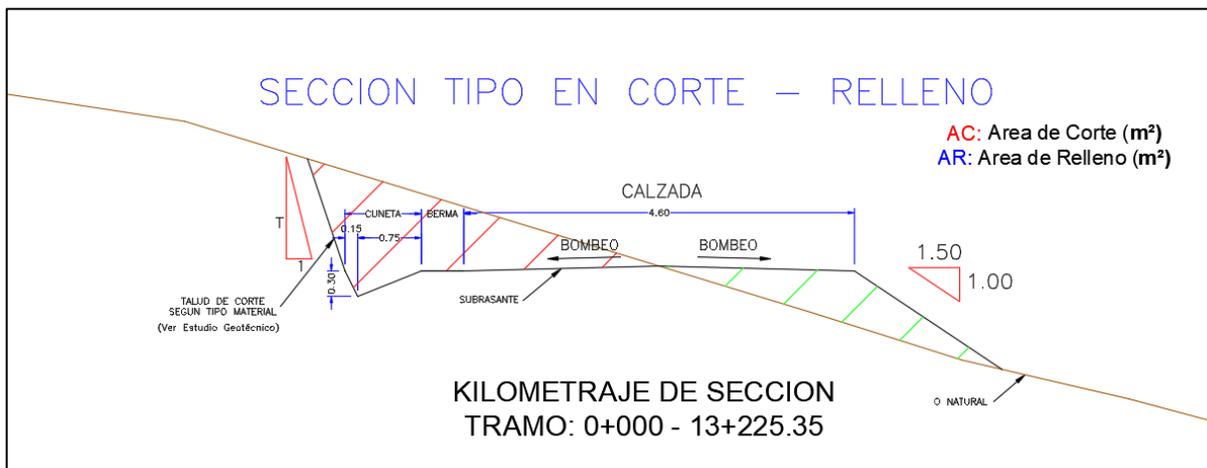
<b>PARÁMETROS DE DISEÑO, NORMATIVA DG-2018</b>	
Red Vial	Camino Vecinal
Longitud Total (Km)	13.225
Orografía	Tipo 3
Clasificación de la Vía	Trocha Carrozable
Características	Carretera de 01 Carriles.
Base	No Aplica
Sub-Base	No Aplica
Vehículo de Diseño	Camión C2
Velocidad Directriz	30 km/h en Tangentes y 20 km/h en Curvas
Ancho de Calzada	04.60 m
Ancho de Bermas	-
Ancho de Plataforma	04.60 m
Ensanche SAP	-
Obras de Drenaje	Cunetas, Alcantarillas (TMC)
Radio Mínimo	10.00 m
Radio Mínimo Excepcional	9.00 m
Sobreancho Máximo (m)	1.20m (R=9.00 m)
Bombeo de Calzada (%)	2.00%
Peralte Máximo (%)	12.00%
Derecho de Vía	8.00 m a cada lado del Eje.
Pendiente Mínima Normal	0.50%
Pendiente Mínima excepcional	0.35%
Pendiente Máxima Normal	10.00%
Talud de Relleno	1.50 H : 1.00 V
Talud de Corte	1.00 H : 3.00 V; 1.00 H : 4.00 V

*Fuente. Elaboración Propia.*

#### 4.1.5.10. Esquemas de las Secciones Transversales

**Figura 45**

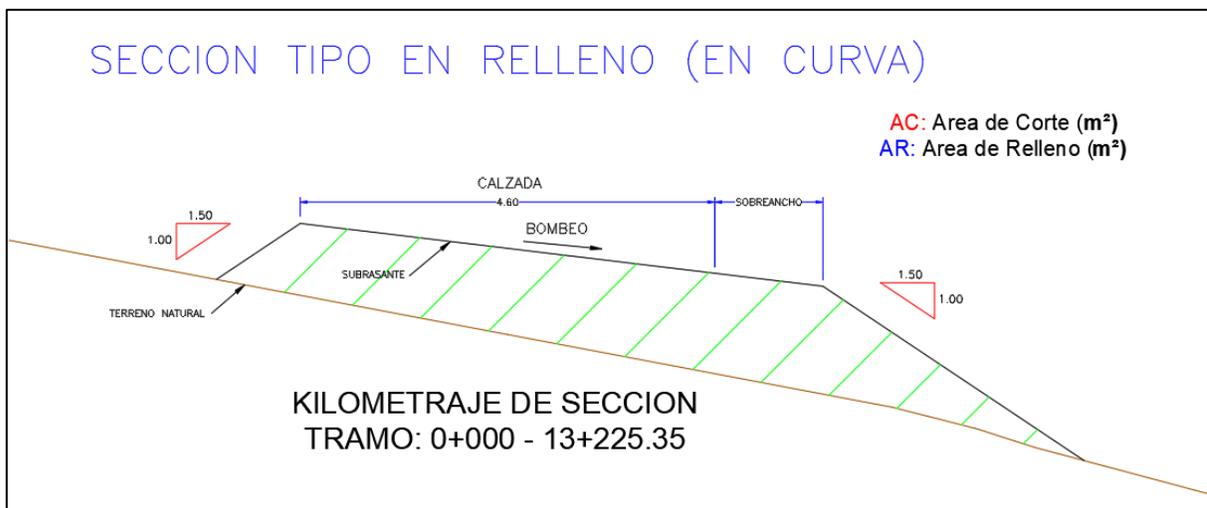
*Sección transversal N° 01*



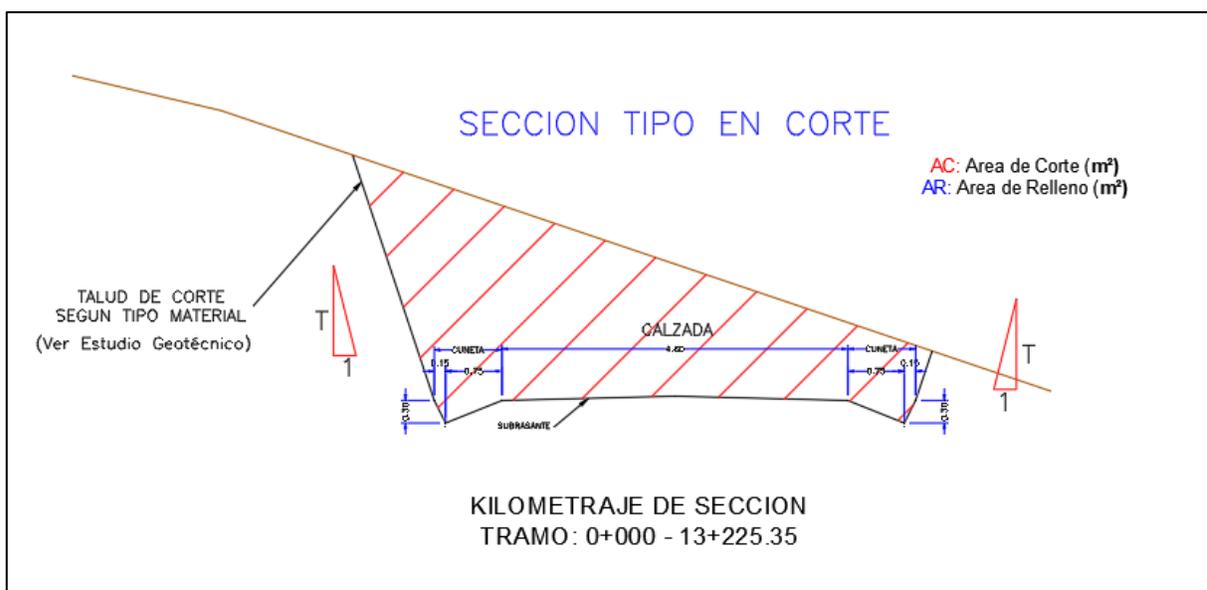
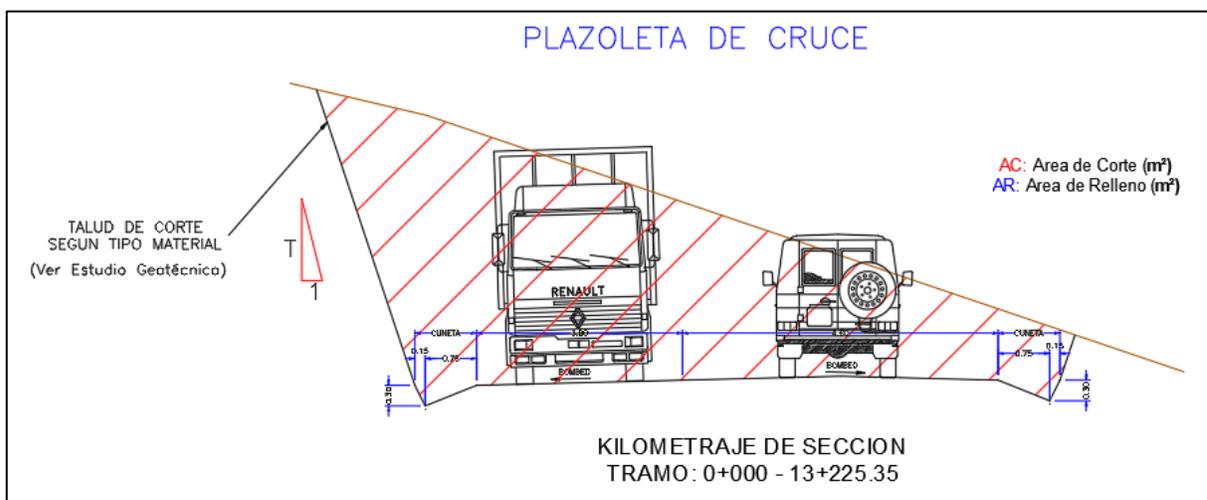
*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 46**

*Sección transversal N° 02*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 47***Sección transversal N° 03**Fuente. Elaboración Propia.***Figura 48***Sección transversal N° 04**Fuente. Elaboración Propia.*

#### 4.1.6. Diseño estructural

**4.1.6.1. Metodología de diseño AASHTO-93.** Una vez realizado los cálculos para obtener el CBR y el número de repeticiones de E.E. de 8.2tn en el tramo de estudio, siendo estos los parámetros más importantes, se procederá a realizar el diseño estructural del pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO 93 y para ello se empleará la fórmula de la figura 1.

**Tabla 26**

*Datos para cálculo de diseño estructural*

DATOS	VALOR
Número de repeticiones de E.E. de 8.2tn	(TP3) 650689.12
CBR	11.72

*Fuente. Elaboración Propia.*

**4.1.6.2. Módulo de Resiliencia (MR).** Para determinar el módulo de Resiliencia, debido a que está en función al CBR y se cuenta con un CBR de 11.72, se empleó la siguiente fórmula:

$$Mr_{(psi)} = 2555 * CBR^{0.64}$$

Por lo que al reemplazar se tiene:

**Tabla 27**

*Cálculo de módulo de resiliencia*

DESCRIPCION	VALOR
CBR (%)	11.72
<b>MR (PSI)</b>	<b>12346.35</b>

*Fuente. Elaboración Propia.*

**4.1.6.3. Confiabilidad (%R).** Para el nivel de confiabilidad, el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos nos da la siguiente tabla en la cual el valor a escoger depende del tipo de tráfico.

**Figura 49**

*Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de tráfico.*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750 001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15	>30'000,000		95%



*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.133)*

**4.1.6.4. Desviación Estándar Normal (Zr).** El coeficiente estadístico de desviación estándar normal, nos lo brinda la guía AASHTO 93.

**Figura 50**

*Valores estándar de desviación normal (ZR) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad*

Confiabilidad ( R )	Valor de ZR
50	- 0.000
60	- 0.253
70	- 0.524
75	- 0.674
80	- 0.841
85	- 1.037
90	- 1.282
91	- 1.340
92	- 1.405
93	- 1.476
94	- 1.555
95	- 1.645
96	- 1.751
97	- 1.881
98	- 2.054
99	- 2.327
99.9	- 3.090
99.99	- 3.750



*Fuente. Guía AASHTO para el Diseño Estructural del Pavimento, 1993, (Pág.84)*

**4.1.6.5. Desviación Estándar Combinada (So).** Para la desviación estándar combinada, la guía AASHTO 93 recomienda para el diseño de pavimento flexible los valores comprendidos entre 0.40 y 0.50; el manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos, por lo que se toma el valor de 0.45.

**4.1.6.6. Variación de Servicialidad Presente ( $\Delta$ PSI).** La variación de servicialidad se obtiene de la diferencia de la servicialidad inicial y terminal.

**4.1.6.6.1. Servicialidad inicial (Pi).** Es la condición que ofrece una vía recién construida, su valor se tomara en función al rango de tráfico.

### Figura 51

*Índice de servicialidad inicial (Pi) según rango de tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	3.80
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	4.00
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	4.00
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	4.00
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	4.20
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	4.20
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	4.20
	T <sub>P15</sub>	>30,000,000		4.20

Fuente. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.137).*

**4.1.6.6.2. Servicialidad Terminal (PT).** Es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción, su valor se toma en función al rango de tráfico.

### Figura 52

*Índice de servicialidad terminal (PT) según rango de tráfico*

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P <sub>t</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP <sub>1</sub>	150,001	300,000	2.00
	TP <sub>2</sub>	300,001	500,000	2.00
	TP <sub>3</sub>	500,001	750,000	2.00
	TP <sub>4</sub>	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP <sub>5</sub>	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP <sub>6</sub>	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP <sub>7</sub>	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP <sub>8</sub>	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP <sub>9</sub>	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP <sub>10</sub>	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP <sub>11</sub>	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP <sub>12</sub>	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP <sub>13</sub>	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP <sub>14</sub>	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP <sub>15</sub>	>30'000,000		3.00



*Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.138).*

**4.1.6.7. Número Estructural (SNR).** Con los datos obtenidos previamente se aplicó la ecuación de diseño de la metodología AASHTO 93, y para se utilizó la ayuda del programa Ecuación AASHTO 93 obteniéndose el valor de 2.47 para el número estructural; que representa el espesor total del pavimento a diseñar.

### Figura 53

*Número estructural según programa ecuación AASHTO 93*

**Ecuación AASHTO 93**

Tipo de Pavimento  
 Pavimento flexible  Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)  
 80 % Zr=-0.841 So = 0.45

Serviciabilidad inicial y final  
 PSI inicial 3.8 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante  
 Mr 12346.35 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)  Coeficiente de transmisión de carga - (J)   
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)  Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis  
 Calcular SN **W18 = 650689.12**  
 Calcular W18

Número Estructural  
**SN = 2.47**

Calcular Salir

*Fuente. Programa Ecuación AASHTO 93*

**4.1.6.8. Coeficiente Estructural de las Capas.** Teniendo el numero estructural se debe convertir al espesor efectivo de cada capa (capa de rodadura, base y subbase) del pavimento.

#### **Figura 54**

*Coeficientes estructurales de las capas de pavimentación.*

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL $a_i$ (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	$a_1$	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frio, mezcla asfáltica con emulsión.	$a_1$	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25 mm	$a_1$	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	$a_1$	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) no se considerapor no tener aporte estructural			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.141)

**4.1.6.9. Coeficiente de Drenaje.** Para el coeficiente de drenaje se asumió un drenaje bueno según indica la metodología AASHTO.

### Figura 55

Calidad de drenaje.

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	El agua no evacua

Fuente. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.142)*

### Figura 56

Coeficiente de drenaje para base y subbase

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Sección Suelos y Pavimentos (Pág.142)*

**4.1.6.10. Cálculo de Espesores.** Para el cálculo de los espesores de las capas del pavimento flexible se empleará la siguiente fórmula, teniendo en cuenta el número estructural, el coeficiente de drenaje y un periodo de diseño de 20 años.

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

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

$d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y

subbase, respectivamente

$m_2$ ,  $m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Para la fórmula, y considerando los valores mínimos de los espesores se planteó los siguientes espesores:  $d_1=8$  cm,  $d_2=15$  cm y  $d_3=15$  cm.

**Tabla 28**

*Cálculo de número estructural*

DESCRIPCIÓN	VALOR	
<b>Coeficientes Estructurales de las Capas</b>		
	$a_1 =$	0.125
	$a_2 =$	0.052
	$a_3 =$	0.047
<b>Coeficientes de Drenajes para las Capas</b>		
	$m_2 =$	1
	$m_3 =$	1
<b>Espesores de las capas</b>		
	$d_1 =$	8
	$d_2 =$	15
	$d_3 =$	15
Número Estructural según Programa AASHTO 93 (SN) =		2.47
<b>Número Estructural Calculado (SN) =</b>		<b>2.485</b>
		<b>CUMPLE</b>

*Fuente. Elaboración Propia.*

Finalmente, se procedió a realizar la sección del diseño del pavimento estructural.

**Figura 57**

*Sección del pavimento flexible*

CARPETA DE RODADURA	08 cm
BASE GRANULAR	15 cm
SUB BASE GRANULAR	15 cm

Fuente. *Elaboración Propia.*

#### 4.1.7. Diseño de obras de drenaje

**4.1.7.1. Cunetas.** Para un mejor control de aguas superficiales que discurren por la superficie de rodadura, así como por los taludes de corte. Lo realizaremos a través de cunetas que conducen el flujo hasta las estructuras de cruce o terreno natural.

**4.1.7.1.1. Cuneta tipo I de sección triangular.** Para las zonas no – urbanas se está proyectando la cuneta de sección triangular – Tipo I, cuyas medidas son:

Talud exterior	: 1.0H:2.0V
Talud interior	: 2.5H:1.0V
Altura	: 0.30m
Ancho	: 0.90m
Espesor	: 0.10m

Para las cunetas de sección triangular se recomienda una pendiente mínima de 0.5%

**4.1.7.1.2. Determinación de la Intensidad de Lluvia.** La intensidad de lluvia se determinará a través del estudio hidrológico, considerando un periodo de retorno de 30 años y un tiempo de concentración de 10 minutos; de acuerdo a

la ubicación de la cuneta.

**Tabla 29**

*Periodo de retorno para diseño de obras de drenaje*

DESCRIPCIÓN	RIESGO ADMISIBLE (%)	VIDA UTIL OBRA (n años)	PERIODO DE RETORNO
Puente	0.25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes, badén.	0.3	25	71
Alcantarillas de alivio	0.35	15	35
Cuneta	0.4	15	30
Defensa ribereña	0.3	35	100
Subdrenes	0.4	15	30

*Fuente. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras – MTC*

Los coeficientes k, m, n se obtienen del estudio hidrológico y junto al periodo de retorno es posible determinar la intensidad de lluvia.

**Tabla 30**

*Intensidad máxima de diseño*

Parámetros	Valor
T	30.0000
K	91.0066
m	0.1964
n	0.5268
tc	10.00
<b>Intensidad (mm/h)</b>	<b>52.76</b>

*Fuente. Elaboración Propia.*

**4.1.7.1.3. Determinación del Caudal de Diseño.** Para determinar el caudal de diseño se deben tener en cuenta cierto parámetros. A continuación, se presente un cuadro en el cual al considerar un periodo de retorno de 30 años se obtuvo el coeficiente de escorrentía para el pavimento ( $C_{\text{Pavimento}} = 0.87$ ) y para el talud ( $C_{\text{Talud}} = 0.47$ ).

**Figura 58**

*Coeficiente de escorrentía para diferentes periodos de retorno*

Características de la Superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	20	30	50	100
<b>Áreas desarrolladas</b>							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.87	0.9	0.95
Concreto/Techo	0.75	0.8	0.83	0.88	0.89	0.92	0.97
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</b>							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.41	0.44	0.47
Promedio 2 - 7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.47	0.49	0.53
Pendiente superior a 7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.5	0.52	0.55
Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 70% del área)							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.35	0.37	0.41
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.43	0.45	0.49
Pendiente superior a 7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.47	0.49	0.53
Condición buena (cubierta de pasto mayor a 75% del área)							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.3	0.32	0.36
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.4	0.42	0.46
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.45	0.47	0.51

*Fuente. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras – MTC.*

Para determinar el caudal hidrológico se consideró un ancho del Impluvium de 80 m y una longitud entre descargas de 250 m.

**Tabla 31**

*Parámetros para determinar caudal hidrológico*

TIPO	I
Intensidad (mm/h)	52.76
Ancho Impluvium (m)	80.00
Long. entre Descargas (m)	250.00
C (Pavimento)	0.87
C (Talud)	0.47

*Fuente. Elaboración Propia.*

Teniendo en cuenta estos parámetros se procede a determinar el caudal hidrológico.

**Tabla 32**

*Caudal hidrológico (m<sup>3</sup>/s)*

$Q_h$	$A_p$ (km <sup>2</sup> ) =	0.00120
	$A_t$ (km <sup>2</sup> ) =	0.019
	$Q_p$ (m <sup>3</sup> /s) =	0.015
	$Q_t$ (m <sup>3</sup> /s) =	0.130
	$Q_h$ (m <sup>3</sup> /s) =	<b>0.145</b>

*Fuente. Elaboración Propia.*

Una vez obtenido el caudal hidrológico, el siguiente paso es determinar el caudal de diseño por lo que para ello se deberá tener en cuenta ciertos parámetros.

**Tabla 33**

*Parámetros para determinar caudal de diseño*

PARAMETRO	NOM.	VALOR
Base	b	0.00
Talud Externo	z1	0.50
Talud Interno	z2	2.50
Tirante Para Pendiente Mínima	h (m)	0.25
Área Hidráulica	A (m <sup>2</sup> )	0.09
Perímetro mojado	P (m)	0.95
Radio Hidráulico	R (m)	0.10
Coefficiente de Manning	n	0.02
Coefficiente de escorrentía	C	0.67
Intensidad para un periodo de retorno de 30 años	I(mm/h)	52.76
Ancho del Impluvium	B (m)	Variable
Borde Libre	BL	0.05

*Fuente. Elaboración Propia.*

Con los parámetros previos, se calcula la longitud L variando el ancho del impluvium y la pendiente longitudinal (S).

**Tabla 34***Longitud máxima de descarga de cuneta tipo I*

Ancho de Impluvium	20		30		40		50		60		70		80		90		100		110		V (max)
	S	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q	L	Q
0.50%	480	0.09	320	0.09	240	0.09	192	0.09	160	0.09	137	0.09	120	0.09	107	0.09	96	0.09	87	0.09	1.00
0.75%	587	0.12	392	0.12	294	0.12	235	0.12	196	0.12	168	0.12	147	0.12	131	0.12	117	0.12	107	0.12	1.23
1.00%	678	0.13	452	0.13	339	0.13	271	0.13	226	0.133	194	0.133	170	0.133	151	0.13	136	0.133	123	0.13	1.42
1.50%	831	0.16	554	0.16	415	0.16	332	0.16	277	0.16	237	0.16	208	0.16	185	0.16	166	0.16	151	0.16	1.74
2.00%	959	0.19	640	0.19	480	0.19	384	0.19	320	0.19	274	0.19	240	0.19	213	0.19	192	0.19	174	0.19	2.01
2.50%	1,073	0.21	715	0.21	536	0.21	429	0.21	358	0.21	306	0.21	268	0.21	238	0.21	215	0.21	195	0.21	2.25
3.00%	1,175	0.23	783	0.23	587	0.23	470	0.23	392	0.23	336	0.23	294	0.23	261	0.23	235	0.23	214	0.23	2.46
3.50%	1,269	0.25	846	0.25	635	0.25	508	0.25	423	0.25	363	0.25	317	0.25	282	0.25	254	0.25	231	0.25	2.66
4.00%	1,357	0.27	904	0.27	678	0.27	543	0.27	452	0.27	388	0.27	339	0.27	301	0.27	271	0.27	247	0.27	2.84
4.50%	1,439	0.28	959	0.28	719	0.28	576	0.28	480	0.28	411	0.28	360	0.28	320	0.28	288	0.28	262	0.28	3.01
5.00%	1,517	0.30	1,011	0.30	758	0.30	607	0.30	506	0.30	433	0.30	379	0.30	337	0.30	303	0.30	276	0.30	3.18
6.00%	1,662	0.33	1,108	0.33	831	0.33	665	0.33	554	0.33	475	0.33	415	0.33	369	0.33	332	0.33	302	0.33	3.48
7.00%	1,795	0.35	1,196	0.35	897	0.35	718	0.35	598	0.35	513	0.35	449	0.35	399	0.35	359	0.35	326	0.35	3.76
8.00%	1,919	0.38	1,279	0.38	959	0.38	767	0.38	640	0.38	548	0.38	480	0.38	426	0.38	384	0.38	349	0.38	4.02
9.00%	2,035	0.40	1,357	0.40	1,017	0.40	814	0.40	678	0.40	581	0.40	509	0.40	452	0.40	407	0.40	370	0.40	4.26

*Fuente. Elaboración Propia.*

De esta manera se determina el caudal hidrológico de diseño que se presenta a continuación.

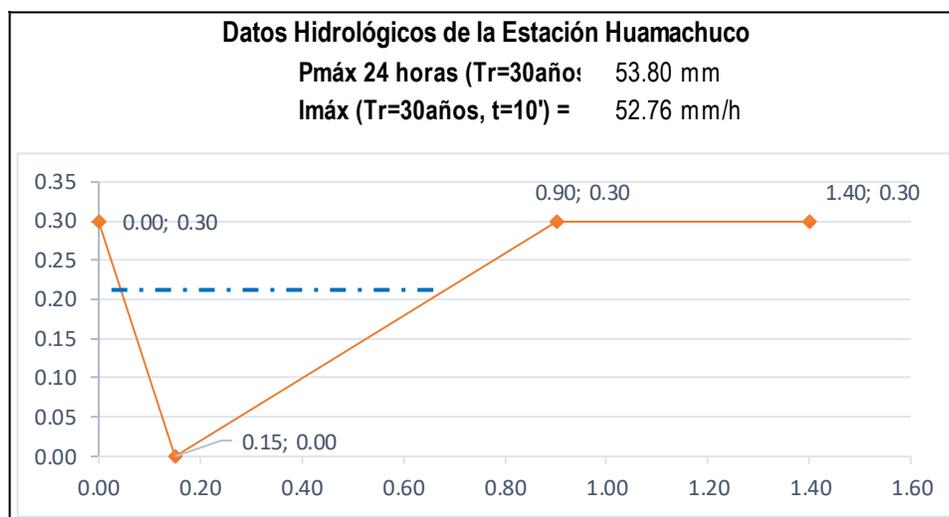
**Tabla 35***Caudal hidrológico (m<sup>3</sup>/s)*

Q <sub>d</sub> (*)	Q <sub>d</sub> (m <sup>3</sup> /s) =	0.211
	L <sub>max</sub> =	268

*Fuente. Elaboración Propia.*

Se puede observar que el caudal hidrológico es menor al caudal de diseño por lo que cumple con las condiciones para validar el diseño.

**Figura 59***Cuneta tipo I*



*Fuente. Elaboración Propia.*

#### 4.2. Docimasia de hipótesis

Se observó que la vía en estudio no cumple con la demanda vehicular de la zona, debido que sobrepasa su capacidad. Así mismo, su diseño no es el apropiado y carece de una carpeta de rodadura a largo de toda su extensión.

Además, requiere de señales de tránsito debido a que no posee ninguna señal y debido a ello es que actualmente la vía brinda un nivel servicialidad deficiente.

Por ello, es que se en relación a lo indicado previamente se plantea el diseño geométrico y estructural de la presente vía, a fin de proyectarse en mejorar la transitabilidad de la carretera.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- La investigación realizada por Quiroga en la carretera de Villa Restrepo - Juntas en Ibagué Tolima, Colombia (2021), tuvo como resultado una intensidad de lluvia máxima de 40,541 mm/h con la cual diseñaron una cuneta tipo 2-C de 0.2m de profundidad y 0.5m de ancho, mientras que en nuestra investigación se obtuvo una intensidad de lluvia máxima de 52.76 mm/h por lo que se diseñó una cuneta de 0.3m de profundidad y 0.9m de ancho. La diferencia entre las intensidades de lluvia máxima fue la que influyó en el diseño, debido a que nuestra zona al poseer una mayor intensidad de lluvia generó que las medidas para la cuneta de diseño fueran mayores.
- La investigación realizada por Gonzales y Mija en la localidad de Algodonal, distrito de Paimas, Ayabaca, departamento de Piura (2021), realizó un estudio de tráfico y obtuvo un Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn de 265,500.00 EE mientras que en nuestra investigación se obtuvo 650,689.12 EE. Este parámetro se relaciona con el factor de crecimiento acumulado y los Ejes Equivalentes, y debido a que en nuestra zona de estudio el factor de crecimiento acumulado es 26.41 y el número de vehículos pesados es 75, mientras que en la investigación de Gonzales el factor de crecimiento acumulado es 10.52 y el número de vehículos pesados es 61, se justifica la diferencia en el Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes.
- La investigación realizada por Castillo y Castro en el camino vecinal Yapato-Tajamar- Pampa de Loro, distrito de Sechura, Piura (2020), obtuvo como resultado un espesor de carpeta de rodadura de 5 cm y base de 10cm, mientras que, en nuestro diseño se obtuvo el espesor de la carpeta de rodadura de 8 cm, base de 15cm y sub base de 15 cm. La diferencia entre los espesores se debe a que está relacionada al número de ejes equivalentes y el CBR del suelo, esto se refleja en que Castillo en su investigación presenta un Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn de 48,500.00 mientras que en nuestra investigación se obtuvo un Número de Ejes Equivalentes de 8.2 Tn de 650,689.12, por ello nuestro

diseño cuenta con capas de mayores espesores.

- La investigación realizada por Flores y Valverde en el camino vecinal, desvío de Markahuamachuco – Sanagorán, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad (2019), obtuvo como resultado un espesor de carpeta de rodadura de 8 cm, base de 22cm y sub base de 15 cm, mientras que, en nuestro diseño se obtuvo el espesor de la carpeta de rodadura de 8 cm, base de 15cm y sub base de 15 cm. Como se indicó previamente, la diferencia entre los espesores se debe a que está relacionada al número de ejes equivalentes y el CBR del suelo, su vía de estudio presenta un CBR de 8.29% mientras que en nuestra investigación se obtuvo un CBR de 11.72%.

## CONCLUSIONES

- Se evaluó el estudio de mecánica de suelos para caracterizar el suelo de la vía Quilcha – Shingate, determinándose un tipo de suelo en todos los tramos de SC-SM que es una Arena Arcillosa con Limos y Grava de baja plasticidad según su clasificación SUCS. El ensayo de CBR ha determinado valores comprendidos entre 10.15% y 13.15%, siendo esta una buena calidad para el diseño estructural del pavimento según el Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia, Geología y Pavimentos 2014.
- Realizamos un estudio topográfico en la zona, a través de las pendientes en las curvas de nivel del trazo del proyecto se determinó una clasificación de la carretera accidentada (Tipo 3) según su orografía.
- Desarrollamos un estudio de tráfico obteniéndose un Índice Medio Semanal de 215 vehículos por día para un periodo de diseño de 20 años para un tipo de carretera de 3 clase según el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos vigente, un número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 Tn de 650,689.12 EE y tipo de tráfico pesado T3.
- Así mismo, se elaboró un estudio hidrológico en donde se pudo identificar las precipitaciones máximas en la parte alta de las cuencas que interceptan la vía y cuyos registros son aceptables estadísticamente.
- Se realizó un diseño geométrico del pavimento en base a los parámetros indicados en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018, para una carretera de Tercera clase según su demanda y un terreno Accidentado según su orografía.
- Además, en base a la Metodología AASHTO, elaboramos el diseño estructural de un pavimento flexible, obteniendo un espesor pavimento de 38 cm, con carpeta asfáltica de 8 cm, base granular de 15 cm y subbase granular de 15 cm, cumpliendo con el número estructural requerido (2.47) dentro de los parámetros de AASHTO 93.

- Por último, se realizó el diseño de obras de drenaje como Cunetas Tipo I, tomando en cuenta las precipitaciones máximas.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda un perfilado y mejoramiento de la capa sub rasante, esto con over side, posteriormente una capa de sub-base granular (hormigón). El cual tendrá como principales funciones: impedir que los finos de la sub rasante contaminen la capa base, absorber deformaciones por cambios volumétricos en la sub rasante, actuar como filtro para drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o berma.
- Si se requiere tener una mayor precisión con respecto al estudio de tráfico, se recomienda incrementar el número de días a realizar para el conteo de vehículos para así tener una mayor precisión respecto a su clasificación.
- Para una óptima durabilidad de cuestión de calidad y servicialidad se recomienda que la calidad de materiales y agregados sea la adecuada para la ejecución de todos los ensayos necesarios requeridos según las normas técnicas.
- Se recomienda que la entidad (Municipalidad Distrital de Sartimbamba) realice planos de señalización vertical y horizontal en cada tramo de la vía para mejorar la transitabilidad y seguridad de los usuarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera G., Juan P. (2014). “*Fallas en Pavimentos Flexibles: Causas, Efectos y Soluciones*”. (Trabajo de Graduación). Recuperado de:  
[http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_3838\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3838_C.pdf)
- Castillo A., Diego A. y Castro M., Joao 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 Sechura – Piura”. (Tesis de Pregrado). Recuperado de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/7100>
- Collave Figueroa, A. y Miñano Mariños, R. (2022). “Diseño geométrico y estructural para la pavimentación del camino vecinal Marcahuamachuco – Sanagorán, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad.” (Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego). Recuperado de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/9906>
- Flores O. y Valverde G. (2019). “Análisis comparativo entre el diseño del pavimento rígido y pavimento flexible para mejoramiento del camino vecinal, desvío de Markahuamachuco – Sanagorán – provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”. (Tesis de Pregrado). Recuperado de:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12759/5891>
- Galecio Purizaca, W. y Villegas Huayanay, A. (2022). “Diseño geométrico y estructural para la pavimentación en el AA. HH La Primavera del Distrito de Castilla, Piura”. (Tesis de Pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9897>
- Garber N. J. y Hoel L. A. (2005). *Ingeniería de Tránsito y de Carreteras*. (3ª Ed) México, México: International Thomson Editores.
- Garzón C. (2020). “Evaluación de metodología AASHTO y SHELL para el diseño de pavimento de la vía “Caracol” que conecta a “La carretera del amor” en

Villavicencio – Meta”. (Tesis de Pregrado). Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/11634/30437>

Gonzales Rivas, B. y Mija Carrion, B. (2021). “Diseño geométrico y estructural de las vías no pavimentadas para la localidad de Algodonal, distrito de Paimas, Ayabaca, departamento de Piura”. UPAO. (Tesis de Pregrado). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/8048>

Guevara C. y Urcia E. (2019). “Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la av. César Vallejo – Trujillo, entre las cuadras 04 al 15, mediante el método del Índice de Condición del Pavimento”. (Tesis de Pregrado). Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12759/5913>

Kari M. y Olortegui J. (2021). “Propuesta de mejora de la estructura del pavimento flexible reforzado con geo compuesto en la interfaz Subrasante – Subbase en la zona de los Pantanos de Villa – Chorrillos” (Tesis de Pregrado). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10757/656525>

Kadiyali, L. R. (2001). “Principles and Practices of Highway Engineering”. Khanna Publishers.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Sección: Suelos y Pavimentos. Lima – Perú.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2019). *Infraestructura Red Vial*. Obtenido de <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Montejo Fonseca A. (2002). *Ingeniería De Pavimentos*. (3era Ed.) Bogotá, Colombia: Ágora Editores.

Reddy, R. N. (2005). "*Principles of Pavement Engineering*". PHI Learning Pvt. Ltd.

Rogers, M. (2016). "*Highway Engineering*". John Wiley & Sons.

## ANEXOS

## ANEXO A

Tabla 36

## Matriz de consistencia

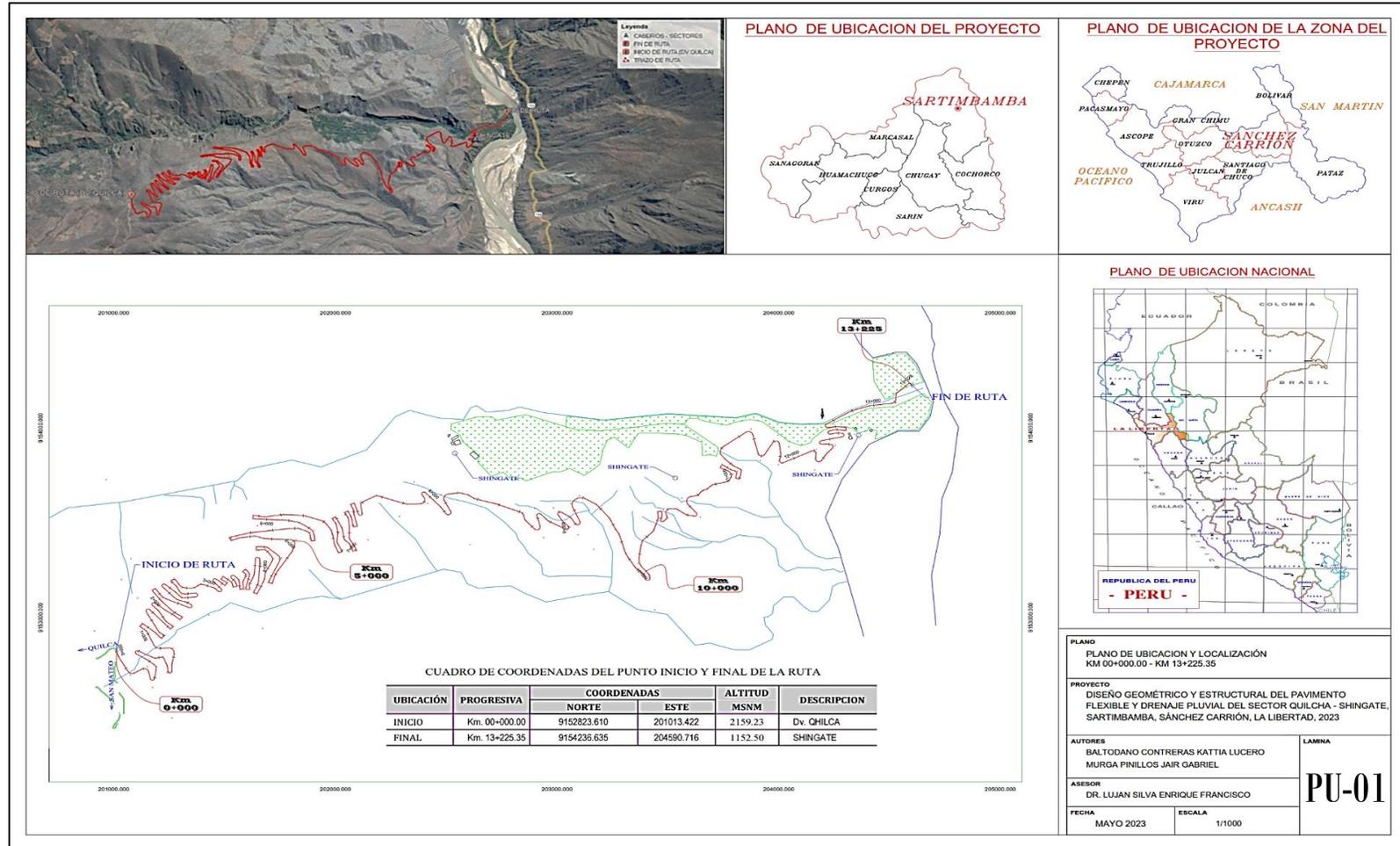
Título: Diseño Geométrico, Estructural y Drenaje Pluvial de la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023							
Línea de investigación: Transporte							
Autor(es) Baltodano Contreras, Kattia Lucero Murga Pinillos, Jair Gabriel							
Pregunta de investigación	Hipótesis de investigación	Objetivo de investigación	Variables y su Clasificación	Dimensiones	Indicadores para cada variable		
¿Cuál es el diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial para la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023?		Realizar un diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera Quilcha – Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad, 2023.		Estudio de mecánica de suelos	- Granulometría (%) - C.B.R. - Contenido de humedad (%) - Peso específico (gr.) - Límites de consistencia (%) - Proctor Modificado (%)		
<b>Preguntas específicas</b>		<b>Objetivos específicos</b>					
1 ¿Que tipo de suelo presenta la ruta Quilcha - Shingate, Sartimbamba, Sanchez Carrión, La Libertad?		Ejecutar un estudio de mecánica de suelos para caracterizar el suelo de la vía de interés.		Levantamiento topográfico	- Altimetría (msnm) - Alineamiento (mL) - Perfiles longitudinales (km, m) - Secciones transversales (m2)		
2 ¿Cual es la topografía presente en la ruta Quilcha - Shingate, Sartimbamba, Sanchez Carrión, La Libertad?		Realizar un estudio topográfico para identificar el desnivel del terreno.					
3 ¿Cuántos y que tipo de vehiculos circulan por la ruta Quilcha - Shingate, Sartimbamba, Sanchez Carrión, La Libertad?	El diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera cumple con las normativas vigentes para la ruta del Sector Quilcha - Shingate, Sartimbamba, Sánchez Carrión, La Libertad.	Desarrollar un estudio de tráfico para identificar la cantidad y el tipo de vehículos que transitan por la vía.	Diseño geométrico, estructural y drenaje pluvial de la carretera.	Estudio de tráfico	- IMDA (veh /día) - Tasa crecimiento (%)		
4 ¿Qué cuencas y cuál es el régimen usual de lluvias máximas presente en la zona de estudio?		Elaborar un estudio hidrológico para identificar las cuencas y el régimen usual de lluvias máximas presente en la zona de estudio.		Estudio hidrológico	- Precipitaciones (mm/día) - Caudales máximos (m3)		
5 ¿Qué diseño geométrico deberá presentar la carretera en estudio?		Realizar un diseño geométrico de una carretera según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018.		Diseño geométrico	- Velocidad de diseño (km/h) - Pendientes (m/m) - Peralte (%)		
6 ¿Cuál sera el diseño estructural óptimo para la carretera según las normativas vigentes?		Elaborar un diseño estructural de la carretera en base al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos vigente.		Diseño estructural	- Espesores de las capas estructurales		
7 ¿Qué tipo de drenaje pluvial requiere el diseño de la carretera a diseñar?		Diseñar las obras de drenaje de la carretera según el Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.		Diseño de drenaje de carreteras	- Disposiciones finales de las aguas pluviales		

Metodología				
Método de investigación	Población	Tipo de investigación	Técnica de recolección de datos	Técnica estadística para tratamiento de los datos
	Red vial del distrito Sartimbamba, Sector Quilcha - Shingate.	Según enfoque: Cuantitativa Según finalidad: Aplicada Según nivel: Descriptiva Según temporalidad: Transeccional	- Observación Estructurada - Análisis documental	Los datos obtenidos provenientes del levantamiento topográfico serán procesados utilizando el programa Microsoft Excel y posteriormente se empleará el software AutoCAD para elaborar los planos topográficos y de ubicación.
	<b>Muestra</b>	<b>Diseño de investigación</b>	<b>Instrumento de recolección de datos</b>	Los datos provenientes del estudio de mecánica de suelos y del estudio hidrológico serán procesados mediante el programa Microsoft Excel y se analizará y procederá a la elaboración del diseño del pavimento flexible. Además, se empleará el software Civil 3D para la elaboración de planos y el modelamiento de la vía de diseño.
Método de investigación Cuantitativa	Trocha carrozable del tramo Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+230, distrito Sartimbamba.	<b>No experimental Transversal Descriptivo simple: M ---- O</b> <b>M:</b> Trocha carrozable del tramo Quilcha - Shingate desde Km 0+000 hasta Km 13+230, distrito Sartimbamba. <b>O:</b> Diseño geométrico y estructural con drenaje pluvial del pavimento flexible.	- Guía de observación - Ficha de registro	Luego se empleará el programa Microsoft Excel para procesar los datos provenientes de los metrados y costos unitarios y se procederá a la elaboración del presupuesto general. Por último, se utilizará el programa Microsoft Office para la documentación y elaboración de informes.

Fuente. Elaboración Propia.

Figura 60

Plano de ubicación y localización



Fuente. Elaboración Propia.

Figura 61

Red vial nacional

Infraestructura Vial Existente del SINAC, según departamento										
(Clasificador de Rutas D.S.011-2016-MTC al 31 de julio 2022)										
Kilómetros										
PARTAMEN	LONGITUD TOTAL	NACIONAL			DEPARTAMENTAL **			VECINAL **		
		SUB	Pavimentada	No Pavimentada	SUB-	Pavimento	No Pavimentada	SUB-TOTAL	Pavimento	No Pavimentada
TOTAL	173,611.3	27,108.7	22,671.5	4,437.2	27,962.8	4,742.7	23,220.0	118,539.8	2,794.6	115,745.2
Amazonas	3,520.6	863.0	848.7	14.2	880.1	30.6	849.5	1,777.6	0.0	1,777.6
Áncash	10,758.4	1,880.1	1,433.9	446.2	1,223.0	526.7	696.4	7,655.3	116.1	7,539.2
Apurímac	8,135.1	1,283.6	1,048.8	234.8	1,291.0	9.1	1,281.9	5,560.6	11.3	5,549.3
Arequipa	10,231.1	1,494.4	1,219.5	274.9	1,736.1	974.5	761.7	7,000.5	587.8	6,412.7
Agacucho	12,578.4	1,801.8	1,727.9	73.9	1,861.9	314.4	1,547.5	8,914.8	104.8	8,810.1
Cajamarca	15,632.3	1,745.3	1,528.5	216.7	919.6	31.8	887.8	12,967.4	69.7	12,897.8
Callao	51.5	44.6	44.6	0.0	6.9	5.2	1.7	0.0	0.0	0.0
Cusco	17,430.6	2,019.9	1,658.1	361.7	2,739.2	565.2	2,174.0	12,671.6	304.1	12,367.5
Huancavelic	8,249.9	1,443.7	1,190.3	253.5	1,996.7	19.5	1,977.2	4,809.5	0.7	4,808.8
Huánuco	7,884.7	1,325.0	929.6	395.4	772.4	9.1	763.4	5,787.2	81.2	5,706.1
Ica	3,658.8	697.7	683.7	14.1	703.2	48.9	654.2	2,257.9	178.4	2,079.5
Junín	12,067.2	1,788.4	1,073.1	715.2	1,125.2	76.6	1,048.6	9,153.7	239.6	8,914.1
<b>La Libertad</b>	<b>8,871.7</b>	<b>1,333.9</b>	<b>949.8</b>	<b>384.0</b>	<b>1,932.6</b>	<b>105.3</b>	<b>1,827.3</b>	<b>5,605.2</b>	<b>161.9</b>	<b>5,443.3</b>
Lambayeque	3,196.7	468.8	450.6	18.2	672.2	206.4	465.8	2,055.7	27.6	2,028.2
Lima	7,612.0	1,685.0	1,372.6	312.5	1,609.7	160.4	1,449.3	4,317.3	154.3	4,163.0
Loreto	901.1	128.9	88.6	40.3	320.7	97.2	223.6	451.5	19.1	432.4
Madre de Di	2,015.2	399.4	399.4	0.0	340.0	2.3	337.6	1,275.8	6.4	1,269.4
Moquegua	2,930.1	470.3	470.3	0.0	904.4	128.1	776.3	1,555.4	109.6	1,445.8
Pasco	3,594.3	579.2	374.8	204.5	912.6	34.7	877.9	2,102.5	13.3	2,089.2
Piura	8,930.8	1,729.5	1,667.7	61.8	634.3	170.0	464.3	6,567.0	333.3	6,233.8
Puno	13,637.2	2,018.5	1,803.9	214.6	2,349.9	873.0	1,476.9	9,268.8	86.3	9,182.5
San Martín	5,566.6	815.5	763.5	46.0	967.3	191.6	775.7	3,783.8	2.5	3,781.3
Tacna	2,650.0	631.1	580.1	51.0	489.7	85.0	404.7	1,529.2	175.1	1,354.1
Tumbes	1,002.1	138.5	138.5	0.0	287.5	71.7	215.8	576.1	9.3	566.8
Ucayali	2,504.7	322.9	219.0	103.8	1,286.6	5.5	1,281.1	835.2	2.3	832.9

Fuente. MTC-OGPP-Oficina de Estadística.

Figura 62

Red vial departamental

**Infraestructura de la Red Vial Vecinal del SINAC, según departamento y provincia 1/**  
(Clasificador de Rutas D.S.011-2016-MTC al 31 de julio 2022)

DEPARTAMENTO Provincia	EXISTENTE POR TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA (Kilómetros)							Total	PROYECTADA	TOTAL 2/
	PAVIMENTADA			NO PAVIMENTADA						
	Asfaltada	Solución Básica	Sub Total	Afirmada	Sin Afirmar	Trocha	Sub Total			
<b>Total general</b>	<b>2,594.3</b>	<b>200.3</b>	<b>2,794.6</b>	<b>30,895.7</b>	<b>31,251.7</b>	<b>53,597.9</b>	<b>115,745.2</b>	<b>118,539.8</b>	<b>106.1</b>	<b>118,645.9</b>
TAYACAJA	0.66		0.66	353.71	969.11	137.81	1,460.62	1,461.28		1,461.28
<b>HUÁNUCO</b>	<b>38.8</b>	<b>42.3</b>	<b>81.2</b>	<b>2,085.6</b>	<b>1,438.5</b>	<b>2,182.0</b>	<b>5,706.1</b>	<b>5,788.2</b>	<b>1.3</b>	<b>5,788.6</b>
AMBO	3.87		3.87	217.31	288.06	178.61	683.98	687.85		687.85
DOS DE MAYO	7.69		7.69	53.93	171.74	67.75	293.42	301.11		301.11
HUACAYBAMBA	0.04		0.04			45.86	45.86	45.90		45.90
HUAMALIES	2.98		2.98	116.39		215.25	331.63	334.62	1.33	335.94
HUANUCO	6.00		6.00	821.35		533.35	1,354.71	1,360.70		1,360.70
LAURICOCHA	1.05		1.05	162.08	57.32	131.18	350.58	351.62		351.62
LEONCIO PRADO	13.17		13.17	316.67	98.08	313.97	728.73	741.89		741.89
MARAÑÓN			-	94.94	52.56	109.00	256.50	256.50		256.50
PACHITEA	1.37	42.32	43.69	122.66	339.87	323.37	785.90	829.59		829.59
PUERTO INCA	0.32		0.32	123.36	291.87	173.97	589.21	589.53		589.53
YAROWILCA	2.35		2.35	56.91	138.97	89.69	285.56	287.91		287.91
<b>ICA</b>	<b>178.4</b>		<b>178.4</b>	<b>524.0</b>	<b>538.0</b>	<b>1,017.5</b>	<b>2,079.5</b>	<b>2,257.9</b>		<b>2,257.9</b>
CHINCHA	26.98		26.98	22.60	74.35	67.08	164.03	191.01		191.01
ICA	112.70		112.70	139.56	357.44	112.70	609.71	722.41		722.41
NAZCA	22.08		22.08	106.63	8.64	503.53	618.80	640.88		640.88
PALPA	16.60		16.60	101.14	68.92	23.81	193.88	210.47		210.47
PISCO	0.06		0.06	154.07	28.67	310.34	493.08	493.14		493.14
<b>JUNÍN</b>	<b>239.6</b>		<b>239.6</b>	<b>3,118.1</b>	<b>2,831.2</b>	<b>2,964.8</b>	<b>8,914.1</b>	<b>9,153.7</b>		<b>9,153.7</b>
CHANCHAMAYO	0.26		0.26	1,070.56	1,099.83	59.29	2,229.68	2,229.94		2,229.94
CHUPACA	76.06		76.06	216.45	158.21	54.71	429.37	505.43		505.43
CONCEPCION	16.02		16.02	422.25	105.41	305.34	833.00	849.03		849.03
HUANCAYO	140.01		140.01	212.42	139.85	324.44	676.72	816.72		816.72
JAUJA	5.22		5.22	363.87	17.04	753.17	1,134.08	1,139.30		1,139.30
JUNIN			-	88.04	142.02	129.50	359.56	359.56		359.56
SATIPO			-	659.42	351.71	986.00	1,997.13	1,997.13		1,997.13
TARMA	1.99		1.99	35.18	586.24	337.40	958.82	960.81		960.81
YAULI			-	49.96	230.89	14.90	295.75	295.75		295.75
<b>LA LIBERTAD</b>	<b>157.3</b>	<b>4.6</b>	<b>161.9</b>	<b>788.2</b>	<b>592.9</b>	<b>4,062.2</b>	<b>5,443.3</b>	<b>5,605.2</b>	<b>0.4</b>	<b>5,605.6</b>
ASCOPE	85.69		85.69	61.82	54.47	285.00	401.28	486.97		486.97
BOLIVAR			-	2.95		26.24	29.19	29.19		29.19
CHEPEN	4.57		4.57	228.37	36.54		264.91	269.48		269.48
GRAN CHIMU			-			183.95	183.95	183.95		183.95
JULCÁN			-			443.17	443.17	443.17		443.17
OTUZCO			-	5.70	10.69	876.23	892.62	892.62		892.62
PACASMAYO	26.40		26.40	35.90	190.03		225.93	252.33		252.33
PATAZ	2.00	4.62	6.62			265.92	265.92	272.54		272.54
<b>SANCHEZ CARRION</b>	<b>3.06</b>		<b>3.06</b>	<b>235.32</b>	<b>120.10</b>	<b>1,371.00</b>	<b>1,726.42</b>	<b>1,729.48</b>		<b>1,729.48</b>
SANTIAGO DE CHUCO			-	22.19	11.27	402.89	436.35	436.35		436.35
TRUJILLO	31.42		31.42	49.17	73.10	35.64	157.90	189.32		189.32
VIRU	4.14		4.14	146.78	96.75	172.16	415.69	419.83	0.37	420.20

Fuente. MTC-OGPP-Oficina de Estadística.

Figura 63

Red vial provincial

Infraestructura de la Red Vial Vecinal del SINAC, según departamento y provincia 1/										
(Clasificador de Rutas D.S.011-2016-MTC al 31 de julio 2022)										
(Kilómetros)										
DEPARTAMENTO Provincia	PAVIMENTADA			NO PAVIMENTADA				Total	PROYECT ADA	TOTAL 2/
	Asfaltada	Solución Básica	Sub Total	Afirmada	Sin Afirmar	Trocha	Sub Total			
<b>Total general</b>	<b>2,594.3</b>	<b>200.3</b>	<b>2,794.6</b>	<b>30,895.7</b>	<b>31,251.7</b>	<b>53,597.9</b>	<b>115,745.2</b>	<b>118,539.8</b>	<b>106.1</b>	<b>118,645.9</b>
<b>JUNÍN</b>	<b>239.6</b>		<b>239.6</b>	<b>3,118.1</b>	<b>2,831.2</b>	<b>2,964.8</b>	<b>8,914.1</b>	<b>9,153.7</b>		<b>9,153.7</b>
CHANCHAMAYO	0.26		0.26	1,070.56	1,099.83	59.29	2,229.68	2,229.94		2,229.94
CHUPACA	76.06		76.06	216.45	158.21	54.71	429.37	505.43		505.43
CONCEPCION	16.02		16.02	422.25	105.41	305.34	833.00	849.03		849.03
HUANCAYO	140.01		140.01	212.42	139.85	324.44	676.72	816.72		816.72
JAUJA	5.22		5.22	363.87	17.04	753.17	1,134.08	1,139.30		1,139.30
JUNIN	-		-	88.04	142.02	129.50	359.56	359.56		359.56
SATIPO	-		-	659.42	351.71	986.00	1,997.13	1,997.13		1,997.13
TARMA	1.99		1.99	35.18	586.24	337.40	958.82	960.81		960.81
YAULI	-		-	49.96	230.89	14.90	295.75	295.75		295.75
<b>LA LIBERTAD</b>	<b>157.3</b>	<b>4.6</b>	<b>161.9</b>	<b>788.2</b>	<b>592.9</b>	<b>4,062.2</b>	<b>5,443.3</b>	<b>5,605.2</b>	<b>0.4</b>	<b>5,605.6</b>
ASCOPE	85.69		85.69	61.82	54.47	285.00	401.28	486.97		486.97
BOLIVAR	-		-	2.95	-	26.24	29.19	29.19		29.19
CHEPEN	4.57		4.57	228.37	36.54	-	264.91	269.48		269.48
GRAN CHIMU	-		-	-	-	183.95	183.95	183.95		183.95
JULCAN	-		-	-	-	443.17	443.17	443.17		443.17
OTUZCO	-		-	5.70	10.69	876.23	892.62	892.62		892.62
PACASMAYO	26.40		26.40	35.90	190.03	-	225.93	252.33		252.33
PATAZ	2.00	4.62	6.62	-	-	265.92	265.92	272.54		272.54
<b>SANCHEZ CARRION</b>	<b>3.06</b>		<b>3.06</b>	<b>235.32</b>	<b>120.10</b>	<b>1,371.00</b>	<b>1,726.42</b>	<b>1,729.48</b>		<b>1,729.48</b>
SANTIAGO DE CHUCO	-		-	22.19	11.27	402.89	436.35	436.35		436.35
TRUJILLO	31.42		31.42	49.17	73.10	35.64	157.90	189.32		189.32
VIRU	4.14		4.14	146.78	96.75	172.16	415.69	419.83	0.37	420.20
<b>LAMBAYEQUE</b>	<b>27.6</b>		<b>27.6</b>	<b>391.2</b>	<b>603.1</b>	<b>1,033.9</b>	<b>2,028.2</b>	<b>2,055.7</b>		<b>2,055.7</b>
CHICLAYO	27.55		27.55	9.01	234.26	344.60	587.87	615.42		615.42
FERREÑAFE	-		-	96.80	88.42	197.24	382.46	382.46		382.46
LAMBAYEQUE	-		-	285.37	280.41	492.07	1,057.84	1,057.84		1,057.84
<b>LIMA</b>	<b>154.3</b>		<b>154.3</b>	<b>585.0</b>	<b>1,434.3</b>	<b>2,143.7</b>	<b>4,163.0</b>	<b>4,317.3</b>		<b>4,317.3</b>
BARRANCA	1.65		1.65	1.60	48.53	164.65	214.78	216.43		216.43
CAÑETE	39.83		39.83	223.64	264.58	59.04	547.26	587.09		587.09
CAJATAMBO	0.47		0.47	-	105.44	78.10	183.54	184.01		184.01
CANTA	-		-	22.47	28.66	129.85	180.98	180.98		180.98
HUARAL	18.63		18.63	68.45	144.90	291.57	504.92	523.55		523.55
HUAROCHIRI	10.73		10.73	28.82	113.89	634.78	777.50	788.23		788.23
HUAURA	12.77		12.77	47.07	257.94	219.07	524.08	536.85		536.85
LIMA	61.28		61.28	22.72	26.07	79.41	128.20	189.48		189.48
OYON	-		-	19.60	91.92	340.25	451.77	451.77		451.77
YAUYOS	8.94		8.94	150.60	352.41	146.97	649.98	658.92		658.92

Fuente. MTC-OGPP-Oficina de Estadística.

## ANEXO B. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Figura 64**

*Excavación de Calicatas.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 65**

*Ensayo de contenido de humedad. Calicata 12.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 66**

Ensayo de granulometría. Calicata 01.



Fuente. Elaboración Propia.

**Figura 67**

Ensayo de granulometría. Calicata 05.



Fuente. Elaboración Propia.

**Figura 68**

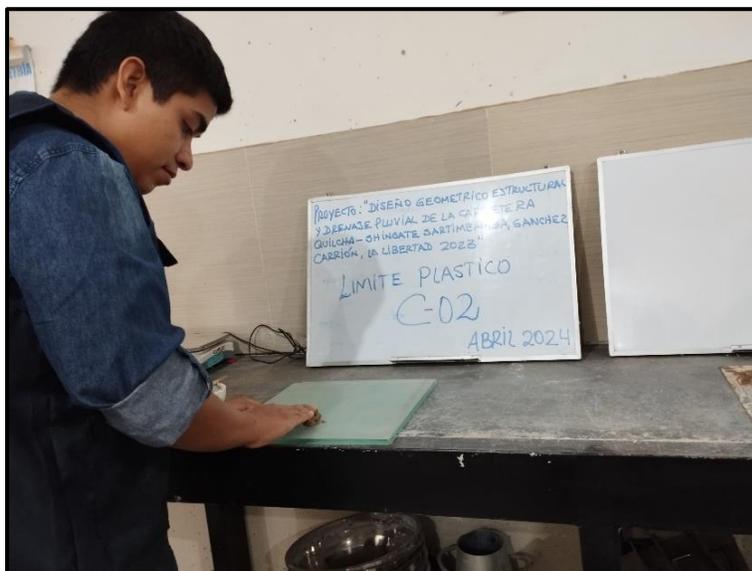
*Ensayo de límite líquido. Calicata 08.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 69**

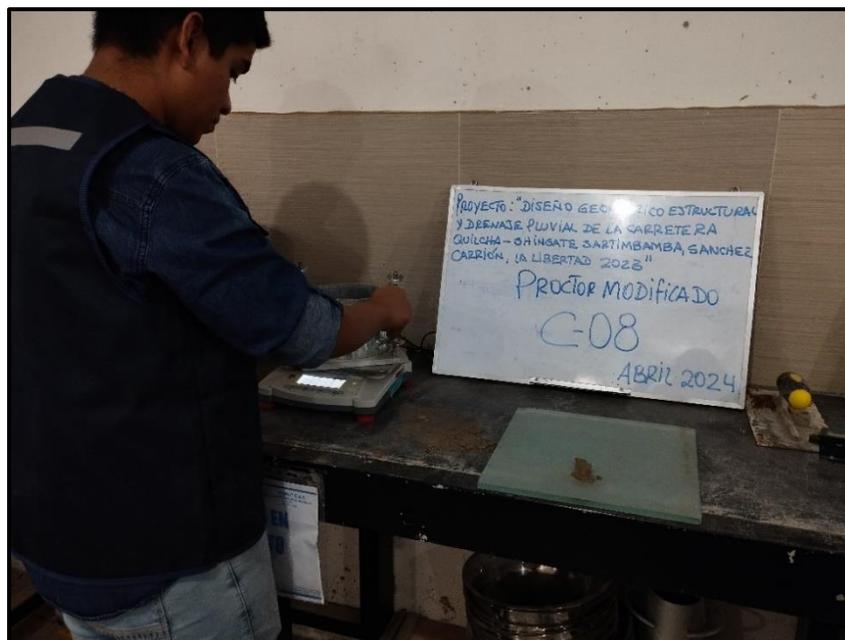
*Ensayo de límite plástico. Calicata 02.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 70**

*Ensayo de proctor modificado. Calicata 08.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 71**

*Ensayo de proctor modificado. Calicata 08.*



*Fuente. Elaboración Propia.*



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

DATOS DEL ENSAYO : PROGRESIVA KM 0+200 COORDENADAS E = 201134.404 N = 9153730.659

Muestra	C-01	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	1920.00	Sh + Tara : 96.05
Peso perdido por lavado	743.73	Ss + Tara : 88.79
		Tara : 10.14
		Peso Agua : 7.26
		Peso Suelo Seco : 78.65
		Humedad(%) : 9.23

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 24
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 18
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 6
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	112.75	5.87	5.87	94.13	Clas. AASHTO : A-4 (1)
3/4"	19.050	95.30	4.96	10.84	89.16	
1/2"	12.700	81.280	4.23	15.07	84.93	
3/8"	9.525	78.520	4.09	19.16	80.84	
1/4"	6.350	81.240	4.23	23.39	76.61	
No4	4.178	75.465	3.93	27.32	72.68	
8	2.360	92.570	4.82	32.14	67.86	
10	2.000	85.780	4.47	36.61	63.39	
16	1.180	95.420	4.97	41.58	58.42	
20	0.850	78.180	4.07	45.65	54.35	
30	0.600	66.450	3.46	49.11	50.89	
40	0.420	52.310	2.72	51.84	48.16	
50	0.300	42.680	2.22	54.06	45.94	
60	0.250	41.560	2.16	56.22	43.78	
80	0.180	32.580	1.70	57.92	42.08	
100	0.150	31.850	1.66	59.58	40.42	
200	0.074	32.360	1.69	61.26	38.74	
< 200		743.73	38.74	100.00	0.00	
Total		1920.00				

L. Líquido : 24

L. Plástico : 18

Ind. Plástico : 6

Clas. SUCS : SC-SM

Clas. AASHTO : A-4 (1)

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

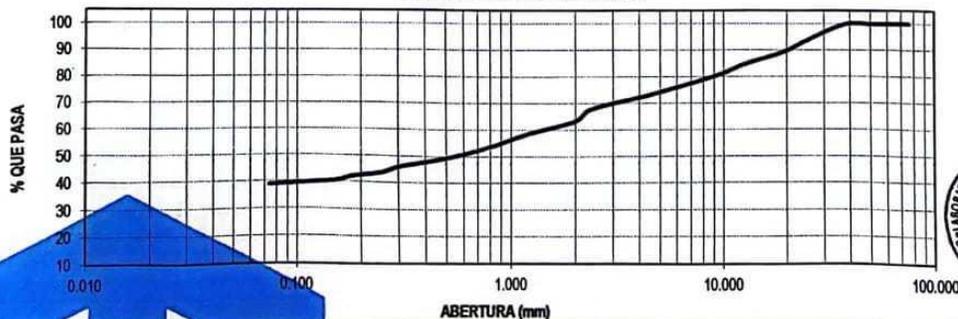
Arena Arcillosa con Limos y Grava, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón claro, con un 38.74 % que pasa la malla N° 200

DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA

PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50)

ESTRATO C-01 : E-02

CURVA GRANULOMÉTRICA



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
982173069  
949123347

encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



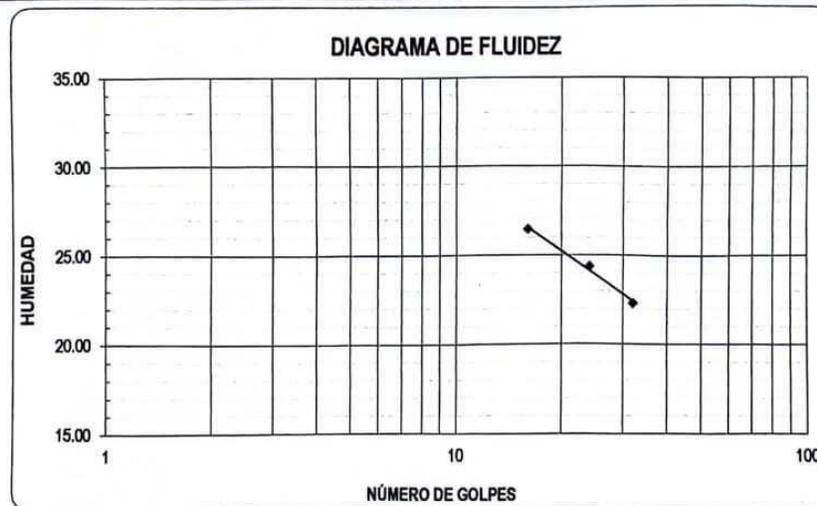
LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	24	32	-	-
Peso tara (g)	10.14	10.21	9.71	10.89	10.75
Peso tara + suelo húmedo (g)	20.61	20.48	20.52	17.12	16.95
Peso tara + suelo seco (g)	18.42	18.47	18.55	16.15	16.01
Humedad %	26.45	24.33	22.29	18.44	17.87
Límites	24			18	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-01	J-164
Peso de Tarro (gr.)	10.32	9.96
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	95.45	96.65
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	88.34	89.24
Peso de Suelo Seco (gr.)	78.02	79.28
Peso de Agua (gr.)	7.11	7.41
% de Humedad (%)	9.11	9.35
% De Humedad Promedio (%)	9.23	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encoplgroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"				
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL				
<b>CALICATA:</b>	Nº 01	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2	
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN	
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST.	SARTIMBAMBA	
			<b>TRAMO</b>	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE	

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 01	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Limos y Grava, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón claro, con un 38.74 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 9.23 %.	SC-SM	A-4 (1)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

DATOS DEL ENSAYO

Muestra :  
Peso de muestra seca :  
Peso perdido por lavado :

PROGRESIVA KM 1+200 COORDENADAS E = 201226.193 N = 9152903.816

C-02  
1910.00  
577.24

HUMEDAD NATURAL

Sh + Tara	125.11
Ss + Tara	111.31
Tara	10.14
Peso Agua	13.81
Peso Suelo Seco	101.17
Humedad(%)	13.65

Tamices	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA
ASIM						
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 30
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 22
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 8
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC
1"	25.400	135.680	7.10	7.10	92.90	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	116.520	6.10	13.20	86.80	
1/2"	12.700	106.240	5.56	18.77	81.23	
3/8"	9.525	97.350	5.10	23.86	76.14	
1/4"	6.350	83.160	4.35	28.22	71.78	
No4	4.178	79.540	4.16	32.38	67.62	
8	2.360	65.360	3.42	35.80	64.20	
10	2.000	76.440	4.00	39.81	60.19	
16	1.180	96.850	5.07	44.88	55.12	
20	0.850	95.420	5.00	49.87	50.13	
30	0.600	87.350	4.57	54.45	45.55	
40	0.420	76.940	4.03	58.47	41.53	
50	0.300	61.520	3.22	61.69	38.31	
60	0.250	38.460	2.01	63.71	36.29	
80	0.180	34.820	1.82	65.53	34.47	
100	0.150	28.950	1.52	67.05	32.95	
200	0.074	52.160	2.73	69.78	30.22	
< 200		577.24	30.22	100.00	0.00	
Total		1910.00				

LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA

L Líquido : 30  
L Plástico : 22  
Ind. Plástico : 8  
Clas. SUCS : SC  
Clas. AASHTO : A-2-4 (0)

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

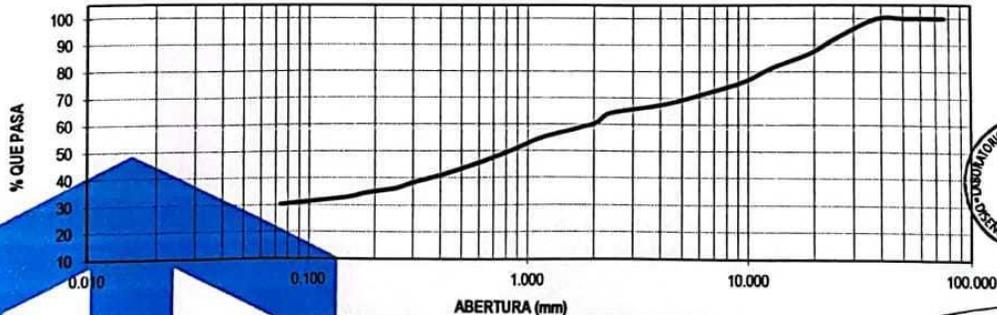
Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, con presencia de roca suelta, de compactación media, color marrón claro, de baja plasticidad, con un 30.22 % que pasa la malla N° 200

DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA

PROFUNDIDAD (m) : (0.40 - 1.50)

ESTRATO C-02 : E-02

CURVA GRANULOMÉTRICA



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347



RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA

INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

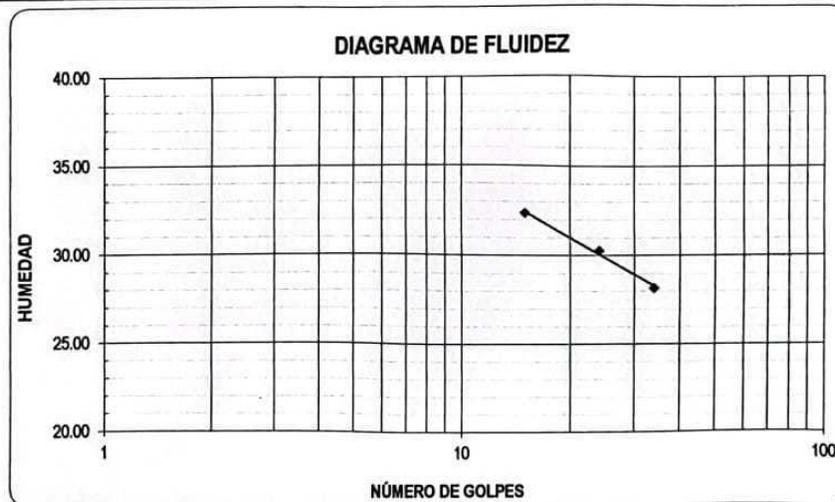
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	15	24	34	-	-
Peso tara (g)	18.16	19.09	18.37	10.88	10.18
Peso tara + suelo húmedo (g)	29.49	31.83	31.57	16.96	16.25
Peso tara + suelo seco (g)	26.72	28.87	28.67	15.85	15.14
Humedad %	32.36	30.27	28.16	22.33	22.38
Límites	30			22	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : \*DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023\*

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-152	J-154
Peso de Tarro (gr.)	10.17	10.11
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	125.36	124.86
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	111.65	110.96
Peso de Suelo Seco (gr.)	101.48	100.85
Peso de Agua (gr.)	13.71	13.90
% de Humedad (%)	13.51	13.78
% De Humedad Promedio (%)	13.65	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

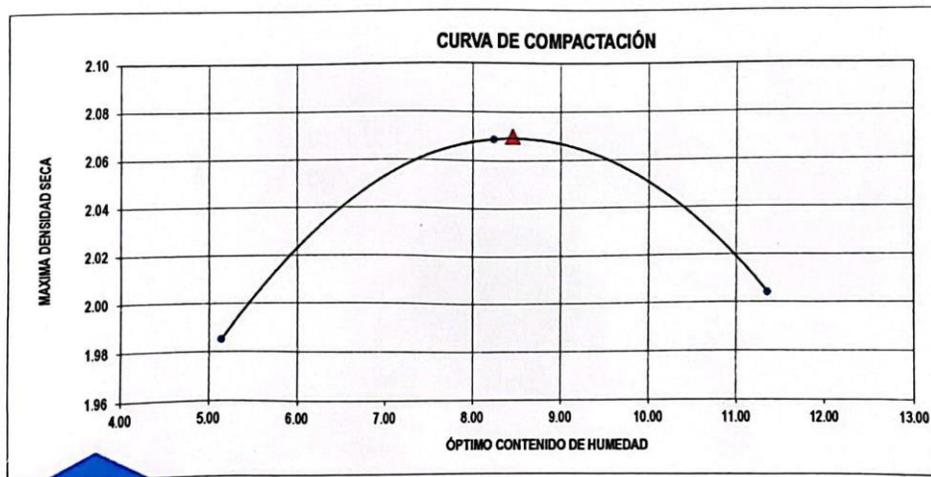
SOLICITANTE : BALTODOANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

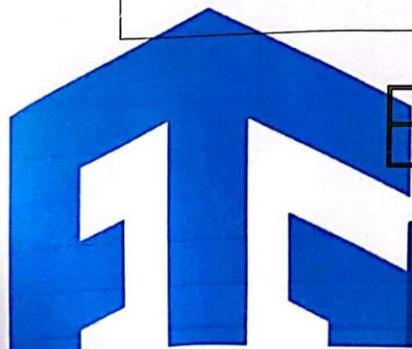
FECHA : ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	5825
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10248.00	10570.00	10554.00			
Peso de Molde (gr.)	5825.00	5825.00	5825.00			
Peso de suelo Húmedo (gr.)	4423.00	4745.00	4729.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.09	2.24	2.23			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	114.28	115.65	112.58			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	109.18	107.62	102.14			
Peso de Agua (gr.)	5.10	8.03	10.44			
Peso de Cápsula (gr.)	9.98	10.14	10.17			
Peso de Suelo Seco (gr.)	99.20	97.48	91.97			
% de Humedad	5.14	8.24	11.35			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.07	2.00			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.07
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.45



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

Ubicación : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

Fecha : ABRIL DEL 2024

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11488		12496		12312	
Peso de Molde (gr.)	6695		7960		8015	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4793		4536		4297	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2137		2137		2137	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.243		2.123		2.011	
CAPSULA N°	J-8		J-3		J-9	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	112.25		110.11		108.35	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	104.32		102.41		100.71	
Peso de Agua (gr.)	7.93		7.70		7.64	
Peso de Cápsula (gr.)	10.16		10.82		10.18	
Peso de Suelo Seco (gr.)	94.16		91.59		90.53	
% de Humedad	8.42		8.41		8.44	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.069		1.958		1.854	

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.750	0.750	0.591	0.680	0.680	0.535	0.580	0.580	0.457
48 hrs	0.860	0.860	0.677	0.790	0.790	0.622	0.660	0.660	0.520
72 hrs	0.870	0.870	0.685	0.800	0.800	0.630	0.670	0.670	0.528
96 hrs	0.870	0.870	0.685	0.800	0.800	0.630	0.670	0.670	0.528

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	56 GOLPES lbs/pulg2	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	25 GOLPES lbs/pulg2	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	10 GOLPES lbs/pulg2
0.025	15	108.1	36.0	10	62.6	20.9	6	26.1	8.7
0.050	31	254.0	84.7	18	135.3	45.2	10	62.6	20.9
0.075	46	390.7	130.2	30	244.9	81.6	18	135.5	45.2
0.100	65	563.9	188.0	44	372.3	124.2	27	217.5	72.5
0.125	80	700.7	233.6	57	491.0	163.7	39	326.9	109.0
0.150	93	819.2	273.1	67	582.2	194.1	50	427.2	142.4
0.200	113	1001.5	333.8	84	737.1	245.7	67	582.2	194.1
0.300	136	1211.1	403.7	108	955.9	318.6	89	782.7	260.9
0.400	131	1347.9	449.3	121	1074.4	358.1	105	928.6	309.3
0.500	160	1429.9	476.6	130	1156.4	385.5	115	1019.7	339.9



*[Handwritten Signature]*



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

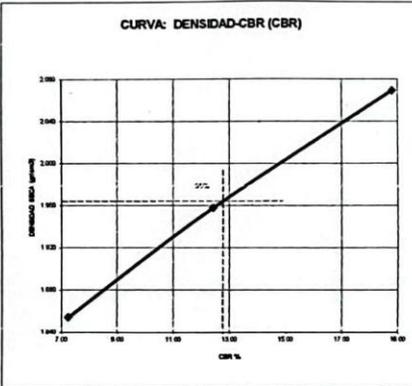
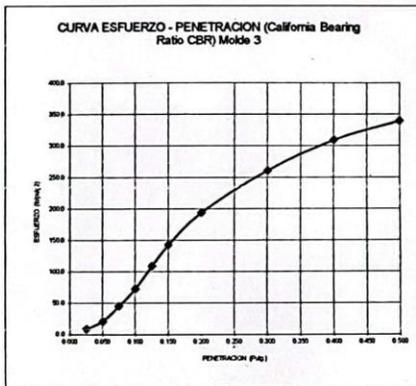
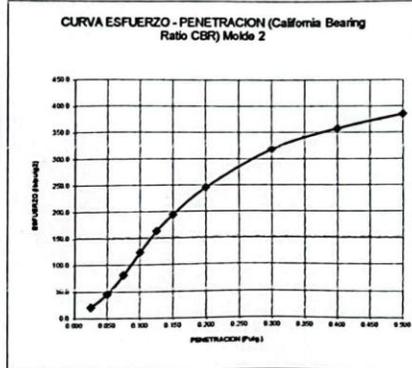
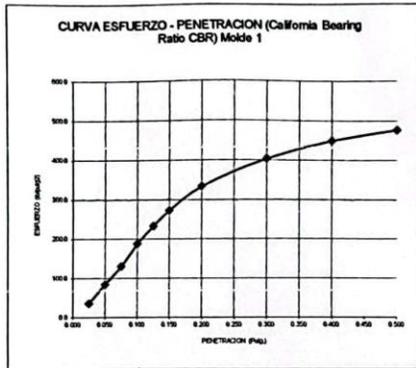


encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	188.0	1000	18.80	2.069
2	0.1	124.2	1000	12.42	1.958
3	0.1	72.5	1000	7.25	1.854

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	333.8	1500	22.26	2.069
2	0.2	245.7	1500	16.38	1.958
3	0.2	194.1	1500	12.94	1.854

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.070
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.967
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.45%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	18.80%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.75%



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com  
 RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"		
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL		
<b>CALICATA:</b>	Nº 02	<b>MUESTRA:</b>	ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST. SARTIMBAMBA
		<b>TRAMO:</b>	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 02	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, con presencia de roca suelta, de compacidad media, color marrón claro, de baja plasticidad, con un 30.22 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 13.65 %. Con una Maxima Densidad Seca de 2.07 gr/cm3 y Optimo Contenido de Humedad de 8.45% y un CBR de 12.75 al 95%	SC	A-2-4 (0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 288575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

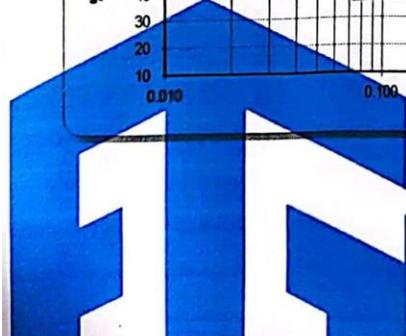
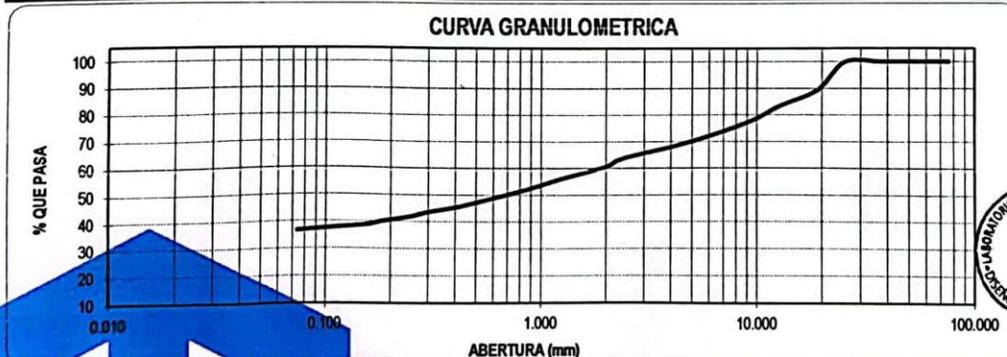
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
SOLICITANTE : BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2024

DATOS DEL ENSAYO		PROGRESIVA KM 2+200 COORDENADAS E = 201290.229 N = 6153074.718	
Muestra	C-03	HUMEDAD NATURAL	
Peso de muestra seca	1530.00	Sh + Tara	116.29
Peso perdido por lavado	562.36	Ss + Tara	106.14
		Tara	10.14
		Peso Agua	10.15
		Peso Suelo Seco	96.00
		Humedad(%)	10.57

Tamices	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
ASTM						
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 25
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 19
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 6
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC-SM
3/4"	19.050	162.35	10.61	10.61	89.39	Clas. AASHTO : A-4 (1)
1/2"	12.700	91.140	5.96	16.57	83.43	
3/8"	9.525	84.320	5.51	22.08	77.92	
1/4"	6.350	79.460	5.19	27.27	72.73	
No4	4.178	65.870	4.31	31.58	68.42	
8	2.360	72.900	4.76	36.34	63.66	
10	2.000	45.280	2.96	39.30	60.70	
16	1.180	78.610	5.14	44.44	55.56	
20	0.850	55.320	3.62	48.06	51.94	
30	0.600	46.840	3.06	51.12	48.88	
40	0.420	48.750	3.19	54.30	45.70	
50	0.300	32.150	2.10	56.40	43.60	
60	0.250	25.640	1.68	58.08	41.92	
80	0.180	28.460	1.86	59.94	40.06	
100	0.150	22.140	1.45	61.39	38.61	
200	0.074	28.410	1.86	63.24	36.76	
< 200		562.36	36.76	100.00	0.00	
Total		1530.00				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA  
Arena Arcillosa con Limos y Grava, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón, con un 36.76 % que pasa la malla N° 200

DESCRIPCION DE LA CALICATA  
PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50)  
ESTRATO C-03 : E-02



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
982173069  
949123347  
encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

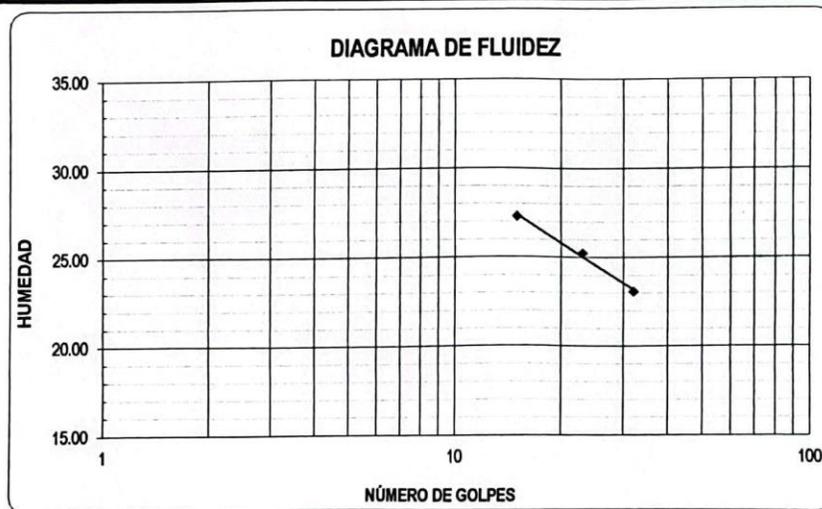
PROYECTO : "CREACION DEL CAMINO VECINAL EN EL DESVIO DE QUILCHA AL SECTOR SHINGATE DISTRITO DE SARTIMBAMBA - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD". CON CUI. 2566175

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	15	23	32	-	-
Peso tara (g)	18.16	19.09	18.37	10.88	10.18
Peso tara + suelo húmedo (g)	29.12	30.56	30.85	17.15	16.87
Peso tara + suelo seco (g)	26.77	28.25	28.51	16.13	15.79
Humedad %	27.29	25.22	23.08	19.43	19.25
Límites	25			19	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa
 982173069  
949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P Nº 268575  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD			
D-2216			
DESCRIPCIÓN		J-152	J-154
Peso de Tarro	(gr.)	10.17	10.11
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	115.24	117.33
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	105.16	107.12
Peso de Suelo Seco	(gr.)	94.99	97.01
Peso de Agua	(gr.)	10.08	10.21
% de Humedad	(%)	10.61	10.52
% De Humedad Promedio	(%)	10.57	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

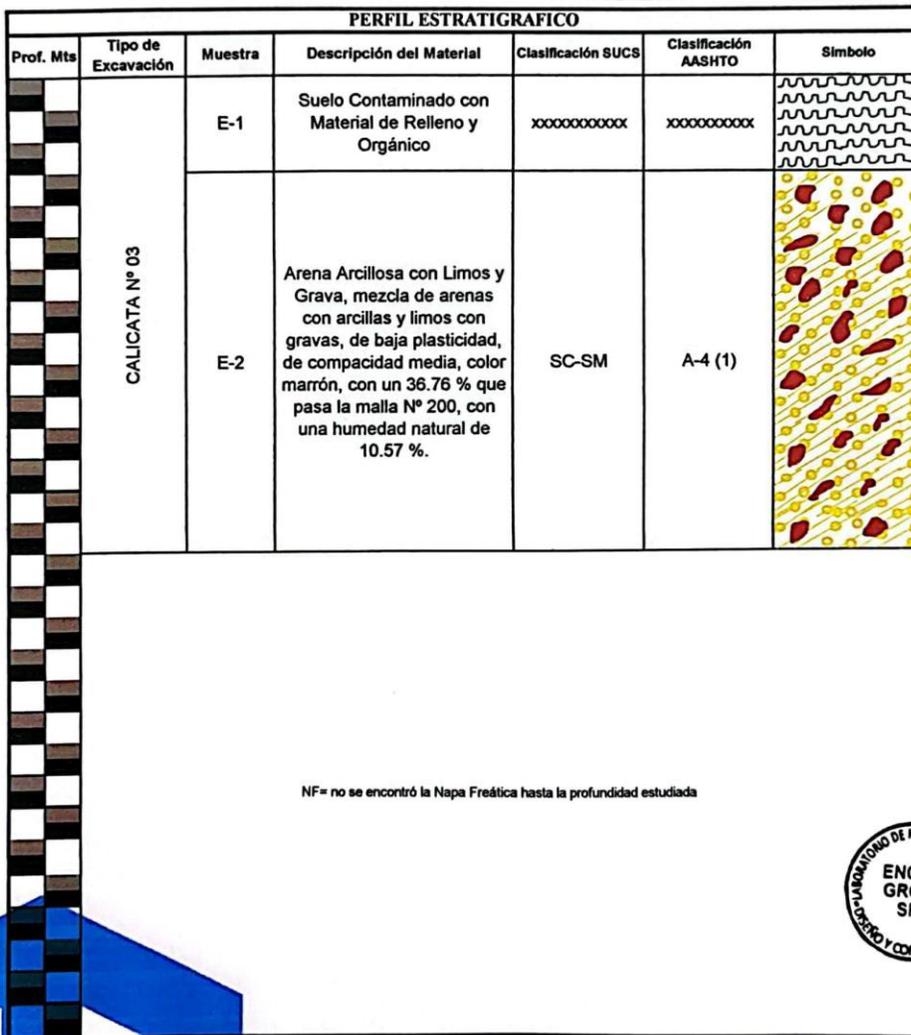
ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"				
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL				
<b>CALICATA:</b>	Nº 03	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2	
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP. LA LIBERTAD	PROV. SÁNCHEZ CARRIÓN			
<b>FECHA:</b>	ABRIL 2024	DIST. SARTIMBAMBA			
		TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE		



*[Signature]*

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**

**ASTM D-422**

**PROYECTO :** \*DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023\*

**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA :** ABRIL DEL 2024

**DATOS DEL ENSAYO** PROGRESIVA KM 3+20 COORDENADAS E = 201489.804 N = 9153179.084

Muestra	C-04	<b>HUMEDAD NATURAL</b>	
Peso de muestra seca	1900.00	Sh + Tara	125.42
Peso perdido por lavado	654.74	Ss + Tara	119.88
		Tara	11.00
		Peso Agua	15.54
		Peso Suelo Seco	108.88
		Humedad(%)	14.27

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 27
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 21
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 6
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC-SM
3/4"	19.050	125.420	6.60	6.60	93.40	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	117.520	6.19	12.79	87.21	
3/8"	9.525	97.130	5.11	17.90	82.10	
1/4"	6.350	88.260	4.65	22.54	77.46	
No4	4.178	92.180	4.85	27.40	72.60	
8	2.360	112.850	5.94	33.33	66.67	
10	2.000	56.370	2.97	36.30	63.70	
16	1.180	124.500	6.55	42.85	57.15	
20	0.850	85.210	4.48	47.34	52.66	
30	0.600	80.640	4.24	51.58	48.42	
40	0.420	67.350	3.54	55.13	44.87	
50	0.300	58.420	3.07	58.20	41.80	
60	0.250	35.140	1.85	60.05	39.95	
80	0.180	32.810	1.73	61.78	38.22	
100	0.150	24.680	1.30	63.08	36.92	
200	0.074	46.780	2.46	65.54	34.46	
< 200		654.74	34.46	100.00	0.00	
Total		1900.00				

**LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA**

L Líquido : 27

L Plástico : 21

Ind. Plástico : 6

Clas. SUCS : SC-SM

Clas. AASHTO : A-2-4 (0)

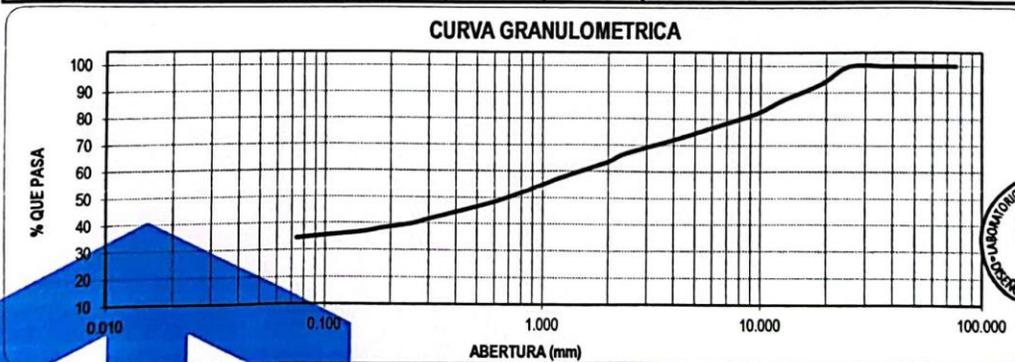
**DESCRIPCION DE LA MUESTRA**

Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas limos y gravas, de compactación media, color marrón, de baja plasticidad, con un 34.46 % que pasa la malla N° 200

**DESCRIPCION DE LA CALICATA**

PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50)

ESTRATO C-04 : E-02



**ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA**  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

**Calle Aluminio Mz. R Lote 13**  
**Urbanización San Isidro, I Etapa**

**982173069**  
**949123347**

**encopigroup18@hotmail.com** RUC: **20605737359**



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

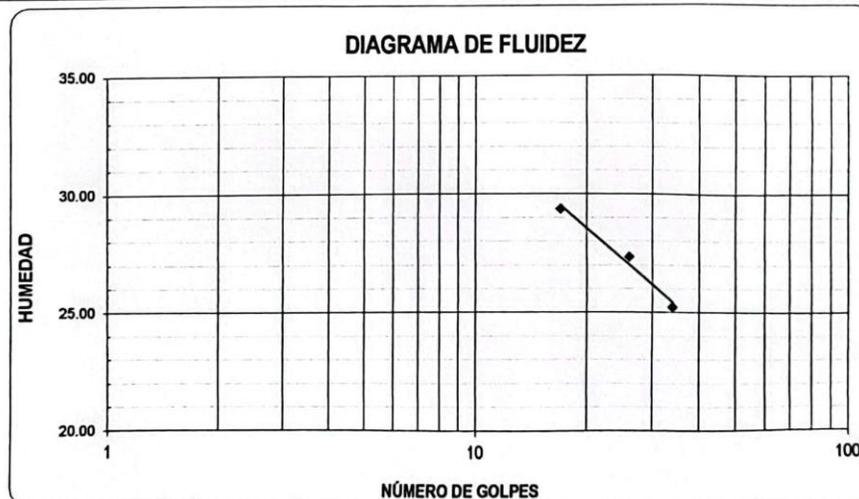
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	17	26	34	-	-
Peso tara (g)	10.32	9.96	10.82	10.78	10.76
Peso tara + suelo húmedo (g)	27.15	26.22	25.52	24.35	23.89
Peso tara + suelo seco (g)	23.33	22.73	22.56	21.98	21.61
Humedad %	29.36	27.33	25.21	21.16	21.01
Limites	27			21	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-28	J-18
Peso de Tarro (gr.)	11.11	10.89
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	136.31	134.53
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	120.73	119.03
Peso de Suelo Seco (gr.)	109.62	108.14
Peso de Agua (gr.)	15.58	15.50
% de Humedad (%)	14.21	14.33
% De Humedad Promedio (%)	14.27	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encoplgroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

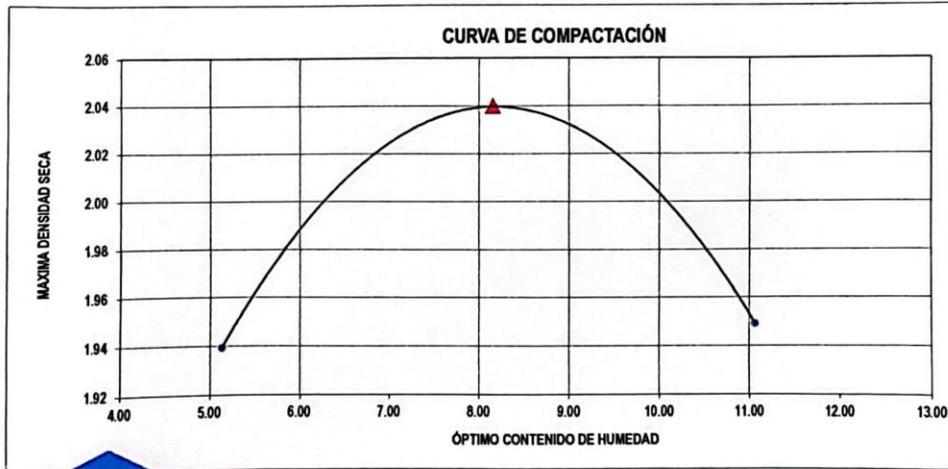
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

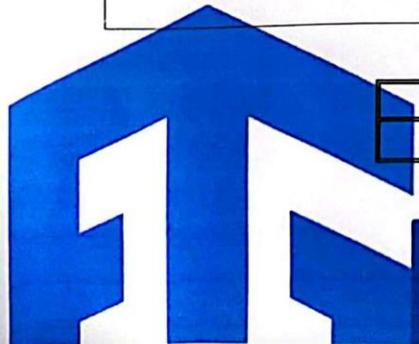
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
SOLICITANTE : BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6435
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10755.00	11110.00	11022.00			
Peso de Molde (gr.)	6435.00	6435.00	6435.00			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4320.00	4675.00	4587.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.21	2.16			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	102.61	106.61	89.72			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	98.15	99.35	81.86			
Peso de Agua (gr.)	4.46	7.26	7.86			
Peso de Cápsula (gr.)	11.20	10.45	10.80			
Peso de Suelo Seco (gr.)	86.95	88.90	71.06			
% de Humedad	5.13	8.17	11.06			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94	2.04	1.95			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.04
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.15



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347



RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUMAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

Ubicación : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : BALTOIANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

Fecha : ABRIL DEL 2024

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12727		12425		12234	
Peso de Molde (gr.)	8027		7974		8038	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4700		4451		4196	
Volumen de Molde (cm3)	2119		2119		2119	
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.218		2.101		1.980	
CAPSULA Nº	J-8		J-3		J-9	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	99.68		98.65		97.51	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	92.46		91.47		90.36	
Peso de Agua (gr)	7.22		7.18		7.15	
Peso de Cápsula (gr.)	10.15		9.85		9.84	
Peso de Suelo Seco (gr.)	82.31		81.62		80.52	
% de Humedad	8.77		8.80		8.88	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.039		1.931		1.819	

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.750	0.750	0.591	0.660	0.660	0.520	0.580	0.580	0.457
48 hrs	0.820	0.820	0.646	0.720	0.720	0.567	0.620	0.620	0.488
72 hrs	0.830	0.830	0.654	0.730	0.730	0.575	0.630	0.630	0.496
96 hrs	0.830	0.830	0.654	0.730	0.730	0.575	0.630	0.630	0.496

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0.025	12	128.3	42.8	9	103.1	34.4	6	78.0	26.0
0.050	27	254.2	84.7	14	145.1	48.4	9	103.1	34.4
0.075	40	363.3	121.1	25	237.4	79.1	14	145.1	48.4
0.100	36	497.7	163.9	38	346.5	113.5	20	193.4	65.1
0.125	68	598.6	199.5	50	447.3	149.1	30	279.3	93.1
0.150	79	691.0	230.3	60	531.3	177.1	40	363.3	121.1
0.200	96	834.1	278.0	76	665.8	221.9	57	506.1	168.7
0.300	118	1019.3	339.8	97	842.5	280.8	78	682.6	227.5
0.400	132	1137.2	379.1	110	951.9	317.3	90	783.6	261.2
0.500	140	1204.6	401.5	118	1019.3	339.8	95	823.6	275.2



*[Handwritten Signature]*



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



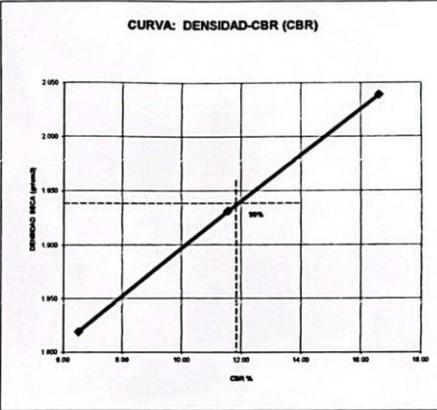
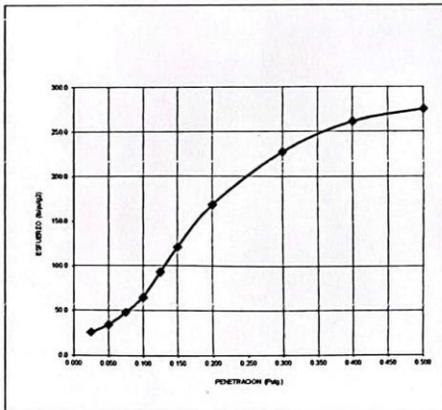
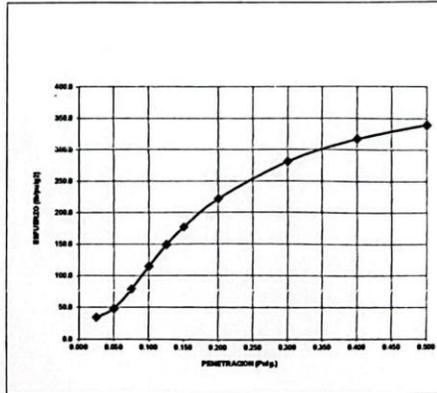
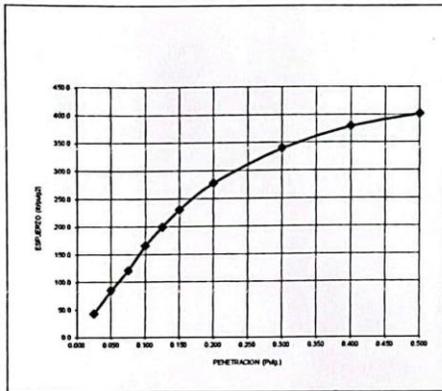
encoipgroup18@hotmail.com



RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	165.9	1000	16.59	2.039
2	0.1	115.5	1000	11.55	1.931
3	0.1	65.1	1000	6.51	1.819

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	278.0	1500	18.53	2.039
2	0.2	221.9	1500	14.80	1.931
3	0.2	168.7	1500	11.25	1.819

METODO DE COMPACTACION	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.040
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.938
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.15%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	16.59%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.15%



*[Signature]*

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

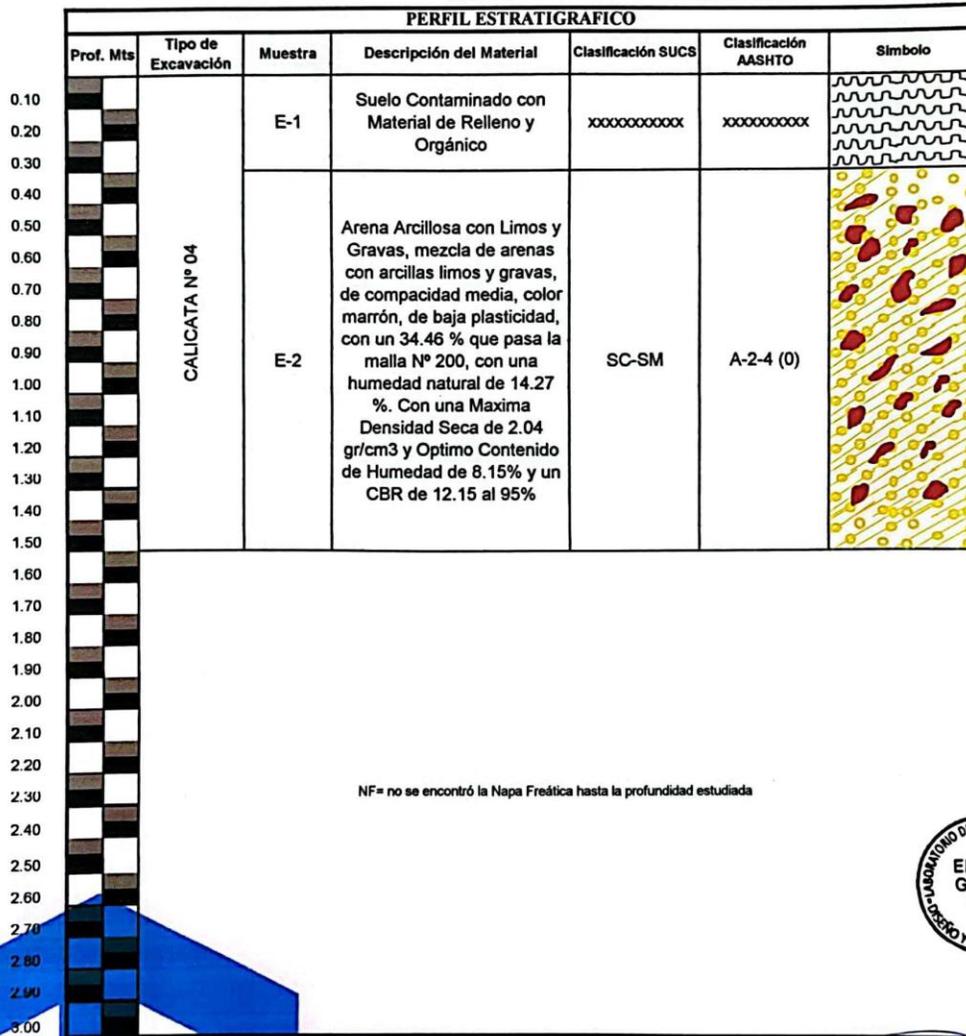
Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"					
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL					
<b>CALICATA:</b>	Nº 04	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2		
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN		
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST.	SARTIMBAMBA		
			TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE		



*[Handwritten Signature]*

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encoplgroup18@hotmail.com  
 RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P Nº 268575  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

**DATOS DEL ENSAYO** PROGRESIVA KM 4+200 COORDENADAS E = 201664.511 N = 9153164.761

Muestra	C-05	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	2680.00	Sh + Tara : 96.65
Peso perdido por lavado	921.71	Ss + Tara : 87.30
		Tara : 10.08
		Peso Agua : 9.35
		Peso Suelo Seco : 77.22
		Humedad(%) : 12.14

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 24
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 17
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 7
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	213.55	7.97	7.97	92.03	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	198.65	7.41	15.38	84.62	
1/2"	12.700	138.720	5.18	20.56	79.44	
3/8"	9.525	146.200	5.46	26.01	73.99	
1/4"	6.350	96.970	3.62	29.63	70.37	
No4	4.178	81.080	3.03	32.66	67.34	
8	2.360	116.520	4.35	37.00	63.00	
10	2.000	109.090	4.07	41.07	58.93	
16	1.180	106.450	3.97	45.05	54.95	
20	0.850	92.600	3.46	48.50	51.50	
30	0.600	82.900	3.09	51.59	48.41	
40	0.420	76.250	2.85	54.44	45.56	
50	0.300	74.200	2.77	57.21	42.79	
60	0.250	66.920	2.50	59.71	40.29	
80	0.180	56.160	2.10	61.80	38.20	
100	0.150	55.310	2.06	63.86	36.14	
200	0.074	46.720	1.74	65.61	34.39	
< 200		921.71	34.39	100.00	0.00	
Total		2680.00				

**LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA**  
 L Líquido : 24  
 L Plástico : 17  
 Ind. Plástico : 7  
 Clas. SUCS : SC-SM  
 Clas. AASHTO : A-2-4 (0)

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA**  
 Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas y limos y gravas, con presencia de piedra mayor a 3", de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón, con un 34.39 % que pasa la malla N° 200

**DESCRIPCION DE LA CALICATA**  
 PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50)  
 ESTRATO C-05 : E-02



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa 982173069  
 949123347

encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

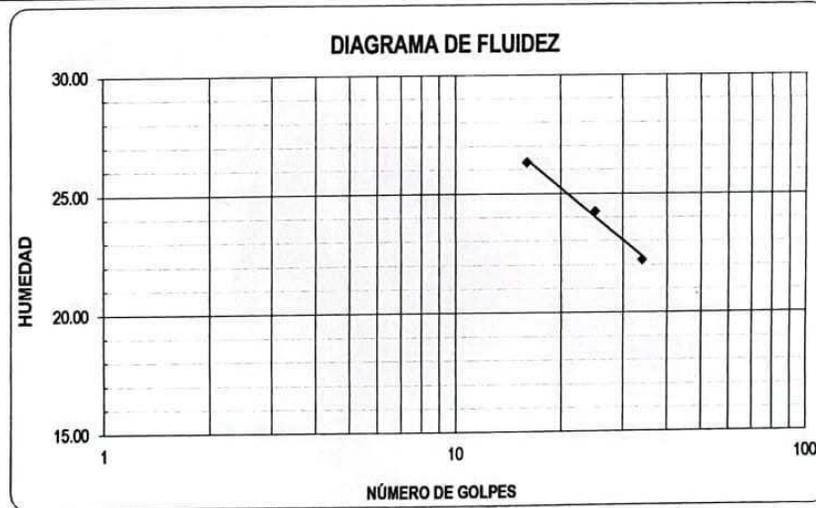
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		16	25	34	-	-
Nº de golpes						
Peso tara	(g)	9.89	11.18	9.65	10.79	10.76
Peso tara + suelo húmedo	(g)	22.56	24.76	24.18	25.11	25.07
Peso tara + suelo seco	(g)	19.92	22.11	21.54	22.98	23.01
Humedad %		26.32	24.25	22.20	17.47	16.82
Límites		24			17	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa

982173069  
 949123347

encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P Nº 268575  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO** : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

**SOLICITANTE** : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

**UBICACIÓN** : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD			
D-2216			
DESCRIPCIÓN		J-36	J-22
Peso de Tarro	(gr.)	9.68	10.48
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	99.28	94.02
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	90.15	84.45
Peso de Suelo Seco	(gr.)	80.47	73.97
Peso de Agua	(gr.)	9.13	9.57
% de Humedad	(%)	11.35	12.94
% De Humedad Promedio	(%)	12.14	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173049  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

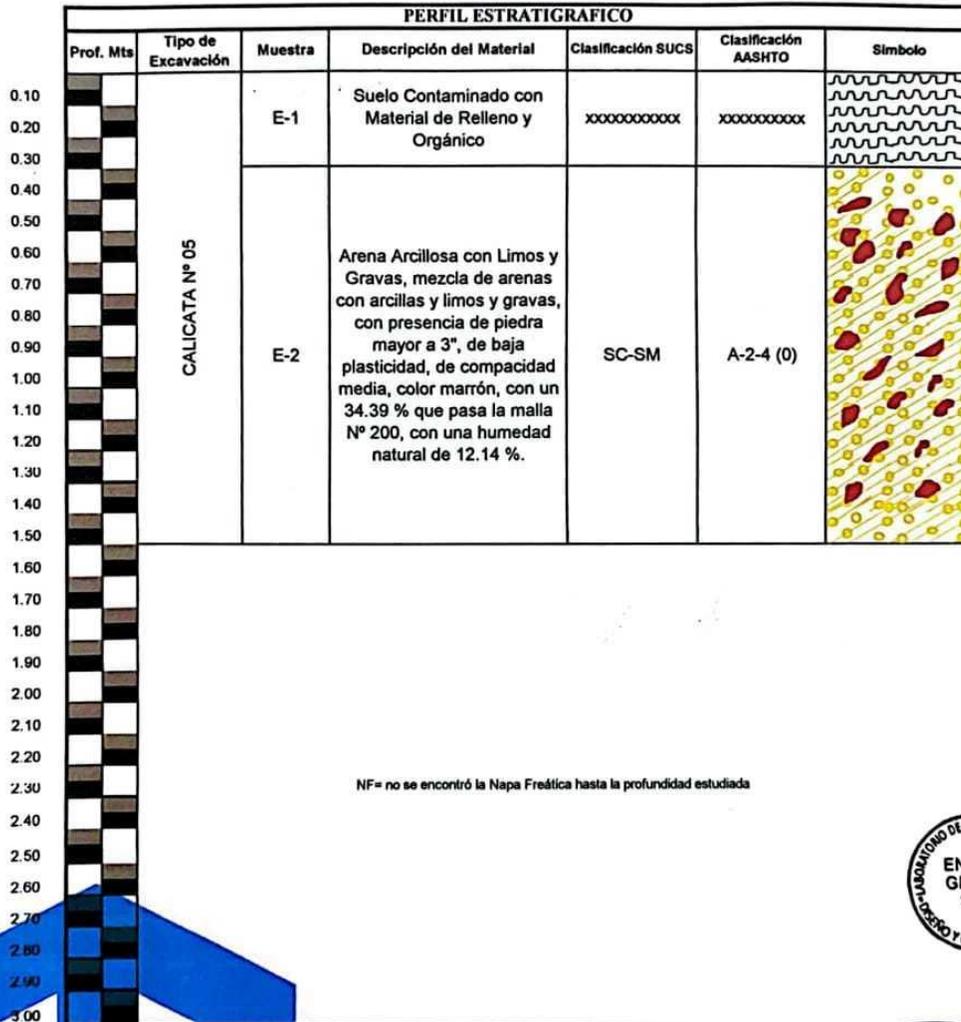
ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA –SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"		
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL		
<b>CALICATA:</b>	Nº 05	<b>MUESTRA:</b>	ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST. SARTIMBAMBA
		TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa 982173069  
 encopigroup18@hotmail.com 949123347  
RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D-422**

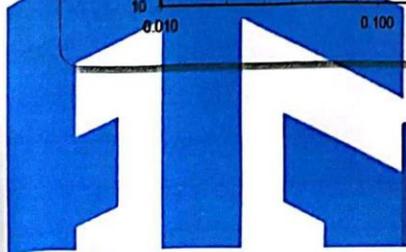
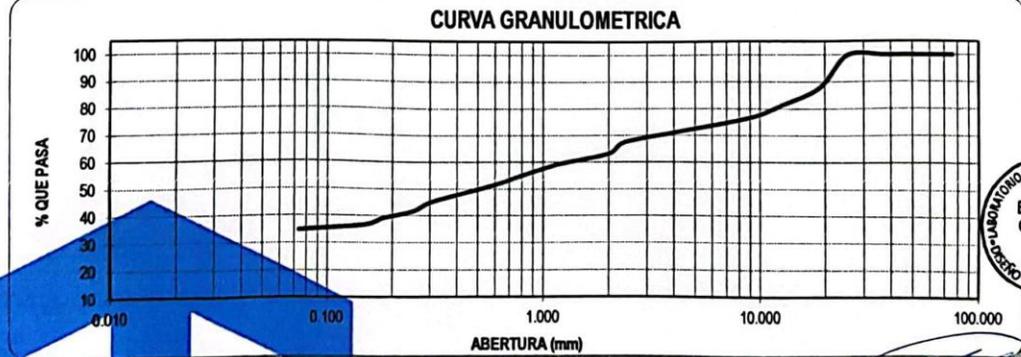
**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

**DATOS DEL ENSAYO**

Muestra	PROGRESIVA KM 5+200 COORDENADAS E = 201616.231 N = 9153427.123
Peso de muestra seca	C-06
Peso perdido por lavado	2390.00
	832.59

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	99.54
Ss + Tara	89.34
Tara	10.14
Peso Agua	10.20
Peso Suelo Seco	79.20
Humedad(%)	12.88

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	286.37	11.98	11.98	88.02	
1/2"	12.700	158.950	6.65	18.63	81.37	
3/8"	9.525	98.760	4.13	22.76	77.24	
1/4"	6.350	74.230	3.11	25.87	74.13	
No4	4.178	65.850	2.76	28.63	71.37	
8	2.360	93.450	3.91	32.54	67.46	DESCRIPCION DE LA MUESTRA Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas limos y gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, de color marrón claro, con un 34.84 % que pasa la malla N° 200
10	2.000	102.740	4.30	36.83	63.17	
16	1.180	94.240	3.94	40.78	59.22	
20	0.850	85.120	3.56	44.34	55.66	
30	0.600	97.620	4.08	48.42	51.58	
40	0.420	81.250	3.40	51.82	48.18	
50	0.300	75.740	3.17	54.99	45.01	
60	0.250	79.120	3.31	58.30	41.70	
80	0.180	63.260	2.65	60.95	39.05	
100	0.150	57.160	2.39	63.34	36.66	
200	0.074	43.550	1.82	65.16	34.84	DESCRIPCION DE LA CALICATA PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50) ESTRATO C-06 : E-02
< 200		832.59	34.84	100.00	0.00	
Total		2390.00				



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

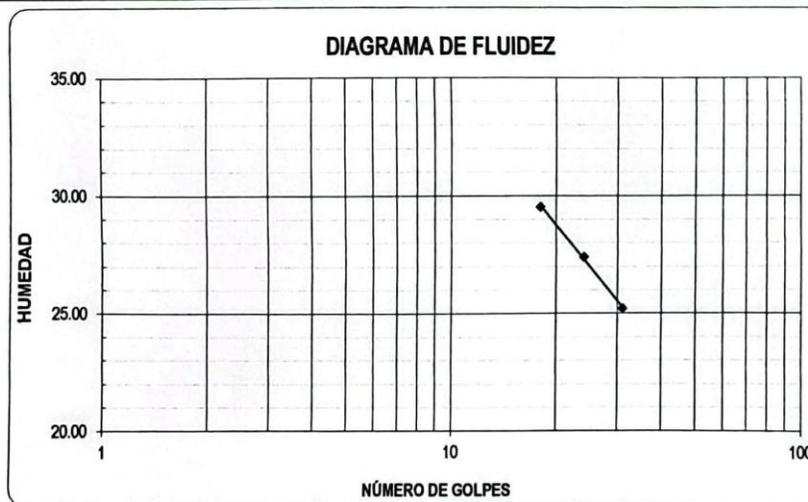
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	18	24	31	-	-
Peso tara (g)	9.98	10.44	10.52	18.17	18.26
Peso tara + suelo húmedo (g)	19.63	19.46	19.66	24.29	24.31
Peso tara + suelo seco (g)	17.43	17.52	17.82	23.20	23.25
Humedad %	29.53	27.40	25.21	21.67	21.24
Límites	27			21	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN		J-01	J-164
Peso de Tarro	(gr.)	10.32	9.96
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	98.32	100.76
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	88.45	90.23
Peso de Suelo Seco	(gr.)	78.13	80.27
Peso de Agua	(gr.)	9.87	10.53
% de Humedad	(%)	12.63	13.12
% De Humedad Promedio	(%)	12.88	




Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

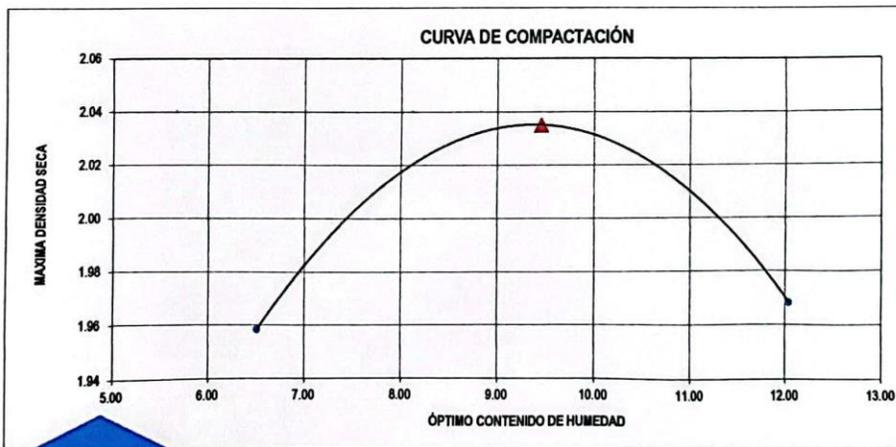
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

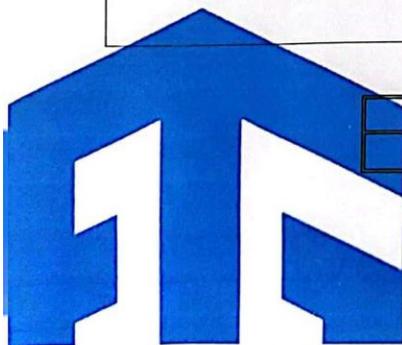
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
SOLICITANTE : BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6430
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10850.00	11150.00	11103.00			
Peso de Molde (gr.)	6430.00	6430.00	6430.00			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4420.00	4720.00	4673.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.09	2.23	2.21			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	106.29	89.78	100.25			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	100.42	82.92	90.58			
Peso de Agua (gr)	5.87	6.86	9.67			
Peso de Cápsula (gr.)	10.20	10.36	10.22			
Peso de Suelo Seco (gr.)	90.22	72.56	80.36			
% de Humedad	6.51	9.45	12.03			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.96	2.04	1.97			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.035
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9.45



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

Ubicación : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : BALODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

Fecha : ABRIL DEL 2024

### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

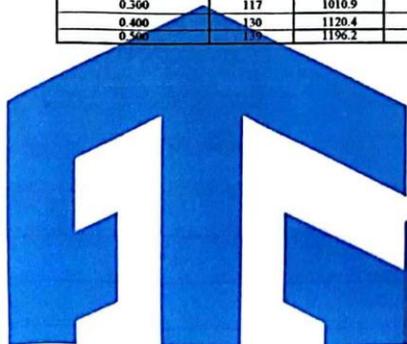
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12745		12380		12195	
Peso de Molde (gr.)	8027		7974		8038	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4718		4406		4157	
Volumen de Molde (cm3)	2119		2119		2119	
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.227		2.079		1.962	
CAPSULA Nº	J-8		J-3		J-9	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	99.15		101.09		103.16	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	91.41		93.75		95.11	
Peso de Agua (gr.)	7.74		7.34		8.05	
Peso de Cápsula (gr.)	10.15		9.85		9.84	
Peso de Suelo Seco (gr.)	81.26		83.90		85.27	
% de Humedad	9.52		8.75		9.44	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	2.033		1.912		1.793	

### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.810	0.810	0.638	0.740	0.740	0.583	0.580	0.580	0.457
48 hrs	0.880	0.880	0.693	0.790	0.790	0.622	0.630	0.630	0.496
72 hrs	0.900	0.900	0.709	0.800	0.800	0.630	0.640	0.640	0.504
96 hrs	0.910	0.910	0.717	0.810	0.810	0.638	0.650	0.650	0.512

### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs.	56 GOLPES lbs/pulg2	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs.	25 GOLPES lbs/pulg2	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs.	10 GOLPES lbs/pulg2
0.025	12	128.3	42.8	6	78.0	26.0	3	52.8	17.6
0.050	22	212.2	70.7	13	136.7	43.6	7	86.4	28.8
0.075	39	354.9	118.3	23	220.6	73.5	12	128.3	42.8
0.100	55	489.3	163.1	37	338.1	112.7	20	195.4	65.1
0.125	69	607.0	202.3	50	447.3	149.1	33	304.5	101.5
0.150	80	699.5	233.2	60	531.3	177.1	44	396.9	132.3
0.200	97	842.3	280.8	75	657.4	219.1	59	522.9	174.3
0.300	117	1010.9	337.0	94	817.2	272.4	81	707.9	236.0
0.400	130	1120.4	373.5	106	918.2	306.1	93	808.8	269.6
0.500	139	1196.2	398.7	114	985.6	328.5	98	850.9	283.6



*[Handwritten Signature]*



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



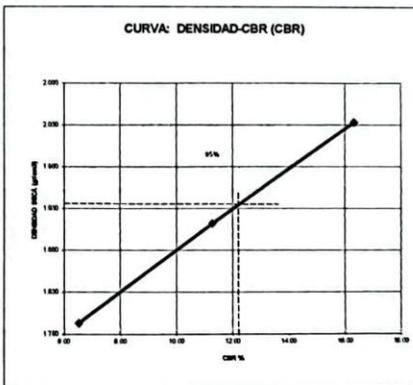
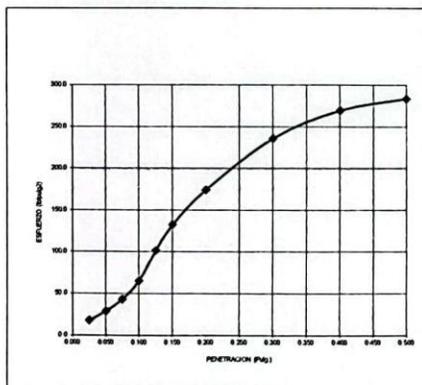
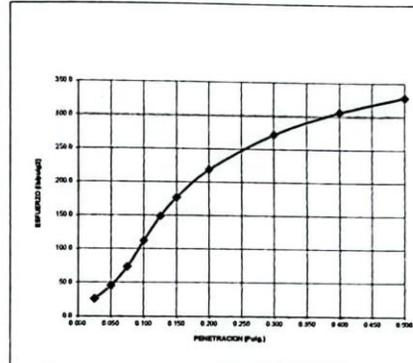
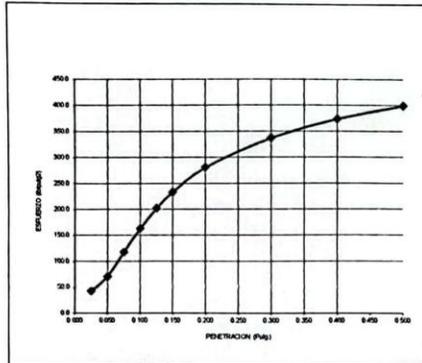
982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	163.1	1000	16.31	2.033
2	0.1	112.7	1000	11.27	1.912
3	0.1	65.1	1000	6.51	1.793

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	280.8	1500	18.72	2.033
2	0.2	219.1	1500	14.61	1.912
3	0.2	174.3	1500	11.62	1.793

MÉTODO DE COMPACTACION : ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.035
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.933
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.45%
C.B.R Al 100% de la Máxima Densidad Seca	16.31%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.05%



*[Handwritten Signature]*

**ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA**  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



**Calle Aluminio Mz. R Lote 13**  
**Urbanización San Isidro, I Etapa**



**982173069**  
**949123347**



**encopigroup18@hotmail.com**

**RUC: 20605737359**



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"			
<b>SOLICITANTE:</b>	BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL			
<b>CALICATA:</b>	Nº 06	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN	
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST.	SARTIMBAMBA
			TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 06	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas limos y gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, de color marrón claro, con un 34.84 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 12.88 %. Con una Maxima Densidad Seca de 2.035 gr/cm3 y Optimo Contenido de Humedad de 9.45% y un CBR de 12.05 al 95%	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D-422**

**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

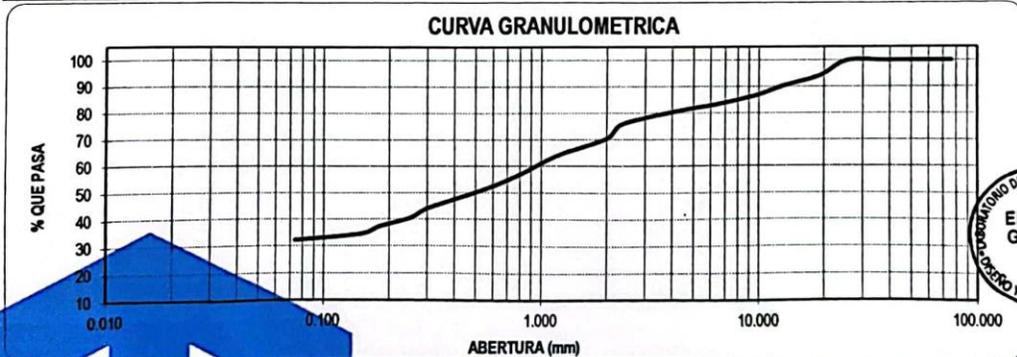
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>		PROGRESIVA KM 6+200 COORDENADAS E = 201754.711 N = 9153541.394	
Muestra	:	C-07	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	:	2400.00	Sh + Tara : 97.07
Peso perdido por lavado	:	772.94	Ss + Tara : 88.11
			Tara : 10.08
			Peso Agua : 8.96
			Peso Suelo Seco : 78.03
			Humedad(%) : 11.48

Tamices	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
ASTM						
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 24
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 17
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 7
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	138.76	5.78	5.78	94.22	
1/2"	12.700	98.650	4.11	9.89	90.11	
3/8"	9.525	87.480	3.65	13.54	86.46	
1/4"	6.350	76.970	3.21	16.74	83.26	
No4	4.75	61.080	2.55	19.29	80.71	
8	2.360	116.520	4.86	24.14	75.86	
10	2.000	130.090	5.42	29.56	70.44	
16	1.180	156.450	6.52	36.08	63.92	
20	0.850	142.600	5.94	42.03	57.98	
30	0.600	132.900	5.54	47.56	52.44	
40	0.420	106.250	4.43	51.99	48.01	
50	0.300	94.200	3.93	55.91	44.09	
60	0.250	86.920	3.62	59.54	40.46	
80	0.180	76.160	3.17	62.71	37.29	
100	0.150	65.310	2.72	65.43	34.57	
200	0.074	56.720	2.36	67.79	32.21	
<200		772.94	32.21	100.00	0.00	
Total		2400.00				

**LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA**  
 L. Líquido : 24  
 L. Plástico : 17  
 Ind. Plástico : 7  
 Clas. SUCS : SC-SM  
 Clas. AASHTO : A-2-4 (0)

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA**  
 Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón claro, con un 32.21 % que pasa la malla N° 200

**DESCRIPCION DE LA CALICATA**  
 PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50)  
 ESTRATO C-07 : E-03



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347

encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



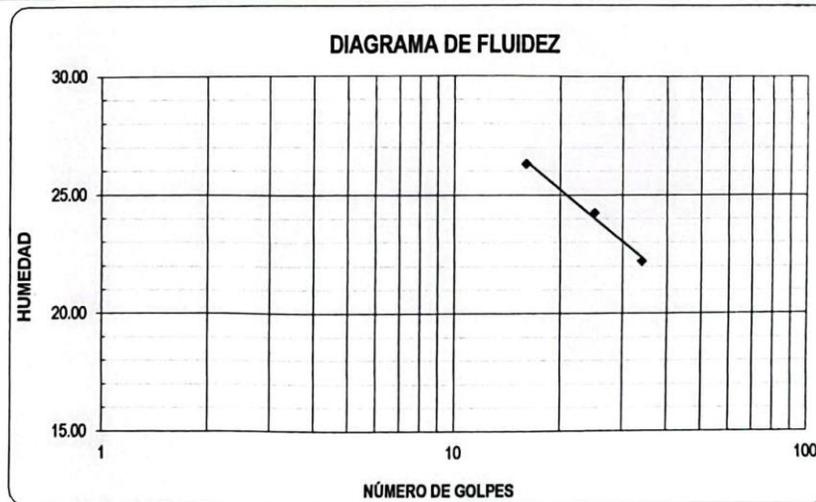
LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	25	34	-	-
Peso tara (g)	9.89	11.18	9.65	10.79	10.76
Peso tara + suelo húmedo (g)	22.56	24.76	24.18	25.11	25.07
Peso tara + suelo seco (g)	19.92	22.11	21.54	22.98	23.01
Humedad %	26.32	24.25	22.20	17.47	16.82
Límites	24			17	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encofigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



**ENCOPI  
GROUP S.R.L.**

**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

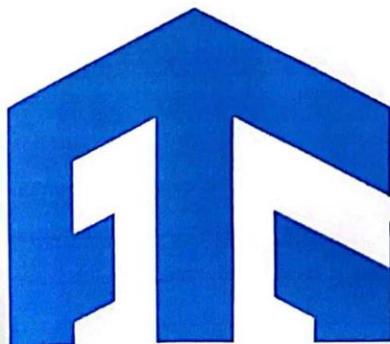
**CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO** : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE** : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN** : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA** : ABRIL DEL 2024

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-36	J-22
Peso de Tarro (gr.)	9.68	10.48
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	97.86	96.28
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	88.73	87.49
Peso de Suelo Seco (gr.)	79.05	77.01
Peso de Agua (gr.)	9.13	8.79
% de Humedad (%)	11.55	11.41
<b>% De Humedad Promedio (%)</b>	<b>11.48</b>	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC:

20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"					
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL					
<b>CALICATA:</b>	Nº 07	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2		
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN		
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST.	SARTIMBAMBA		
			TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE		

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA Nº 07	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón claro, con un 32.21 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 11.48 %.	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada						



*[Handwritten Signature]*

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encoplgroup18@hotmail.com  
 RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº 268575  
 JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422**

**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

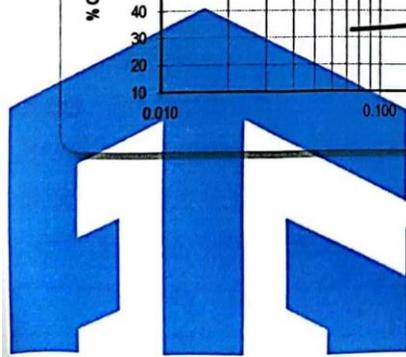
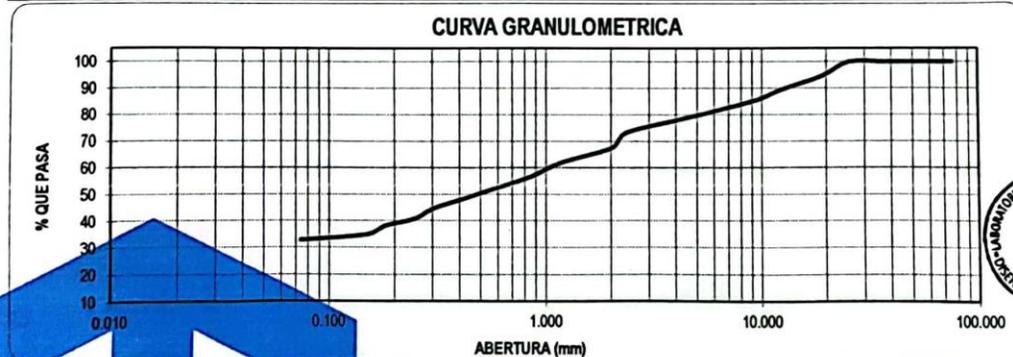
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>		PROGRESIVA KM 7+200 COORDENADAS E = 202046.769 N = 9153543.697	
Muestra	:	C-08	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	:	2300.00	Sh + Tara : 135.42
Peso perdido por lavado	:	754.74	Ss + Tara : 121.88
			Tara : 11.00
			Peso Agua : 13.54
			Peso Suelo Seco : 110.88
			Humedad(%) : 12.21

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 30
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 20
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 10
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
3/4"	19.050	125.420	5.45	5.45	94.55	
1/2"	12.700	107.520	4.67	10.13	89.87	
3/8"	9.525	97.130	4.22	14.35	85.65	
1/4"	6.350	89.260	3.84	18.19	81.81	
No4	4.750	82.180	3.57	21.76	78.24	
8	2.360	112.850	4.91	26.67	73.33	
10	2.000	136.370	5.93	32.60	67.40	
15	1.180	124.500	5.41	38.01	61.99	
20	0.850	125.210	5.44	43.45	56.55	
30	0.600	90.640	3.94	47.39	52.61	
40	0.420	97.350	4.23	51.63	48.37	
50	0.300	88.420	3.84	55.47	44.53	
60	0.250	85.140	3.70	59.17	40.83	
80	0.180	62.810	2.73	61.90	38.10	
100	0.150	74.680	3.25	65.15	34.85	
200	0.074	46.780	2.03	67.19	32.81	
< 200		754.74	32.81	100.00	0.00	
Total		2300.00				

**LÍMITES E ÍNDICES DE CONSISTENCIA**  
 L. Líquido : 30  
 L. Plástico : 20  
 Ind. Plástico : 10  
 Clas. SUCS : SC  
 Clas. AASHTO : A-2-4 (0)

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**  
 Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de color marrón claro, de compacidad media, de baja plasticidad, con un 32.81 % que pasa la malla N° 200

**DESCRIPCIÓN DE LA CALICATA**  
 PROFUNDIDAD (m) : (0.40 - 1.50)  
 ESTRATO C-08 : E-02



**ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com  
 RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

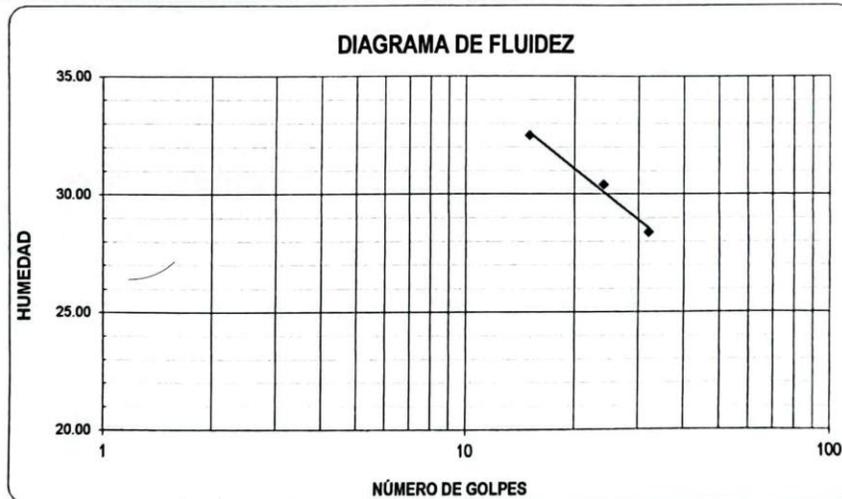
**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA :** ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	15	24	32	-	-
Nº de golpes	15	24	32	-	-
Peso tara (g)	9.98	10.44	10.52	18.17	18.26
Peso tara + suelo húmedo (g)	20.46	20.18	20.34	24.51	24.48
Peso tara + suelo seco (g)	17.89	17.91	18.17	23.45	23.43
Humedad %	32.49	30.39	28.37	20.08	20.31
<b>Límites</b>	<b>30</b>			<b>20</b>	



**ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA**  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

**Calle Aluminio Mz. R Lote 13**  
**Urbanización San Isidro, I Etapa**

**982173069** **949123347**

**encopigroup18@hotmail.com** **RUC: 20605737359**



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-28	J-18
Peso de Tarro (gr.)	11.11	10.89
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	136.31	134.53
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	122.73	121.03
Peso de Suelo Seco (gr.)	111.62	110.14
Peso de Agua (gr.)	13.58	13.50
% de Humedad (%)	12.17	12.26
% De Humedad Promedio (%)	12.21	



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encoplgroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

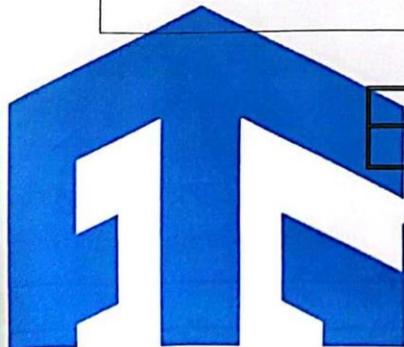
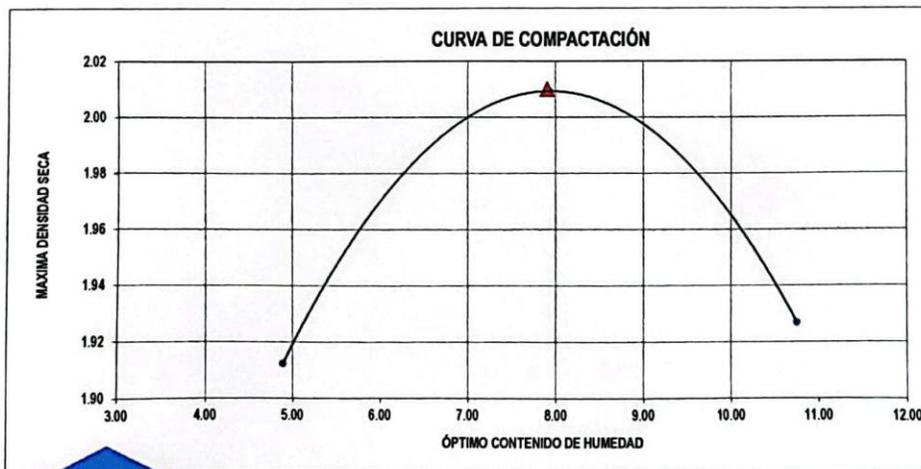
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6435
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10685.00	11030.00	10957.00			
Peso de Molde (gr.)	6435.00	6435.00	6435.00			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4250.00	4595.00	4522.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.17	2.13			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	102.61	106.61	89.72			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	98.35	99.55	82.06			
Peso de Agua (gr)	4.26	7.06	7.66			
Peso de Cápsula (gr.)	11.20	10.45	10.80			
Peso de Suelo Seco (gr.)	87.15	89.10	71.26			
% de Humedad	4.89	7.92	10.75			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.91	2.01	1.93			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.01
Óptimo Contenido de Humedad (%)	7.90

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

982173069  
949123347

encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

#### ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

Ubicación : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

Fecha : ABRIL DEL 2024

#### ENSAYO DE COMPACTACION CBR

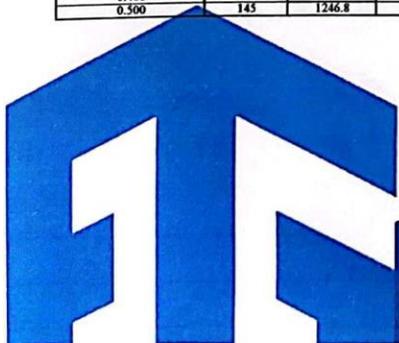
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
MOLDE	56		25		10	
Nº DE GOLPES POR CAPA	4530		4530		4530	
SOBRECARGA (gr.)	12627		12325		12134	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	8027	7974	8038	4096	2119	1085
Peso de Molde (gr.)	4600	2119	1085	2.171	2.053	1.933
Peso del suelo Húmedo (gr.)	2119	1085	1.933	J-8	J-3	J-8
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	1085	2.053	1.933	99.68	98.65	97.51
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	2.171	2.053	1.933	93.13	92.14	91.05
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	10.15	9.85	9.84	6.55	6.51	6.46
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	82.98	82.29	81.21	10.15	9.85	9.84
CAPSULA N°	J-8	J-3	J-8	82.98	82.29	81.21
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	93.13	92.14	91.05	6.55	6.51	6.46
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	10.15	9.85	9.84	10.15	9.85	9.84
Peso de Agua (gr.)	82.98	82.29	81.21	82.98	82.29	81.21
Peso de Cápsula (gr.)	7.89	7.91	7.95	7.89	7.91	7.95
Peso de Suelo Seco (gr.)	2.012	1.903	1.791	2.012	1.903	1.791
% de Humedad						
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )						

#### ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.750	0.591	0.591	0.660	0.660	0.520	0.580	0.580	0.457
48 hrs	0.820	0.820	0.646	0.720	0.720	0.567	0.620	0.620	0.488
72 hrs	0.830	0.830	0.654	0.730	0.730	0.575	0.630	0.630	0.496
96 hrs	0.830	0.830	0.654	0.730	0.730	0.575	0.630	0.630	0.496

#### ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	I.FECTURA DIAL	MOI.DF. 1 lbs.	56 GOL.PES lbs/pulg2	I.FECTURA DIAL	MOI.DF. 2 lbs.	25 GOL.PES lbs/pulg2	I.FECTURA DIAL	MOI.DF. 3 lbs.	10 GOL.PES lbs/pulg2
0.025	12	128.3	42.8	9	103.1	34.4	6	78.0	26.0
0.050	29	270.9	90.3	18	178.6	59.5	11	119.9	40.0
0.075	45	405.3	135.1	30	279.3	93.1	17	170.2	56.7
0.100	61	539.7	179.9	43	388.3	129.5	25	237.4	79.1
0.125	73	640.6	213.5	55	489.3	163.1	35	321.3	107.1
0.150	84	733.1	244.4	65	573.3	191.1	45	405.3	135.1
0.200	101	876.1	292.0	81	707.9	236.0	62	548.1	182.7
0.300	123	1061.4	353.8	102	884.6	294.9	83	724.7	241.6
0.400	137	1179.4	393.1	115	994.0	331.3	95	825.6	275.2
0.500	145	1246.8	415.6	123	1061.4	353.8	100	867.7	289.2



*[Handwritten Signature]*

📍 Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

✉️ encopigroup18@hotmail.com

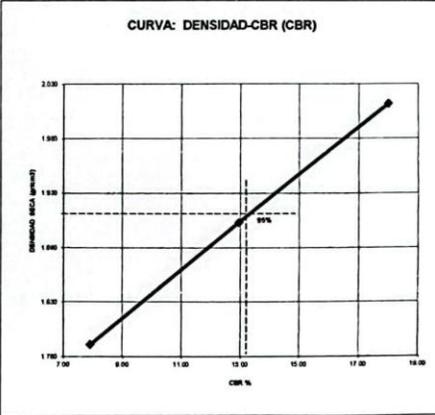
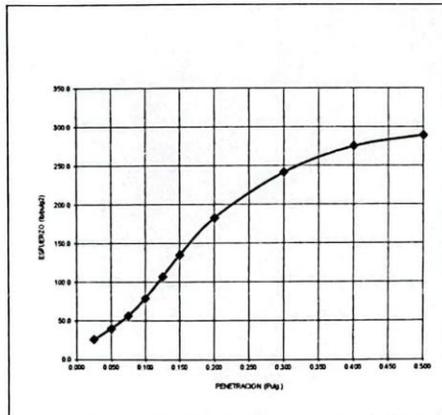
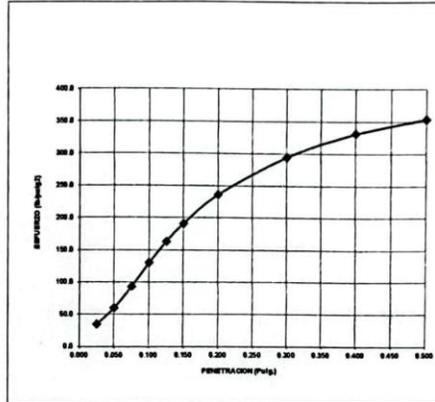
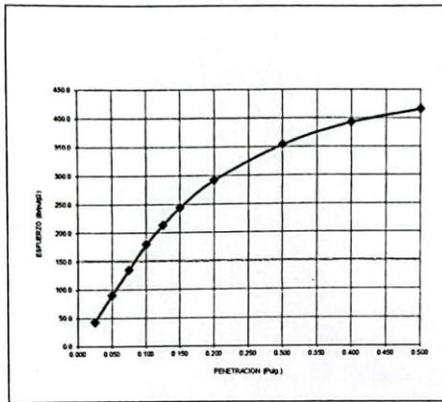
📞 982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	179.9	1000	17.99	2.012
2	0.1	129.5	1000	12.95	1.903
3	0.1	79.1	1000	7.91	1.791

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	292.0	1500	19.47	2.012
2	0.2	236.0	1500	15.73	1.903
3	0.2	182.7	1500	12.18	1.791

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.010
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.910
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.90%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.99%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	13.15%



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

📍 Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

✉️ encoplgroup18@hotmail.com

📞 982173069  
949123347  
RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"			
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL			
<b>CALICATA:</b>	Nº 08	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP. LA LIBERTAD	PROV. SÁNCHEZ CARRIÓN		
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST. SARTIMBAMBA	
			TRAMO QUILCHA AL SECTOR SHINGATE	

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA Nº 08	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de color marrón claro, de compacidad media, de baja plasticidad, con un 32.81 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 12.21 %. Con una Maxima Densidad Seca de 2.01 gr/cm3 y Optimo Contenido de Humedad de 7.90% y un CBR de 13.15 al 95%	SC	A-2-4 (0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada						



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**

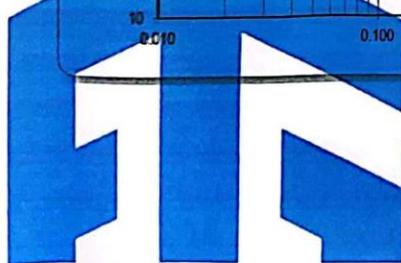
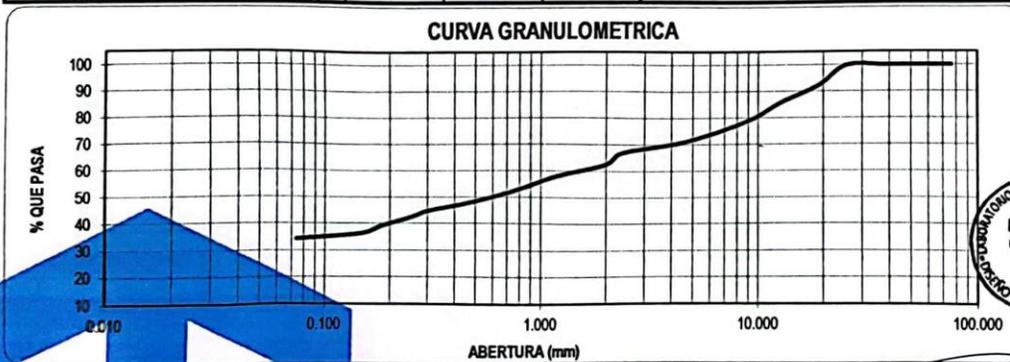
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D-422**

**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

**DATOS DEL ENSAYO**  
Muestra : PROGRESIVA KM 8+200 COORDENADAS E = 202498.542 N = 9153602.97  
Peso de muestra seca : 1790.00  
Peso perdido por lavado : 612.89

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	108.42
Ss + Tara	98.11
Tara	10.14
Peso Agua	10.31
Peso Suelo Seco	87.97
Humedad(%)	11.71

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	136.72	7.64	7.64	92.36	
1/2"	12.700	118.640	6.63	14.27	85.73	
3/8"	9.525	105.320	5.88	20.15	79.85	
1/4"	6.350	98.560	5.51	25.66	74.34	
No4	4.178	71.240	3.98	29.64	70.36	
8	2.360	61.350	3.43	33.06	66.94	DESCRIPCION DE LA MUESTRA Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas limos y gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, de color marrón claro, con un 34.24 % que pasa la malla N° 200
10	2.000	78.520	4.39	37.45	62.55	
16	1.180	83.160	4.65	42.10	57.90	
20	0.850	74.230	4.15	46.24	53.76	
30	0.600	67.620	3.78	50.02	49.98	
40	0.420	53.420	2.98	53.00	47.00	
50	0.300	40.580	2.27	55.27	44.73	
60	0.250	42.560	2.38	57.65	42.35	
80	0.180	59.820	3.34	60.99	39.01	
100	0.150	47.740	2.67	63.66	36.34	
200	0.074	37.630	2.10	65.76	34.24	DESCRIPCION DE LA CALICATA PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50) ESTRATO C-09 : E-02
< 200		612.89	34.24	100.00	0.00	
Total		1790.00				



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

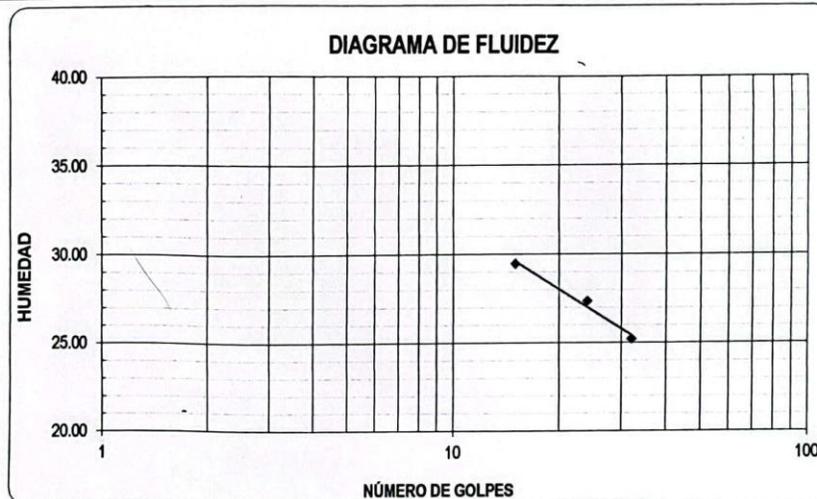
PROYECTO : \*DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023\*

SOLICITANTE : BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	15	24	32	-	-
Peso tara (g)	10.32	9.96	10.82	10.78	10.76
Peso tara + suelo húmedo (g)	27.15	26.22	25.52	24.35	23.89
Peso tara + suelo seco (g)	23.32	22.73	22.56	21.98	21.61
Humedad %	29.46	27.33	25.21	21.16	21.01
Límites	27			21	




Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO** : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

**SOLICITANTE** : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

**UBICACIÓN** : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-01	J-164
Peso de Tarro (gr.)	10.32	9.96
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	108.31	108.52
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	98.01	98.21
Peso de Suelo Seco (gr.)	87.69	88.25
Peso de Agua (gr.)	10.30	10.31
% de Humedad (%)	11.75	11.68
% De Humedad Promedio (%)	11.71	



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"		
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL		
<b>CALICATA:</b>	Nº 09	<b>MUESTRA:</b>	ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEP.</b> LA LIBERTAD	<b>PROV.</b>	SÁNCHEZ CARRIÓN
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	<b>DIST.</b> SARTIMBAMBA
		<b>TRAMO</b>	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 09	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Limos y Gravas, mezcla de arenas con arcillas limos y gravas, de baja plasticidad, de compactación media, de color marrón claro, con un 34.24 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 11.71 %.	SC-SM	A-2-4 (0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada						



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

DATOS DEL ENSAYO : PROGRESIVA KM 9+200 COORDENADAS E = 203083.031 N = 9153493.718

Muestra	C-10	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	2700.00	Sh + Tara : 131.75
Peso perdido por lavado	1012.26	Ss + Tara : 115.50
		Tara : 10.43
		Peso Agua : 16.25
		Peso Suelo Seco : 105.07
		Humedad(%) : 15.48

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 28
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 20
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 8
1 1/2"	38.100	168.74	6.25	6.25	93.75	Clas. SUCS : SC
1"	25.400	148.560	5.50	11.75	88.25	Clas. AASHTO : A-4 (1)
3/4"	19.050	138.520	5.13	16.88	83.12	
1/2"	12.700	125.320	4.64	21.52	78.48	
3/8"	9.525	61.240	2.27	23.79	76.21	
1/4"	6.350	78.500	2.91	26.70	73.30	
No4	4.178	71.360	2.64	29.34	70.66	
8	2.360	95.240	3.53	32.87	67.13	
10	2.000	66.310	2.46	35.33	64.67	
16	1.180	115.460	4.28	39.60	60.40	
20	0.850	109.580	4.06	43.66	56.34	
30	0.600	95.240	3.53	47.19	52.81	
40	0.420	90.650	3.36	50.55	49.45	
50	0.300	86.420	3.20	53.75	46.25	
60	0.250	72.150	2.67	56.42	43.58	
80	0.180	60.850	2.25	58.67	41.33	
100	0.150	53.480	1.98	60.65	39.35	
200	0.074	50.120	1.86	62.51	37.49	
< 200		1012.26	37.49	100.00	0.00	
Total		2700.00				

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA

L Líquido : 28  
L Plástico : 20  
Ind. Plástico : 8  
Clas. SUCS : SC  
Clas. AASHTO : A-4 (1)

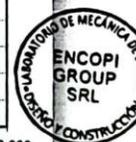
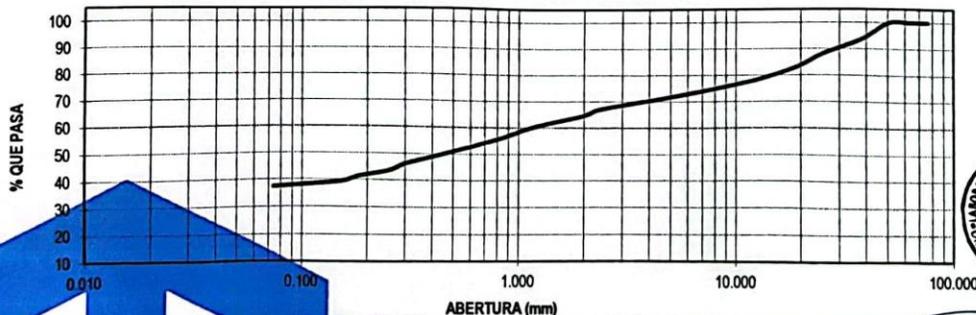
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de color marrón claro, de compacidad media, de baja plasticidad, con un 37.49 % que pasa la malla N° 200

DESCRIPCION DE LA CALICATA

PROFUNDIDAD (m) : (0.40 - 1.50)  
ESTRATO C-10 : E-02

CURVA GRANULOMETRICA



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
encoplgroup18@hotmail.com

982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

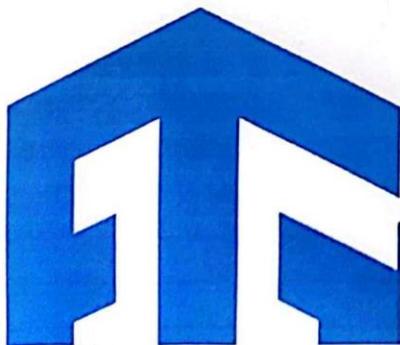
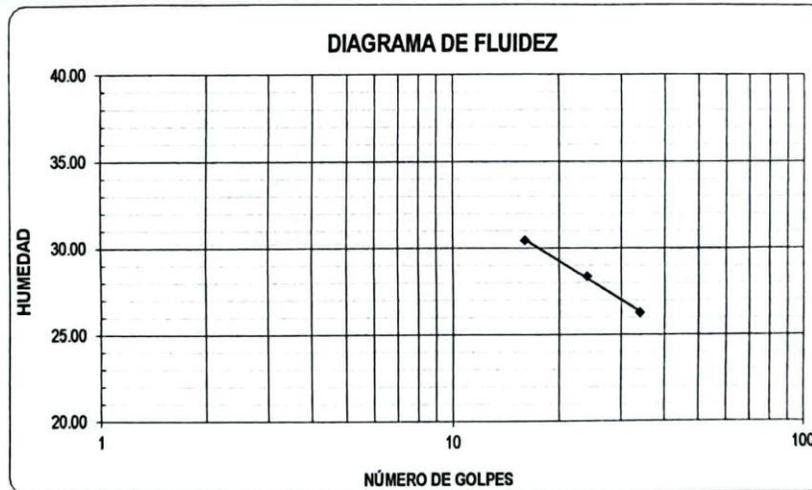
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	16	24	34	-	-
Nº de golpes					
Peso tara (g)	10.12	10.26	10.47	10.74	10.26
Peso tara + suelo húmedo (g)	25.64	26.38	25.76	17.15	17.25
Peso tara + suelo seco (g)	22.02	22.82	22.58	16.08	16.06
Humedad %	30.42	28.34	26.26	20.04	20.52
Límites	28			20	



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO** : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

**SOLICITANTE** : BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

**UBICACIÓN** : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

**FECHA** : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-25	J-39
Peso de Tarro (gr.)	10.46	10.40
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	124.94	138.55
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	109.46	121.53
Peso de Suelo Seco (gr.)	99.00	111.13
Peso de Agua (gr.)	15.48	17.02
% de Humedad (%)	15.64	15.32
% De Humedad Promedio (%)	15.48	




Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, 1 Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

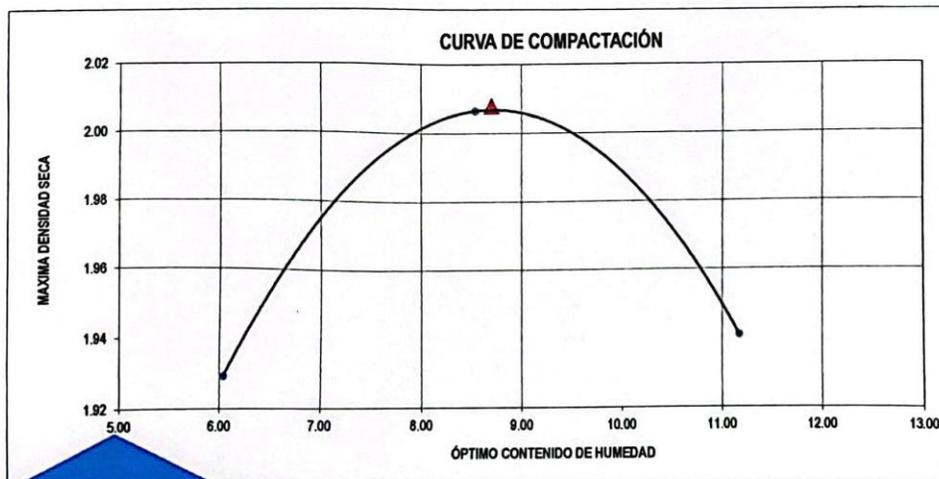
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6430
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10785.00	11045.00	11002.00			
Peso de Molde (gr.)	6430.00	6430.00	6430.00			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4335.00	4615.00	4572.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.18	2.16			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	105.23	104.56	102.38			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	99.82	97.15	93.12			
Peso de Agua (gr)	5.41	7.41	9.26			
Peso de Cápsula (gr.)	10.20	10.36	10.22			
Peso de Suelo Seco (gr.)	89.62	86.79	82.90			
% de Humedad	6.04	8.54	11.17			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.01	1.94			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.008
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.70



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

Ubicación : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : BALTOIANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

Fecha : ABRIL DEL 2024

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

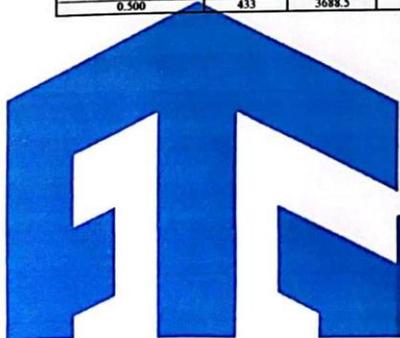
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11335		11115		10895	
Peso de Molde (gr.)	6715		6718		6720	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4620		4397		4175	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.180		2.075		1.970	
CAPSULA N°	J-8		J-3		J-9	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	107.54		102.38		106.55	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	99.85		95.05		98.75	
Peso de Agua (gr)	7.69		7.33		7.80	
Peso de Cápsula (gr.)	10.30		9.84		9.84	
Peso de Suelo Seco (gr.)	89.55		85.21		88.91	
% de Humedad	8.59		8.60		8.77	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.008		1.911		1.811	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.560	0.550	0.441	0.460	0.440	0.362	0.390	0.320	0.307
48 hrs	0.620	0.570	0.488	0.520	0.460	0.409	0.440	0.340	0.346
72 hrs	0.630	0.580	0.496	0.530	0.470	0.417	0.450	0.350	0.354
96 hrs	0.630	0.580	0.496	0.530	0.470	0.417	0.450	0.350	0.354

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOL.PES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOL.PES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOL.PES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	8	94.8	31.6	6	78.0	26.0	3	52.8	17.6
0.050	16	161.9	54.0	12	128.3	42.8	7	86.4	28.8
0.075	30	279.3	93.1	20	195.4	65.1	11	119.9	40.0
0.100	53	472.5	157.5	35	321.3	107.1	17	170.2	56.7
0.125	79	691.0	230.3	57	506.1	168.7	30	279.3	93.1
0.150	110	951.9	317.3	81	707.9	236.0	42	380.1	126.7
0.200	173	1483.0	494.3	125	1078.2	359.4	64	564.9	188.3
0.300	291	2481.2	827.1	202	1727.9	576.0	96	834.1	278.0
0.400	386	3288.2	1096.1	253	2139.3	719.8	120	1036.1	345.4
0.500	433	3688.3	1229.5	283	2413.4	804.5	131	1128.8	376.3



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

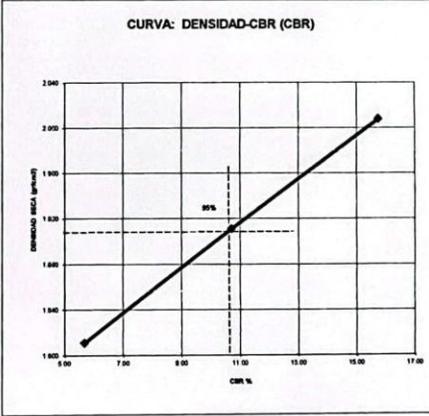
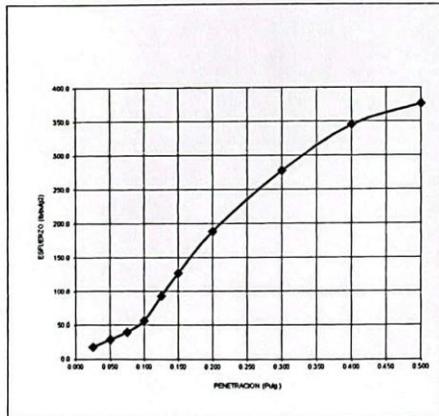
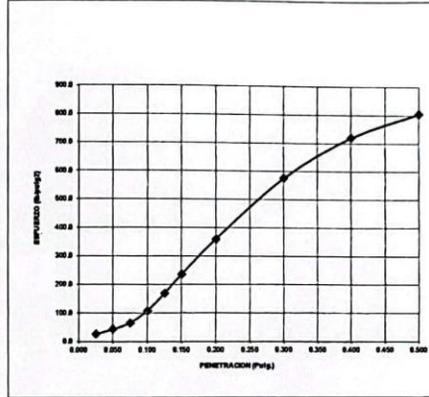
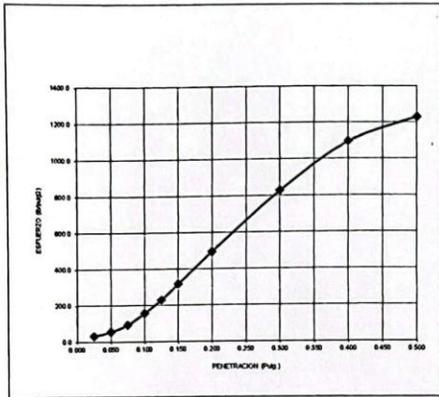


encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	157.5	1000	15.75	2.008
2	0.1	107.1	1000	10.71	1.911
3	0.1	56.7	1000	5.67	1.811

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	494.3	1500	32.96	2.008
2	0.2	359.4	1500	23.96	1.911
3	0.2	188.3	1500	12.55	1.811



MÉTODO DE COMPACTACION : ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	2.008
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.908
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.70%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	15.75%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	10.65%

*Enrique Jordan Cornejo Correa*  
ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

982173069  
 949123347

INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"		
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL		
<b>CALICATA:</b>	Nº 10	<b>MUESTRA:</b>	ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST. SARTIMBAMBA
		<b>TRAMO:</b>	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA Nº 10	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de color marrón claro, de compacidad media, de baja plasticidad, con un 37.49 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 15.48 %. Con una Maxima Densidad Seca de 2.008 gr/cm3 y Optimo Contenido de Humedad de 8.70% y un CBR de 10.65 al 95%	SC	A-4 (1)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						

NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

DATOS DEL ENSAYO : PROGRESIVA KM 10+200 COORDENADAS E = 203405.416 N = 9153425.836

Muestra : C-11

Peso de muestra seca : 1900.00

Peso perdido por lavado : 736.48

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	99.05
Ss + Tara	88.94
Tara	10.14
Peso Agua	10.11
Peso Suelo Seco	78.80
Humedad(%)	12.83

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 24
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 18
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 6
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC-SM
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-4 (0)
3/4"	19.050	195.30	10.28	10.28	89.72	
1/2"	12.700	81.280	4.28	14.56	85.44	
3/8"	9.525	78.520	4.13	18.69	81.31	
1/4"	6.350	81.240	4.28	22.97	77.03	
Nº4	4.750	75.465	3.97	26.94	73.06	
8	2.360	92.570	4.87	31.81	68.19	
10	2.000	85.780	4.51	36.32	63.68	
15	1.180	95.420	5.02	41.35	58.65	
20	0.850	78.160	4.11	45.46	54.54	
30	0.600	66.450	3.50	48.96	51.04	
40	0.420	52.310	2.75	51.71	48.29	
50	0.300	42.680	2.25	53.96	46.04	
60	0.250	41.560	2.19	56.14	43.86	
80	0.180	32.580	1.71	57.86	42.14	
100	0.150	31.850	1.68	59.54	40.47	
200	0.075	32.360	1.70	61.24	38.76	
< 200		736.48	38.76	100.00	0.00	
Total		1900.00				

DESCRIPCION DE LA MUESTRA

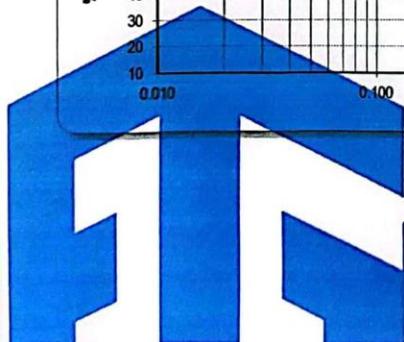
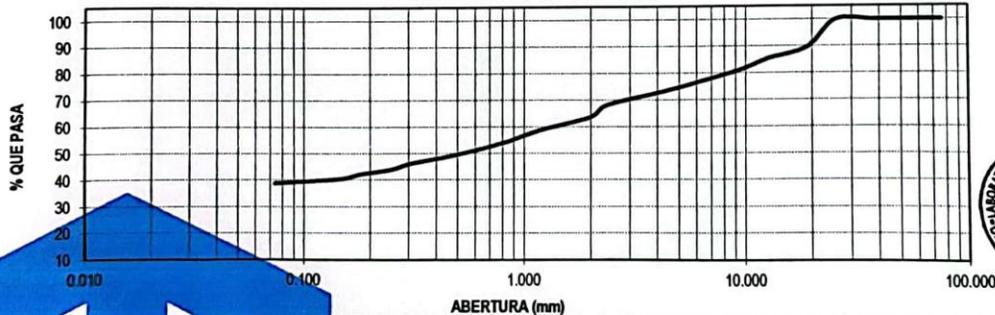
Arena Arcillosa con Limos y Grava, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compactación media, color marrón, con un 38.76 % que pasa la malla Nº 200

DESCRIPCION DE LA CALICATA

PROFUNDIDAD (m) : (0.40 - 1.50)

ESTRATO C-11: E-02

CURVA GRANULOMETRICA



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : \*DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023\*

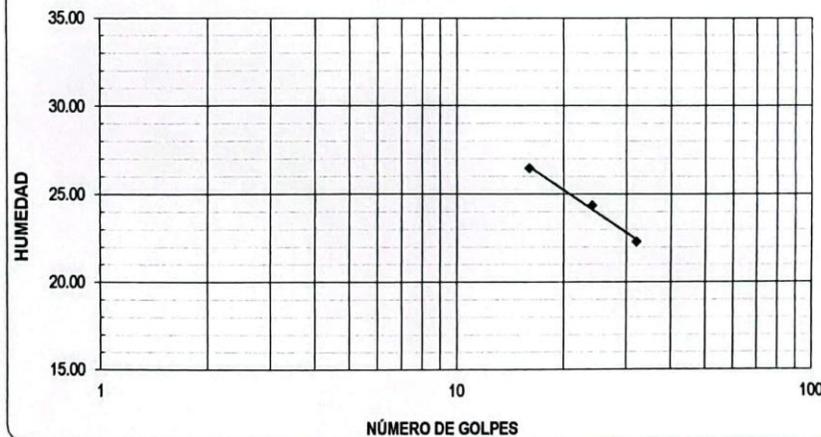
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	24	32	-	-
Peso tara (g)	10.14	10.21	9.71	10.89	10.75
Peso tara + suelo húmedo (g)	20.61	20.48	20.52	17.12	16.95
Peso tara + suelo seco (g)	18.42	18.47	18.55	16.15	16.01
Humedad %	26.45	24.33	22.29	18.44	17.87
Limites	24			18	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

982173069  
949123347

encoplgroup18@hotmail.com RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : \*DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE,  
SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023\*

SOLICITANTE : BAL TODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD			
D-2216			
DESCRIPCIÓN		J-01	J-164
Peso de Tarro	(gr.)	10.32	9.96
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	98.45	99.65
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	88.34	89.54
Peso de Suelo Seco	(gr.)	78.02	79.58
Peso de Agua	(gr.)	10.11	10.11
% de Humedad	(%)	12.96	12.70
% De Humedad Promedio	(%)	12.83	



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

982173069  
949123347

encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"					
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL					
<b>CALICATA:</b>	Nº 11	<b>MUESTRA:</b>		ESTRATO E-1, E-2		
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN		
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST.	SARTIMBAMBA		
			TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE		

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Simbolo
0.10	CALICATA Nº 11	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	xxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxxxx	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Limos y Grava, mezcla de arenas con arcillas y limos con gravas, de baja plasticidad, de compactación media, color marrón, con un 38.76 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 12.83 %.	SC-SM	A-4 (0)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada						



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D-422**

**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

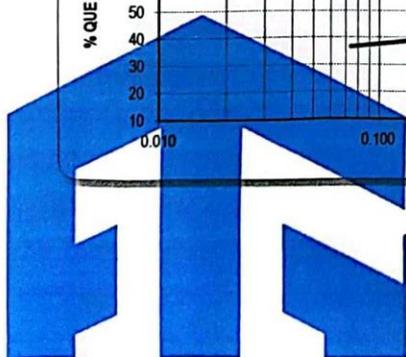
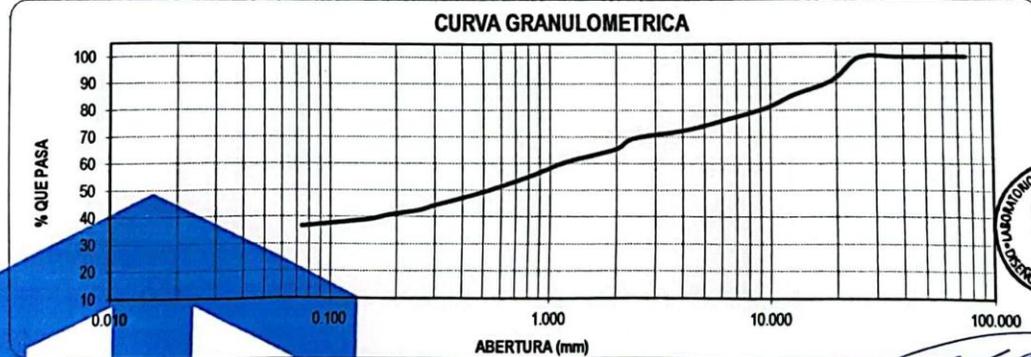
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

**DATOS DEL ENSAYO**  
Muestra :  
Peso de muestra seca :  
Peso perdido por lavado :

PROGRESIVA KM 11+200 COORDENADAS E = 203824.355 N = 9153736.21  
C-12  
1980.00  
722.92

HUMEDAD NATURAL	
Sh + Tara	125.11
Ss + Tara	111.31
Tara	10.14
Peso Agua	13.81
Peso Suelo Seco	101.17
Humedad(%)	13.65

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	176.520	8.92	8.92	91.08	
1/2"	12.700	106.240	5.37	14.28	85.72	
3/8"	9.525	97.350	4.92	19.20	80.80	
1/4"	6.350	83.160	4.20	23.40	76.60	
No4	4.750	79.540	4.02	27.41	72.59	
8	2.360	65.360	3.30	30.72	69.28	DESCRIPCION DE LA MUESTRA  Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de compactación media, color marrón claro, de baja plasticidad, con un 36.51 % que pasa la malla N° 200
10	2.000	76.440	3.86	34.58	65.42	
16	1.180	96.850	4.89	39.47	60.53	
20	0.850	95.420	4.82	44.29	55.71	
30	0.600	87.350	4.41	48.70	51.30	
40	0.420	76.940	3.89	52.58	47.42	
50	0.300	61.520	3.11	55.69	44.31	
60	0.250	38.460	1.94	57.63	42.37	
80	0.180	34.820	1.76	59.39	40.61	
100	0.150	28.950	1.46	60.85	39.15	
200	0.074	52.160	2.63	63.49	36.51	DESCRIPCION DE LA CALICATA  PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50) ESTRATO C-12 : E-02
< 200		722.92	36.51	100.00	0.00	
Total		1980.00				



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, 1 Etapa

982173069  
 949123347

encopigroup18@hotmail.com

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

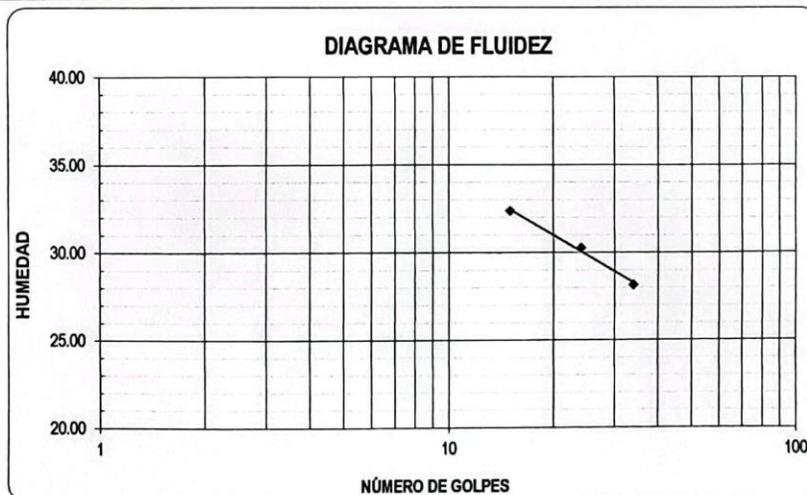
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes		15	24	34	-	-
Peso tara	(g)	18.16	19.09	18.37	10.88	10.18
Peso tara + suelo húmedo	(g)	29.49	31.83	31.57	16.96	16.25
Peso tara + suelo seco	(g)	26.72	28.87	28.67	15.85	15.14
Humedad %		32.36	30.27	28.16	22.33	22.38
Límites		30			22	



*[Handwritten Signature]*



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD			
D-2216			
DESCRIPCIÓN		J-152	J-154
Peso de Tarro	(gr.)	10.17	10.11
Peso de Tarro + Suelo Humedo	(gr.)	125.36	124.86
Peso de Tarro + Suelo Seco	(gr.)	111.65	110.96
Peso de Suelo Seco	(gr.)	101.48	100.85
Peso de Agua	(gr.)	13.71	13.90
% de Humedad	(%)	13.51	13.78
% De Humedad Promedio	(%)	13.65	



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



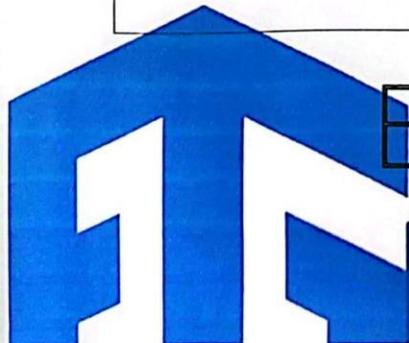
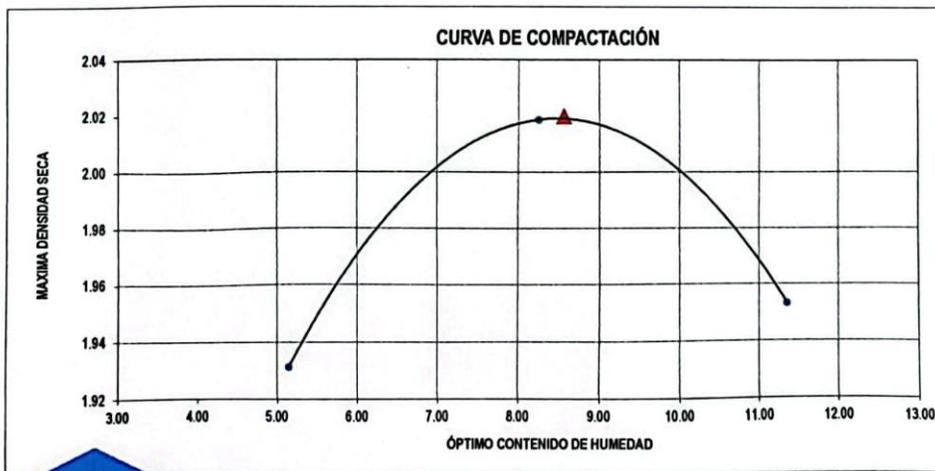
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO**  
**MÉTODO C**  
**ASTM D-1557**

**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	5825
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10128.00	10455.00	10434.00			
Peso de Molde (gr.)	5825.00	5825.00	5825.00			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4303.00	4630.00	4609.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.18	2.18			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	114.28	115.65	112.58			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	109.18	107.62	102.14			
Peso de Agua (gr)	5.10	8.03	10.44			
Peso de Cápsula (gr.)	9.98	10.14	10.17			
Peso de Suelo Seco (gr.)	99.20	97.48	91.97			
% de Humedad	5.14	8.24	11.35			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.93	2.02	1.95			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.02
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.55

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, I Etapa  
 982173069  
 949123347  
 encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

**Proyecto** : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**Ubicación** : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**Solicitante** : BALTODOANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**Fecha** : ABRIL DEL 2024

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11383		12393		12209	
Peso de Molde (gr.)	6695		7960		8015	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4688		4433		4194	
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2137		2137		2137	
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.194		2.074		1.963	
CAPSULA Nº	J-8		J-9		J-9	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	112.25		110.11		108.35	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	104.32		102.41		100.71	
Peso de Agua (gr.)	7.93		7.70		7.64	
Peso de Cápsula (gr.)	10.16		10.82		10.18	
Peso de Suelo Seco (gr.)	94.16		91.59		90.53	
% de Humedad	8.42		8.41		8.44	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.023		1.913		1.810	

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.750	0.750	0.591	0.680	0.680	0.535	0.580	0.580	0.457
48 hrs	0.860	0.860	0.677	0.790	0.790	0.622	0.660	0.660	0.520
72 hrs	0.870	0.870	0.685	0.800	0.800	0.630	0.670	0.670	0.528
96 hrs	0.870	0.870	0.685	0.800	0.800	0.630	0.670	0.670	0.528

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	DIAL	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025	13	89.9	30.0	8	44.3	14.8	4	7.9	2.6
0.050	27	217.5	72.5	15	108.1	36.0	7	35.2	11.7
0.075	41	345.2	115.1	25	199.3	66.4	13	89.9	30.0
0.100	60	518.3	172.8	39	326.9	109.0	22	172.0	57.3
0.125	75	655.1	218.4	52	445.4	148.5	34	281.3	93.8
0.150	88	773.6	257.9	62	536.6	178.9	45	381.6	127.2
0.200	108	955.9	318.6	79	691.3	230.5	62	536.6	178.9
0.300	131	1165.6	388.5	103	910.3	303.4	84	737.1	245.7
0.400	146	1302.3	434.1	116	1028.8	342.9	100	883.0	294.3
0.500	155	1384.3	461.4	125	1110.9	370.3	110	974.1	324.7





Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

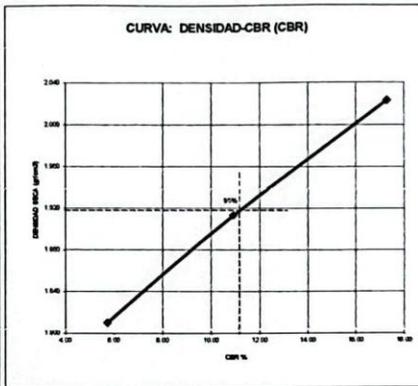
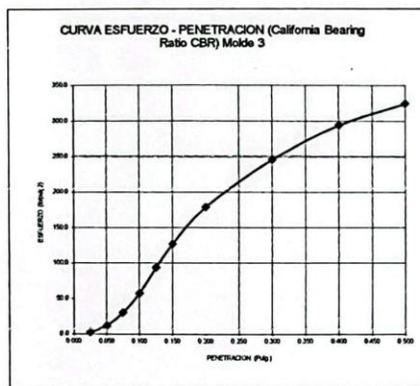
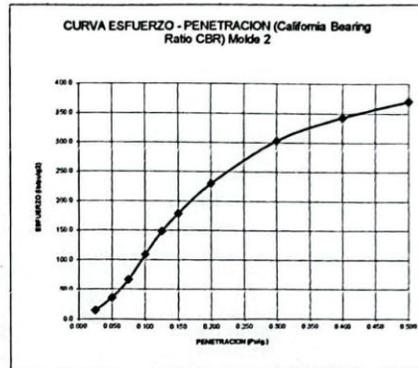
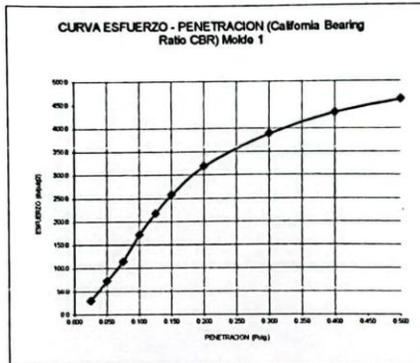


encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	172.8	1000	17.28	2.023
2	0.1	109.0	1000	10.90	1.913
3	0.1	57.3	1000	5.73	1.810

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	318.6	1500	21.24	2.023
2	0.2	230.5	1500	15.37	1.913
3	0.2	178.9	1500	11.92	1.810

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	2.020
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.919
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.55%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	17.28%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	11.15%



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347



RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"		
SOLICITANTE:	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL		
CALICATA:	Nº 12	MUESTRA:	ESTRATO E-1, E-2
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN
FECHA:	ABRIL 2024	DIST.	SARTIMBAMBA
		TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA Nº 12	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de compactación media, color marrón claro, de baja plasticidad, con un 36.51 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 13.65 %. Con una Maxima Densidad Seca de 2.02 gr/cm3 y Optimo Contenido de Humedad de 8.55% y un CBR de 11.15 al 95%	SC	A-4 (1)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada						



Calle Alumino Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D-422

PROYECTO : \*DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023\*

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

DATOS DEL ENSAYO PROGRESIVA KM 12+200 COORDENADAS E = 204201.899 N = 9153841.091

Muestra	C-13	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	1910.00	Sh + Tara : 131.75
Peso perdido por lavado	708.00	Ss + Tara : 119.44
		Tara : 10.43
		Peso Agua : 12.31
		Peso Suelo Seco : 109.01
		Humedad(%) : 11.30

Tamices	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
ASTM						
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L Líquido : 29
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L Plástico : 22
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 7
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC
1"	25.400	108.560	5.68	5.68	94.32	Clas. AASHTO : A-4 (1)
3/4"	19.050	98.520	5.16	10.84	89.16	
1/2"	12.700	95.320	4.99	15.83	84.17	
3/8"	9.525	61.240	3.21	19.04	80.96	
1/4"	6.350	78.500	4.11	23.15	76.85	
No4	4.750	71.360	3.74	26.89	73.12	
8	2.360	95.240	4.99	31.87	68.13	
10	2.000	66.310	3.47	35.34	64.66	
16	1.180	105.460	5.52	40.86	59.14	
20	0.850	92.580	4.85	45.71	54.29	
30	0.600	75.240	3.94	49.65	50.35	
40	0.420	70.650	3.70	53.35	46.65	
50	0.300	56.420	2.95	56.30	43.70	
60	0.250	32.150	1.68	57.99	42.01	
80	0.180	30.850	1.62	59.60	40.40	
100	0.150	23.480	1.23	60.83	39.17	
200	0.074	40.120	2.10	62.93	37.07	
< 200		708.00	37.07	100.00	0.00	
Total		1910.00				

LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA

L Líquido : 29  
L Plástico : 22  
Ind. Plástico : 7  
Clas. SUCS : SC  
Clas. AASHTO : A-4 (1)

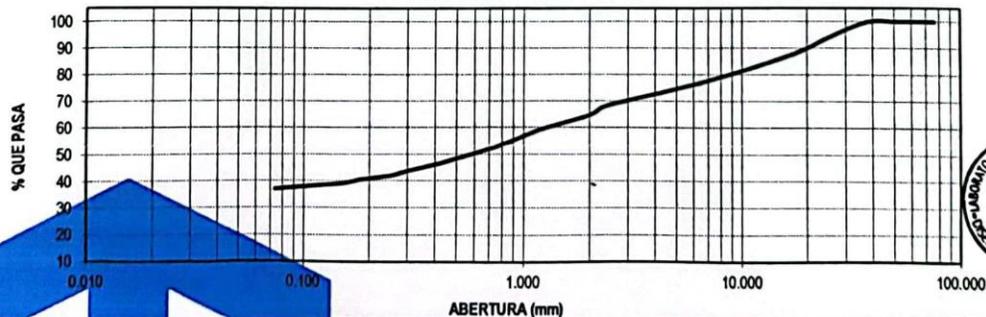
DESCRIPCION DE LA MUESTRA

Arena Arcillosa con Grava, mezcla de arenas con arcillas y gravas, de baja plasticidad, de compacidad media, color marrón claro, con un 37.07 % que pasa la malla N° 200

DESCRIPCION DE LA CALICATA

PROFUNDIDAD (m) : (0.30 - 1.50)  
ESTRATO C-13 : E-02

CURVA GRANULOMETRICA



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com



RUC: 20605737359



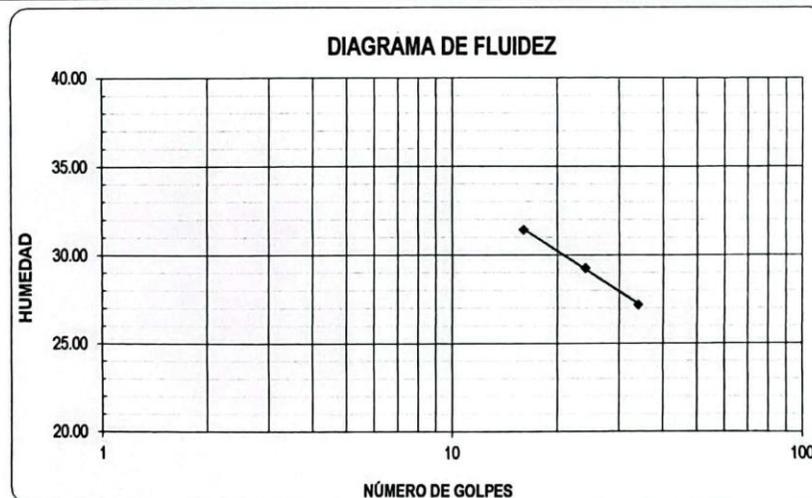
**LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN**

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	24	34	-	-
Peso tara (g)	10.12	10.26	10.47	10.74	10.26
Peso tara + suelo húmedo (g)	25.64	26.38	25.76	17.15	17.25
Peso tara + suelo seco (g)	21.93	22.73	22.49	15.98	15.97
Humedad %	31.41	29.27	27.20	22.33	22.42
Límites	29			22	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, 1 Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALDODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-25	J-39
Peso de Tarro (gr.)	10.46	10.40
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	124.94	138.55
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	113.14	125.74
Peso de Suelo Seco (gr.)	102.68	115.34
Peso de Agua (gr.)	11.80	12.81
% de Humedad (%)	11.49	11.11
% De Humedad Promedio (%)	11.30	



Calle Alumino Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, 1 Etapa



encopigroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

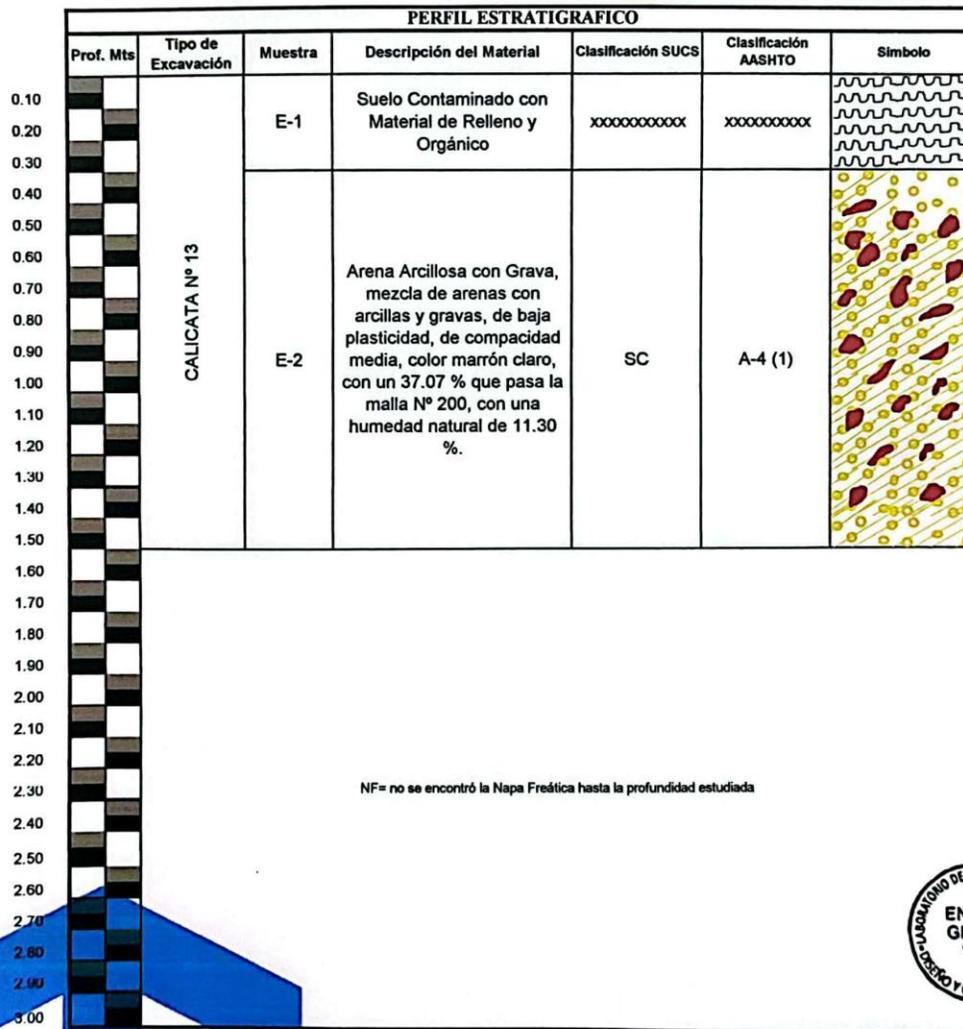
ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"				
<b>SOLICITANTE:</b>	BALDANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL				
<b>CALICATA:</b>	Nº 13	MUESTRA:		ESTRATO E-1, E-2	
<b>UBICACIÓN:</b>	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	SÁNCHEZ CARRIÓN	
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	DIST.	SARTIMBAMBA	
			TRAMO	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



encoplgroup18@hotmail.com



982173069  
949123347

RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D-422**

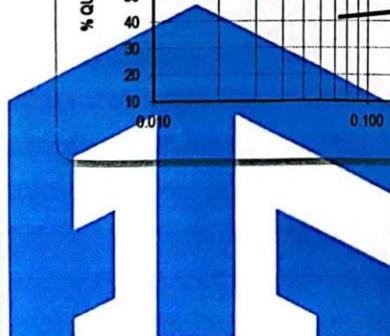
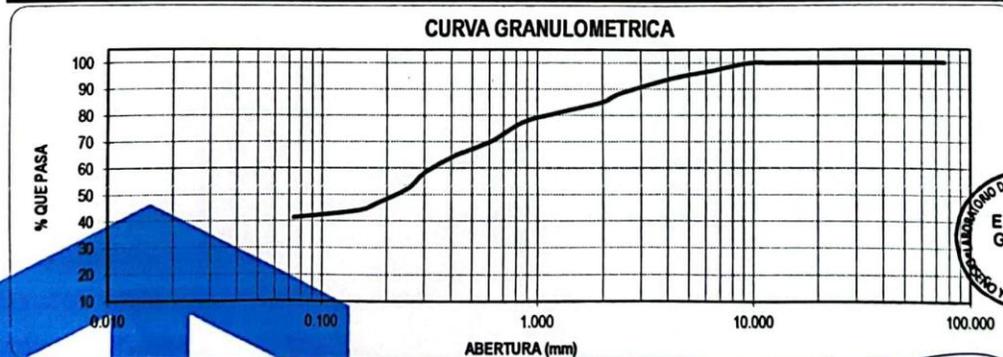
**PROYECTO :** "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"  
**SOLICITANTE :** BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL  
**UBICACIÓN :** SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD  
**FECHA :** ABRIL DEL 2024

<b>DATOS DEL ENSAYO</b>		PROGRESIVA KM 13+200 COORDENADAS E = 204572.067 N = 9154219.47	
Muestra	:	C-14	HUMEDAD NATURAL
Peso de muestra seca	:	1270.00	Sh + Tara : 120.98
Peso perdido por lavado	:	526.56	Ss + Tara : 108.57
			Tara : 10.17
			Peso Agua : 12.41
			Peso Suelo Seco : 98.40
			Humedad(%) : 12.61

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 29
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 22
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 7
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SC
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-4 (1)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.000	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.000	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	38.140	3.00	3.00	97.00	
No4	4.178	36.850	2.90	5.90	94.10	
8	2.360	75.920	5.98	11.88	88.12	
10	2.000	38.600	3.04	14.92	85.08	
16	1.180	57.260	4.51	19.43	80.57	
20	0.850	41.580	3.27	22.70	77.30	
30	0.600	96.450	7.59	30.30	69.70	
40	0.420	60.790	4.79	35.09	64.91	
50	0.300	85.620	6.74	41.83	58.17	
60	0.250	75.960	5.98	47.81	52.19	
80	0.180	68.750	5.41	53.22	46.78	
100	0.150	32.450	2.56	55.78	44.22	
200	0.074	35.070	2.76	58.54	41.46	
< 200		526.56	41.46	100.00	0.00	
Total		1270.00				

**DESCRIPCION DE LA MUESTRA**  
Arena Arcillosa, mezcla de arenas con arcillas, de color marrón, de compactación media, de baja plasticidad, con un 41.46 % que pasa la malla N° 200

**DESCRIPCION DE LA CALICATA**  
PROFUNDIDAD (m) : (0.40 - 1.50)  
ESTRATO C-14: E-02



**ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA**  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa  
982173069  
949123347  
encopigroup18@hotmail.com  
RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

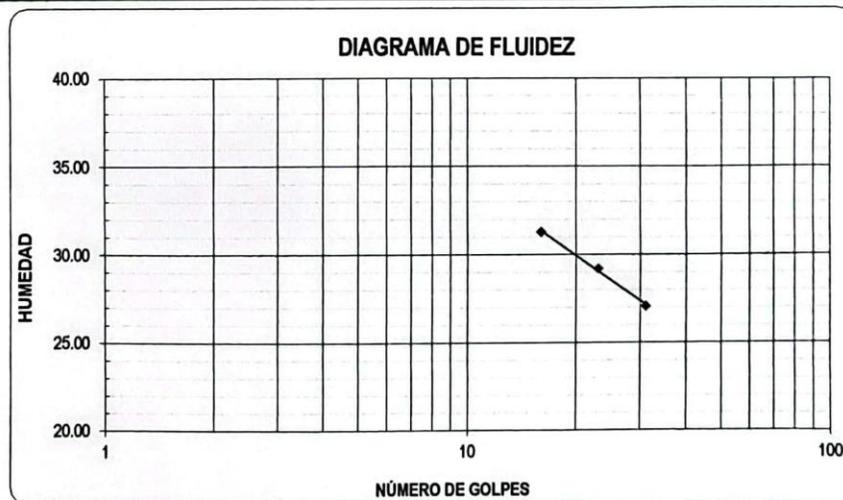
PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	16	23	31	-	-
Peso tara (g)	10.76	10.80	10.91	10.32	9.71
Peso tara + suelo húmedo (g)	15.88	17.17	18.89	17.02	16.87
Peso tara + suelo seco (g)	14.66	15.73	17.19	15.80	15.57
Humedad %	31.28	29.21	27.07	22.26	22.18
Límites	29			22	



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

FECHA : ABRIL DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD

D-2216

DESCRIPCIÓN	J-16	J-153
Peso de Tarro (gr.)	10.00	10.34
Peso de Tarro + Suelo Humedo (gr.)	123.05	118.91
Peso de Tarro + Suelo Seco (gr.)	110.26	106.88
Peso de Suelo Seco (gr.)	100.26	96.54
Peso de Agua (gr.)	12.79	12.03
% de Humedad (%)	12.76	12.46
<b>% De Humedad Promedio (%)</b>	<b>12.61</b>	



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

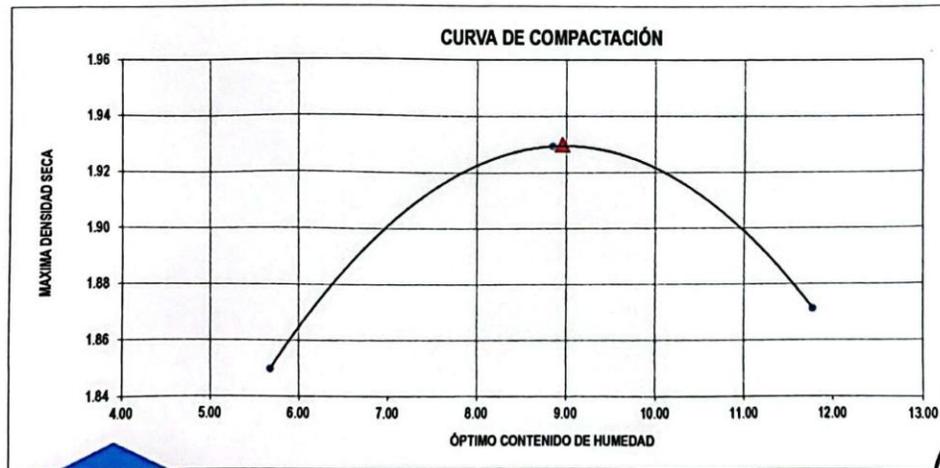
SOLICITANTE : BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

UBICACIÓN : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

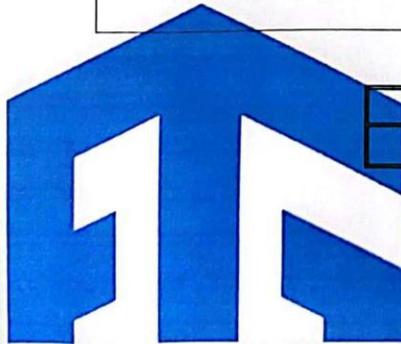
FECHA : ABRIL DEL 2024

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6430
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	2119
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10572.00	10880.00	10862.00			
Peso de Molde (gr.)	6430.00	6430.00	6430.00			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4142.00	4450.00	4432.00			
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.10	2.09			
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	104.23	102.65	101.76			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	99.18	95.15	92.12			
Peso de Agua (gr.)	5.05	7.50	9.64			
Peso de Cápsula (gr.)	10.20	10.36	10.22			
Peso de Suelo Seco (gr.)	88.98	84.79	81.90			
% de Humedad	5.68	8.85	11.77			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.85	1.93	1.87			



Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.930
Óptimo Contenido de Humedad (%)	8.95



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
 Urbanización San Isidro, 1 Etapa

982173069  
 949123347

encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
 INGENIERO CIVIL  
 C I P N° 268575  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

Proyecto : "DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA - SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"

Ubicación : SARTIMBAMBA - SÁNCHEZ CARRIÓN - LA LIBERTAD

Solicitante : BALTODOANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL

Fecha : ABRIL DEL 2024

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

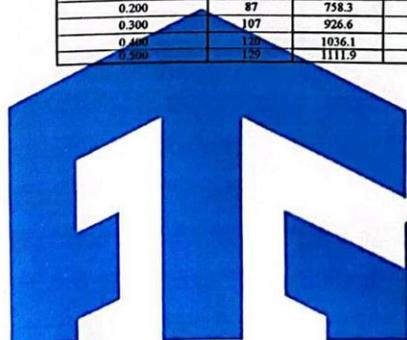
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	12468		12183		12011	
Peso de Molde (gr.)	8027		7974		8038	
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4441		4209		3973	
Volumen de Molde (cm3)	2119		2119		2119	
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085		1085		1085	
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.096		1.986		1.875	
CAPSULA N°	J-8		J-3		J-9	
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	98.63		97.52		99.15	
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	91.55		90.48		92.01	
Peso de Agua (gr)	7.08		7.04		7.14	
Peso de Cápsula (gr.)	10.15		9.85		9.84	
Peso de Suelo Seco (gr.)	81.40		80.63		82.17	
% de Humedad	8.70		8.73		8.69	
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.928		1.827		1.725	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.150	1.150	0.906	0.980	0.980	0.772	0.780	0.780	0.598
48 hrs	1.380	1.380	1.071	1.080	1.060	0.835	0.850	0.850	0.689
72 hrs	1.370	1.370	1.079	1.070	1.070	0.843	0.860	0.860	0.677
96 hrs	1.380	1.380	1.087	1.080	1.080	0.850	0.870	0.870	0.685

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	10 GOLPES
PENETRACION	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2	DIAL	lbs.	lbs/pulg2
0.025	7	86.4	28.8	6	78.0	26.0	3	52.8	17.6
0.050	15	153.5	51.2	12	128.3	42.8	7	86.4	28.8
0.075	30	279.3	93.1	19	187.0	62.3	11	119.9	40.0
0.100	45	405.3	135.1	31	287.7	95.9	16	161.9	54.0
0.125	59	522.9	174.3	43	388.5	129.5	24	229.0	76.3
0.150	70	615.4	205.1	53	472.5	157.5	34	312.9	104.3
0.200	87	758.3	252.8	68	598.6	199.5	54	480.9	160.3
0.300	107	926.6	308.9	87	758.3	252.8	77	674.2	224.7
0.400	129	1036.1	345.4	99	859.3	286.4	89	775.2	258.4
0.500	159	1111.9	370.6	107	926.6	308.9	94	817.2	272.4



*(Handwritten signature)*

Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa

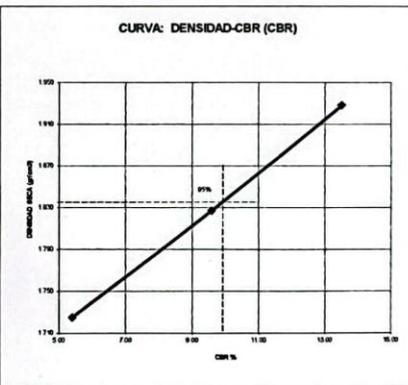
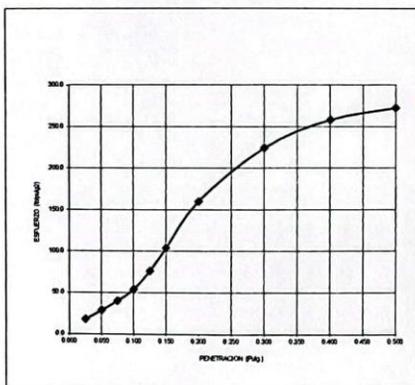
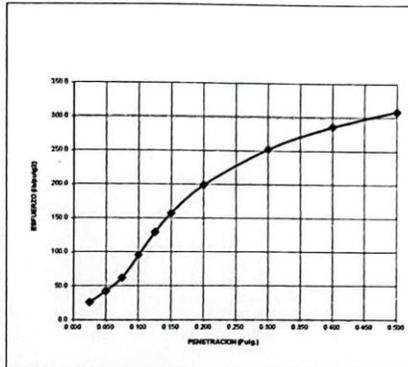
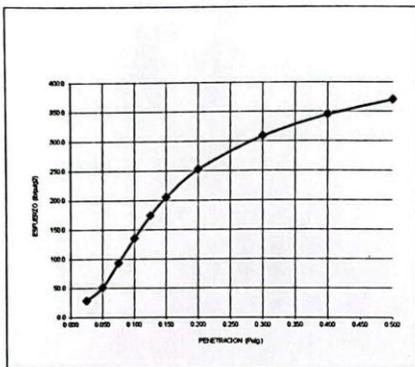
982173069  
949123347

encopigroup18@hotmail.com RUC: 20605737359

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P N° 268575  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	135.1	1000	13.51	1.928
2	0.1	95.9	1000	9.59	1.827
3	0.1	54.0	1000	5.40	1.725

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	252.8	1500	16.85	1.928
2	0.2	199.5	1500	13.30	1.827
3	0.2	160.3	1500	10.69	1.725

METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.930
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.834
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.95%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	13.51%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	10.15%



*[Signature]*

ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO

📍 Calle Alumino Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, 1 Etapa

✉️ encopigroup18@hotmail.com

📞 982173069  
949123347

RUC: 20605737359



LABORATORIO DE MECÁNICA  
DE SUELOS - DISEÑO Y  
CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

<b>PROYECTO:</b>	"DISEÑO GEOMÉTRICO, ESTRUCTURAL Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CARRETERA QUILCHA -SHINGATE, SARTIMBAMBA, SÁNCHEZ CARRIÓN, LA LIBERTAD, 2023"		
<b>SOLICITANTE:</b>	BALTODANO CONTRERAS KATTIA LUCERO - MURGA PINILLOS JAIR GABRIEL		
<b>CALICATA:</b>	Nº 14	<b>MUESTRA:</b>	ESTRATO E-1, E-2
<b>UBICACIÓN:</b>	<b>DEP.</b> LA LIBERTAD	<b>PROV.</b>	SÁNCHEZ CARRIÓN
<b>FECHA:</b>	ABRIL	2024	<b>DIST.</b> SARTIMBAMBA
		<b>TRAMO</b>	QUILCHA AL SECTOR SHINGATE

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA Nº 14	E-1	Suelo Contaminado con Material de Relleno y Orgánico	XXXXXXXXXX	XXXXXXXXXX	
0.20		E-2	Arena Arcillosa, mezcla de arenas con arcillas, de color marrón, de compactación media, de baja plasticidad, con un 41.46 % que pasa la malla Nº 200, con una humedad natural de 12.61 %. Con una Maxima Densidad Seca de 1.93 gr/cm3 y Optimo Contenido de Humedad de 8.95% y un CBR de 10.15 al 95%	SC	A-4 (1)	
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						
2.10						
2.20						
2.30						
2.40						
2.50						
2.60						
2.70						
2.80						
2.90						
3.00						
NF= no se encontró la Napa Freática hasta la profundidad estudiada						



ENRIQUE JORDAN CORNEJO CORREA  
INGENIERO CIVIL  
C I P Nº 268575  
JEFE DE LABORATORIO



Calle Aluminio Mz. R Lote 13  
Urbanización San Isidro, I Etapa



982173069  
949123347



encopigroup18@hotmail.com

RUC: 20605737359

## ANEXO C. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

**Tabla 37**

*Coordenadas BM'S DATUN - WGS 84 - La poligonal básica*

N°	CUADRO DE COORDENADAS		COTA	BM
	NORTE	ESTE		
1	9152838.652	201022.055	2156.713	BM-01
2	9152605.388	201197.333	2135.940	BM-02
3	9152783.183	201275.958	2098.871	BM-03
4	9152884.351	201276.194	2072.311	BM-04
5	9153125.585	201402.559	1963.163	BM-05
6	9153222.958	201223.612	1956.731	BM-06
7	9153217.274	201565.450	1897.022	BM-07
8	9153397.294	201808.147	1783.188	BM-08
9	9153575.853	201643.866	1711.189	BM-09
10	9153449.932	202103.145	1603.103	BM-10
11	9153692.429	202189.146	1588.557	BM-11
12	9153965.432	202505.516	1479.371	BM-12
13	9153545.080	202651.939	1527.768	BM-13
14	9153638.850	202756.513	1541.130	BM-14
15	9153258.814	203328.751	1428.393	BM-15
16	9153181.372	203606.265	1410.576	BM-16
17	9153550.008	203636.256	1352.862	BM-17
18	9153799.568	203858.105	1293.984	BM-18
19	9153803.055	204021.790	1260.466	BM-19
20	9153867.960	204295.729	1235.465	BM-20
21	9153954.299	204368.525	1224.770	BM-21
22	9154150.783	204403.341	1212.641	BM-22

*Fuente. Elaboración Propia.*

**Tabla 38**

*Coordenadas de estaciones DATUN - WGS 84 - Poligonal auxiliar*

N°	CUADRO DE COORDENADAS		COTA	ESTACION
	NORTE	ESTE		
1	9152694.140	201120.337	2152.0000	E-01
2	9152802.738	201087.136	2132.3548	E-02
3	9152730.576	201190.355	2132.3065	E-03
4	9152717.861	201258.224	2108.8113	E-04
5	9152854.868	201274.663	2089.6085	E-05
6	9153204.698	201441.324	1923.1391	E-06
7	9153221.617	201583.300	1892.1189	E-07
8	9153264.623	203327.564	1429.2611	E-08
9	9154152.890	204397.855	1213.5099	E-09

*Fuente. Elaboración Propia.*

## PANEL FOTOGRAFICO

**Figura 72**

*Levantamiento topográfico KM 0+000.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 73**

*Levantamiento topográfico KM 0+300.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 74**

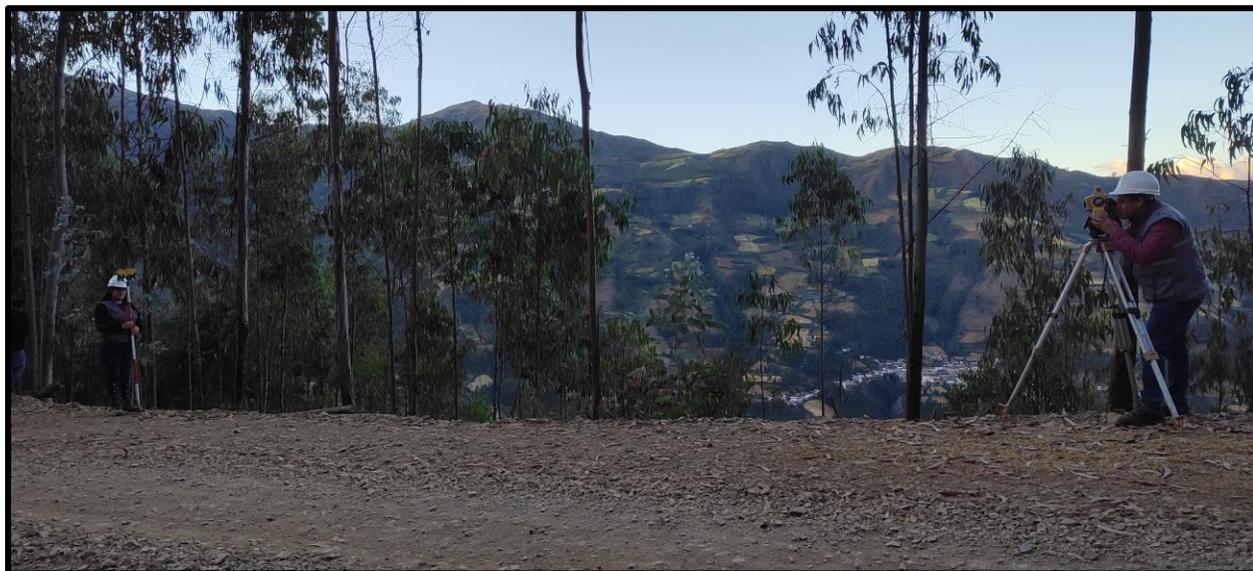
*Levantamiento topográfico KM 0+600.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 75**

*Levantamiento topográfico KM 0+900.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 76**

*Levantamiento topográfico KM 1+100.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 77**

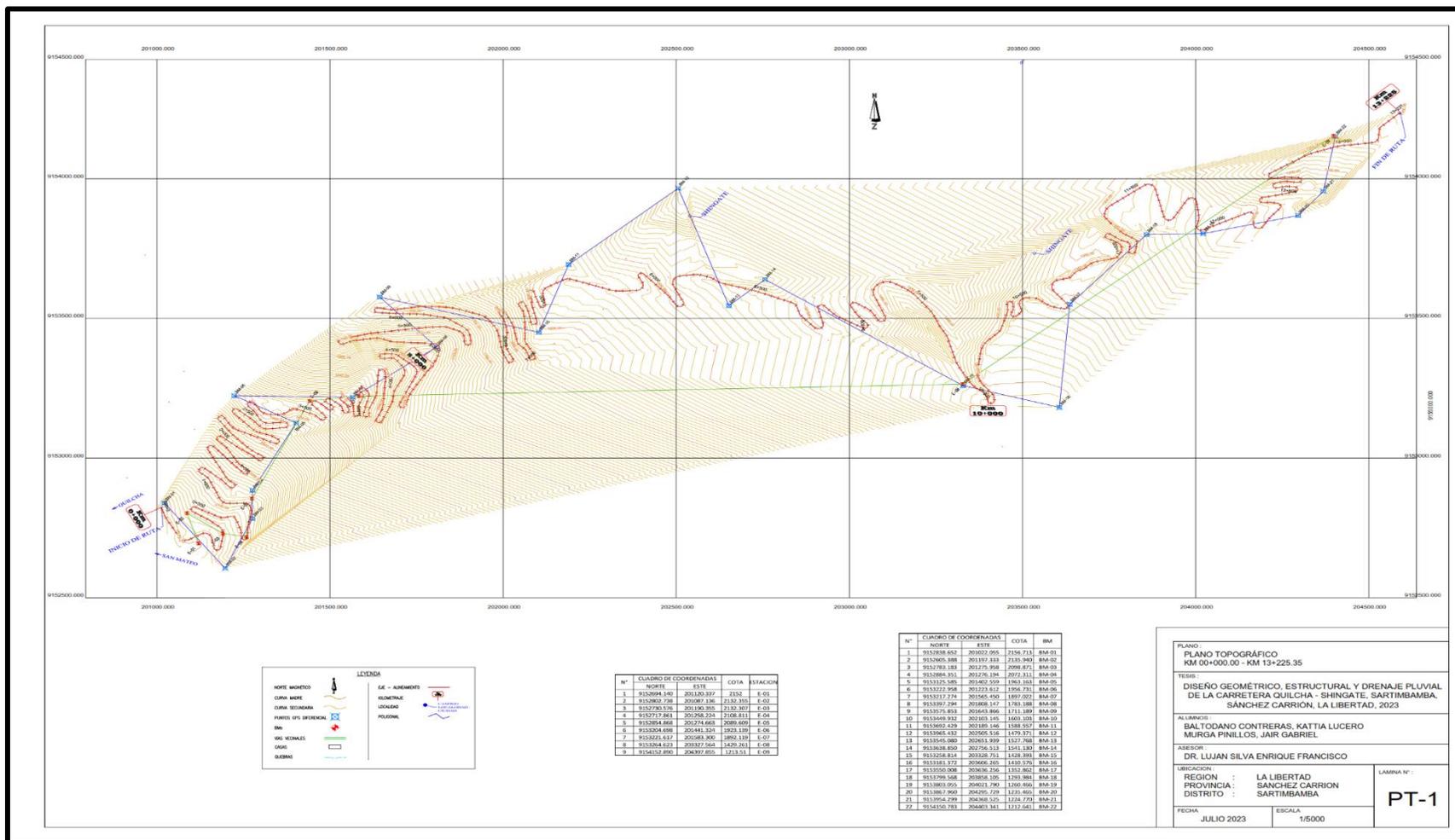
*Levantamiento topográfico KM 1+300.*



*Fuente. Elaboración Propia.*

Figura 78

Plano topográfico



Fuente. Elaboración Propia

## ANEXO D. ESTUDIO DE TRÁFICO

**Figura 79**

*Vehículo trayler  $\geq 3S3$*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 80**

*Vehículo camioneta pick up y camión 3E*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 81**

*Vehículo bus 2E*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 82**

*Vehículo camión 4E*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 83**

*Vehículo camión 3E – Ejemplo 1*



*Fuente. Elaboración Propia.*

**Figura 84**

*Vehículo camión 3E – Ejemplo 2*



*Fuente. Elaboración Propia.*

## ANEXO E. ESTUDIO HIDROLOGICO

### 1. ANÁLISIS DE FRECUENCIA Y PRUEBA DE BONDAD

#### 1.1. Distribución Normal

Donde:

$$P = \frac{1}{T}$$

$$w = \left[ \ln\left(\frac{l}{p^2}\right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328 w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3}$$

$$x_T = \mu + K_T \sigma$$

**Tabla 39**

*Distribución normal*

T (años)	P	W	Z	P (mm)
2	0.5000	1.177	0.000	44.9
5	0.2000	1.794	0.841	53.4
10	0.1000	2.146	1.282	57.8
30	0.0333	2.608	1.834	63.4
35	0.0286	2.667	1.903	64.1
50	0.0200	2.797	2.054	65.6
71	0.0141	2.920	2.195	67.0
100	0.0100	3.035	2.327	68.4
140	0.0071	3.144	2.450	69.6

*Fuente. Elaboración Propia.*

#### 1.2. Distribución Log Normal

Donde:

$$y_T = y + K_T s_y$$

$$P = 10^y$$

**Tabla 40***Distribución log normal*

T (años)	P	W	Z	Log P	P(mm)
2	0.5000	1.177	0.000	1.641	43.8
5	0.2000	1.794	0.841	1.725	53.1
10	0.1000	2.146	1.282	1.769	58.8
30	0.0333	2.608	1.834	1.824	66.7
35	0.0286	2.667	1.903	1.831	67.8
50	0.0200	2.797	2.054	1.846	70.2
71	0.0141	2.920	2.195	1.860	72.5
100	0.0100	3.035	2.327	1.874	74.7
140	0.0071	3.144	2.450	1.886	76.9

*Fuente. Elaboración Propia.*

## 1.3. Distribución Log Pearson III

Donde:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5$$

Siendo:

$$K = \frac{C_s}{6}$$

$$K = -0.029$$

**Tabla 41***Distribución log Pearson III*

T (años)	P	W	Z	KT	Log P	P(mm)
2	0.5000	1.177	0.00	0.028	1.644	44.1
5	0.2000	1.794	0.84	0.849	1.726	53.2
10	0.1000	2.146	1.28	1.262	1.767	58.5
30	0.0333	2.608	1.83	1.766	1.818	65.7
35	0.0286	2.667	1.90	1.827	1.824	66.6
50	0.0200	2.797	2.05	1.962	1.837	68.7
71	0.0141	2.920	2.20	2.086	1.849	70.7
100	0.0100	3.035	2.33	2.201	1.861	72.6
140	0.0071	3.144	2.45	2.308	1.872	74.4

*Fuente. Elaboración Propia.*

## 2. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE - PRUEBA DE KOLMOGOROV - SMIRNOV - ESTACIÓN HUAMACHUCO

**Tabla 42**

*Prueba de Kolmogorov - Smirnov*

	<b>X</b>
Número de datos "n":	<b>20</b>
Promedio "x̄":	<b>44.89</b>
Desviación estándar "s":	<b>10.09</b>
Coefficiente asimetría "Cs"(sesgo):	<b>0.13</b>
$K = \frac{C_s}{6}$	<b>0.02</b>
$\beta_1 = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2$	<b>224.09</b>
$\alpha_1 = \frac{S}{\sqrt{\beta_1}}$	<b>0.67</b>
$\delta_1 = X - \alpha_1\beta$	<b>-106.20</b>

N°	P = X	P = LOG x	P(X≥XT)OBS	DISTRIBUCIÓN NORMAL			
				Z	F(z)	P(X≥XT)TEO	Δ(N)
1	60.8	1.78	0.048	1.58	0.942	0.058	0.010
2	59.3	1.77	0.095	1.43	0.924	0.076	0.019
3	58.0	1.76	0.143	1.30	0.902	0.098	0.045
4	57.7	1.76	0.190	1.27	0.899	0.101	0.089
5	55.8	1.75	0.238	1.08	0.861	0.139	0.099
6	53.4	1.73	0.286	0.85	0.802	0.198	0.088
7	48.9	1.69	0.333	0.40	0.656	0.344	0.011
8	48.7	1.69	0.381	0.38	0.647	0.353	0.028
9	45.9	1.66	0.429	0.10	0.539	0.461	0.032
10	45.5	1.66	0.476	0.06	0.526	0.474	0.002
11	44.0	1.64	0.524	-0.09	0.463	0.537	0.013
12	40.3	1.61	0.571	-0.45	0.326	0.674	0.102
13	39.7	1.60	0.619	-0.52	0.302	0.698	0.079
14	38.4	1.58	0.667	-0.64	0.261	0.739	0.073
15	36.3	1.56	0.714	-0.85	0.197	0.803	0.089
16	35.6	1.55	0.762	-0.92	0.179	0.821	0.060
17	35.3	1.55	0.810	-0.95	0.170	0.830	0.021
18	34.5	1.54	0.857	-1.03	0.151	0.849	0.008
19	31.6	1.50	0.905	-1.31	0.095	0.905	0.001
20	28.0	1.45	0.952	-1.67	0.047	0.953	0.0003
<b>MAX.=</b>						<b>0.1024</b>	

	<b>log X</b>		<b>Ln X</b>	<b>Fo:</b>
Número de datos "n":	20	Número de datos "n":	20	$F_s(X_m) = 1 - \frac{m}{n+1}$
Promedio Log x:	1.64	Promedio "x":	3.78	$F_s(X_m) = 1 - \frac{m}{n+1}$
Desviación estándar "s":	0.10	Desviación estándar "s":	0.23	
Coficiente asimetría "Cs"(se	-0.17	Coficiente asimetría "Cs"(sesg	-0.17	
<b>Donde:</b>		$K = \frac{C_s}{6}$	-0.03	
$z = \frac{x - u}{\sigma}$		$\beta_t = \left(\frac{z}{C_s}\right)^2$	136.78	
		$\alpha_1 = \frac{S}{\sqrt{\beta_t}}$	0.02	
		$\delta_1 = X - \alpha_1\beta$	1.09	

0.8717464

DISTRIBUCIÓN LOG NORMAL				DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III								
Z	F(z)	P(X≥XT)TEO	Δ(N)	LnP	Y=(X-δ1)/α1	2Y	2β1	X <sup>2</sup>	F <sub>x</sub>	F <sub>o</sub>	Δ(N)	
1.43	0.923	0.077	0.029	4.11	153.48	306.97	273.57	0.0770	0.0770	0.048	0.029	
1.32	0.907	0.093	0.002	4.08	152.24	304.47	273.57	0.0923	0.0923	0.095	0.003	
1.22	0.889	0.111	0.032	4.06	151.06	302.12	273.57	0.1088	0.1088	0.143	0.034	
1.20	0.886	0.114	0.076	4.06	150.86	301.72	273.57	0.1118	0.1118	0.190	0.079	
1.06	0.855	0.145	0.093	4.02	149.14	298.28	273.57	0.1404	0.1404	0.238	0.098	
0.87	0.807	0.193	0.093	3.98	146.93	293.85	273.57	0.1843	0.1843	0.286	0.101	
0.48	0.685	0.315	0.019	3.89	142.43	284.85	273.57	0.2986	0.2986	0.333	0.035	
0.46	0.678	0.322	0.059	3.89	142.19	284.38	273.57	0.3054	0.3054	0.381	0.076	
0.20	0.580	0.420	0.009	3.83	139.15	278.30	273.57	0.3999	0.3999	0.429	0.029	
0.17	0.567	0.433	0.044	3.82	138.77	277.54	273.57	0.4123	0.4123	0.476	0.064	
0.02	0.506	0.494	0.030	3.78	136.97	273.94	273.57	0.4726	0.4726	0.524	0.051	
-0.36	0.360	0.640	0.068	3.70	132.60	265.20	273.57	0.6212	0.6212	0.571	0.050	
-0.43	0.333	0.667	0.048	3.68	131.74	263.47	273.57	0.6495	0.6495	0.619	0.030	
-0.57	0.284	0.716	0.049	3.65	130.11	260.23	273.57	0.7008	0.7008	0.667	0.034	
-0.82	0.206	0.794	0.080	3.59	127.19	254.37	273.57	0.7845	0.7845	0.714	0.070	
-0.90	0.183	0.817	0.055	3.57	126.22	252.45	273.57	0.8089	0.8089	0.762	0.047	
-0.94	0.172	0.828	0.018	3.56	125.74	251.48	273.57	0.8206	0.8206	0.810	0.011	
-1.04	0.148	0.852	0.006	3.54	124.58	249.16	273.57	0.8468	0.8468	0.857	0.010	
-1.42	0.078	0.922	0.017	3.45	120.23	240.45	273.57	0.9227	0.9227	0.905	0.018	
-1.94	0.026	0.974	0.022	3.33	114.05	228.09	273.57	0.9778	0.9778	0.952	0.025	
<b>MAX. =</b>			<b>0.0928</b>								<b>MAX. =</b>	<b>0.1014</b>

Fuente. Elaboración Propia.

## ANEXO F. DISEÑO GEOMÉTRICO

**Tabla 43**

*Alineamiento horizontal*

ELEMENTOS DE CURVAS Y COORDENADAS														
PI	S	DEFLEXION	R	TG	LC	EXT	PC	PI	PT	NORTE	ESTE	P%	Sa	Lt P
0	---	164°05'06"	---	---	---	---	---	0+000.000	---	9152823.61	201013.422	---	---	---
1	I	13°10'31"	150	17.323	34.493	0.997	0+014.186	0+031.509	0+048.679	9152793.31	201022.062	4	0.4	9
2	I	91°25'45"	20	20.505	31.915	8.644	0+120.755	0+141.260	0+152.669	9152697.27	201075.495	12	1.2	19
3	D	108°28'53"	20	27.772	37.867	14.224	0+193.181	0+220.953	0+231.048	9152742.36	201151.983	12	1.2	19
4	I	158°10'14"	9	46.672	24.845	38.531	0+269.818	0+316.490	0+294.664	9152631.63	201175.595	12	1.2	19
5	I	59°27'46"	30	17.134	31.135	4.548	0+342.535	0+359.668	0+373.670	9152741.68	201194.587	11	1.2	18
6	I	7°55'00"	150	10.38	20.726	0.359	0+398.404	0+408.784	0+419.130	9152775.5	201154.756	4	1.2	9
7	D	175°24'06"	9	224.168	27.552	215.349	0+470.233	0+694.401	0+497.785	9152928.61	200913.605	12	1.2	19
8	I	42°42'15"	30	11.728	22.36	2.211	0+570.981	0+582.708	0+593.340	9152784.38	201186.987	11	1.2	18
9	D	83°29'43"	12	10.71	17.487	4.084	0+608.105	0+618.814	0+625.592	9152793.94	201222.939	12	1.2	19
10	D	17°08'54"	70	10.554	20.951	0.791	0+658.236	0+668.790	0+679.187	9152743.75	201242.605	7.5	0.7	13
11	I	175°48'36"	9	246.024	27.616	237.189	0+696.738	0+942.763	0+724.354	9152470.37	201262.904	12	1.2	19
12	D	12°08'07"	80	8.504	16.944	0.451	0+753.929	0+762.433	0+770.873	9152754.48	201262.624	6.8	0.7	12
13	I	25°14'27"	50	11.195	22.027	1.238	0+807.253	0+818.448	0+829.280	9152809.31	201274.358	9.1	1	15
14	I	78°39'35"	20	16.387	27.457	5.856	0+832.519	0+848.907	0+859.977	9152839.33	201267.34	12	1.2	19
15	D	67°59'12"	30	20.23	35.598	6.184	0+901.088	0+921.318	0+936.685	9152836.85	201189.651	11	1.2	18
16	I	29°53'20"	50	13.346	26.083	1.75	1+005.352	1+018.697	1+031.435	9152930.38	201148.334	9.1	1	15
17	I	183°34'07"	10	320.994	32.039	331.15	1+046.410	0+725.416	1+078.449	9152757.21	201384.281	12	1.2	19
18	D	9°45'29"	90	7.683	15.328	0.327	1+137.010	1+144.693	1+152.338	9152920.43	201188.687	6.2	0.6	12
19	D	201°09'24"	10	53.546	35.108	64.472	1+175.352	1+121.805	1+210.460	9152937.83	201173.878	12	1.2	19
20	D	33°14'17"	40	11.939	23.204	1.744	1+215.033	1+226.972	1+238.237	9152920.19	201206.442	10	1.1	17
21	D	166°09'27"	10	82.379	29	72.984	1+351.009	1+433.387	1+380.008	9153102.5	201108.212	12	1.2	19
22	D	189°58'33"	9	103.121	29.841	112.513	1+509.197	1+406.076	1+539.038	9153022.11	201180.999	12	1.2	19
23	D	21°43'51"	70	13.436	26.549	1.278	1+559.319	1+572.755	1+585.868	9152979.51	201235.791	7.5	0.7	13
24	I	15°12'47"	70	9.348	18.586	0.621	1+630.031	1+639.379	1+648.617	9153037.25	201201.91	7.5	0.7	13
25	D	174°44'37"	9	196.07	27.449	187.276	1+676.313	1+872.383	1+703.762	9153200.3	201035.309	12	1.2	19
26	I	4°55'00"	180	7.728	15.446	0.166	1+760.796	1+768.524	1+776.243	9153035.71	201237.649	3.5	0.4	8

27	D	9°21'07"	120	9.815	19.587	0.401	1+804.127	1+813.942	1+823.714	9153010.17	201275.216	4.9	0.5	10
28	D	191°30'50"	9	89.271	30.083	98.723	1+837.373	1+748.102	1+867.455	9153055.51	201227.538	12	1.2	19
29	D	13°57'09"	150	18.355	36.528	1.119	1+883.965	1+902.320	1+920.493	9153026.64	201273.653	4	0.4	9
30	D	6°49'43"	150	8.949	17.877	0.267	1+973.172	1+982.122	1+991.050	9153084.18	201218.093	4	0.4	9
31	I	183°47'24"	9	272.026	28.87	281.175	2+047.098	1+775.072	2+075.968	9152919.21	201343.177	12	1.2	19
32	I	32°39'12"	70	20.505	39.894	2.941	2+103.978	2+124.483	2+143.872	9153105.85	201220.203	7.5	0.7	13
33	I	169°21'03"	9	96.567	26.602	87.985	2+255.324	2+351.890	2+281.925	9153013.02	201429.023	12	1.2	19
34	I	18°49'16"	70	11.602	22.994	0.955	2+292.411	2+304.013	2+315.406	9153080.42	201331.373	7.5	0.7	13
35	D	30°20'56"	70	18.985	37.078	2.529	2+331.924	2+350.909	2+369.002	9153093.25	201286.046	7.5	0.7	13
36	D	174°59'23"	9	205.711	27.487	196.907	2+444.373	2+650.083	2+471.860	9153309.62	201078.144	12	1.2	19
37	D	7°29'48"	120	7.862	15.701	0.257	2+527.385	2+535.247	2+543.086	9153132.6	201280.823	4.9	0.5	10
38	I	53°49'51"	30	15.23	28.186	3.645	2+559.652	2+574.882	2+587.838	9153102.84	201307.034	11	1.2	18
39	I	179°53'31"	10	10599.755	31.397	10589.76	2+635.649	13+235.404	2+667.047	9154069.41	211925.931	12	1.2	19
40	D	67°34'17"	30	20.072	35.38	6.096	2+710.016	2+730.088	2+745.396	9153122.88	201305.229	11	1.2	18
41	I	16°44'33"	70	10.301	20.455	0.754	2+764.105	2+774.406	2+784.560	9153166.41	201282.549	7.5	0.7	13
42	I	191°07'10"	10	102.731	33.357	113.217	2+799.584	2+696.853	2+832.941	9153110.97	201336.576	12	1.2	19
43	I	55°43'29"	40	21.145	38.903	5.245	2+859.696	2+880.841	2+898.599	9153156.88	201306.598	10	1.1	17
44	I	40°10'36"	40	14.629	28.049	2.591	2+921.160	2+935.789	2+949.209	9153155.73	201364.921	10	1.1	17
45	D	59°30'36"	25	14.292	25.966	3.797	2+956.535	2+970.826	2+982.501	9153178.56	201393.072	12	1.7	19
46	D	23°58'06"	40	8.491	16.733	0.891	3+025.750	3+034.241	3+042.483	9153155.48	201454.936	10	1.1	17
47	I	176°19'19"	9	280.297	27.697	271.441	3+058.242	3+338.539	3+085.938	9152942.27	201672.405	12	1.2	19
48	I	1°32'54"	---	---	---	---	---	3+120.327	---	9153176.54	201462.291	---	---	---
49	D	170°03'29"	9	103.474	26.713	94.864	3+137.348	3+240.822	3+164.061	9153264.03	201379.443	12	1.2	19
50	D	10°02'26"	90	7.906	15.772	0.347	3+178.672	3+186.578	3+194.444	9153188.88	201480.565	6.2	0.6	12
51	D	197°49'24"	9	57.396	31.074	67.098	3+206.383	3+148.986	3+237.457	9153216.19	201454.793	12	1.2	19
52	I	188°18'14"	9	123.978	29.579	133.305	3+253.368	3+129.390	3+282.947	9153132.46	201597.473	12	1.2	19
53	D	39°47'28"	25	9.048	17.362	1.587	3+315.927	3+324.974	3+333.289	9153184.64	201534.274	12	1.2	19
54	D	190°18'43"	9	99.743	29.894	109.148	3+340.530	3+240.787	3+370.424	9153266.65	201518.824	12	1.2	19
55	I	26°27'04"	40	9.401	18.466	1.09	3+381.450	3+390.851	3+399.916	9153192.59	201547.223	10	1.1	17
56	D	178°39'30"	9	768.702	28.064	759.755	3+410.949	4+179.652	3+439.013	9153726.41	200966.043	12	1.2	19
57	D	47°26'10"	40	17.574	33.117	3.69	3+452.062	3+469.636	3+485.179	9153199.63	201567.226	10	1.1	17
58	D	187°10'14"	9	143.642	29.401	152.924	3+509.316	3+365.674	3+538.716	9153301.53	201564.846	12	1.2	19
59	D	32°25'05"	30	8.721	16.974	1.242	3+557.630	3+566.351	3+574.604	9153186.8	201582.009	11	1.2	18
60	I	75°14'20"	15	11.56	19.698	3.937	3+598.169	3+609.729	3+617.867	9153226.88	201599.78	12	1.2	19
61	I	197°28'45"	9	58.545	31.02	68.233	3+620.540	3+561.995	3+651.560	9153199.2	201634.376	12	1.2	19
62	D	47°59'21"	25	11.128	20.939	2.365	3+663.040	3+674.168	3+683.979	9153229.04	201614.359	12	1.2	19

63	D	206°43'51"	9	37.879	32.473	47.934	3+745.648	3+707.769	3+778.121	9153195.18	201605.829	12	1.2	19
64	D	37°26'11"	30	10.165	19.602	1.675	3+782.530	3+792.695	3+802.132	9153172.44	201610.91	11	1.2	18
65	I	21°40'18"	80	15.313	30.259	1.452	3+833.101	3+848.414	3+863.360	9153223.66	201634.627	6.8	0.7	12
66	D	173°30'12"	10	176.195	30.282	166.478	3+932.556	4+108.751	3+962.838	9153483.96	201649.057	12	1.2	19
67	D	7°38'52"	150	10.026	20.022	0.335	3+974.228	3+984.254	3+994.250	9153286.69	201660.514	4	0.4	9
68	D	23°23'47"	90	18.635	36.751	1.909	4+078.584	4+097.220	4+115.335	9153174.01	201651.994	6.2	0.6	12
69	D	184°09'47"	9	247.622	28.928	256.786	4+135.349	3+887.727	4+164.277	9153359	201749.2	12	1.2	19
70	I	17°58'39"	90	14.237	28.239	1.119	4+227.254	4+241.490	4+255.493	9153202.79	201681.093	6.2	0.6	12
71	D	21°58'22"	90	17.472	34.515	1.68	4+259.598	4+277.070	4+294.112	9153238.44	201684.575	6.2	0.6	12
72	I	64°22'16"	30	18.881	33.705	5.447	4+338.971	4+357.853	4+372.676	9153310.44	201722.141	11	1.2	18
73	I	61°30'33"	25	14.876	26.838	4.091	4+400.879	4+415.755	4+427.718	9153360.04	201685.009	12	1.2	19
74	I	191°38'39"	9	88.265	30.103	97.722	4+444.381	4+356.116	4+474.484	9153368.26	201741.136	12	1.2	19
75	D	37°28'20"	25	8.48	16.35	1.399	4+505.282	4+513.762	4+521.633	9153371.09	201692.231	12	1.2	19
76	D	73°49'04"	25	18.777	32.209	6.266	4+579.550	4+598.327	4+611.759	9153315.45	201756.719	12	1.2	19
77	D	187°57'13"	9	129.459	29.524	138.771	4+727.221	4+597.762	4+756.745	9153311.1	201754.728	12	1.2	19
78	D	15°34'03"	150	20.504	40.755	1.395	4+781.038	4+801.542	4+821.793	9153229.99	201730.467	4	0.4	9
79	I	16°31'45"	75	10.894	21.637	0.787	4+935.542	4+946.436	4+957.179	9153352.79	201807.855	7.1	0.7	13
80	I	103°01'00"	20	25.151	35.96	12.134	4+979.342	5+004.493	5+015.302	9153408.83	201823.597	12	1.2	19
81	D	18°25'29"	50	8.109	16.079	0.653	5+126.695	5+134.804	5+142.774	9153415.58	201679.102	9.1	1	15
82	I	29°12'15"	50	13.026	25.485	1.669	5+163.235	5+176.261	5+188.720	9153430.55	201640.294	9.1	1	15
83	I	13°25'41"	90	10.595	21.093	0.621	5+237.316	5+247.911	5+258.409	9153420.37	201568.798	6.2	0.6	12
84	I	187°10'23"	9	143.59	29.401	152.872	5+281.431	5+137.841	5+310.832	9153460.73	201671.096	12	1.2	19
85	D	7°02'24"	150	9.227	18.431	0.284	5+388.428	5+397.655	5+406.859	9153446.66	201616.103	4	0.4	9
86	D	4°27'56"	200	7.798	15.587	0.152	5+561.068	5+568.866	5+576.655	9153468.47	201785.941	3.2	---	8
87	D	24°14'34"	50	10.739	21.156	1.14	5+603.634	5+614.372	5+624.790	9153470.74	201831.399	9.1	1	15
88	D	63°05'02"	30	18.414	33.031	5.201	5+654.077	5+672.491	5+687.108	9153449.43	201885.815	11	1.2	18
89	D	181°54'24"	9	540.874	28.574	549.949	5+705.548	5+164.674	5+734.122	9153951.1	201837.257	12	1.2	19
90	I	48°30'21"	50	22.526	42.329	4.84	5+755.059	5+777.586	5+797.389	9153457.88	201901.624	9.1	1	15
91	I	22°29'56"	50	9.945	19.634	0.979	5+841.676	5+851.621	5+861.310	9153500.86	201838.032	9.1	1	15
92	I	9°00'34"	200	15.757	31.448	0.62	5+900.148	5+915.905	5+931.597	9153513.8	201774.801	3.2	---	8
93	I	188°40'00"	9	118.772	29.636	128.113	6+053.621	5+934.849	6+083.257	9153514.64	201755.811	12	1.2	19
94	I	20°04'32"	90	15.931	31.535	1.399	6+108.129	6+124.059	6+139.663	9153529.81	201679.331	6.2	0.6	12
95	D	12°03'48"	200	21.133	42.109	1.113	6+191.906	6+213.039	6+234.015	9153543.56	201767.571	3.2	---	8
96	D	15°03'51"	200	26.444	52.584	1.741	6+272.466	6+298.910	6+325.049	9153538.75	201853.464	3.2	---	8
97	D	34°48'56"	50	15.676	30.382	2.4	6+382.729	6+398.406	6+413.112	9153507.47	201948.235	9.1	1	15
98	D	27°16'46"	90	21.839	42.85	2.612	6+434.903	6+456.743	6+477.754	9153460.05	201983.857	6.2	0.6	12

99	I	12°33'57"	90	9.909	19.738	0.544	6+522.261	6+532.170	6+542.000	9153384.87	201996.621	6.2	0.6	12
100	D	184°08'32"	9	248.875	28.925	258.037	6+572.159	6+323.285	6+601.084	9153578.2	201917.72	12	1.2	19
101	D	32°24'45"	40	11.626	22.628	1.655	6+637.240	6+648.866	6+659.868	9153397.99	202006.956	10	1.1	17
102	I	17°30'14"	50	7.697	15.275	0.589	6+691.203	6+698.901	6+706.478	9153448.36	202012.312	9.1	1	15
103	I	25°08'49"	40	8.922	17.556	0.983	6+739.657	6+748.579	6+757.213	9153497.17	202002.439	10	1.1	17
104	I	191°01'29"	9	93.257	30.006	102.69	6+768.163	6+674.906	6+798.169	9153438.24	202046.175	12	1.2	19
105	D	15°45'43"	60	8.305	16.506	0.572	6+847.015	6+855.320	6+863.521	9153470.81	202030.599	8.2	0.8	14
106	I	38°26'51"	30	10.461	20.131	1.772	6+906.845	6+917.306	6+926.976	9153409.63	202041.162	11	1.2	18
107	D	29°44'20"	30	7.965	15.571	1.039	6+940.779	6+948.744	6+956.350	9153388.16	202065.204	11	1.2	18
108	D	190°16'00"	9	100.185	29.887	109.589	6+980.684	6+880.498	7+010.571	9153452.54	202043.659	12	1.2	19
109	D	29°25'23"	30	7.877	15.406	1.017	7+062.958	7+070.835	7+078.364	9153417.55	202062.873	11	1.2	18
110	I	6°57'52"	150	9.128	18.233	0.277	7+123.555	7+132.683	7+141.788	9153479.74	202063.582	4	0.4	9
111	I	28°12'44"	50	12.565	24.62	1.555	7+167.468	7+180.033	7+192.088	9153526.83	202058.374	9.1	1	15
112	I	192°38'17"	9	81.273	30.26	90.77	7+200.886	7+119.613	7+231.145	9153477.47	202092.328	12	1.2	19
113	D	12°07'52"	90	9.564	19.056	0.507	7+250.760	7+260.324	7+269.816	9153525.81	202072.909	6.2	0.6	12
114	D	183°44'18"	9	275.783	28.862	284.93	7+301.027	7+025.244	7+329.888	9153757.42	202033.093	12	1.2	19
115	D	10°06'47"	90	7.963	15.885	0.352	7+381.694	7+389.657	7+397.579	9153547.37	202083.494	6.2	0.6	12
116	I	26°51'19"	30	7.162	14.061	0.843	7+405.775	7+412.937	7+419.836	9153570.65	202082.119	11	1.2	18
117	I	192°35'17"	9	81.599	30.252	91.094	7+431.728	7+350.128	7+461.979	9153516.61	202113.613	12	1.2	19
118	I	172°45'49"	9	142.33	27.138	133.614	7+513.646	7+655.976	7+540.783	9153409.5	202147.687	12	1.2	19
119	D	71°44'16"	25	18.076	31.301	5.85	7+577.468	7+595.545	7+608.770	9153603.35	202112.072	12	1.2	19
120	D	47°27'49"	30	13.189	24.852	2.771	7+661.467	7+674.656	7+686.319	9153643.63	202185.739	11	1.2	18
121	I	21°16'41"	90	16.906	33.423	1.574	7+801.493	7+818.400	7+834.917	9153596.84	202323.265	6.2	0.6	12
122	I	116°34'26"	20	32.366	40.692	18.047	7+880.097	7+912.464	7+920.789	9153600.94	202417.63	12	1.2	19
123	D	166°20'48"	9	75.179	26.13	66.715	7+942.499	8+017.678	7+968.629	9153713.92	202354.846	12	1.2	19
124	D	9°09'13"	200	16.01	31.952	0.64	8+056.617	8+072.628	8+088.570	9153582.27	202476.39	3.2	---	8
125	I	172°58'45"	12	195.612	36.229	183.98	8+114.747	8+310.360	8+150.976	9153384.11	202607.851	12	1.2	19
126	D	109°12'11"	25	35.18	47.649	18.159	8+213.885	8+249.065	8+261.533	9153646.87	202476.619	12	1.2	19
127	D	23°52'35"	50	10.571	20.836	1.105	8+301.031	8+311.603	8+321.867	9153657.75	202561.171	9.1	1	15
128	D	19°53'44"	50	8.769	17.362	0.763	8+343.500	8+352.270	8+360.862	9153646.09	202600.449	9.1	1	15
129	I	20°32'31"	50	9.06	17.926	0.814	8+374.396	8+383.456	8+392.322	9153627.46	202625.682	9.1	1	15
130	D	5°36'08"	200	9.786	19.556	0.239	8+476.757	8+486.543	8+496.313	9153599.18	202725.015	3.2	---	8
131	D	53°05'35"	30	14.988	27.799	3.536	8+601.481	8+616.469	8+629.280	9153551.56	202845.918	11	1.2	18
132	I	26°24'18"	30	7.038	13.826	0.814	8+645.954	8+652.992	8+659.780	9153514.25	202856.203	11	1.2	18
133	I	152°49'01"	15	62.043	40.007	48.83	8+715.947	8+777.990	8+755.954	9153420.91	202939.711	12	1.2	19
134	D	151°15'49"	10	39.037	26.4	30.298	8+812.826	8+851.863	8+839.227	9153573.74	202899.807	12	1.2	19

135	I	17°33'24"	90	13.898	27.578	1.067	8+875.392	8+889.290	8+902.970	9153508.97	202960.993	6.2	0.6	12
136	I	162°13'42"	10	63.962	28.314	54.739	8+978.259	9+042.220	9+006.573	9153434.55	203094.844	12	1.2	19
137	D	12°54'43"	90	10.184	20.282	0.574	9+037.890	9+048.074	9+058.172	9153511.48	203022.71	6.2	0.6	12
138	D	152°24'34"	10	40.727	26.6	31.937	9+082.903	9+123.630	9+109.503	9153576.83	202984.612	12	1.2	19
139	D	25°59'53"	60	13.851	27.225	1.578	9+145.600	9+159.451	9+172.825	9153528.56	203061.369	8.2	0.8	14
140	I	171°23'56"	12	159.576	35.898	148.026	9+199.205	9+358.781	9+235.103	9153358.81	203166.762	12	1.2	19
141	D	66°44'39"	30	19.76	34.947	5.923	9+319.273	9+339.034	9+354.220	9153600.95	203062.811	11	1.2	18
142	D	77°25'43"	40	32.062	54.055	11.264	9+358.844	9+390.907	9+412.900	9153641.88	203101.673	10	1.1	17
143	D	20°02'14"	120	21.199	41.966	1.858	9+449.593	9+470.792	9+491.559	9153595.64	203178.83	4.9	0.5	10
144	D	14°52'57"	120	15.673	31.17	1.019	9+549.101	9+564.774	9+580.271	9153522.29	203238.278	4.9	0.5	10
145	I	10°14'07"	120	10.747	21.436	0.48	9+614.714	9+625.461	9+636.150	9153466.75	203263.17	4.9	0.5	10
146	D	18°50'41"	120	19.914	39.468	1.641	9+636.150	9+656.064	9+675.619	9153441.44	203280.483	4.9	0.5	10
147	I	15°13'57"	200	26.743	53.171	1.78	9+738.502	9+765.246	9+791.673	9153335.9	203309.815	3.2	---	8
148	I	22°15'39"	90	17.707	34.967	1.725	9+837.318	9+855.025	9+872.286	9153258.48	203355.9	6.2	0.6	12
149	D	38°32'28"	40	13.985	26.907	2.374	9+886.208	9+900.193	9+913.115	9153231.05	203392.342	10	1.1	17
150	I	173°10'47"	10	167.82	30.226	158.117	9+927.882	10+095.701	9+958.107	9153040.73	203441.507	12	1.2	19
151	I	31°33'37"	30	8.478	16.525	1.175	9+967.607	9+976.085	9+984.132	9153224.86	203416.728	11	1.2	18
152	D	47°15'06"	70	30.62	57.729	6.404	10+024.742	10+055.362	10+082.471	9153286.61	203366.324	7.5	0.7	13
153	D	37°26'30"	70	23.722	45.744	3.91	10+146.287	10+170.009	10+192.030	9153403.61	203382.824	7.5	0.7	13
154	I	28°55'41"	50	12.897	25.245	1.637	10+230.663	10+243.560	10+255.907	9153456.39	203436.468	9.1	1	15
155	I	23°00'03"	35	7.121	14.05	0.717	10+310.622	10+317.743	10+324.672	9153528.03	203457.744	10.5	1.2	17
156	I	185°02'04"	9	204.724	29.065	213.922	10+340.043	10+135.319	10+369.108	9153346.95	203478.248	12	1.2	19
157	D	30°17'45"	30	8.122	15.863	1.08	10+382.419	10+390.541	10+398.282	9153530.19	203473.687	11	1.2	18
158	I	163°35'21"	9	62.413	25.697	54.059	10+402.762	10+465.176	10+428.459	9153464.49	203437.468	12	1.2	19
159	I	65°01'32"	15	9.561	17.024	2.788	10+443.498	10+453.058	10+460.521	9153525.72	203499.296	12	1.2	19
160	D	110°07'42"	20	28.631	38.442	14.925	10+472.786	10+501.417	10+511.228	9153573.21	203482.251	12	1.2	19
161	D	35°17'05"	30	9.541	18.475	1.481	10+529.985	10+539.526	10+548.460	9153572.83	203539.178	11	1.2	18
162	I	25°00'11"	70	15.521	30.547	1.7	10+577.778	10+593.298	10+608.324	9153541.12	203583.356	7.5	0.7	13
163	I	140°23'10"	10	27.766	24.502	19.511	10+629.901	10+657.667	10+654.403	9153529.12	203647.099	12	1.2	19
164	D	117°59'18"	25	41.597	51.482	23.532	10+715.016	10+756.614	10+766.498	9153629.09	203564.038	12	1.2	19
165	I	41°34'33"	25	9.491	18.141	1.741	10+789.537	10+799.027	10+807.678	9153644.16	203636.616	12	1.2	19
166	D	29°52'26"	30	8.003	15.642	1.049	10+818.619	10+826.622	10+834.261	9153666.96	203653.606	11	1.2	18
167	I	19°43'20"	40	6.953	13.769	0.6	10+845.673	10+852.626	10+859.442	9153677.45	203677.799	10	1.1	17
168	D	30°08'10"	40	10.769	21.039	1.424	10+875.261	10+886.030	10+896.300	9153700.39	203702.267	10	1.1	17
169	I	50°51'09"	25	11.885	22.189	2.681	10+947.553	10+959.438	10+969.742	9153717.04	203774.274	12	1.2	19
170	I	72°51'48"	25	18.453	31.793	6.073	10+980.651	10+999.104	11+012.444	9153754.07	203792.438	12	1.2	19

171	I	20°53'08"	40	7.372	14.581	0.674	11+016.366	11+023.738	11+030.947	9153774.46	203770.775	10	1.1	17
172	I	192°39'17"	9	81.166	30.262	90.664	11+051.870	10+970.704	11+082.132	9153754.33	203819.664	12	1.2	19
173	I	17°16'11"	50	7.593	15.071	0.573	11+113.023	11+120.616	11+128.093	9153778.84	203784.714	9.1	1	15
174	D	84°31'49"	15	13.632	22.13	5.269	11+137.054	11+150.687	11+159.184	9153769.63	203813.461	12	1.2	19
175	D	181°53'32"	9	545.013	28.572	554.087	11+173.813	10+628.800	11+202.385	9154274.53	203923.484	12	1.2	19
176	I	69°06'51"	15	10.331	18.094	3.214	11+232.501	11+242.832	11+250.595	9153778.25	203832.392	12	1.2	19
177	D	12°59'32"	70	7.971	15.873	0.452	11+281.431	11+289.402	11+297.304	9153803.77	203790.4	7.5	0.7	13
178	D	7°15'37"	150	9.516	19.007	0.302	11+321.655	11+331.172	11+340.663	9153832.98	203760.446	4	0.4	9
179	D	48°59'58"	20	9.114	17.104	1.979	11+362.581	11+371.696	11+379.686	9153864.73	203735.225	12	1.2	19
180	D	42°52'19"	40	15.705	29.93	2.973	11+383.995	11+399.700	11+413.926	9153893.37	203740.553	10	1.1	17
181	D	112°41'19"	20	30.039	39.336	16.088	11+536.663	11+566.702	11+575.999	9153993.8	203875.832	12	1.2	19
182	I	135°16'12"	15	36.456	35.414	24.421	11+681.322	11+717.778	11+716.736	9153827.01	203917.109	12	1.2	19
183	D	142°09'34"	15	43.761	37.217	31.26	11+792.983	11+836.744	11+830.200	9153961.37	203997.294	12	1.2	19
184	D	18°23'18"	50	8.093	16.047	0.651	11+880.038	11+888.131	11+896.084	9153860.44	204009.706	9.1	1	15
185	I	126°53'27"	12	24.011	26.576	14.843	11+919.786	11+943.797	11+946.362	9153805.73	203998.698	12	1.2	19
186	D	118°53'39"	12	20.329	24.901	11.607	12+091.337	12+111.666	12+116.238	9153887.27	204169.551	12	1.2	19
187	I	151°59'39"	15	60.149	39.792	46.991	12+145.789	12+205.937	12+185.581	9153777.43	204163.063	12	1.2	19
188	D	9°38'32"	120	10.121	20.195	0.426	12+210.774	12+220.896	12+230.969	9153858.93	204212.781	4.9	0.5	10
189	I	118°27'34"	10	16.795	20.675	9.547	12+267.895	12+284.690	12+288.570	9153907.09	204254.69	12	1.2	19
190	I	18°02'15"	60	9.523	18.889	0.751	12+302.013	12+311.537	12+320.902	9153915.74	204215.881	8.2	0.8	14
191	D	173°05'38"	9	149.157	27.19	140.428	12+333.194	12+482.350	12+360.383	9153899.45	204045.688	12	1.2	19
192	I	162°02'54"	9	56.979	25.454	48.686	12+458.585	12+515.565	12+484.040	9153964.67	204342.956	12	1.2	19
193	I	18°08'58"	50	7.986	15.838	0.634	12+500.579	12+508.565	12+516.417	9153972.59	204261.838	9.1	1	15
194	D	179°28'56"	9	1992.152	28.193	1983.173	12+537.202	14+529.354	12+565.395	9153532.71	202289.368	12	1.2	19
195	D	20°57'36"	50	9.249	18.291	0.848	12+586.122	12+595.371	12+604.413	9153990.67	204258.956	9.1	1	15
196	D	184°55'10"	9	209.517	29.047	218.71	12+631.395	12+421.878	12+660.442	9154014.4	204087.302	12	1.2	19
197	I	10°27'24"	90	8.235	16.425	0.376	12+691.538	12+699.773	12+707.963	9154005.63	204257.263	6.2	0.6	12
198	D	155°56'01"	10	46.913	27.216	37.967	12+735.451	12+782.364	12+762.667	9153994.84	204175.334	12	1.2	19
199	D	13°06'01"	200	22.964	45.728	1.314	12+871.211	12+894.175	12+916.939	9154088.26	204327.347	3.2	---	8
200	D	11°21'53"	200	19.9	39.67	0.988	12+962.649	12+982.550	13+002.319	9154116.32	204411.358	3.2	---	8
201	I	79°20'53"	20	16.589	27.698	5.985	13+082.553	13+099.142	13+110.251	9154130.76	204527.184	12	1.2	19
202	D	43°49'45"	20	8.046	15.299	1.558	13+135.980	13+144.026	13+151.279	9154181.03	204530.298	12	1.2	19
203	---	---	---	---	---	---	---	13+225.346	---	9154236.64	204590.716	---	---	---

Fuente. Elaboración Propia.