



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño del Pavimento Flexible, Tramo Sintuco – Moncada Alta,  
Distrito de Magdalena de Cao – Ascope – La Libertad 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Castillo Alfaro, Alender Hugo ([orcid.org/0000-0002-6264-7833](https://orcid.org/0000-0002-6264-7833))

Palacios Alvarado, José Antonio ([orcid.org/0000-0001-9445-4633](https://orcid.org/0000-0001-9445-4633))

**ASESOR:**

Mg. Herrera Viloche, Alex Arquímedes ([orcid.org/0000-0001-9560-6846](https://orcid.org/0000-0001-9560-6846))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Económico, Empleo y Emprendimiento

TRUJILLO-PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis principalmente a Dios quien me ilumino en toda esta etapa como profesional, por otorgarme las fuerzas necesarias para sobrepasar cada obstáculo que se presentó durante mi etapa universitaria y por haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, a mis padres María Máxima Alfaro Chihuahua y Hugo Castillo Haroque, que gracias a las recomendaciones y consejos que me dieron pude cumplir mi sueño de ser ingeniero civil.

Dedico a cada uno de los miembros de mi familia que día tras día me mostraron su apoyo incondicional, quienes fueron mi motor y pilar para llegar a ser una gran profesional y cumplir todas mis metas a futuro.

**CASTILLO ALFARO, ALENDER HUGO.**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, quien es mi guía y mi fortaleza, a mi madre Ana Isabel Alvarado Ñique por haberme dado la vida, a mi abuela María del Carmen Cárdenas de Reynoso Zenobio por su apoyo incondicional, a mis hijas Abril y Ana por ser mi motor y pilar para llegar a ser un gran profesional y a mi querida esposa Sara Yulissa García Muñoz por su apoyo y orientación durante mi carrera.

**PALACIOS ALVARADO, JOSÉ ANTONIO.**

## **AGRADECIMIENTO**

Ante todo, quisiera agradecer a mi padre Hugo Castillo Haroque quien, con su disciplina impuesta en mi hogar logro que no me desvié a los malos caminos de la vida y poder concretar mi profesión, a mi madre María Máxima Alfaro Chihuahua por ser la mujer quien estuvo en los altos y bajos que se me presentaban en el día a día durante mi etapa académica y al resto de mi queridísima familia quienes fueron los que me alentaron en cada momento de mi carrera universitaria.

**CASTILLO ALFARO, ALENDER HUGO.**

## **AGRADECIMIENTO**

Dedico esta tesis a Dios, quien A los catedráticos de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la universidad Cesar Vallejo a quienes tuve la dicha de conocer a lo largo de mi formación académica en la que me inculcaron los conocimientos necesarios para ser un buen profesional.

Y a todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de esta tesis, Gracias.

**PALACIOS ALVARADO, JOSÉ ANTONIO.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.2.1.Problema Principal.....	2
1.2.2.Problemas Específicos.....	2
1.3. Hipótesis.....	2
1.3.1.Hipótesis General.....	3
1.3.2.Hipótesis Especifica.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1.Objetivos General.....	3
1.5.2.Objetivos Específicos.....	4
II. MARCO TEORICO.....	4
2.1. Antecedentes.....	4
2.1.1.Ámbito Internacional.....	4
2.1.2.Ámbito Nacional.....	6
2.1.3.Ámbito Local.....	8
2.2. Bases Teóricas.....	10
2.2.1.Pavimento Flexible.....	10
2.2.1.1. Elementos de un Pavimento Flexible.....	10
2.2.1.2. Diseño de Pavimento Flexible.....	11
2.2.1.2.1. Estudio de Topográfico.....	11
2.2.1.2.2. Estudio de Suelos.....	11
2.2.1.2.3. Estudio Hidrológico.....	14
2.2.1.2.4. Estudio de Trafico.....	16

2.2.1.2.5. Diseño Geométrico.....	25
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>32</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	32
3.1.1.Tipo de Investigación.....	32
3.1.2.Diseño de Investigación.....	32
3.2. Variables y operacionalización.....	32
3.2.1.Variables.....	32
3.2.1.1. Variable Independiente.....	32
3.2.1.2. Variable Dependiente.....	34
3.3. Población, muestra y muestreo.....	34
3.3.1.Población.....	34
3.3.2.Muestra.....	34
3.3.3.Muestreo.....	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	34
3.4.1.Técnica.....	34
3.4.2.Herramienta de recolección de datos.....	34
3.5. Procedimientos.....	37
3.6. Método de análisis de datos.....	38
3.7. Aspectos éticos.....	38
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
4.1. Estudio Topográfico.....	39
4.2. Estudio de Suelos.....	39
4.3. Estudio Hidrológico.....	41
4.4. Estudio de Trafico.....	42
4.5. Diseño Geométrico.....	44
<b>V.DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Variable independiente.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 2. Variable dependiente.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 3. Etapas de investigación .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 4. Procedimiento.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 5. Resultados de C1.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 6. Resultados de C2.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 7. Resultados de C3.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 8. Resultados de C4.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 9. Resultados de C5.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 10. Resultados de C6.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 11. Intensidades máximas – Estación Casa Grande .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 12. Curvas de Precipitación–Duración-Frecuencia / Estación Casa Grande...42</b>	<b>42</b>
<b>Tabla 13. IMDS, IMDA del tramo en estudio .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 14. Espesores de pavimento del tramo en estudio .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados por el Método ASSTHO 93 .....	6
Figura 2. Sistema de Clasificación ASSHTO.....	13
Figura 3. Sistema de Clasificación de Suelos - SUCS.....	13
Figura 4. Sistema de Clasificación de Suelos – SUCS .....	13
Figura 5. Metodología de Trabajo .....	15
Figura 6. Tabla de Buses.....	17
Figura 7. Tabla de Camiones.....	18
Figura 8. Tabla de Camiones de carga pesada y semitrailers .....	19
Figura 9. Tabla de Camión remolque menor o igual a 4 ejes. ....	20
Figura 10. Tabla de Camión remolque mayor o igual a 5 ejes. ....	21
Figura 11. Tabla de Trailer y camión remolque de más de 5 ejes.....	22
Figura 12. Carril de diseño .....	23
Figura 13. Porcentajes del Carril de diseño .....	23
Figura 14. ESAL .....	24
Figura 15. Factores de distribución.....	24
Figura 16. Periodo de retorno .....	25
Figura 17. Niveles de confiabilidad para las diferentes carreteras .....	26
Figura 18. Calidad de drenaje. ....	28
Figura 19. Gráfica para hallar el coeficiente estructural a1. ....	29
Figura 20. Gráfica para hallar el coeficiente estructural a2. ....	30
Figura 21. Gráfica para hallar el coeficiente estructural a3. ....	30
Figura 22. Nomograma de diseño para pavimentos flexibles.....	31

## RESUMEN

La elaboración de la presente tesis tiene como título : “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”, Sintuco está ubicado en el distrito de Magdalena de Cao - Provincia de Ascope - La Libertad. El objetivo de este proyecto es determinar las características del diseño del pavimento flexible utilizando la metodología AASHTO 93. La investigación se realizó con una metodología que puso énfasis en el análisis cuantitativo, la profundidad descriptiva, un diseño de investigación no experimental y el análisis transversal. Para determinar el estudio del tráfico, se procedió a la recopilación de datos mediante el conteo vehicular. Para el estudio del suelo se realizaron 6 calicatas para la determinación de sus características mediante pruebas de laboratorio con fines de pavimentación. Donde las estimaciones finales para la carpeta asfáltica son de 5.00 cm, la base estimada de 20 cm y la estimación de la subbase granular es de 20 cm.” En consecuencia, con base en el análisis fundamental, Llegamos a la conclusión de que, basándonos en los resultados de la investigación de la mecánica del suelo, la composición de este estaría formada por arcillas y roca limoso, sedimento y suelo de baja compresibilidad según los sistemas AASHTO y SUCS, respectivamente. Con un 9,0% Californian Bearing Ratio (CBR). Adicionalmente, se obtuvo (ESAL) valor de 214682.39 y un (IMDS) Intensidad Media Diaria semanal de 84 vehículos cada día.

**Palabras clave:** Transitabilidad - Sistema AASHTO – Sistema SUCS - CBR - Pavimento Flexible – Espesores de pavimento.

## ABSTRACT

The preparation of this thesis has the title: "DESIGN OF FLEXIBLE PAVEMENT, SECTION SINTUCO - MONCADA ALTA, DISTRICT OF MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD, 2022", "Sintuco is located in the district of Magdalena de Cao - Province of Ascope - La Libertad. The objective of this project is to determine the design characteristics of flexible pavement using the AASHTO 93 methodology. The research was carried out with a methodology that emphasized quantitative analysis, descriptive depth, a non-experimental research design, and cross-sectional analysis. To determine the traffic study, data was collected through vehicle counting. For the study of the soil, 6 pits were made to determine their characteristics through laboratory tests with paving fines. Where the final estimates for the asphalt layer are 5.00 cm, the base estimate is 20 cm, and the granular sub-base estimate is 20 cm." Consequently, based on the fundamental analysis, We conclude that, based on the results of the soil mechanics investigation, the composition of the soil would be formed by clays and silty rock, sediment and soil of low compressibility according to the AASHTO and SUCS systems, respectively. With 9.0%; California Bearing Ratio (CBR). Additionally, an (ESAL) value of 214682.39 and an (IMDS) weekly Average Daily Intensity of 84 vehicles each day were obtained.

**Keywords:** Walkability - AASHTO System - SUCS System - CBR - Flexible Pavement - Pavement thicknesses.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

El ser humano vio la necesidad de crear caminos cuando se le hizo necesario trasladarse de un lugar a otro. La civilización Inca en nuestro país desarrolló una red de caminos denominada “Qhapaqan” Eso haría posible la comunicación entre los tres lugares más significativos de cada una de nuestras zonas.

En esta tesis se argumenta a favor de la utilización del sistema AASHTO 93 para el diseño de pavimentos flexibles. Se presta especial atención a las necesidades y normas de los materiales y tecnologías de alta calidad que se requieren para su creación. Un pavimento debe planificarse y construirse de manera que ningún componente o material utilizado en su construcción contribuya a provocar deformaciones permanentes excesivas como consecuencia de las cargas del tráfico.

La infraestructura vial inadecuada dificulta la capacidad del proyecto para mover personas y mercancías, Por este motivo, es fundamental, a la hora de diseñar un pavimento, tener en cuenta los aspectos que influyen en el tiempo que permanecerá en servicio. En consecuencia, es fundamental avanzar en el diseño de un pavimento flexible. Debido a que ayudará a brindar servicios de transporte de mayor calidad, se justifica la elaboración de la metodología AASHTO 93 en el Sintuco-Moncada Alta-Distrito de Cao-Ascope.

El objetivo final de esta investigación es determinar el diseño geométrico del pavimento flexible para mejorar considerablemente la transitabilidad del tramo de Sintuco - Moncada Alta - Distrito de Magdalena de Cao - Ascope. Esto se logrará desarrollando estudios como el de tráfico, topográfico, de suelo e hidrológico, así como calculando los espesores adecuados para las distintas capas de pavimento flexible y de esta manera mejorar el desarrollo integral de la población, tanto social como económicamente, y esto se logrará facilitando el uso del transporte público como vehículo para llegar al centro de la población.

La estructura organizativa del estudio consta de seis (6) capítulos. El estado actual del tema, su formalización, la hipótesis, los objetivos y la justificación se resumen en la primera sección. El marco teórico se presenta en la siguiente sección, que cubre temas como precedentes internacionales, nacionales y locales, fundamentos teóricos y definiciones de términos. La tercera establece todo lo referente a la metodología. La cuarta sección proporciona una explicación de los resultados obtenidos. La discusión de resultados se presenta en la siguiente sección. La sexta establece todo lo referente a las conclusiones. Y en el séptimo se muestran las recomendaciones.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

### **1.2.1. Problema Principal**

¿De qué manera el diseño del Pavimento Flexible influirá en la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta – Distrito de Magdalena de Cao – Ascope – La Libertad?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Como influye la topografía en el diseño del Pavimento Flexible en la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta?
- ¿De qué manera el estudio de suelos mejorara el diseño del Pavimento Flexible en la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta?
- ¿De que manera el estudio hidrológico en el diseño del Pavimento Flexible en la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta?
- ¿De qué manera el estudio de tráfico mejorara el diseño del Pavimento Flexible en la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta?
- ¿Cómo influye el espesor del pavimento flexible en la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta?

## **1.3. Hipótesis**

La formulación de la hipótesis está compuesta por la hipótesis principal y las hipótesis específicas:

### **1.3.1. Hipótesis General**

El Diseño del Pavimento Flexible permite mejorar la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta – Distrito de Magdalena de Cao – Ascope – La Libertad 2022.

### **1.3.2. Hipótesis Específica**

- El estudio topográfico sirve para determinar el relieve de la zona, lo cual nos permitirá elaborar los planos necesarios para un correcto diseño geométrico en el tramo Sintuco – Moncada Alta.
- El estudio de suelos nos permite identificar las características físicas, geológicas y mecánicas del tramo Sintuco – Moncada Alta.
- El estudio hidrológico nos permite determinar las precipitaciones máximas requeridas del tramo Sintuco – Moncada Alta.
- El estudio de tráfico se utiliza para en el cálculo del IMDA (índice medio diario anual) del tramo Sintuco – Moncada Alta.
- El diseño de la estructura del pavimento flexible contribuirá en la mejora del tramo Sintuco – Moncada Alta.

## **1.4. Justificación**

La necesidad de los vecinos de Tramo Sintuco - Moncada Alta dio origen al presente proyecto de investigación, el cual tiene una justificación social dado que sus calles ahora carecen de pavimento y provocan molestias en sus habitantes por la contaminación, la actividad eólica y el tráfico.

El presente proyecto se realiza con el fin de contribuir en la mejora del transporte de vehículos y peatones. Mejorando la salud y el confort de la población mediante la realización de un estudio topográfico, de suelos, hidrológico, de tráfico, y diseño de pavimento flexible.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivos General**

Diseñar el pavimento flexible para mejorar la mejorar la transitabilidad del Tramo Sintuco – Moncada Alta – Distrito de Magdalena de Cao – Ascope – La Libertad 2022.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar el análisis topográfico para diseñar el pavimento flexible del tramo Sintuco – Moncada Alta.
- Realizar el análisis del tipo de suelo para el Tramo Sintuco – Moncada Alta.
- Desarrollar la investigación hidrológica en el Tramo Sintuco – Moncada Alta.
- Se debe efectuar un estudio de tráfico para el tramo "Sintuco - Moncada Alta.
- Este proyecto tiene como objetivo implementar el diseño geométrico del pavimento flexible en las comunas de Sintuco, Moncada Alta.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

#### **2.1.1. Ámbito Internacional**

(Sanchez, 2016), se centra principalmente en el desarrollo de una estructura de pavimento flexible para los valles de la Virgen y el Cascajal, situados en el cantón de Pedro Carbo. Esto se hace con el objetivo de garantizar la viabilidad económica y la eficacia operativa de los vehículos. Los resultados obtenidos son los siguientes: La cimentación es de 12 centímetros, la subbase de 30 centímetros y el asfalto de 7,5 centímetros, con lo que la altura total del paquete estructural es de 49,50 centímetros. El resultado es un CBR del 14%, lo que demuestra la importancia del proyecto tanto para el barrio como para la región circundante.

(María Angélica Salamanca Niño, 2014), busca crear construcciones de pavimentos adaptables para la ruta La Ye-Santa Luca-Barranca Lebrija en el departamento del Cesar utilizando las técnicas del INVÍAS para Medio y Alto Volumen, así como AASHTO 93 y el Instituto del Asfalto. Además de considerar un plazo de diseño de diez años, en el análisis de la superficie se encontró que la misma estaba compuesta por limo-arcilla y limo-marga en su mayor parte.

(Estrada, 2008), En los caminos de prueba que se construirán en el sector Polpaico-La Trampilla de la Ruta 5 Norte, el objetivo principal será evaluar el funcionamiento de diferentes tipos de pavimentos rígidos y flexibles. Es factible identificar un sobredimensionamiento en el diseño después de analizar la estructura del pavimento que se seleccionó para cada ruta. Además, el sector diseñado por AASHTO ha sido el que mejor se ha comportado en cuanto a soportar las

solicitudes de tráfico, presentando menos grietas, ya sean transversales o de piel de cacao.

(Antonio, 2017), Tiene como objetivo participar en los trabajos de construcción que ejecuta la Dirección de Vialidad y Conservación del Gobierno Autónomo Municipal de Viacha, Los procedimientos constructivos descritos en este trabajo facilitan y hacen más práctico el entregar información confiable al permitirnos identificar con mayor precisión y facilidad los materiales a utilizar, equipos y maquinarias. A pesar de que no se terminaron todas las tareas asociadas al proyecto, el rendimiento fue sobresaliente.

(Oscar Ariza, 2019), La investigación que se está llevando a cabo en la Universidad Católica de Colombia tiene varios objetivos, el principal de los cuales es investigar los principales factores que influyen en el diseño de los pavimentos en Colombia y Brasil. En concreto, los investigadores desean evaluar los factores técnicos de diseño utilizando "métodos empíricos tradicionales" para ambos países. Tanto la DNIT como el INVIAS recomiendan que el espesor máximo de la subbase granular sea de al menos 30 cm, pero recomiendan diferentes formas de asegurar la resistencia de las capas superiores (base, capa de rodadura). El espesor de la subbase granular debe ser de al menos 30 cm. El enfoque del INVIAS se inclina por dejar una capa de rodadura de 10 cm mientras que su base granular es de 25cm, pero el método DNIT propone dejar una base de 25cm de espesor. En este punto se basa el análisis beneficio-coste, el análisis de costes de explotación, el análisis de tiempo de diseño y el análisis de durabilidad de ambos diseños. Después de repasar los numerosos métodos que pueden utilizarse para construir una estructura flexible, hemos llegado a la conclusión de que el método AASHTO-93 es la mejor opción.

(Martinez, 1984), El diseño preciso y eficiente de los pavimentos flexibles es el objetivo principal de la tesis de licenciatura titulada Diseño de Pavimentos Flexibles que se está realizando en la Universidad Nacional Autónoma de México en México. De acuerdo con los resultados de la investigación más reciente, es fundamental que el ingeniero comprenda a fondo los aspectos que intervienen en la planeación y construcción de un pavimento flexible.

## 2.1.2. Ámbito Nacional

(Vasquez, 2019), Se utilizó la técnica AASHTO 93 para mejorar la carretera, y los resultados se presentan en la siguiente figura. El objetivo principal es diseñar los pavimentos que se utilizarán en el tramo de la carretera Ayacucho-Abancay-Ayacucho, que se extiende desde el kilómetro 0+000 hasta el kilómetro 50+000.

	PERIODO 0-10, 11-20			
	Sección 1 Km. 0.000-35.900	Sección 2 Km. 35.900-40.227	Sector 3 Km 40.227-42.510, 44.555-44.815 48.357-48.849	Sector 3 <sup>2</sup> Km 42.510 44.555, 44.816-48.357
CBRprom	16%	25%	40.0%	16%
Mr psi	15,067	20,048	27083	15,067
PERIODO años	0-10 11-20	0-10 11-20	0-10 11-20	0-10 11-20
TRAFICO	0.99x10 <sup>6</sup> EE 1.73x10 <sup>6</sup> EE	0.43x10 <sup>6</sup> EE 0.77x10 <sup>6</sup> EE	0.43x10 <sup>6</sup> EE 0.77x10 <sup>6</sup> EE	0.43x10 <sup>6</sup> EE 0.77x10 <sup>6</sup> EE
MAC	7.5	7.5	7.5	7.5
BG	15.0	20.0	15.0	20.0
SBG	15.0	-	-	-
SBG transición	-	-	10.0	-
Refuerzo año 10	6.35	2.5	2.5	3
SN obtenido	4.07	2.89	2.61	2.98

**Figura 1.** Resultados por el Método ASSTHO 93

Fuente: (Vasquez, 2019)

(Gomez Vallejos, 2014), mediante la planificación de una estructura de pavimento modular para el Corredor de Valor Grau-Trujillo. La meta de la Libertad es lograr lo siguiente: Se han cumplido los requisitos para el diseño de pavimentos adaptables: Subbase=30cm, base=35cm y carpeta asfáltica=10cm.

(Escobar Bellido & Huincho Ochoa, 2017), tiene como propósito principal la evaluación de los diferentes elementos de diseño que impactan en la construcción de un pavimento que puede doblarse en respuesta al desgaste en Santa Rosa - Sachapite Huancavelica - 2017, produciendo los siguientes resultados: La fecha de modificación de la ignición (IMD) se fija en 467 autos cada día, y el área del sistema equivalente (ESAL) se fija en 7,876,790 unidades. El CBR está diseñado para ser del 7,2%. Además del paquete estructural de 57,50 centímetros que se compone de una subbase de 17 centímetros, una base de 30,5 centímetros y una subcapa

de espuma aireada de cuatro pulgadas, tiene un diseño que ya ha demostrado su eficacia.

(Chavez Obregon, 2018), el diseño de la pavimentación adaptable para Vía Expresa Vía Parque Lineal Morales Duárez, con los siguientes resultados :Los análisis de suelo arrojaron un CBR de diseño de 28,00%; el estudio de tráfico arrojó  $W18=6,59.71$ ; y la estructura del pavimento incluía una subbase de 20cm, una base de 20cm , un agregado de impresión granular de 7,5 cm y una Liga Riego granular de 5cm .Además de la impresión asfáltica de 15 cm en la vía rápida y la subbase de 15cm y la base de 15cm, también tenemos una impresión asfáltica de 7,5cm y una liga riego de 5cm.

(Sarmiento Soto & Arias Choque, 2015), Se ha determinado que la tesis titulada "Análisis y Diseño de la Carretera de la Avenida MARTIR OLAYA en el Distrito de Lurín del Departamento de Lima" ha sido terminada exitosamente. El problema más significativo de la carretera es el daño que se puede observar que ya se ha hecho a la superficie de la carretera. Este daño es el resultado del aumento del flujo de vehículos liberianos, incluyendo como automóviles y camiones, así como el establecimiento de un nuevo flujo de tráfico que se compone de vehículos pesados. Los métodos de investigación que se emplearon fueron AASTHO 93.

(Minaya Gonzales & Ordoñez Huaman, 2006), Se realizó una investigación con el título de trabajo El modelo de predicción del comportamiento mecánico. El tema principal de discusión fue cómo pronosticar la vida funcional restante de las vías urbanas de Lima. La investigación explicativa es el tipo de estudio que se realizó, y se utilizó un diseño experimental. Se utilizó una muestra de 1.430 puntos y 149 mezclas para verificar los hallazgos, y posteriormente se corrigieron y confirmaron los resultados utilizando 1.320 puntos adicionales y 56 mezclas más.

(Humpiri Pineda, 2015), de acuerdo a su tesis "Análisis Simplificado de Pavimentos Flexibles para el Mantenimiento Vial en la Región Puno", En Juliaca se formuló analizar las fallas superficiales que se presentan en el pavimento flexible. Para ello, se realizaron evaluaciones superficiales, incluyendo inspección visual y visualización. Esto permitió un análisis detallado de los defectos superficiales encontrados en la superficie, con cada defecto clasificándose según su gravedad,

frecuencia y ubicación. Este estudio llego a la conclusión de que mantener la infraestructura de transporte de forma permanente ayuda a mantener las vías en un estado idóneo, lo que se refleja en mayor confort de la población y menos tiempo de viaje. El principal aporte del trabajo de investigación es sugerir un cronograma de mantenimiento cada tiempo predeterminado con el propósito de alargar la vida útil de la vía, de esta manera evitar errores superficiales.

### **2.1.3. Ámbito Local**

(Velasquez Alva, 2017), El objetivo principal es realizar el diseño del "Mejoramiento de la carretera Cartavio-Panamericana Norte" en la comuna de Santiago de Cao, Ascope, La Libertad de acuerdo a las normas vigentes, con los resultados esperados: tiene una topografía relativamente plana, con estudios de suelo que revelan dos tipos, CL y ML, que en conjunto producen un CBR de 95%. Esto se logrará mediante: la ejecución del diseño de acuerdo a las normas vigentes.; el diseño geométrico permite una pendiente máxima del 6%, un radio mínimo de 255 metros, una sola vía en cada dirección de 3,30 metros de ancho; una altura mínima de berma de 1,50 metros; un gradiente mínimo de bombeo del 2%; y una pendiente máxima del 8% en elevación.

(Bocanegra Vásquez & Plasencia Abanto, 2021), Alcanzó un PCI específico de acuerdo a las vías evaluadas a través del Índice de Condición del Pavimento (PCI). De esta manera se aplicó el tratamiento de las vías como parcheo (once), Pulimiento de agregados (doce), Baches o huecos (trece) y Desprendimiento de agregados (diecinueve) en su tesis "Evaluación superficial del pavimento flexible en las vías secundarias y alternas de la ciudad de Ascope, Región La Libertad, Perú 2021". Con lo que podemos darnos cuenta lo crucial que es realizar evaluaciones de mantenimiento en pavimentos flexibles para garantizar que duren el tiempo previsto

(Julca Pastor, 2021), Determino un índice de serviciabilidad=0.84 que revela un pavimento muy malo, deflexión de 78.3 mm/100 en la parte derecha de la calzada y 86.8 mm/100 en la parte izquierda de la calzada, determinando que el pavimento se encuentra en malas condiciones, por el cual amerita una rehabilitación de reconstrucción total, obteniendo una base=20cm, subbase=15cm y asfalto en

caliente=7.5cm. De acuerdo a su proyecto de investigación "Mejoramiento de pavimento flexible en la Avenida José María Eguren, Trujillo"

(Heras Amaya & Ramirez Pachamango, 2020), Recibió un CBR de 14.37% por su tesis, que se tituló "Evaluación Técnica y "Económica de Propuestas de Diseño" de Pavimentos para el Centro de Farías, Distrito de Chocope, Provincia de Ascope - La Libertad." Según los resultados obtenidos del estudio de tráfico, en el cruce Chocope-Farias circulan 96 autos por día, mientras que en el cruce Chocope-El Brujo circulan 31 vehículos por día. Ambos cruces están situados en la misma zona. Con todos estos descubrimientos, se pudo construir una "carpeta asfáltica" de 2 pulgadas, una "base asfáltica" de 8 pulgadas y una "subbase asfáltica" también de 8 pulgadas de espesor. Gracias a esto, podemos entender lo importante que es terminar todos los estudios básicos para tener un diseño que sea óptimo y que perdure durante toda la vida de un elemento.

(Espire Gamboa & Navarrete Cárdenas, 2021), El diseño estructural del pavimento flexible fue evaluado y analizado en su tesis, la cual fue titulada "Evaluación y Análisis Comparativo del Diseño Estructural de un Pavimento Flexible y Rígido Utilizando la Metodología "AASHTO" para Mejorar la "Caminabilidad" en el Distrito de Santiago de Cao, Provincia de Ascope y Departamento de La Libertad". Tiene un diseño de carpeta asfáltica de espesor 10 centímetros, una base de 20 centímetros de ancho y una subbase de 15 centímetros de ancho.

(Castro Salazar & Albert, 2021), Determino una estructura de 2.75" de carpeta asfáltica, 7.87" de base granular y 6.30" de subbase granular, de acuerdo al estudio de suelos, mediante su composición se obtuvo suelos limosos de arena, sedimentos y finos de baja compresión utilizando el método AASHTO, de acuerdo al método SUCS es arcilloso. Se determino un 9.00% de CBR, un IMDS de 114 veh./día y ESAL de 641565.699. fue desarrollado en su tesis "Diseño estructural de pavimento flexible según la metodología AASHTO 93 y la transitabilidad de la calle San Pedro, en el distrito de Jequetepeque, Pacasmayo, La Libertad".

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Pavimento Flexible**

(Parera, UNIFORT Pavimentos Industriales, 2022)“El recubrimiento de asfalto se aplica sobre una base y subbase de mezcla bituminosa en caliente mientras se construye un pavimento flexible. Este paso forma parte del proceso de construcción.”

Desde mi perspectiva, un pavimento flexible debería poder distribuir las cargas superficiales a lo largo de su vida útil de diseño de manera que no exceda las tensiones y deformaciones permitidas en el suelo de cimentación o en cualquiera de las capas superficiales.

#### **2.2.1.1. Elementos de un Pavimento Flexible**

Para el diseño de un pavimento flexible se debe tener en cuenta la siguiente estructura:

##### **a) Subrasante**

El suelo fundacional, o subrasante, es donde se instalará el armazón del pavimento.

##### **b) Sub-base**

Este tiene una función estructural y aporta espesor al pavimento, evitando que el agua ascienda por la superficie por capilaridad y proporcionando una superficie de trabajo sólida y duradera. El material granular, a menudo de mayor tamaño que el material de base, pero de menor calidad, puede constituir el resto de la mezcla.

##### **c) Base**

La capa estructural se apoyará en esta capa, y será donde se realice la mayor parte del trabajo. La totalidad del espesor del pavimento, necesario para soportar las cargas previstas a lo largo de la vida útil del proyecto, puede ser ayudado por los cimientos. La mayoría de las veces se utiliza un material granular que es una combinación de agregados finos y gruesos en el proceso de construcción. Por otro lado, las "bases negras" son otro método que puede utilizarse para prolongar la vida útil de un edificio.

#### **d) Superficie de rodadura**

La superficie de la rueda, o calzada, es donde viajan los automóviles con uno o más ejes. Las mezclas de asfalto caliente se usan con mayor frecuencia porque brindan la mejor calidad de conducción.

### **2.2.1.2. Diseño de Pavimento Flexible**

#### **2.2.1.2.1. Estudio de Topográfico**

El Estudio Topográfico es un estudio técnico y descriptivo que recopila información del sitio y genera el mejor plan posible para diseñar un pavimento flexible.

##### **a) Levantamiento Altimétrico**

Es el proceso de recopilación de datos sobre el terreno para utilizarlos en la creación de planos que representen con precisión la topografía del terreno, incluyendo cuerpos, curvas y contornos.

##### **b) Secciones transversales**

En esta etapa del procedimiento se incluye la recopilación de datos sobre el terreno obteniendo la topografía mediante secciones a cada cierta distancia.

##### **c) Perfil longitudinal**

Del perfil longitudinal, que muestra las variaciones de elevación a lo largo de la carretera, se puede extraer información como la pendiente y las distancias entre puntos que son necesarias "para llevar a cabo un diseño geométrico adecuado" de la ruta.

#### **2.2.1.2.2. Estudio de Suelos**

Este estudio implica una variedad de procedimientos que nos permiten conocer el suelo bajo nuestros pies y así poder elegir el tipo de estructura para el pavimento flexible y obras de arte.

##### **a) Ensayo de Contenido de humedad**

El porcentaje utilizado para indicar la cantidad de agua en una muestra de suelo es una buena aproximación al nivel de humedad real de la muestra.

##### **b) Límites de consistencia**

Cuando se trata de la capacidad de respuesta del suelo a los cambios en el contenido de humedad, los límites de consistencia marcan la pauta.

### c) Análisis granulométrico

Para avanzar en esta investigación, las mallas o tamices son la principal herramienta utilizada. Es posible encontrar dos escuelas de pensamiento distintas.

La versión alemana presenta una rejilla metálica con aberturas, mientras que el centro comercial de la versión americana está formado por soportes de aros metálicos cuadrados.

Hay dos tipos de tamices utilizados en la medicina estadounidense: la serie Tyler, en la que cada centro comercial tiene una división varias veces más grande que el centro comercial contiguo, y su número de apertura se da en pulgadas lineales. En la serie estándar americana, los números asignados a cada tamiz serán inversamente proporcionales.

### d) Clasificación de suelos

Ahora hay dos métodos para clasificar y asignar suelos en función de la plasticidad y el tamaño del grano:

#### METODO DE CLASIFICACIÓN (AASHTO)

(INACAP, 04/07/2022)” Este sistema fue creado en 1929 por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos y revisado en 1945. Explica cómo dividir el suelo en siete categorías según la granulometría, los puntos de transición líquido-sólido y plástico-sólido.”

SISTEMA DE CLASIFICACION AASHTO											
Clasificación General	Suelos granulares ( $\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos finos ( $>35\%$ Bajo 0,08 mm)				
Grupo	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	$\leq 50$										
0,5 mm	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
0,08 mm	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$				$\geq 36$			
WL				$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
IP	$\leq 6$		NP	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
Descripción	Gravas y Arenas		Arena fina	Gravas y arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5 : $IP \leq (WL-30)$						A-7-6 : $IP > (WL-30)$				
	$IG = (F-35)(0,2 + 0,005 (WL - 40)) + 0,01 (F - 15)(IP - 10)$ * Para A-2-6 y A-2-7 : $IG = 0,01 (F - 15)(IP - 10)$ Si el suelo es NP $\rightarrow IG = 0$ : Si $IG < 0 \rightarrow IG = 0$										

**Figura 2.** Sistema de Clasificación ASSHTO

SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS USCS						
GRUESOS < 50% que pasa 0,08 mm						
Tipo de suelo	Símbolo	% Ret. en 5mm	% que pasa* 0,08mm	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	Índice de Plasticidad * IP
Gravas	GW	≥50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 4	1 a 3	
	GP			Si no Cumple requisitos de GW es GP		
	GM		> 12			< 0,73 (WL-20) o < 4
	GC					> 0,73 (WL-20) y > 7
Arenas	SW	<50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 6	1 a 3	
	SP			Si no Cumple requisitos de SW es SP		
	SM		> 12			< 0,73 (WL-20) o < 4
	SC					> 0,73 (WL-20) y > 7
*Entre 5 y 12 % usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM,SP-SC						
**Si IP ≈0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP>0,73(WL-20), usar símbolo doble: GM-GC,SM-SC						
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC						

**Figura 3.** Sistema de Clasificación de Suelos - SUCS

FINOS ≥ 50 % PASA 0.08 mm			
Tipo de suelo	Símbolo	Lím. Líquido WL	Índice de Plasticidad * IP
Limos Inorgánicos	ML	< 50	< 0,73 (WL-20) o < 4
	MH	> 50	< 0,73 (WL-20)
Arcillas Inorgánicas	CL	< 50	> 0,73 (WL-20) y > 7
	CH	> 50	>0,73 (WL-20)
Limos o Arcillas Orgánicas	OL	< 50	**WL seco al horno ≤ 75% del WL seco al aire
	OH	> 50	
Altamente Orgánicos	P <sub>1</sub>	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
*Si IP ≈0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP>0,73(WL-20), usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH.			
**Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente WL seco al Horno			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej.: CH-MH en vez de CL-ML			
Si WL = 50; CL-CH ó ML-MH			

**Figura 4.** Sistema de Clasificación de Suelos – SUCS

### **e) Compactación del suelo (Proctor Modificado)**

(ASTM, 2020)" Este método utiliza el uso de un peso de 10 libras que se deja caer desde una altura de 18 pulgadas para triturar una muestra en un molde de 4 a 6 pulgadas para establecer una correlación entre peso seco y humedad relativa. contenido. Donde se genera una energía de compactación de 56,000 lbft<sup>3</sup>."

### **f) CBR**

(GEOTECNIA, 2018)"El ensayo CBR se utiliza para evaluar la capacidad portante de suelos compactados en las formas de terapéuticas, coberturas sólidas, suelos explicados y clasificación de suelos. El Departamento de Transporte de California acuñó el acrónimo CBR (para "California Bearing Ratio") específicamente para esta investigación antes de la Segunda Guerra Mundial. Los pasos principales para realizar una prueba de suelo CBR implican empacar suelo en moldes estándar, sumergirlos en agua y perforar agujeros en la superficie del suelo con un pistón estándar."

## **2.2.1.2.3. Estudio Hidrológico**

### **A. Hidrología:**

(Manual de Hidrología, 2008) "El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) es el responsable de suministrar los datos hidrológicos y meteorológicos del estudio. En áreas donde SENAMHI carece de datos, los organismos locales responsables de la gestión de los recursos hídricos proporcionarían esos datos después de los controles de garantía de calidad.

De esto inferimos que las consultas sobre datos hidrológicos deben dirigirse al SENAMHI y/o a las autoridades correspondientes, con la salvedad de que la calidad de dichos datos debe ser verificada de manera independiente."

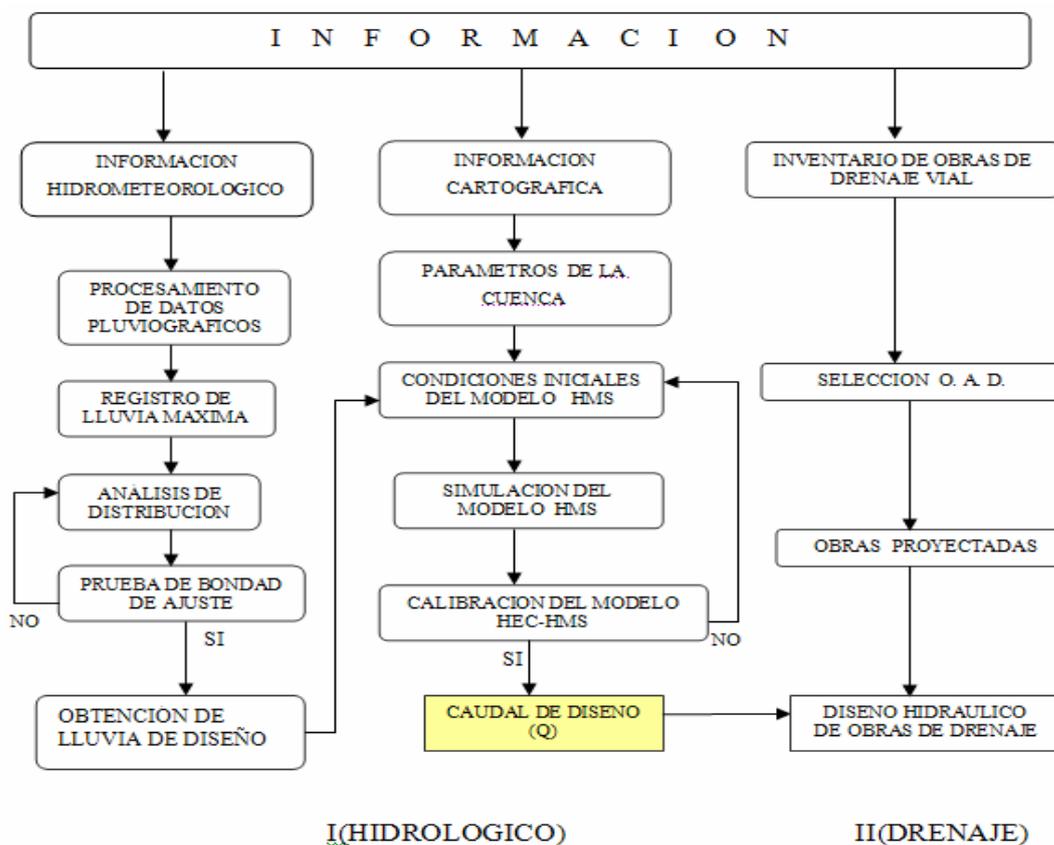
### **B. Factores Hidrológicos y Geológicos que inciden en el Diseño Hidráulico de las Obras de Drenaje:**

(Manual de Hidrología, 2008) "El primer aspecto a considerar es la magnitud de la cuenca como factor hidrológico; la contribución del caudal estará influenciada por el clima, la geografía, la topografía, la cubierta vegetal, el manejo del suelo y la capacidad de almacenamiento."

Por lo tanto, se realizará los estudios de campo necesarios, delimitándolas topográficamente y calculando el aforo de cada una para así poder saber el Caudal con el que se va a diseñar cada obra de arte.

**C. Evaluación de la Información Hidrológica:**

(Manual de Hidrología, 2008) “El mejor método para estimar el tamaño del impacto se elegirá en función de los datos disponibles. Después de eso, este enfoque se verificará dos veces con observaciones en el terreno, incluidas mediciones de marcas de agua y análisis de comportamiento de estructuras ya construidas”.



**Figura 5.** Metodología de Trabajo

Fuente: (Manual de Hidrología, 2008)

## **D. Análisis Estadístico de Datos Hidrológicos:**

### **i. Modelos de distribución:**

(Manual de Hidrología, 2008) "El propósito es estimar cantidades, intensidades o valores máximos de precipitación, según la situación, para varios períodos de retorno." Se sugieren los siguientes:

- Normal
- Log Normal 2 parámetros
- Log Normal 3 parámetros
- Gamma 2 parámetros
- Gamma 3 parámetros
- Log Pearson tipo III
- Gumbel
- Log Gumbel

De lo dicho inferimos y proponemos trabajar las distribuciones con el Software Hydroesta, que permite hacer el análisis de consistencia de la información, además genera las lluvias máximas a determinados periodos de retorno, mediante los métodos de mínimos cuadrados y de Smirnov Kolmogorov, El resultado es que la distribución de datos históricos está mejor ajustada.

### **ii. Periodo de retorno:**

(Manual de Hidrología, 2008) "La relación entre la probabilidad de que una ocurrencia supere las expectativas y el período de retorno deseado debe tenerse en cuenta al diseñar cualquier objeto y el riesgo de falla que puede ser tolerado, teniendo en cuenta una variedad de consideraciones económicas, técnicas, sociales y de otro tipo."

#### **2.2.1.2.4. Estudio de Trafico**

El propósito de un estudio de tráfico es examinar la situación del tráfico existente y pronosticar la situación del tráfico futuro.

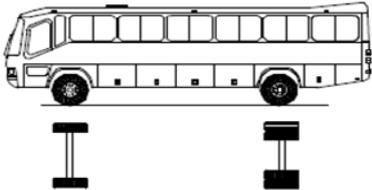
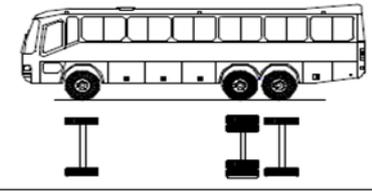
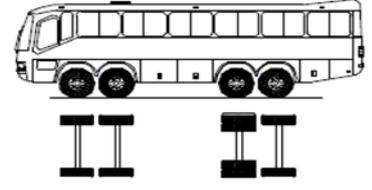
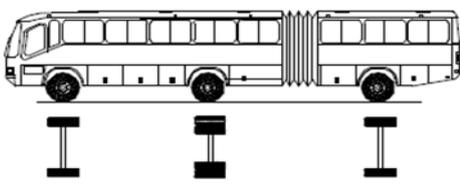
##### **a) Volumen de transito**

Es Cuántos autos recorren esa ruta en un tiempo determinado.

**b) Índice medio diario anual**

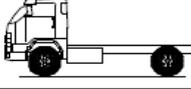
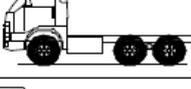
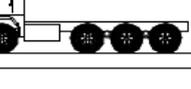
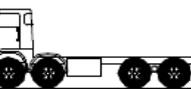
IMDA significa " recuento promedio anual de vehículos " y representa el número total de automóviles en una ruta determinada en el transcurso de un año.

**c) Peso y medidas máximos permitidos**

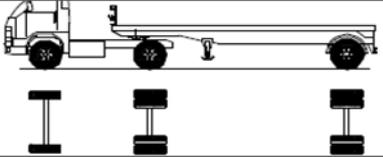
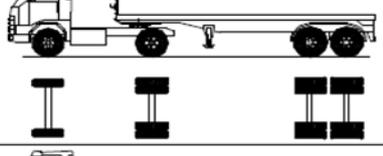
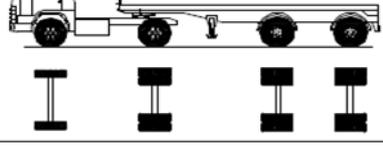
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
B2		13,20	7	11	---	---	---	18
B3-1		14,00	7	16	---	---	---	23
B4-1		15,00	7+7 <sup>(5)</sup>	16	---	---	---	30
BA-1		18,30	7	11	7	---	---	25

**Figura 6.** Tabla de Buses

Fuente: (VEHICULOS, 2018)

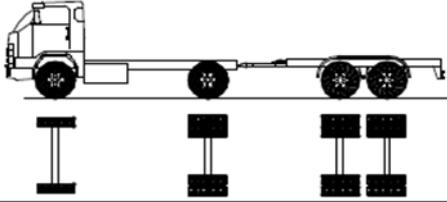
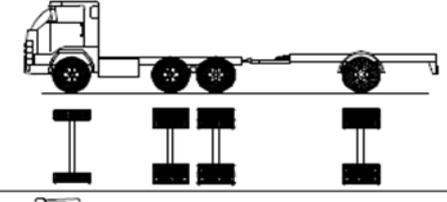
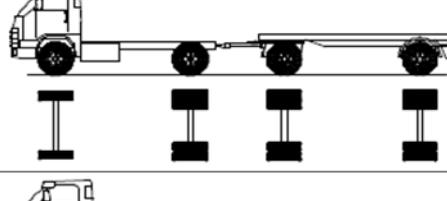
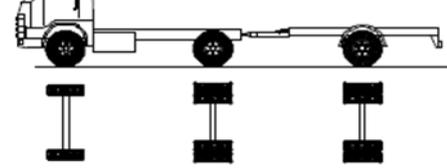
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS									
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )		
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores					
				1°	2°	3°		4°	
C2		12,30	7	11	---	---	---	18	
C3		13,20	7	18	---	---	---	25	
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30	
8x4		13,20	7+7 <sup>(5)</sup>	18	---	---	---	32	

**Figura 7.** Tabla de Camiones  
Fuente: (VEHICULOS, 2018)

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	---	40

T2S3		20,50	7	11	25	---	---	43
T2Se3		20,50	7	11	11 <sup>(4)</sup>	18	---	47
T3S1		20,50	7	18	11	---	---	36
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3Se2		20,50	7	18	11	11	---	47
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 <sup>(2)</sup>
T3Se3		20,50	7	18	11 <sup>(4)</sup>	18	---	48 <sup>(2)</sup>

**Figura 8.** Tabla de Camiones de carga pesada y semitraylers

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2RB2		20,50	7	11	18	---	---	36
C3RB1		20,50	7	18	11	---	---	36
C2R2		23,00	7	11	11	11	---	40
C2RB1		20,50	7	11	11	---	---	29

**Figura 9.** Tabla de Camión remolque menor o igual a 4 ejes.

Fuente: (VEHICULOS, 2018)

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C4R2		23,00	7	23 <sup>(1)</sup>	11	11	---	48 <sup>(2)</sup>
C4R3		23,00	7	23 <sup>(1)</sup>	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R2		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	11	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R3		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	18	---	48 <sup>(2)</sup>
8x4R4		23,00	7+7 <sup>(5)</sup>	18	18	18	---	48 <sup>(2)</sup>
C3RB2		20,50	7	18	18	---	---	43
C4RB1		20,50	7	23 <sup>(1)</sup>	11	---	---	41
C4RB2		20,50	7	23 <sup>(1)</sup>	18	---	---	48
8x4 RB1		20,50	7+7 <sup>(5)</sup>	18	11	---	---	43

**Figura 10.** Tabla de Camión remolque mayor o igual a 5 ejes.

Fuente: (VEHICULOS, 2018)

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
8x4 RB2		20,50	7+7 <sup>(5)</sup>	18	18	---	---	48 <sup>(2)</sup>
T3S2 S2		23,00	7	18	18	18	---	48 <sup>(2)</sup>
T3Se2 Se2		23,00	7	18	11 + 11 <sup>(3)</sup>	11 + 11 <sup>(3)</sup>	---	48 <sup>(2)</sup>
T3S2 S1S2		23,00	7	18	18	11	18	48 <sup>(2)</sup>
T3Se2 S1Se2		23,00	7	18	11 + 11 <sup>(3)</sup>	11	11 + 11 <sup>(3)</sup>	48 <sup>(2)</sup>

**Figura 11.** Tabla de Trailer y camión remolque de más de 5 ejes.

Fuente: (VEHICULOS, 2018)

#### d) Periodo de diseño

Para garantizar que su diseño de pavimento flexible dure lo máximo posible, debe determinar el tiempo que se pondrá en servicio.

#### e) Carril de diseño

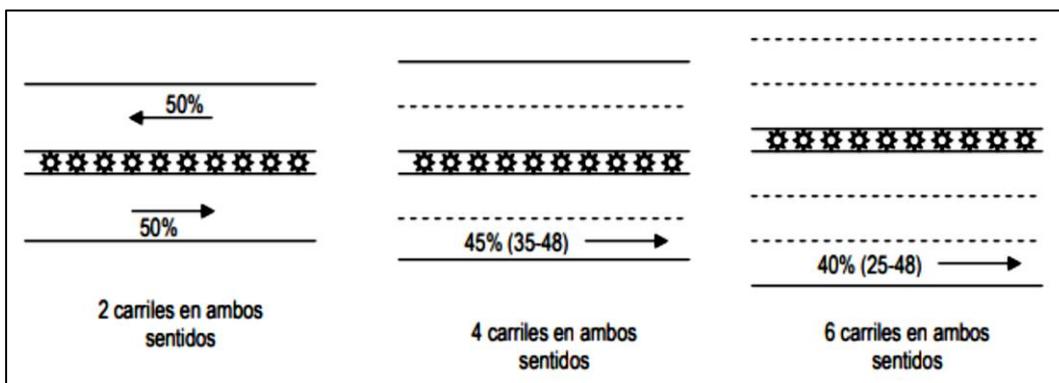
En otras palabras, es la suma de todos los autos que van en ambas direcciones en la carretera.

La Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes Estatales (AASHTO Asphalt Institute) y el Instituto de Asfalto de la AASHTO han presentado ciertas sugerencias, que son las siguientes:

N° carriles (2 direcciones)	% de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35-48)
6 o mas	40 (25-48)

**Figura 12.** Carril de diseño

Mediante el uso de gráficos, esto se muestra como:



**Figura 13.** Porcentajes del Carril de diseño

### SISTEMA AASHTO:

Sugiere un factor de direccionalidad del 50 % para ambas direcciones de un conteo, con un rango de 25 % a 60 %.

Se recomienda separar el tráfico en una determinada dirección para acceder al corredor de diseño.

Nº carriles en 1 dirección	% ESAL en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

**Figura 14.** ESAL

Se utiliza el siguiente cuadro para determinar el tráfico en función al número de calzada.

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

**Figura 15.** Factores de distribución

### 2.2.1.2.5. Diseño Geométrico

(MTC, 2018) “La metodología del manual de carreteras se sustenta en un modelo que se desarrolló utilizando datos sobre el rendimiento del pavimento, el peso del vehículo y la resistencia de la cubierta de alcantarillado para determinar el ancho de la carretera.”

La tasa de error permisible en función de la utilidad y la vida útil del trabajo es la siguiente:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n \quad (1)$$

El período de recuperación de un proyecto,  $T$ , se define como el número de años después de su vida útil,  $n$ , se puede calcular utilizando la fórmula anterior calculando el riesgo de falla permisible  $R$ , que es la probabilidad de que el pico del fenómeno estudiado ocurra dentro de la vida útil del proyecto

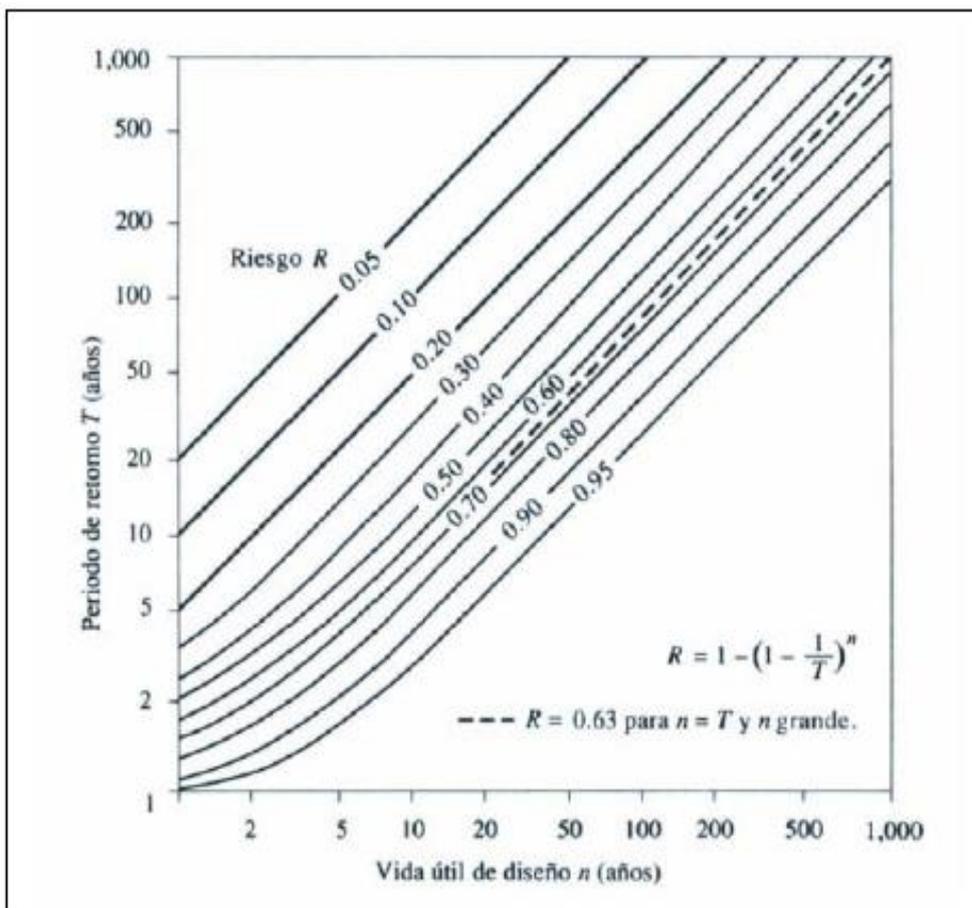


Figura 16. Período de retorno

## A. CLASIFICACIÓN MÉTODO (AASHTO 93):

### a) Procedimiento de diseño:

(Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993) "Se debe seguir el siguiente procedimiento para implementar el diseño de pavimento flexible de acuerdo con las pautas AASHTO 93:"

- Cálculo del tráfico para el periodo de diseño (W18).
- Decretar la desviación estándar total S y la confiabilidad R.
- Establece el módulo de resistencia efectiva de la subrasante Mr.
- Se determina la pérdida de Serviciabilidad.
- Adquirir el número estructural SN.
- Establecer los espesores SN.

### i. Confiabilidad y variabilidad:

(Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993) "La confiabilidad se define como la probabilidad de que un pavimento funcione según lo previsto:

- La variación entre mediciones de parámetros separados se conoce como incertidumbre de medición, o variabilidad, o simplemente variabilidad (So).

Para pavimento flexible se utiliza un valor de 0,44 para tener en cuenta la variación del tráfico proyectado.

- El rango de precio del pavimento flexible está entre 0,40 y 0,50.

En la siguiente figura, se aprecia una tabla que muestra los niveles de confianza para varias carreteras diferentes:"

NIVELES DE CONFIABILIDAD SUGERIDAS PARA DIFERENTES CARRTERAS		
Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopista interestatal	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de tránsito	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 - 80	50 - 80

**Figura 17.** Niveles de confiabilidad para las diferentes carreteras

Fuente: (Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

### ii. Serviciabilidad:

(Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993) “La funcionalidad de una carretera se puede medir por la facilidad con la que un vehículo puede navegar por su superficie. El índice de servicio actual, que va de 0 a 5, se utiliza para hacer la evaluación.

A diferencia del valor de servicio inicial ( $P_o$ ), que está determinado por el diseño de la vía, el valor de servicio final ( $P_t$ ) del pavimento se basa en las condiciones del tráfico.

La siguiente fórmula se utiliza para calcular el índice de servicio una vez que se han determinado  $P_o$  y  $P_t$ .”

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

### iii. Modulo resiliente ( $M_r$ ):

(Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993) “Proporciona recomendaciones para el diseño de pavimentos. Otros estudios determinarán el módulo de resonancia. El laboratorio CBR se utiliza para el cálculo, y utiliza la fórmula a continuación:”

$$M_r(\text{Psi}) = 1500 \text{ CBR}$$

### iv. Drenaje ( $M_i$ ):

(Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993) “Los efectos potenciales del agua en los componentes de material de Acer se tienen en cuenta durante todo el desarrollo de diseño de pavimentos flexibles.

Según el tiempo que tarda una capa en desprenderse de su carga de agua, AASHTO proporciona una escala de severidad de llovizna. De acuerdo a la tabla adjunta se aprecia la variación en los costos de secado a lo largo del tiempo:”

Calidad de drenaje	Término para remoción del agua
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Aceptable	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	(el agua no drena)

**Figura 18.** Calidad de drenaje.

Fuente: (Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

#### v. Diseño estructural del pavimento

(Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993) “Afirma que este método de diseño es apropiado para caminos inclinados de tráfico superiores a 8.2 toneladas por hora en tránsito y con la siguiente fórmula de pavimento flexible:”

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

Las profundidades de pavimento recomendadas (base, subbase) se calcularon utilizando la metodología AASHTO-93 y calcular los coeficientes de transformación para determinar cada tipo de capacidad.

**Donde:**

**W18:** Se han desarrollado varias aplicaciones para cargas axiales simples que se proyecta que pesen 18 kip (18000 lb) cada una.

**Zr:** Se denota como desviación

**So:** Combinación del error estándar y el tráfico y el comportamiento proyectados

**ΔPSI:** Diferencia entre los índices de inicio y finalización del servicio (pt).

**Mr:** Módulo de Resiliencia en Libras por Pulgada Cuadrada (psi) **SN:** Número de Indicador Estructural para el Peso Total del Pavimento.

**SN:** Es igual al número estructural de todo el tramo de pavimento requerido:

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

Donde:

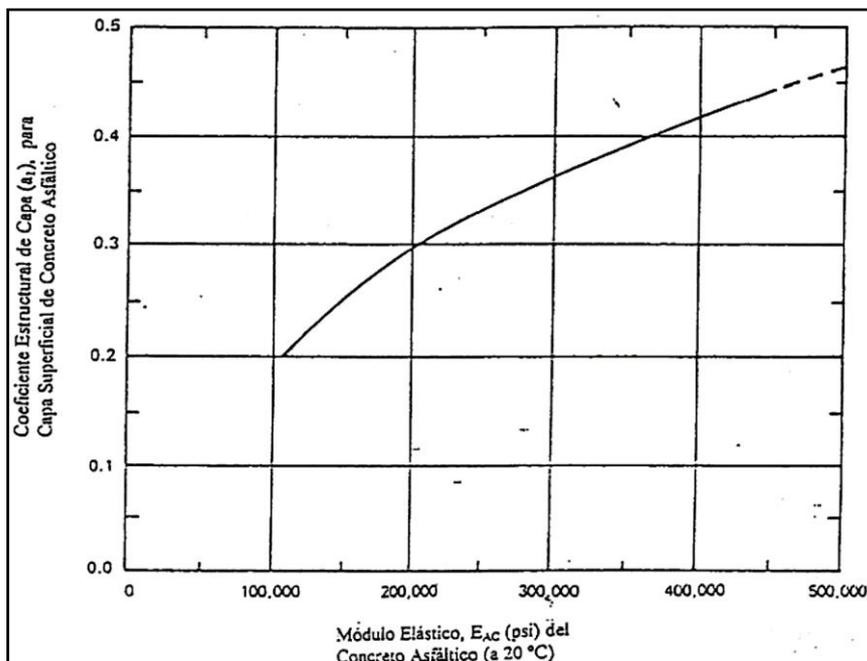
$a_i$ : Coeficiente de la capa "i"

$D_i$ : Espesor de la capa (pulgadas) "i"

$m_i$ : Coeficiente de drenaje de la capa "i"

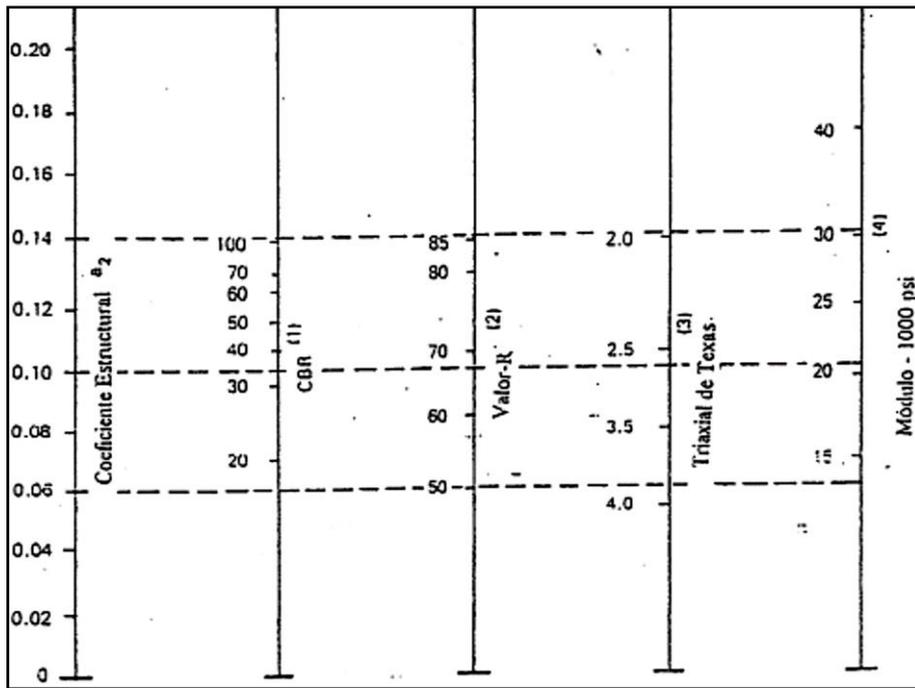
### Análisis de Diseño por capas

Las dimensiones de las capas que integra el pavimento flexible deberán determinarse teniendo en consideración los factores anteriores, los gráficos posteriores deberán servir para concretar valores .

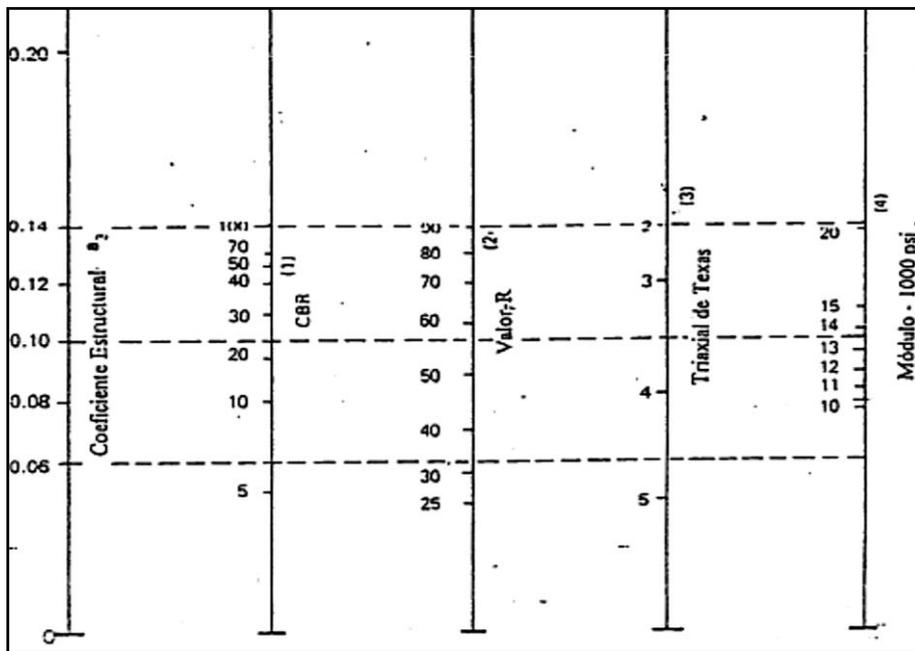


**Figura 19.** Grafica para hallar el coeficiente estructural  $a_1$ .

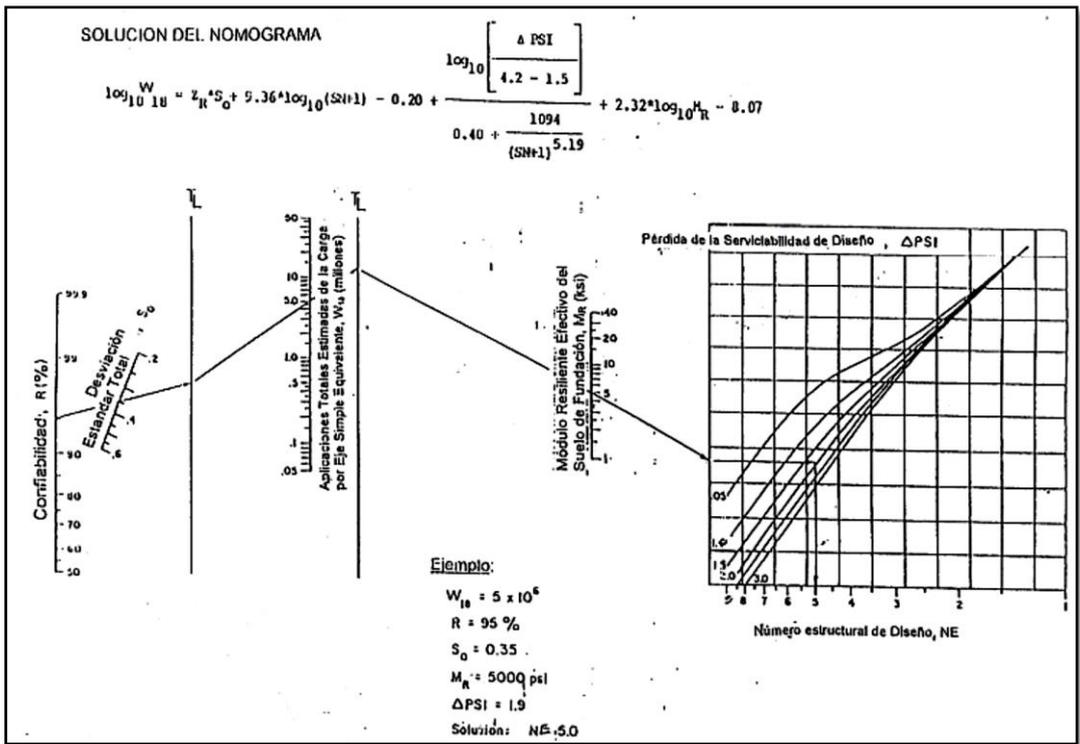
Fuente: (Guía Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)



**Figura 20.** Grafica para hallar el coeficiente estructural  $a_2$ .  
 Fuente: (Guia Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)



**Figura 21.** Grafica para hallar el coeficiente estructural  $a_3$ .  
 Fuente: (Guia Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)



**Figura 22.** Nomograma de diseño para pavimentos flexibles.  
Fuente: (Guia Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos, 1993)

### **III. METODOLOGÍA**

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

##### **3.1.1. Tipo de Investigación**

- **Tipo de investigación según su propósito**

En este sentido, se emplea la investigación “aplicada”, la cual se fundamenta en premisas teóricas debidamente planteadas y cristalizadas.

- **Tipo de investigación por el diseño**

Este proyecto entra en la categoría de investigación "no experimental" porque no se implementarán nuevas metodologías; en cambio, los datos se recopilarán de fuentes existentes y se analizarán retrospectivamente.

- **Tipo de Investigación según su nivel**

Este estudio es de carácter descriptivo ya que se realizará no sólo en base a las características estadísticas sino también en cuanto a los procedimientos que se tendrán en cuenta en cada etapa de la investigación, desde la recolección de las muestras en campo hasta el análisis de las recomendaciones.

##### **3.1.2. Diseño de Investigación**

Este trabajo adopta un enfoque cuantitativo porque implica una serie de experimentos de los que se derivarán números y porcentajes concretos. Esta recopilación de datos proporcionará una mejor visualización de datos durante la ejecución al permitir la creación de gráficos y tablas de frecuencia

#### **3.2. Variables y operacionalización**

##### **3.2.1. Variables**

###### **3.2.1.1. Variable Independiente**

A continuación, se muestra una ilustración de cómo el diseño de pavimento flexible actúa como variable independiente:

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTO
DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	El pavimento consta de las siguientes capas como: cimentación, subbase y carpeta de rodadura para la ejecución, se utiliza materiales granulares y asfálticos para la carpeta de rodadura (Manual de suelos, 2013)	El pavimento flexible cuenta con parámetros de tráfico, levantamiento topográfico, mecánica de suelos y espesor del suelo para su posterior diseño y realización de planos.	Estudio de Tráfico	IMDS	Observación	Manual de carreteras: Diseño geométrico
				IMDA		
			Estudio topográfico	Levantamiento Planimétrico	Observación	Estación Total
				Secciones Transversales		
			Estudio de Suelos	Clasificación de suelos	Observación – Análisis documental	Tamizado de la muestra, Cuchara Casagrande, Horno, Laboratorio, Aashto 93, Proctor modificado
				Análisis granulométrico		
				Límites plástico		
				Líquido e índice de plasticidad		
				Contenido de humedad		
				CBR		
Estudio Hidrológico	Cálculo de caudales	Observación	Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje			
	Duración e intensidad de lluvia					
Cálculo del espesor del pavimento	Pavimento flexible	Observación – Análisis documental	C.E. 010 y Aashto 93			

**Tabla 1. Variable independiente**

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1.2. Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTO
Transitabilidad	Es el servicio que ofrece una vía para el traslado de usuarios por medio de un transporte en un determinado tiempo (Manual de Carreteras, 2018).	Se puede realizar un diseño apropiado de acuerdo con las condiciones topográficas y los resultados de la investigación y las pruebas de mecánica del suelo.	Transitabilidad vehicular	Volumen de tránsito vehicular	Observación - Cuestionario	Conteo mecánico
			Transitabilidad Peatonal	Volumen de tránsito peatonal		

**Tabla 2. Variable dependiente**

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población, muestra y muestreo.

#### 3.3.1. Población

Dado que Sintuco-Moncada Alta es donde más se sentirán los beneficios del proyecto, su población constituye su electorado; a partir de 2017, el INEI estimó que había 1274 residentes en el área, divididos equitativamente por sexos.

#### 3.3.2. Muestra

Para la muestra se utilizará el tramo de carretera entre Sintuco y Moncada Alta, que tiene una longitud de 13,577 kilómetros.

#### 3.3.3. Muestreo

En este caso, se utiliza la opinión de un experto para realizar una muestra no probabilística porque no sería ético muestrear a toda la ciudadanía.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnica

Se utilizarán técnicas de análisis documental, con énfasis en la recopilación de datos de estudios ya realizados. Este método proporcionará los datos necesarios para el levantamiento topográfico, análisis del suelo, análisis hidrológico, análisis de tráfico y el diseño de pavimento flexible.

#### 3.4.2. Herramienta de recolección de datos

Para recopilar estos datos se utilizarán las siguientes herramientas: cuadros de recogida de datos y cuadros resumen:

**Ficha de resumen N°1:** Esto nos permitirá recopilar datos de elevación topográfica basados en el campo.

**Ficha de resumen N°2:** Esto nos permitirá recopilar datos sobre las características del suelo.

**Ficha de resumen N°3:** Nos permitirá calcular el estudio hidrológico en el tramo Sintuco-Moncada Alta.

**Ficha de resumen N°4:** Nos permitirá calcular el estudio de tráfico en el tramo Sintuco-Moncada Alta.

**Ficha de resumen N°5:** Se realizará el diseño de pavimento

- **Levantamiento topográfico:**

Para recopilar datos en el área de estudio, usaremos una estación total para obtener las coordenadas del punto de inicio y finalización y una tabla de resumen, y luego usaremos Google Earth Pro para averiguar dónde está el camino y cómo se ve. y AutoCAD Civil 3D para refinar nuestros hallazgos en un diseño final.

- **Estudio de mecánica de suelos.**

Mediante el uso de tablas de resumen, podremos comparar los resultados de proyectos similares a los nuestros, obteniendo una comprensión más precisa del tipo de suelo y otras características del terreno en el que se construirá nuestro proyecto.

- **Estudio Hidrológico.**

El recojo de la información hidrológica, se realizará con los datos obtenidos por el SENAMHI.

- **Estudio de tráfico.**

Mediante uso de formatos elaborados se realizará el conteo vehicular diario, esto nos permitirá saber la cantidad exacta de vehículos por día y así realizar una proyección a futuro.

- **Diseño geométrico.**

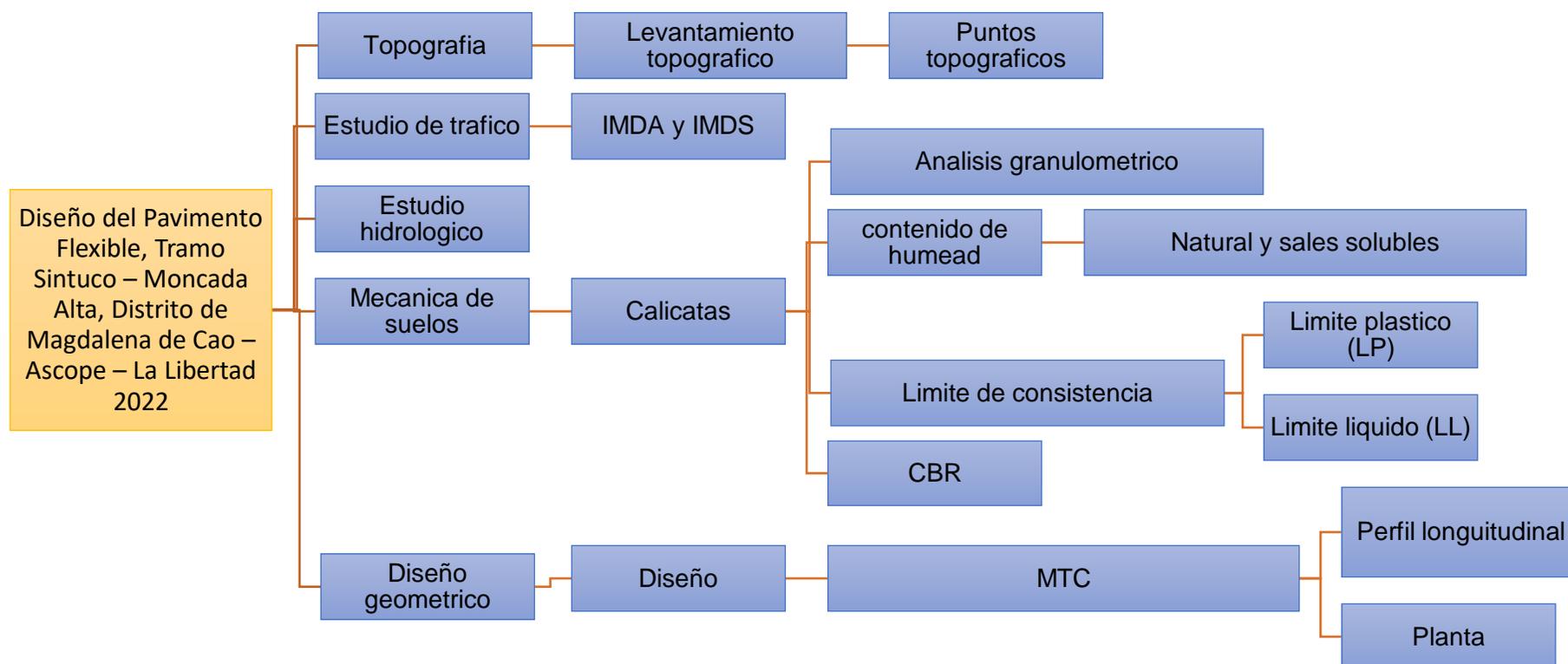
La vía será diseñada utilizando software AutoCAD civil 3d, respetando los parámetros de diseño que establece la norma DG-2018 (Manual de carreteras).

<b>Etapas de la Investigación (Dimensiones)</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Validación</b>
Levantamiento Topográfico	Ficha resumen N°01	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación
Estudio de Suelos	Ficha resumen N°02	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación
Estudio Hidrológico	Ficha resumen N°03	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación
Estudio de Trafico	Ficha resumen N°04	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación
Diseño Geométrico	Ficha resumen N°05	DG-2018 del Manual de carreteras del MTC

**Tabla 3. Etapas de investigación**

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Procedimientos



**Tabla 4. Procedimiento**

Fuente: Elaboración propia

### **3.6. Método de análisis de datos**

Para analizar e interpretar los resultados del diseño obtenido, se consultará con el marco teórico, teniendo en cuenta las especificaciones estándares para un diseño de pavimento flexible y así mismo del método de geometría optimizada, teniendo en cuenta la economía, seguridad y estética del proyecto.

### **3.7. Aspectos éticos**

El proyecto de investigación se basa en el diseño de pavimento flexible aplicando el método AASHTO 93 donde toda información sustentada es extraída por mediante tesis, artículos, libros y programas.

Para la Validez original de este proyecto se pasará minuciosamente por el programa turnitin, para demostrar que no existió plagio y así mismo por nuestro asesor técnico para dar validez a los resultados obtenidos.

#### IV. RESULTADOS

##### 4.1. Estudio Topográfico

Después de haber radiado los 2945 puntos con la estación total Leica y 2 prismas se obtuvo una topografía llana ya que presenta pendientes menores al 2%.

##### 4.2. Estudio de Suelos

Después de haber realizado las 6 calicatas, tenemos los siguientes resultados:

CALICATA N°01 - KM 0+140.00			
DESCRIPCION	RESULTADO	REQUERIMIENTO SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
CBR - AFIRMADO	83.90%	80% minimo	SI
CBR - HORMIGON	49.30%	40% minimo	SI
CBR - SUBRASANTE	9.00%	6% minimo	SI
CLASIFICACION SUCS - AFIRMADO	GC - GM	GRAVA LIMOSA, ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVA - ARENA - ARCILLA	
CLASIFICACION SUCS - HORMIGON	SW	ARENA BIEN GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, POCOS FINOS O SIN FINOS	

**Tabla 5. Resultados de C1**

Fuente: Elaboración propia

CALICATA N°02 - KM 3+000.00			
DESCRIPCION	RESULTADO	REQUERIMIENTO SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
CBR - AFIRMADO	84.40%	80% minimo	SI
CBR - HORMIGON	64.00%	40% minimo	SI
CBR - SUBRASANTE	9.30%	6% minimo	SI
CLASIFICACION SUCS - AFIRMADO	GC - GM	GRAVA LIMOSA, ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVA - ARENA - ARCILLA	
CLASIFICACION SUCS - HORMIGON	GP	GRAVA MAL GRADUADAS, MEZCLA GRAVA - ARENA, POCOS FINOS O SIN FINOS	

**Tabla 6. Resultados de C2**

Fuente: Elaboración propia

CALICATA N°03 - KM 6+500.00			
DESCRIPCION	RESULTADO	REQUERIMIENTO SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
CBR - AFIRMADO	82.00%	80% minimo	SI
CBR - HORMIGON	60.40%	40% minimo	SI
CBR - SUBRASANTE	10.70%	6% minimo	SI
CLASIFICACION SUCS - AFIRMADO	SW	ARENA BIEN GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, POCOS FINOS O SIN FINOS	
CLASIFICACION SUCS - HORMIGON	GP	GRAVA MAL GRADUADAS, MEZCLA GRAVA - ARENA, POCOS FINOS O SIN FINOS	

**Tabla 7. Resultados de C3**

Fuente: Elaboración propia

CALICATA N°04 - KM 8+000.00			
DESCRIPCION	RESULTADO	REQUERIMIENTO SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
CBR - AFIRMADO	82.20%	80% minimo	SI
CBR - HORMIGON	62.00%	40% minimo	SI
CBR - SUBRASANTE	10.00%	6% minimo	SI
CLASIFICACION SUCS - AFIRMADO	GC - GM	GRAVA LIMOSA, ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVA - ARENA - ARCILLA	
CLASIFICACION SUCS - HORMIGON	GP	GRAVA MAL GRADUADAS, MEZCLA GRAVA - ARENA, POCOS FINOS O SIN FINOS	

**Tabla 8. Resultados de C4**

Fuente: Elaboración propia

CALICATA N°05 - KM 10+000.00			
DESCRIPCION	RESULTADO	REQUERIMIENTO SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
CBR - AFIRMADO	82.20%	80% minimo	SI
CBR - HORMIGON	51.40%	40% minimo	SI
CBR - SUBRASANTE	12.00%	6% minimo	SI
CLASIFICACION SUCS - AFIRMADO	GC - GM	GRAVA LIMOSA, ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVA - ARENA - ARCILLA	
CLASIFICACION SUCS - HORMIGON	SW	ARENA BIEN GRADUADAS, ARENA CON GRAVA, POCOS FINOS O SIN FINOS	

**Tabla 9. Resultados de C5**

Fuente: Elaboración propia

CALICATA N°06 - KM 13+000.00			
DESCRIPCION	RESULTADO	REQUERIMIENTO SEGÚN NORMA	CUMPLIMIENTO
CBR - AFIRMADO	82.00%	80% minimo	SI
CBR - HORMIGON	60.40%	40% minimo	SI
CBR - SUBRASANTE	11.80%	6% minimo	SI
CLASIFICACION SUCS - AFIRMADO	GC - GM	GRAVA LIMOSA, ARCILLOSA, MEZCLA DE GRAVA - ARENA - ARCILLA	
CLASIFICACION SUCS - HORMIGON	GP	GRAVA MAL GRADUADAS, MEZCLA GRAVA - ARENA, POCOS FINOS O SIN FINOS	

**Tabla 10. Resultados de C6**

Fuente: Elaboración propia

Donde predomina un suelo tipo arcillas y roca limoso.

#### 4.3. Estudio Hidrológico

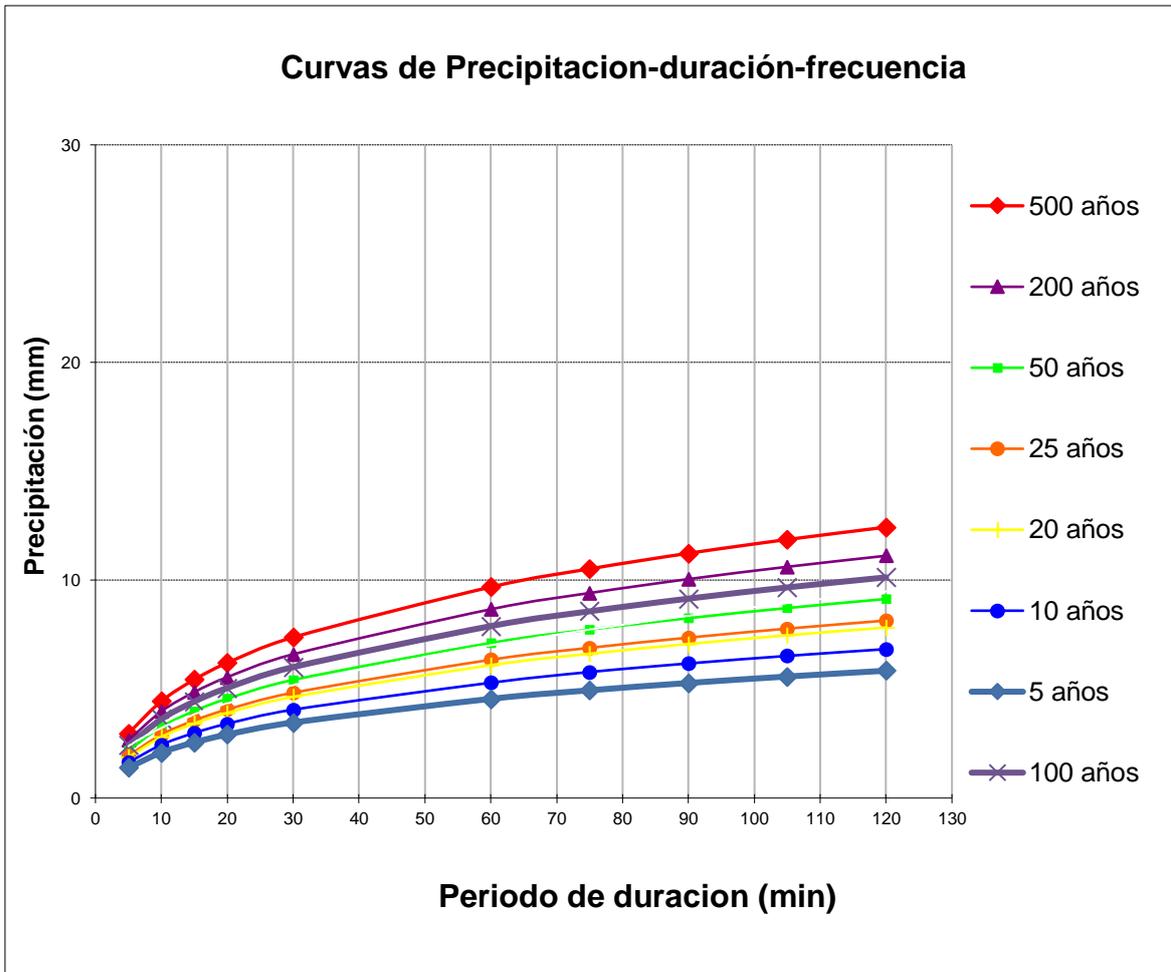
Después de haber realizado los cálculos hidrológicos necesarios con los datos del SENAEMI de la Estación Pluviométrica Casa Grande ubicada en el área geográfica del proyecto, tenemos los siguientes resultados.

**INTENSIDADES MAXIMAS (mm/hora) Estación CASA GRANDE**

T (años)	P Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	3129.50	35.70	26.70	21.80	18.60	14.80	9.70
200	983.17	31.90	23.90	19.50	16.60	13.20	8.70
100	399.33	29.10	21.70	17.70	15.20	12.00	7.90
50	158.31	26.20	19.60	16.00	13.70	10.90	7.10
25	61.01	23.40	17.50	14.30	12.20	9.70	6.40
20	44.54	22.50	16.80	13.70	11.70	9.30	6.10
10	16.26	19.60	14.70	12.00	10.20	8.10	5.30
5	5.55	16.80	12.50	10.20	8.70	6.90	4.60

**Tabla 11. Intensidades máximas – Estación Casa Grande**

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 12. Curvas de Precipitación–Duración-Frecuencia / Estación Casa Grande**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Estudio de Trafico

Después de haber realizado el conteo vehicular por 7 días obtuvimos un IMDS de 84veh/día, como indica la siguiente tabla :

TIPO DE VEHICULO	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	TOTAL SEMANAL	IMDs	FC	IMDa
AUTO	2	7	4	17	11	13	16	70	10	1.02161491	10
STATION WAGON	7	10	6	21	20	13	14	91	13	1.02161491	13
CAMIONETA PICK-UP	13	13	26	20	27	13	15	127	18	1.02161491	18
CAMIONETA PANEL	2	0	0	0	2	0	3	7	1	1.02161491	1
RURAL COMBI	12	16	18	18	30	18	13	125	18	1.02161491	18
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.02161491	0
BUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
BUS >=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
CAMION 2E	5	6	7	14	17	7	4	60	9	1.04798851	9
CAMION 3E	7	5	6	10	15	5	5	53	8	1.04798851	8
CAMION 4E	8	6	3	5	11	0	2	35	5	1.04798851	5
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	2	2	2	2	2	2	2	14	2	1.04798851	2
SEMI TRAYLER 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
SEMI TRAYLER >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	<b>72</b>	<b>107</b>	<b>135</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>582</b>	<b>84</b>		<b>84</b>

**Tabla 13. IMDS, IMDA del tramo en estudio**

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Diseño Geométrico

Después de haber realizado todos los objetivos se obtuvo los siguientes espesores:

TRAMO	
Km 0+000 al 13+577	
Carpeta Asfáltica	e= 5.00 cm
Base Granular	e= 20.00 cm
Sub Base Granular	e= 20.00 cm

**Tabla 14. Espesores de pavimento del tramo en estudio**

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

- De acuerdo a la investigación de (Sanchez, 2016) verificamos que el volumen de tráfico obtenido es de 483 veh/día, siendo este mayor a nuestro estudio de tráfico realizado, el cual tenemos una cantidad de 84 veh/día. esto refleja una gran diferencia en los resultados del ESAL.

La investigación de (Sanchez, 2016) obtuvo un periodo de diseño de 10 – 15 años, mientras que nuestro estudio de diseño obtuvimos 10 años puesto que es menor nuestro flujo vehicular.

Respecto al estudio de suelos obtuvimos 9.0% de CBR y un suelo tipo GC- GM, GP Y SW. (Sanchez, 2016) obtuvo 14% de CBR y un suelo CL, ML, OL, CH. Donde podemos apreciar que tiene la subrasante de mejor calidad.

En comparación (Sanchez, 2016) en su tesis tiene 49.50cm de espesor total de pavimento, sin embargo, en nuestro diseño obtuvimos un total de 45.00cm de espesor de pavimento.

En base a lo mencionado, discrepamos de los resultados ya que nuestro estudio cuenta con un CBR y cantidad de vehículos por día menor, por lo que el diseño de pavimento será distinto.

- En cuanto al estudio de tráfico del tramo de Sintuco -Moncada, se determinaron los tipos de vehículos, con un IMDS total de 84 veh/dia. Finalmente, se obtuvo un ESAL de 214682.39. Por el contrario, el estudio de (Escobar Bellido & Huincho Ochoa, 2017) encontró una correlación directa entre el Índice de Demanda Diaria de Viaje y el pronóstico de vida útil del pavimento flexible con fines de planificación y riesgo de deterioro prematuro, lo que a su vez influyó en el diseño, análisis de coeficientes y datos para la capa asfáltica, lo que lleva a la conclusión de que la resiliencia de los pavimentos asfálticos está negativamente correlacionada con la cantidad de vehículos que circulan sobre ellos.
- Para la investigación de la mecánica del suelo, se tomaron muestras de un total de seis calicatas diferentes, y se realizó el examen correspondiente a la calicata 01, situada a una profundidad de 1,5 metros y una elevación de 100,00. A la

vista de ello, se realizó un examen granulométrico de 250 kilogramos, que dio como resultado una clasificación A-4 según el método AASHTO. Además, las pruebas de seguimiento indicaron que el CBR era del 9%. Comparativamente, (Escobar Bellido & Huincho Ochoa, 2017) encontraron un límite plástico inferior de 30,76%, un límite líquido superior de 31,96%, un índice de plasticidad inferior de 1,20%, un contenido de humedad superior de 18,23% y un coeficiente de fragilidad inferior de 16,11%. La subbase es más sensible a los cambios en el CBR que el manto ártico, por lo que se deduce que cuando el CBR baja, la subbase se expande.

- En la investigación de (Gomez Vallejos, 2014) verificamos que tiene un CBR de 8.20%, un ESAL de 8023000 y una estructura de diseño de Subbase=30cm, base=35cm y carpeta asfáltica=10cm para un periodo de 20 años, comparando con nuestros resultados obtenidos tenemos un CBR de 9%, un ESAL de 214682.39 y una estructura de diseño de Subbase=20cm, base=20cm y carpeta asfáltica=5cm para un periodo de 10 años, diferimos por que el diseño obtenido de ESAL es superior debido a la mayor cantidad de vehículos que circulan, por ende el diseño de pavimento será diferente.
- La profundidad del pavimento flexible de la capa de asfalto se midió en D1=5.00cm, la profundidad del pavimento granular en D2=20.00cm y la profundidad de la subbase granular en D3=20.00cm, todo ello de acuerdo con la metodología AASHTO 93. Con respecto al trabajo de (María Angélica Salamanca Niño, 2014), que tiene como objetivo diseñar estructuras de pavimento flexibles empleando métodos pioneros de la Asociación de Funcionarios de Carreteras y Transportes del Estado (ASSHTO) y el Instituto de Ingenieros de Transporte (Instituto del Asfalto) a lo largo del La Ye–Santa Luca–Barra Corredor de Lebrija en el departamento del Cesar .El análisis de la superficie reveló principalmente superficies de piedra caliza y mármol ; esto sugiere un tiempo de diseño más corto que los diez años asignados para esta tesis.

## VI. CONCLUSIONES

- Mediante un análisis topográfico, se determinó que el tramo en cuestión presentaba una topografía llana ya que presenta pendientes menores al 2%.
- La mecánica del suelo llevó a la conclusión de que AASHTO y SUCS utilizan métodos diferentes para describir la composición del suelo. Mientras que el sistema AASHTO exige una relación de carga de California (CBR) de 9.000 %, el sistema SUCS tiene un CBR mucho más baja de 6.000 %. Donde predomina un suelo tipo Grava limosa, arcillosa, mezcla de grava - arena - arcilla (GC-GM), Grava mal graduadas, mezcla grava - arena, pocos finos o sin finos (GP) y Arena bien graduadas, arena con grava, pocos finos o sin finos (SW).
- Mediante el estudio hidrológico se pudo determinar las intensidades máximas de lluvia en la estación meteorológica de Casa Grande cuyos resultados van desde 5 a 500 años de periodo de retorno.
- Se alcanzó un IMD semanal de 84 veh/día durante un estudio de tráfico del tramo Sintuco – Moncada Alta de acuerdo a la metodología AASHTO 9, además se realizó una serie de cálculos iterativos, obteniendo un ESAL de 214682.39.
- El diseño de la estructura del pavimento del tramo Sintuco-Moncada se determinó utilizando la metodología AASHTO-93; obteniendo un espesor de carpeta asfáltica de 5.00cm, base de 20.00cm y subbase de 20.00cm.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el tramo Sintuco – Moncada alta se interconecte con la vía principal LI-103 y Auxiliar Panamericana Norte.
- Se sugiere la construcción de una ciclo vía y veredas, para de esta manera mejorar la transitabilidad y ornato turístico de la población.
- Se debe mejorar el alumbrado público de tramo Sintuco – Moncada alta.
- Se recomienda la construcción de áreas verdes.
- Se recomienda construir casetas de seguridad y vigilancia para mejorar la seguridad.
- Se debe habilitar el transporte público para mejorar la transitabilidad de la ciudadanía.

## REFERENCIAS

Antonio, E. C. (2017). *Construcción de Pavimento Flexible en la Avenida 6 de Agosto del Municipio de Viacha*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/16288>

ASTM. (2020). *ASTM E155*. ASTM International.

Bocanegra Vásquez, C. D., & Plasencia Abanto, A. E. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible en las vías secundarias y alternas de la ciudad de Ascope, Región La Libertad, Perú 2021. Propuesta de Mejora*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82920>

Castro Salazar, M., & Albert, M. A. (2021). *Diseño estructural de pavimento flexible según la metodología AASHTO 93 y la transitabilidad de la calle San Pedro, en el distrito de Jequetepeque, Pacasmayo, La Libertad*. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7741>

Chavez Obregon, R. S. (2018). *Diseño del Pavimento Flexible para la Av. Morales Duarez, de la Vía Expresa Línea Amarilla en la ciudad de Lima*. Obtenido de <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/2230>

Escobar Bellido, L., & Huincho Ochoa, J. (2017). *Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica - 2017*. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1388>

Espire Gamboa, K. R., & Navarrete Cárdenas, A. P. (2021). *EVALUACION Y ANALISIS COMPARATIVO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL ENTRE UN PAVIMENTO FLEXIBLE Y RIGIDO MEDIANTE EL METODO AASHTO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN LA CARRETERA CARTAVIO-PANAMERICANA NORTE EN EL DISTRITO DE SANTIAGO DE CAO-PROVINCIA DE ASCOPE-LA LI*. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8867>

Estrada, N. G. (2008). *COMPARACIÓN DE VARIAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS, SECTOR POLPAICO - LA TRAMPILLA*. Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103254>

GEOTECNIA. (Setiembre de 2018). *GEOTECNIA*. Obtenido de [www.geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio](http://www.geotecniafacil.com/ensayo-cbr-laboratorio)

Gomez Vallejos, S. J. (2014). *Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo - La Libertad*. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/638>

*Guia Aashto para Diseño de Estructuras de Pavimentos*. (1993). Lima: IDPP.

Heras Amaya, C. E., & Ramirez Pachamango, E. (2020). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE PROPUESTAS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES, RÍGIDOS Y ARTICULADOS, PARA EL CENTRO POBLADO DE FARIAS, DISTRITO DE CHOCOPE, PROVINCIA DE ASCOPE –LA LIBERTAD*. Obtenido de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/6640>

Humpiri Pineda, K. (2015). *Análisis Superficial de Pavimentos Flexible para el Mantenimiento de Vías en la Region de Puno*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249337494.pdf>

INACAP. (04/07/2022). *Introduccion a la Mecanica de Suelos*. Santiago de Chile: INACAP.

Julca Pastor, M. J. (2021). *Mejoramiento de pavimento flexible en la Avenida Jose Maria Eguren, Trujillo*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83479>

Manual de Hidrologia, H. y. (2008). *Manual de Hidrologia, Hidraulica y Drenaje*. Lima.

María Angélica Salamanca Niño, S. A. (2014). *“Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos Invias, Aashto 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre las abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del César”*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/2569>

Martinez, L. G. (1984). *Diseño de Pavimentos Flexibles. Diseño de Pavimentos Flexibles*. Mexico, Mexico, Mexico.

Minaya Gonzales, S., & Ordoñez Huaman, A. (2006). *Diseño Moderno de Pavimentos Asfálticos*. Obtenido de UNIVERSIDAD\_NACIONAL\_DE\_INGENIERIA\_DISEÑO\_MODERNO\_DE\_PAVIMIENTOS\_ASFÁLTICOS\_M\_Sc\_SILENE\_MINAYA\_GONZÁLEZ

MTC, M. d. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMETRICO*. Lima.

Oscar Ariza, D. C. (2019). "*Evaluación de las metodologías de diseño de pavimentos flexibles para carreteras Colombianas y Brasileñas*". Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/24068?locale=es>

Parera, A. (01 de Enero de 2022). *UNIFORT Pavimentos Industriales*. Obtenido de UNIFORT Pavimentos Industriales: [www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos](http://www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos)

Parera, A. (01 de Enero de 2022). *UNIFORT Pavimentos Industriales*. Obtenido de UNIFORT Pavimentos Industriales: [www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos](http://www.unifort.es/pavimentos-industriales/pavimentos-flexibles-pavimentos-rigidos)

Sanchez, M. R. (2016). "*Diseño de Pavimento Flexible utilizando el Metodo AASHTO 93 en la via valle de la Virgen-Cascajal Canton Pedro Carbo, Provincia del Guayas*". Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/14859>

Sarmiento Soto, J. A., & Arias Choque, T. W. (Marzo de 2015). *ANÁLISIS Y DISEÑO VIAL DE LA AVENIDA MARTIR OLAYA*. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/528141>

Vasquez, O. A. (2019). *DISEÑO DE PAVIMENTO EMPLEANDO EL MÉTODO AASHTO 93 PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA AYACUCHO - ABANCAY. TRAMO: AYACUCHO KM. 0+000 – KM. 50+000*. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3306>

VEHICULOS, R. N. (2018). *REGLAMENTO NACIONAL DE VEHICULOS*. LIMA: EL PERUANO.

Velasquez Alva, M. (2017). *DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CARTAVIO – PANAMERICANA NORTE, DISTRITO DE SANTIAGO DE CAO, ASCOPE, LA LIBERTAD.*  
Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/23242>

## ANEXOS

- ESTUDIO DE SUELOS



Municipalidad Provincial de Ascope  
INSTITUTO VIAL PROVINCIAL  
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



### CONSTANCIA DE VISITA INOPINADA

Yo, Alexandre Felipe Rojas García, identificado con DNI N°70164112, con Registro CIP N° 260710, en calidad de Gerente del Instituto Vial Provincial de la Municipalidad Provincial de Ascope, dejo constancia que:

Siendo las 11:00 horas del día 02 de agosto del 2022, se apersonaron a la Gerencia del Instituto Vial Provincial de la Municipalidad Provincial de Ascope, los Srs. Alender Hugo Castillo Alfrado, identificado con DNI N° 70812272, y Jose Antonio Palacios Alvarado, identificado con DNI N° 46653103; con la finalidad de solicitar autorización para realizar calicatas en la vía provincial denominada LI-652 (Sintuco – Moncada) de una longitud de 13+558.29 km donde mi persona esta a cargo de los Mantenimiento Viales realizados en dicho lugar.



Imagen Satelital N°01: LI-652 (Google Earth)

Para lo cual se procedió al distrito de Chocope, a las coordenadas de inicio del tramo 9°136,133.37 N 698,972.60 E, indicando el lugar a excavar para su calicata con la finalidad que no afecte el trabajo de mantenimiento rutinario realizado mediante DU 070-2020, igualmente en las coordenadas 9°131,587.57 N 694,394.98 E; 9°133,920.05 N 698,198.66 E; 9°132,702.42 N 695,922.75.75 E; 9°128,767.91 N 691,960.36 E; y finalmente en las coordenadas 9°126,806.00 N 690,978.20 E perteneciente al distrito de Magdalena de Cao. Verificando que al haber realizado las calicatas, la toma de muestras, se vuelvan a rellenar y dejar el estado compactado como se encontraron.

Se deja constancia que solo se le permitió realizar seis (06) calicatas, a los interesados, indicándoles que esta vía, recién a sido intervenida mediante el DU 070-2020, y a fin de no afectar su serviciabilidad a futuro no se le autorizo a realizar mas calicatas.

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ASCOPE  
  
Ing. Alexandre Felipe Rojas García  
GERENTE  
INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE ASCOPE

Jr. Leoncio Prado 301 - Ascope

**CONSTANCIA DE VISITA INOPINADA OTORGADA POR LA  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ASCOPE**



Fotografías de las calicatas

En caso de resultar falsa la información que proporciono declaro de haber incurrido en el delito de Falsa Declaración de Proceso Administrativo – Artículo 411° del Código Penal y delito contra la FE PUBLICA – Falsificación de Documentos – Falsedad Genérica – Artículo 427° y 4387° del Código Penal en concordancia con el Artículo IV 1.7 del Título Preliminar de la Ley de procedimiento Administrativo General Ley 27444.

Atentamente,

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ASCOPE  
  
Ing. Alejandro Felipe Rojas García  
GERENTE  
INSTITUTO VIAL PROVINCIAL DE ASCOPE

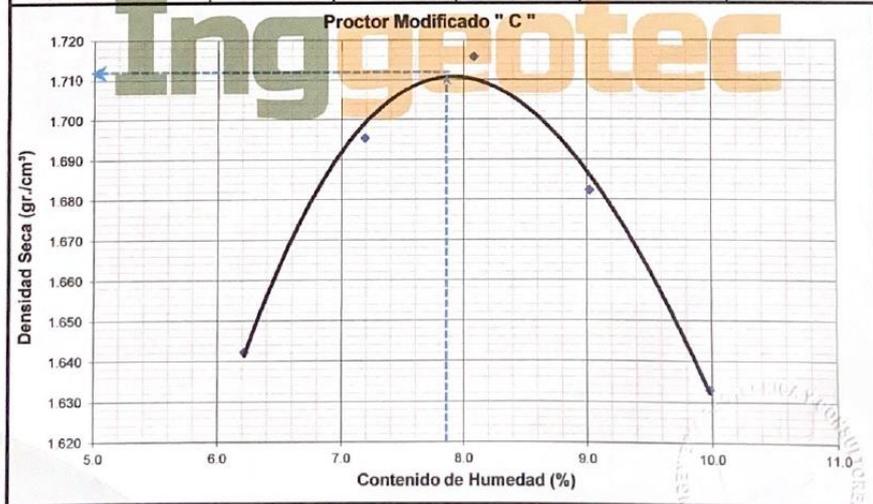
C.c  
Archivo  
AFRG

Jr. Leoncio Prado 301 - Ascope

**PANEL FOTOGRAFICO DE LA VISITA INOPINADA EN EL TRAMO  
SINTUCO MONCADA ALTA - DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO**

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCPE-LA LIBERTAD 2022				
SOLICITADO	: BACH. ALENDER HUGO CASTILLO ALFARO : BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO			MUESTRA	1
UBICACIÓN	: MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD			MATERIAL	SUBRASANTE
NORMA AFIN	: ASTM D 1557 / AASHTO T 180			UBICACIÓN	KM 0+014.00
ING° RESP	: CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ			METODO	"C"
FECHA	: 4 DE AGOSTO DEL 2022			MDS	1.711
				W <sub>op</sub>	7.95
Molde N°	1	2	3	4	5
N° capas	5	5	5	5	5
N° golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso molde (gr)	6,476	6,476	6,476	6,476	6,476
Pmh + molde (gr)	10,181	10,336	10,415	10,372	10,291
Pmh (gr)	3,705	3,860	3,939	3,896	3,815
Vmh. (cm <sup>3</sup> )	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08
Dh (gr/cm <sup>3</sup> )	1.744	1.817	1.854	1.834	1.796
Recipiente N°	a	b	c	d	e
Pt (gr)	348	357	129	354	358
Pmh + t (gr)	1,493	1,326	1,306	1,683	1,647
Pms + t (gr)	1,426	1,261	1,218	1,573	1,530
Pw (gr)	67.00	65.00	88.00	110.00	117.00
Pms (gr)	1,078.00	904.00	1,089.00	1,219.00	1,172.00
w (%)	6.22	7.19	8.08	9.02	9.98
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.642	1.695	1.716	1.682	1.633



+51 947 943 236

inggeotec.eiri@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

INGGEOPEC E.I.R.L.  
ING CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
DTE 149107

INGGEOPEC E.I.R.L.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MUESTRA 01 – SUB  
RASANTE PROGRESIVA 0+014 KM**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. TRAMO SINTUJO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022
REALIZADO	BACH. ALENDER HUACOCASTILLO ALVARADO
UBICACION	BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO
ACTIVIDAD AFIN	MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD
ING. RESP.	ASTM D1585 / ASHTO T 193
FECHA	CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ
	04 DE AGOSTO DEL 2022

**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		12	
SECCION CAPSA (gr)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr)	8721	4193	8373	4228	8075	4177
Peso del Molde (gr)	4193	4193	4193	4193	4193	4193
Peso del suelo Húmedo (gr)	4528.00	4193	4180	4193	3882	3984
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2296.38	2296.38	2296.38	2296.38	2296.38	2296.38
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.98	1.84	1.84	1.84	1.72	1.72
CAPSA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr)	2408.2	2408.2	2408.2	2408.2	2472.4	2472.4
Peso de suelo seco + Capsula (gr)	2246.1	2246.1	2246.1	2246.1	2316.10	2316.10
Peso de Agua (gr)	162.10	162.10	162.10	162.10	156.30	156.30
Peso de Capsula (gr)	592.4	592.4	592.4	592.4	592.3	592.3
Peso de Suelo Seco (gr)	1793.7	1793.7	1793.7	1793.7	1753.80	1753.80
% de Humedad	7.81	8.96	8.96	8.96	8.81	8.81
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.837	1.708	1.708	1.708	1.578	1.578

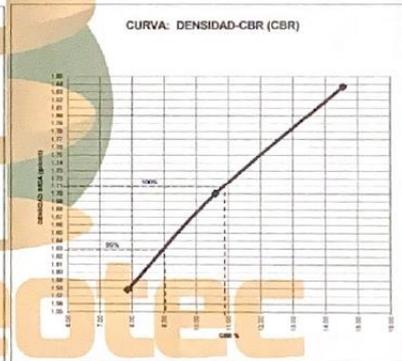
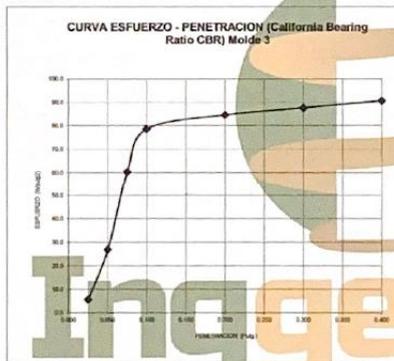
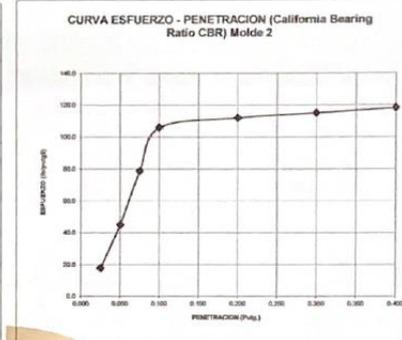
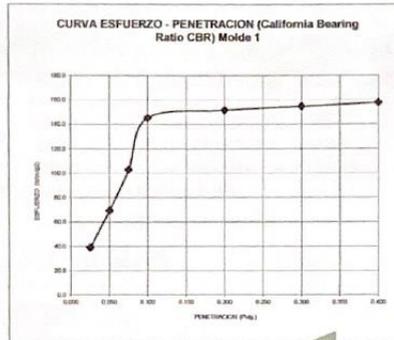
DIA	ENSAYO DE EXPANSION		ENSAYO DE EXPANSION		ENSAYO DE EXPANSION	
	LECT. DMAL	HIBCH (%)	LECT. DMAL	HIBCH (%)	LECT. DMAL	HIBCH (%)
1	0.94	0.00	0.05	0.00	0.07	0.00
2	0.06	0.50	0.06	0.20	0.08	0.14
3	0.67	0.75	0.67	0.40	0.09	0.29
4	0.09	1.25	0.09	0.40	0.10	0.43

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	56 GOLPES	LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES	LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES
PENETRACION	DMAL	DMAL	DMAL	DMAL	DMAL	DMAL	DMAL	DMAL	DMAL
0.025	36	117.2	21.8	9	33.4	17.8	5	17.0	3.7
0.050	39	208.4	49.5	18	135.5	45.2	13	80.8	20.0
0.075	37	308.7	102.9	29	235.8	78.6	23	151.1	40.4
0.100	37	426.3	146.4	38	317.8	105.5	29	238.8	78.6
0.200	33	454.5	151.5	40	336.0	112.6	31	254.0	84.7
0.300	34	463.7	154.5	41	340.2	115.1	32	263.1	87.7
0.400	35	472.8	157.6	42	354.3	118.1	33	277.2	90.7

INGGEOCE I.R.L  
ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149197





Valores Corregidos					
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	145.4	1000	14.54	1.84
2	0.1	105.9	1000	10.59	1.70
3	0.1	78.6	1000	7.86	1.58

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	151.5	1500	10.10	1.84
2	0.2	112.0	1500	7.47	1.70
3	0.2	84.7	1500	5.64	1.58

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.71
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.63
ÓPTIMO Contenido de Humedad	7.95%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	10.90%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.00%



+51 947 943 236

inggeotec.eiri@hotmail.com

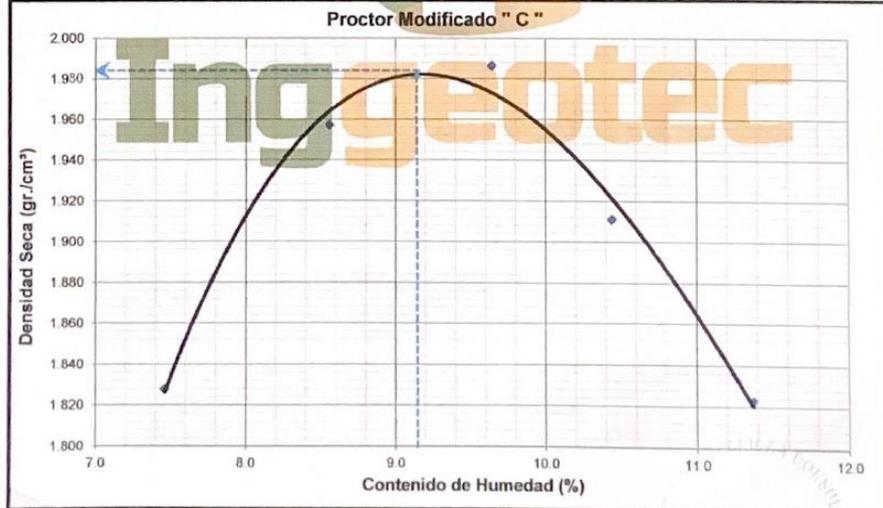
AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

INGGEOEC E I R L  
ING. CARLOS... ANCHEZ  
+51 947 943 236

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 01 – SUB RASANTE PROGRESIVA 0+014 KM**

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022				
SOLICITADO	: BACH. ALENDER HUGO CASTILLO ALFARO			MUESTRA	1
UBICACIÓN	: BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO			MATERIAL	SUBRASANTE
NORMA AFIN	: ASTM D 1557 / AASHTO T 180			UBICACIÓN	KM 3+000.00
ING° RESP	: CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ			METODO	"C"
FECHA	: 4 DE AGOSTO DEL 2022			MDS	1.982
				W <sub>op</sub>	9.20
Molde N°	1	2	3	4	5
N° capas	5	5	5	5	5
N° golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso molde (gr)	6,476	6,476	6,476	6,476	6,476
Pmh + molde (gr)	10,648	10,989	11,102	10,959	10,788
Pmh (gr)	4,172	4,513	4,626	4,483	4,312
Vmh (cm <sup>3</sup> )	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08
Dh (gr/cm <sup>3</sup> )	1.964	2.125	2.178	2.111	2.030
Recipiente N°	a	b	c	d	e
Pt (gr)	348	357	129	354	358
Pmh + t (gr)	1,529	1,473	1,573	1,634	1,543
Pms + t (gr)	1,447	1,385	1,446	1,513	1,422
Pw (gr)	82.00	88.00	127.00	121.00	121.00
Pms (gr)	1,099.00	1,028.00	1,317.00	1,159.00	1,064.00
w (%)	7.46	8.56	9.64	10.44	11.37
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.828	1.957	1.986	1.911	1.823



INGGEOPEC E.I.R.L.  
*Carlos J. Toledo Sanchez*  
ING CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149197

+51 947 943 236  
inggeotec.eirl@hotmail.com  
AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MUESTRA 02 – SUB RASANTE PROGRESIVA 3+000 KM**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CADASCOPE LA LIBERTAD 2022
SOLICITADO	ING. BACH. ALEJANDER HUACO CASTILLO ALFARO
UBICACION	ING. BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO
NORMA AFIN	MAGDALENA DE CADASCOPE - LA LIBERTAD
ING. RESP.	ASTM D1555 / AASHTO T 193
FECHA	CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ 04 DE AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4030		4030		4030	
Peso de Suelo Húmedo - Mide (gr.)	8943	8986	8713	8713	8713	8713
Peso de Mide (gr.)	3843	4108	4117	4117	4117	4117
Peso del suelo Húmedo (gr.)	5100.00	4778	4596	4596	4596	4596
Volumen de Mide (cm³)	2286.38	2250	2288	2288	2288	2288
Densidad Húmeda (g/cm³)	2.23	2.12	2.01	2.01	2.01	2.01
CAPSAJA Nº	1	2	3	3	3	3
Peso de suelo Húmedo - Capsula (gr.)	2642.6	2611.2	2582.7	2582.7	2582.7	2582.7
Peso de suelo seco - Capsula (gr.)	2461.3	2408.1	2381.10	2381.10	2381.10	2381.10
Peso de Agua (gr.)	181.30	193.30	195.60	195.60	195.60	195.60
Peso de Capsula (gr.)	562.4	505.9	562.3	562.3	562.3	562.3
Peso de Suelo Seco (gr.)	1908.9	1909.3	1828.80	1828.80	1828.80	1828.80
% de Humedad	8.50	10.11	10.70	10.70	10.70	10.70
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	2.04	1.93	1.83	1.83	1.83	1.83

**ENSAYO DE EXPANSION**

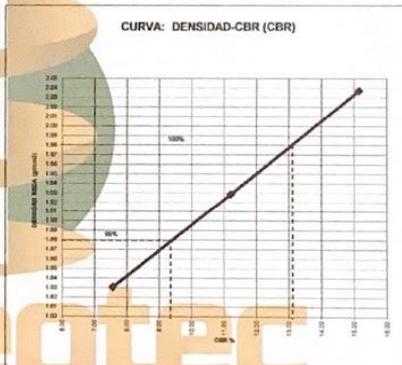
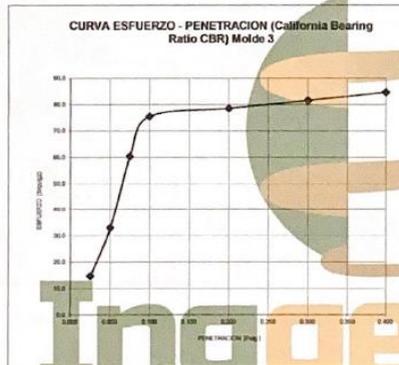
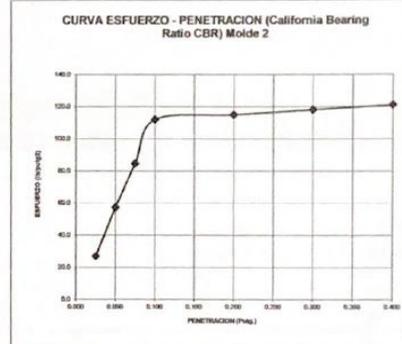
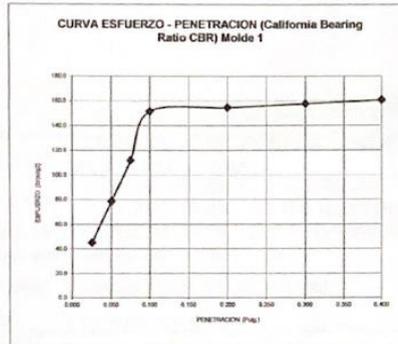
DIA	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	LECT. DIAL	FINCH (%)	LECT. DIAL	FINCH (%)	LECT. DIAL	FINCH (%)
1	0.05	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00
2	0.06	0.20	0.07	0.17	0.07	0.00
3	0.07	0.40	0.08	0.33	0.08	0.14
4	0.08	0.60	0.09	0.50	0.08	0.14

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	LECTURA	56 GOLPES	LECTURA	25 GOLPES	LECTURA	12 GOLPES
PENETRACION	DIAL	IN	DIAL	IN	DIAL	IN
0.025	58	135.5	45.2	80.8	8	44.3
0.050	20	238.8	78.8	172.0	14	99.0
0.075	80	348.0	112.0	254.0	23	131.1
0.100	100	454.0	151.0	338.0	30	225.8
0.200	54	803.7	354.8	745.2	15	444.9
0.300	55	872.8	387.8	844.3	18	500.8
0.400	56	881.9	397.9	853.4	21	510.0

INGGEOTEC E.I.R.L.  
ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149197

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION MUESTRA 02 - SUB RASANTE PROGRESIVA 3+000KM**



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	151.5	1000	15.15	2.04
2	0.1	112.0	1000	11.20	1.93
3	0.1	75.5	1000	7.55	1.83

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	154.6	1500	10.30	2.04
2	0.2	115.1	1500	7.67	1.93
3	0.2	78.6	1500	5.24	1.83

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.982
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.883
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.20%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	13.10%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.30%



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

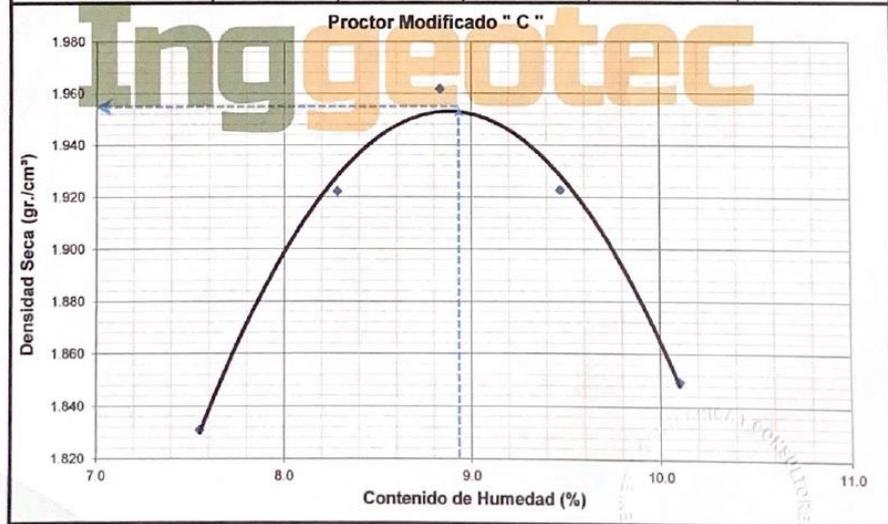
INGGÉOTEC E.I.R.L.  
ING CARLOS TOLEDO SANCHEZ  
C.R.P. 149197



**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 02 – SUB RASANTE PROGRESIVA 3+000KM**

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022				
SOLICITADO	: BACH. ALENDER HUGO CASTILLO ALFARO : BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO			MUESTRA	1
UBICACIÓN	: MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD			MATERIAL	SUBRASANTE
NORMA AFIN	: ASTM D 1557 / AASHTO T 180			UBICACIÓN	KM 6+500.00
ING° RESP	: CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ			METODO	"C"
FECHA	: 4 DE AGOSTO DEL 2022			MDS	1.947
Molde N°	1	2	3	4	5
N° capas	5	5	5	5	5
N° golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso molde (gr)	6,476	6,476	6,476	6,476	6,476
Pmh + molde (gr)	10,659	10,897	11,011	10,947	10,801
Pmh (gr)	4,183	4,421	4,535	4,471	4,325
Vmh. (cm <sup>3</sup> )	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08
Dh (gr/cm <sup>3</sup> )	1.969	2.081	2.135	2.105	2.036
Recipiente N°	a	b	c	d	e
PT (gr)	348	357	129	354	358
Pmh + t (gr)	1,644	1,638	1,546	1,683	1,764
Pms + t (gr)	1,553	1,540	1,431	1,568	1,635
Pw (gr)	91.00	98.00	115.00	115.00	129.00
Pms (gr)	1,205.00	1,183.00	1,302.00	1,214.00	1,277.00
w (%)	7.55	8.28	8.83	9.47	10.10
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.831	1.922	1.962	1.923	1.849



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

INGGEOEC E.I.R.L.  
ING CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149197

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MUESTRA 03 – SUB  
RASANTE PROGRESIVA 6+500 KM**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGALENA DE CAD-ASCOPE LA LIBERTAD 2022
SOLICITADO	BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS BLANCO
UBICACION	MAGALENA DE CAD - ASCOPE - LA LIBERTAD
NORMA AFIN	ASTM D1557 / AASHTO T 193
ING. RESP	CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ
FECHA	04 DE AGOSTO DEL 2022

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SEM SATURADO	SATURADO	SEM SATURADO	SATURADO	SEM SATURADO	SATURADO
MOLDE	56		25		12	
Nº DE GOLPES POR CAPA	450		450		450	
ESQUEMA (gr.)	9106	8807	8508	8209	7910	7611
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	4100	4228	4177	4404	4404	4404
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4013.00	4059	4059	4298	4298	4298
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2296.38	2250	2250	2298	2298	2298
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.15	2.07	2.07	1.94	1.94	1.94
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	2513.2	2476.5	2476.5	2476.5	2476.5	2476.5
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	2205.7	2204.8	2204.8	2204.8	2204.8	2204.8
Peso de Agua (gr.)	157.50	171.70	171.70	154.16	154.16	154.16
Peso de Capsula (gr.)	502.4	502.6	502.6	502.3	502.3	502.3
Peso de Suelo Seco (gr.)	1803.3	1740.9	1740.9	1722.60	1722.60	1722.60
% de Humedad	8.73	9.85	9.85	8.83	8.83	8.83
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.88	1.88	1.88	1.76	1.76	1.76

ENSAYO DE EXPANSION

DIA	LECT. DIA 1		LECT. DIA 2		LECT. DIA 3	
	LECT. DIA 1	HINCH. (%)	LECT. DIA 2	HINCH. (%)	LECT. DIA 3	HINCH. (%)
1	0.03	0.00	0.04	0.00	0.06	0.00
2	0.04	0.33	0.04	0.06	0.07	0.47
3	0.04	0.33	0.05	0.25	0.08	0.33
4	0.05	0.67	0.05	0.25	0.08	0.33

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA	LECTURA		MOLDE 1		LECTURA		MOLDE 2		LECTURA		MOLDE 3		17 GOLPES	
	DAL	mm	mm	mm	DAL	mm	DAL	mm	DAL	mm	DAL	mm	DAL	mm
0.025	27	152.4	42.1	39	62.1	29.5	8	44.3	14.8					
0.050	27	217.5	77.5	17	108.4	42.5	13	89.9	30.0					
0.075	28	317.8	102.8	31	254.0	84.7	22	172.0	57.3					
0.100	31	430.3	140.4	42	354.3	118.1	28	226.0	75.5					
0.200	32	445.4	146.5	43	363.4	121.1	29	225.8	78.0					
0.300	33	454.5	151.5	42	354.3	118.1	30	244.9	81.0					
0.400	34	463.7	154.8	43	363.4	121.1	31	254.0	84.7					

INGGEOTEC E.I.R.L.  
ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
C.P. 149157

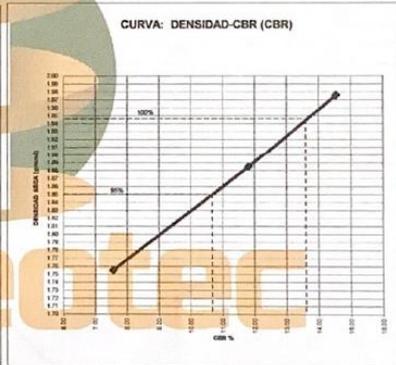
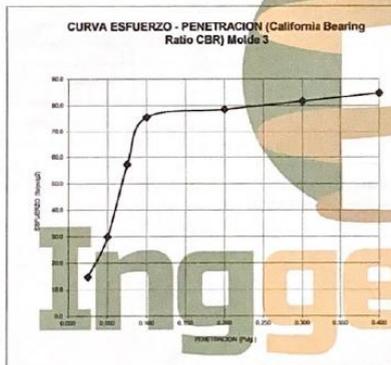
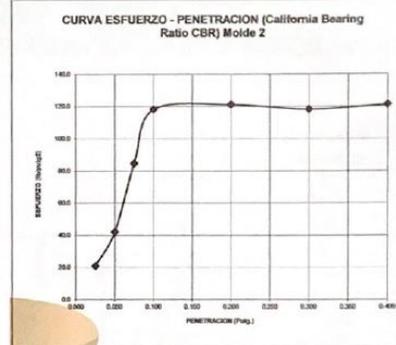
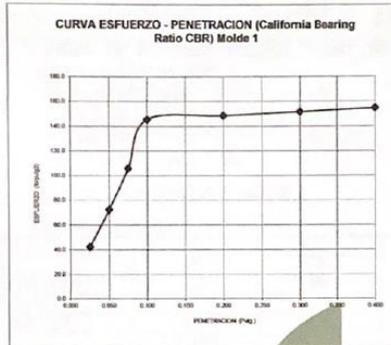


+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 03 – SUB RASANTE PROGRESIVA 6+500KM**



Valores Corregidos					
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	145.4	1000	14.54	1.98
2	0.1	118.1	1000	11.81	1.89
3	0.1	75.5	1000	7.55	1.76

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	148.5	1500	9.90	1.98
2	0.2	121.1	1500	8.08	1.89
3	0.2	78.6	1500	5.24	1.76

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.947
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.850
ÓPTIMO Contenido de Humedad	8.90%
C.B.R AI 100 % de la Máxima Densidad Seca	13.60%
C.B.R AI 95% de la Máxima Densidad Seca	10.70%



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

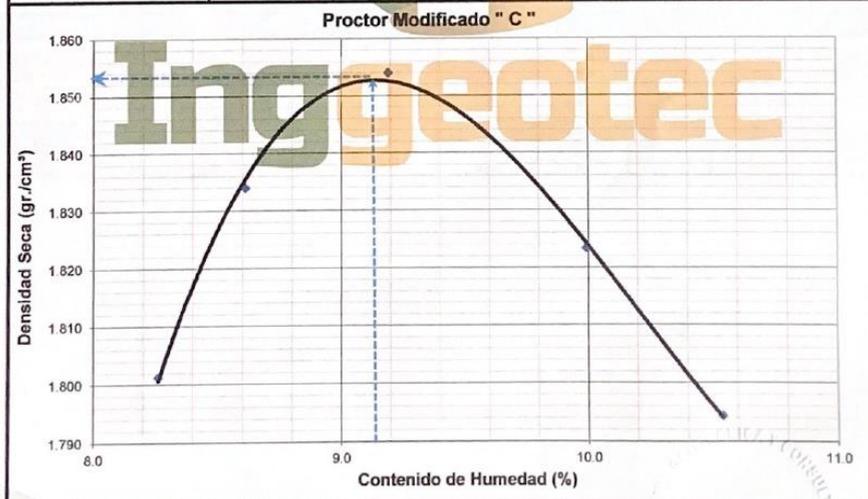
INGGEOEC E.T.R. L  
ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149197



**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 03 – SUB RASANTE PROGRESIVA 6+500KM**

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022				
SOLICITADO	: BACH. ALENDER HUGO CASTILLO ALFARO			MUESTRA	1
UBICACIÓN	: BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO			MATERIAL	SUBRASANTE
NORMA AFIN	: MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD			UBICACIÓN	KM 8+000.00
ING° RESP	: ASTM D 1557 / AASHTO T 180			METODO	"C"
FECHA	: CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ			MDS	1.853
	: 4 DE AGOSTO DEL 2022			W <sub>cp</sub>	9.18
Molde N°	1	2	3	4	5
N° capas	5	5	5	5	5
N° golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso molde (gr)	6,476	6,476	6,476	6,476	6,476
Pmh + molde (gr)	10,618	10,707	10,776	10,736	10,689
Pmh (gr)	4,142	4,231	4,300	4,260	4,213
Vmh. (cm <sup>3</sup> )	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08
Dh (gr/cm <sup>3</sup> )	1.950	1.992	2.024	2.006	1.983
Recipiente N°	a	b	c	d	e
Pt (gr)	348	357	129	354	358
Pmh + t (gr)	1,462	1,303	1,424	1,741	1,732
Pms + t (gr)	1,377	1,228	1,315	1,615	1,601
Pw (gr)	85.00	75.00	109.00	126.00	131.00
Pms (gr)	1,029.00	871.00	1,186.00	1,261.00	1,243.00
w (%)	8.26	8.61	9.19	9.99	10.54
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.834	1.854	1.823	1.794



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

INGGEOPEC E.I.R.L

ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP: 149197

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MUESTRA 04 – SUBRASANTE PROGRESIVA 8+000 KM**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MORCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAD-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022
SOLICITADO	BACH: ALEJANDER HUDO CASTILLO ALFARO
UBICACION	BACH: JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO
UBICACION	MAGDALENA DE CAD-ASCOPE - LA LIBERTAD
NORMA AFN	ASTM D 1557 / AADITTO T 103
ING. RESP.	CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ
FECHA	04 DE AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530		4530	
Peso de Suelo Humedo + Molde (gr.)	3030		879		821		321	
Peso de Molde (gr.)	410		428		417		414	
Peso del suelo Humedo (gr.)	4820		457		404		288	
Volumen de Molde (cm³)	2296.38		2250		2268		192	
Densidad Humeda (gr/cm³)	2.11		2.03		1.82			
CAPISULA Nº	1		2		3			
Peso de suelo Humedo + Capsula (gr.)	2508.4		2489.2		2518.7			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	2417.3		2287.5		2321.20			
Peso de Agua (gr.)	989.10		198.20		197.50			
Peso de Capsula (gr.)	552.4		550.8		562.3			
Peso de Suelo Seco (gr.)	1864.9		1728.9		1758.90			
% de Humedad	9.97		10.64		11.23			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm³)	1.934		1.830		1.722			

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL		HINCH. (%)		LECT. DIAL		HINCH. (%)	
	LECT. DIAL	HINCH. (%)						
1	0.03	0.00	0.04	0.00	0.06	0.06		
2	0.04	0.33	0.04	0.00	0.06	0.30		
3	0.04	0.33	0.05	0.25	0.06	0.20		
4	0.05	0.67	0.05	0.25	0.07	0.46		

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1	50 GOLPES		LECTURA	MOLDE 2	25 GOLPES		LECTURA	MOLDE 3	12 GOLPES	
			DIAL	Pen			DIAL	Pen			DIAL	Pen
0.025	39	194.5	45.2	13	89.9	20.0	9	53.4	17.8			
0.050	37	217.5	72.5	19	144.6	48.2	13	89.9	26.0			
0.075	36	217.8	105.8	33	272.2	90.2	24	190.2	43.4			
0.100	52	445.4	148.5	44	372.5	124.2	32	263.1	87.7			
0.200	53	454.5	151.5	45	381.6	127.2	33	272.2	90.7			
0.300	54	463.7	154.6	46	390.7	130.2	34	281.3	93.8			
0.400	55	472.8	157.6	47	399.8	133.3	35	290.5	96.8			

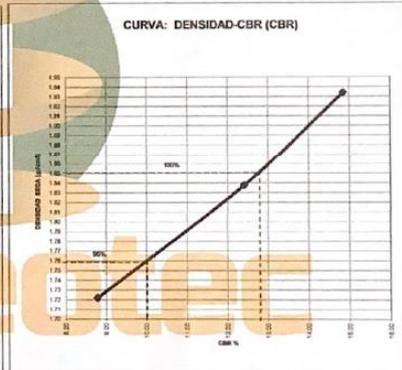
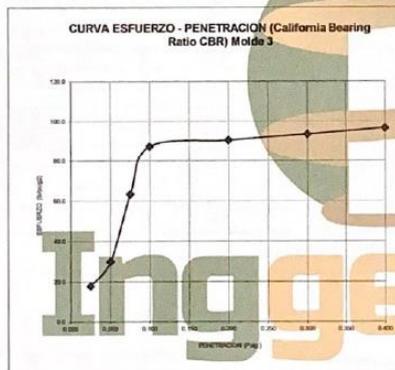
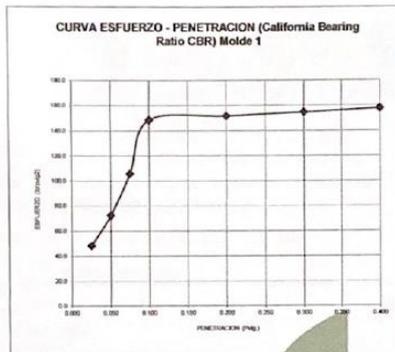
INGGEOTEC E.I.R.L.  
ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149.197

+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 04 – SUB RASANTE PROGRESIVA 8+000KM**



Valores Corregidos					
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	148.5	1000	14.85	1.93
2	0.1	124.2	1000	12.42	1.84
3	0.1	87.7	1000	8.77	1.72

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	151.5	1500	10.10	1.93
2	0.2	127.2	1500	8.48	1.84
3	0.2	90.7	1500	6.05	1.72

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.853
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.760
ÓPTIMO Contenido de Humedad	9.18%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	12.80%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	10.00%



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

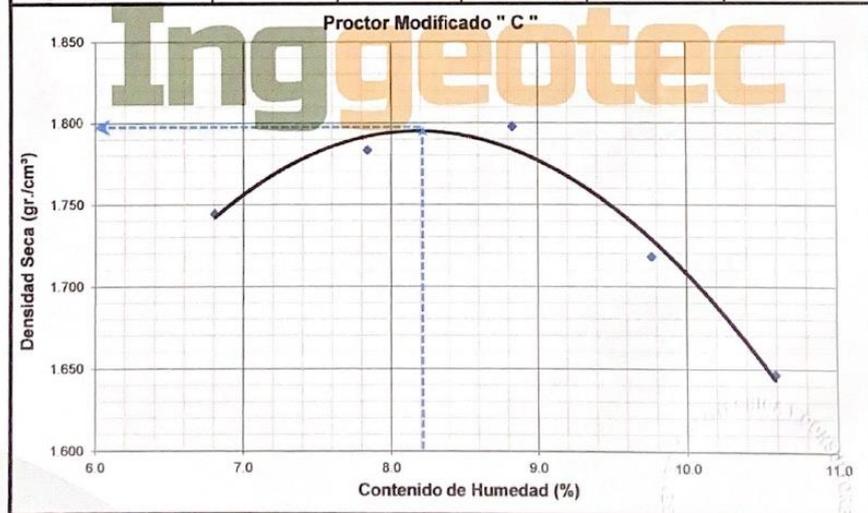
INGGEOTEC E.I.R.L.  
Ing. Carlos J. Toledo Sanchez  
CIP 149197



**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 04 – SUB RASANTE PROGRESIVA 8+000KM**

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCPE-LA LIBERTAD 2022				
SOLICITADO	: BACH. ALENDER HUGO CASTILLO ALFARO : BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO			MUESTRA	1
UBICACIÓN	: MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD			MATERIAL	SUBRASANTE
NORMA AFIN	: ASTM D 1557 / AASHTO T 180			UBICACIÓN	KM 10+000.00
ING° RESP	: CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ			METODO	"C"
FECHA	: 4 DE AGOSTO DEL 2022			MDS	1.795
				W op	8.20
Molde N°	1	2	3	4	5
N° capas	5	5	5	5	5
N° golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso molde (gr)	6,476	6,476	6,476	6,476	6,476
Pmh + molde (gr)	10,433	10,561	10,632	10,482	10,344
Pmh (gr)	3,957	4,085	4,156	4,006	3,868
Vmh. (cm <sup>3</sup> )	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08
Dh (gr/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.923	1.957	1.886	1.821
Recipiente N°	a	b	c	d	e
Pt (gr)	348	357	129	354	358
Pmh + t (gr)	1,462	1,416	1,423	1,624	1,632
Pms + t (gr)	1,391	1,339	1,318	1,511	1,510
Pw (gr)	71.00	77.00	105.00	113.00	122.00
Pms (gr)	1,043.00	982.00	1,189.00	1,157.00	1,152.00
w (%)	6.81	7.84	8.83	9.77	10.59
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.744	1.783	1.798	1.718	1.647





**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO	DESARROLLO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MUNGADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022
BOLICIONADO	BACH. ALEJANDRO HUAC CASTILLO ALFARADO
SUBCONTRATISTA	BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO
UBICACION	MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD
INDICIA AFIN	ASTM D1883/ AASHTO T 193
ING. RESP.	CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ
FECHA	04 DE AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
MOLDE	36				25				12			
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12			
SOBRECARGA (gr.)	4530				4530				4530			
Peso de Suelo Humedo + Molde (gr.)	6760				8546				8248			
Peso de Molde (gr.)	4163				4258				4177			
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4275.30				4318				4071			
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2286.38				2290				2286			
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.00				1.92				1.79			
CAPSULA Nº	1				2				3			
Peso de Suelo Húmedo + Capsula (gr.)	2467.3				2517.3				2564.7			
Peso de Suelo seco + Capsula (gr.)	2323.1				2322.7				2383.30			
Peso de Agua (gr.)	144.20				194.60				181.40			
Peso de Capsula (gr.)	552.4				523.5				522.3			
Peso de Suelo Seco (gr.)	1770.7				1794.1				1821.00			
% de Humedad	8.14				9.11				9.96			
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.820				1.758				1.632			

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIAL	LECT. DIAL	HINCH. (%)	DIAL	LECT. DIAL	HINCH. (%)	DIAL	LECT. DIAL	HINCH. (%)
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.04	0.22	0.06	0.29	0.27	0.17	0.17	0.17
3	0.04	0.47	0.04	0.26	0.47	0.17	0.17	0.17
4	0.06	1.00	0.07	0.40	0.08	0.33	0.33	0.33

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

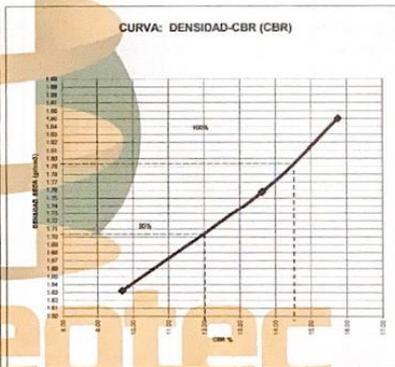
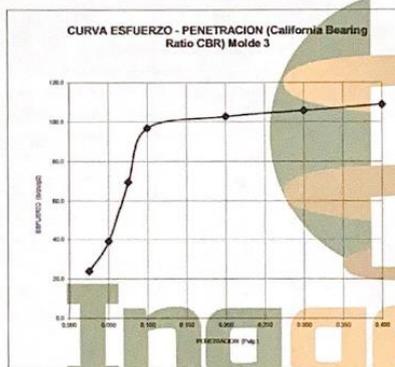
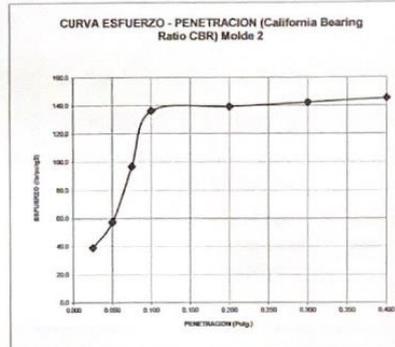
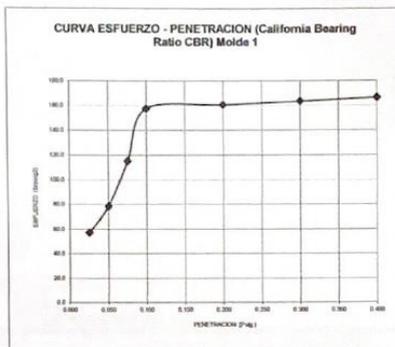
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		12 GOLPES
		DIAL	ton	DIAL	ton	DIAL	ton	
0.025	22	172.0	57.3	16	117.3	10.1	71.7	23.9
0.050	29	235.8	78.8	22	172.0	16	117.3	39.1
0.075	61	345.2	115.1	35	290.5	16.8	208.4	89.5
0.100	55	472.8	157.6	48	430.0	136.3	250.5	96.8
0.200	16	461.9	145.9	46	414.1	129.4	246.7	102.9
0.300	12	491.9	163.7	56	471.2	142.6	277.8	125.9
0.400	58	500.1	167.7	51	436.3	145.4	325.9	138.0

INGEOTEC E.I.R.L.  
CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
C.P. 149197



+51 947 943 236  
inggeotec.eirl@hotmail.com  
AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION MUESTRA 05 – SUB RASANTE PROGRESIVA 10+000KM**



**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	157.6	1000	15.76	1.85
2	0.1	136.3	1000	13.63	1.76
3	0.1	96.8	1000	9.68	1.63

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	160.6	1500	10.71	1.85
2	0.2	139.4	1500	9.29	1.76
3	0.2	102.9	1500	6.86	1.63

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.795
95% Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.705
OPTIMO Contenido de Humedad	8.20%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	14.50%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	12.00%



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

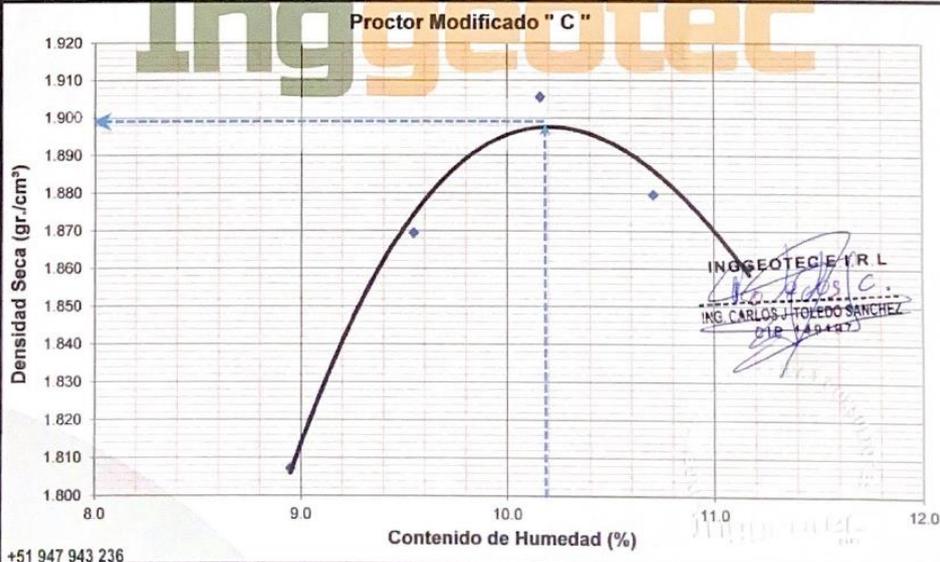
INGGEOPEC S.R.L.  
*Carlos J. Toledo*  
ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149497



**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 05 – SUB RASANTE PROGRESIVA 10+000KM**

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO	: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022				
SOLICITADO	: BACH. ALENDER HUGO CASTILLO ALFARO			MUESTRA	1
UBICACIÓN	: BACH. JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO			MATERIAL	SUBRASANTE
NORMA AFIN	: MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD			UBICACIÓN	KM 13+000.00
ING° RESP	: ASTM D 1557 / AASHTO T 180			METODO	"C"
	: CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ			MDS	1.898
FECHA	: 4 DE AGOSTO DEL 2022			W op	10.20
Molde N°	1	2	3	4	5
N° capas	5	5	5	5	5
N° golpes por capa	56	56	56	56	56
Peso molde (gr)	6,476	6,476	6,476	6,476	6,476
Pmh + molde (gr)	10,658	10,826	10,935	10,896	10,869
Pmh (gr)	4,182	4,350	4,459	4,420	4,393
Vmh. (cm <sup>3</sup> )	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08	2,124.08
Dh ( gr/cm <sup>3</sup> )	1,969	2,048	2,099	2,081	2,068
Recipiente N°	a	b	c	d	e
Pt (gr)	348	357	129	354	358
Pmh + t (gr)	1,468	1,516	1,571	1,481	1,592
Pms + t (gr)	1,376	1,415	1,438	1,372	1,468
Pw ( gr)	92.00	101.00	133.00	109.00	124.00
Pms (gr)	1,028.00	1,058.00	1,309.00	1,018.00	1,110.00
w (%)	8.95	9.55	10.16	10.71	11.17
Ds (gr/cm <sup>3</sup> )	1.807	1.869	1.906	1.880	1.860



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MUESTRA 06 – SUB  
RASANTE PROGRESIVA 13+000 KM**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO	DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022
SOLICITADO	BACH ALFONSO HUGO CASTILLO ALFARO
UBICACION	BACH JOSE ANTONIO PALACIOS ALVARADO
UBICACION	MAGDALENA DE CAO -ASCOPE- LA LIBERTAD
NORMA AFN	ASTM D1557 / AASHTO T 193
ING. RESP.	CARLOS JAVIER TOLEDO SANCHEZ
FECHA	04 DE AGOSTO DEL 2022

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SEM SATURAR	SATURADO	SEM SATURAR	SATURADO	SEM SATURAR	SATURADO
MOLDE	56		25		12	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4300		4300		4300	
Peso de Suelo Húmedo - Molde (gr.)	8851		8634		8546	
Peso de Molde (gr.)	3843		4109		4117	
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4838.00		4526		4429	
Volumen de Molde (cm³)	2296.38		2250		2268	
Densidad Húmeda (g/cm³)	2.12		2.01		1.95	
CAPSLA Nº	1		2		3	
Peso de Suelo Húmedo + Capsula (gr.)	2981.3		2244.0		2675.1	
Peso de Suelo seco + Capsula (gr.)	2464.6		2024.8		2446.00	
Peso de Agua (gr.)	196.70		219.20		229.50	
Peso de Capsula (gr.)	502.4		508.8		502.3	
Peso de Suelo Seco (gr.)	1932.2		1566.2		1933.30	
% de Humedad	10.16		11.15		12.19	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.82		1.81		1.74	

**ENSAYO DE EXPANSION**

DIA	LECT. DIAL	HRICH (%)	LECT. DIAL	HRICH (%)	LECT. DIAL	HRICH (%)
1	0.03	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00
2	0.03	0.13	0.05	0.25	0.05	0.00
3	0.04	0.33	0.06	0.50	0.06	0.20
4	0.05	0.63	0.08	0.50	0.06	0.20

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

ENSAYO DE CARGA	LECTURA	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3		12 GOLPES
		DIAL	lb	DIAL	lb	DIAL	lb	
0.025	21	102.8	34.9	15	100.1	8	53.4	17.8
0.050	28	228.8	75.5	20	183.7	14	99.5	33.0
0.075	35	329.9	109.9	31	254.0	25	149.3	46.4
0.100	53	454.5	151.5	43	382.4	34	211.3	63.9
0.200	54	463.7	154.6	45	381.6	35	200.5	60.8
0.300	55	472.8	157.6	46	380.7	36	209.6	60.9
0.400	56	481.9	160.6	47	389.8	37	208.7	63.9

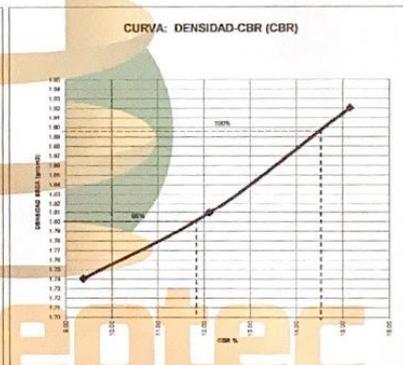
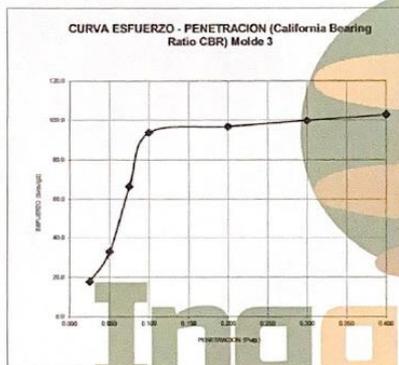
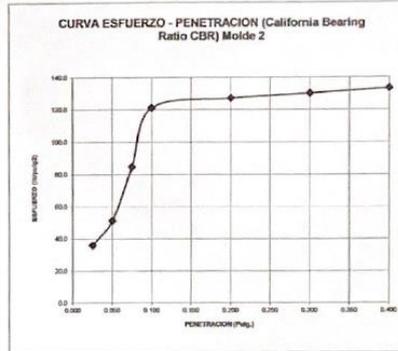
INGGEOTEC E.I.R.L.  
ING CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
CIP 149197

+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 06 – SUB RASANTE  
PROGRESIVA 13+000KM**



Valores Corregidos					
MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	151.5	1000	15.15	1.92
2	0.1	121.1	1000	12.11	1.81
3	0.1	93.8	1000	9.38	1.74

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	154.6	1500	10.30	1.92
2	0.2	127.2	1500	8.48	1.81
3	0.2	96.8	1500	6.45	1.74

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.898
95 % Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.803
ÓPTIMO Contenido de Humedad	10.20%
C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	14.50%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	11.80%



+51 947 943 236

inggeotec.eirl@hotmail.com

AA.HH. La Verónica Sec 6 Lote 22 - La Esperanza - Trujillo - La Libertad

INGGEOEC E.I.R.L  
  
 ING. CARLOS J. TOLEDO SANCHEZ  
 CIR. 149197



**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN MUESTRA 06 – SUB RASANTE  
PROGRESIVA 13+000KM**

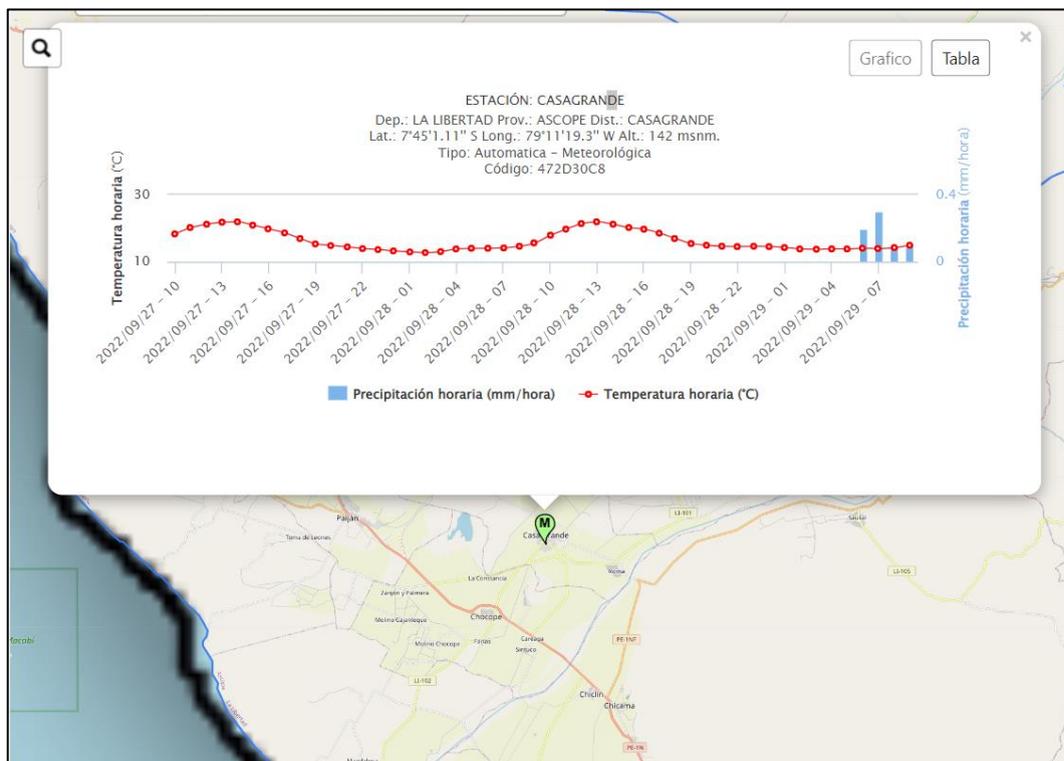
- ESTUDIO HIDROLOGICO

## MEMORIA DE CALCULO DEL ESTUDIO HIDROLOGICO

### 1. Análisis y Revisión de Estudios Anteriores

La estación considerada ha sido la Estación Pluviométrica Casa Grande, ubicada en el área geográfica del proyecto.

- Con base en datos del SENAMHI, la estación Casa Grande se ubicaría en el Distrito Casa Grande de la Provincia de Ascope en el Departamento de La Libertad entre los años 2017 y 2022.
- Por esto tomaremos los registros para los análisis hidrológicos, que se encuentran más próximas a nuestro proyecto, y por lo tanto son más representativas.



**Figura 01.** Ubicación de la Estación Casa Grande

Fuente: SENAMHI



**Figura 02.** Ubicación de la Estación Casa Grande

Fuente: Google Earth

## 2. Precipitación Máxima en 24 horas – Estación Casa Grande

Dado que no existen estaciones de aforo en la región de estudio que puedan utilizarse para estimar directamente los caudales de diseño , tendremos que basarnos en la precipitación máxima de 24 horas reportada por los pluviómetros oficiales del SENAMHI para hacerlo.

Estación	Ubicación					Altitud (msnm)	Periodo de Registro
	Latitud	Longitud	Distrito	Provincia	Departamento		
Casa Grande	7°45'1.11"	79°11'19.3"	Casa Grande	Ascope	La Libertad	142.0 msnm	2017-2022

**Tabla 01.** Estación pluviométrica Casa Grande

Fuente: SENAMHI

En las tablas a continuación, encontrará los datos del SENAMHI específicos de la estación que pudimos recopilar.

ESTACION : CASA GRANDE

LAT : 7°45'1.11"

DPTO : LA LIBERTAD

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

LONG : 79°11'19.3"

PROV : ASCOPE

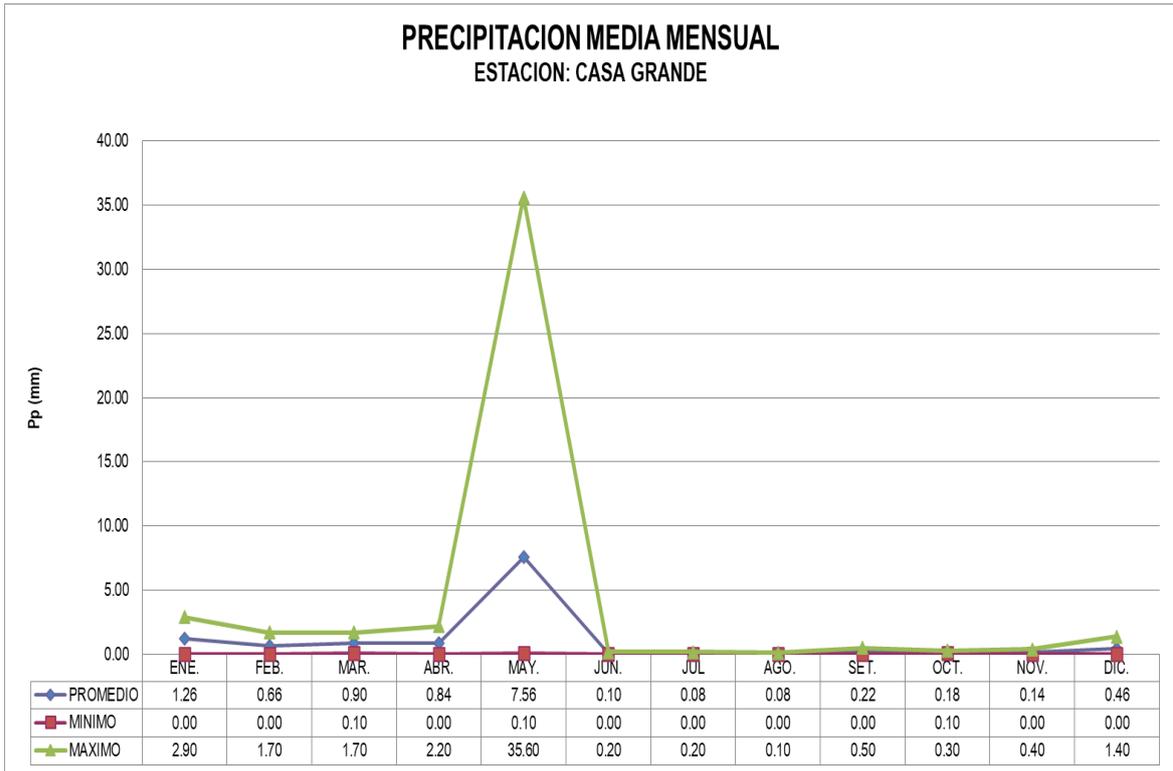
ALT : 142.00 msnm

DIST : CASA GRANDE

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAX.
2017	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	0.1	0.1	0.1	0.2	0	0	0.2
2018	2.9	1.3	1.6	2.2	0.6	0.2	0.2	0	S/D	0.1	0.4	0.7	2.9
2019	2.5	1.7	1.7	0.8	35.6	0.0	S/D	S/D	0.5	0.2	0.1	1.4	35.6
2020	0	0	0.4	0.9	0.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.9
2021	0.6	0	0.1	0	1	0.2	0.1	0.1	0	0.1	0.0	0.1	1.0
2022	0.3	0.3	0.7	0.3	0.1	0.1	0	0.1	0.4				0.7
<b>PROMEDIO</b>	1.26	0.66	0.90	0.84	7.56	0.10	0.08	0.08	0.22	0.18	0.14	0.46	<b>6.88</b>
<b>MINIMO</b>	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	<b>0.20</b>
<b>MAXIMO</b>	2.90	1.70	1.70	2.20	35.60	0.20	0.20	0.10	0.50	0.30	0.40	1.40	<b>35.60</b>

**Tabla 02.** Precipitación máxima en 24 horas

Fuente: Elaboración propia



**Figura 03.** Precipitación Media Mensual

Fuente: Elaboración propia

De enero a diciembre, como se ve en los datos anteriores, la estación CASA GRANDE casi no recibe precipitación mínima.

Las cantidades máximas de lluvia en la estación meteorológica de Casa Grande (más de 30 milímetros) ocurren principalmente en los meses de abril a junio.

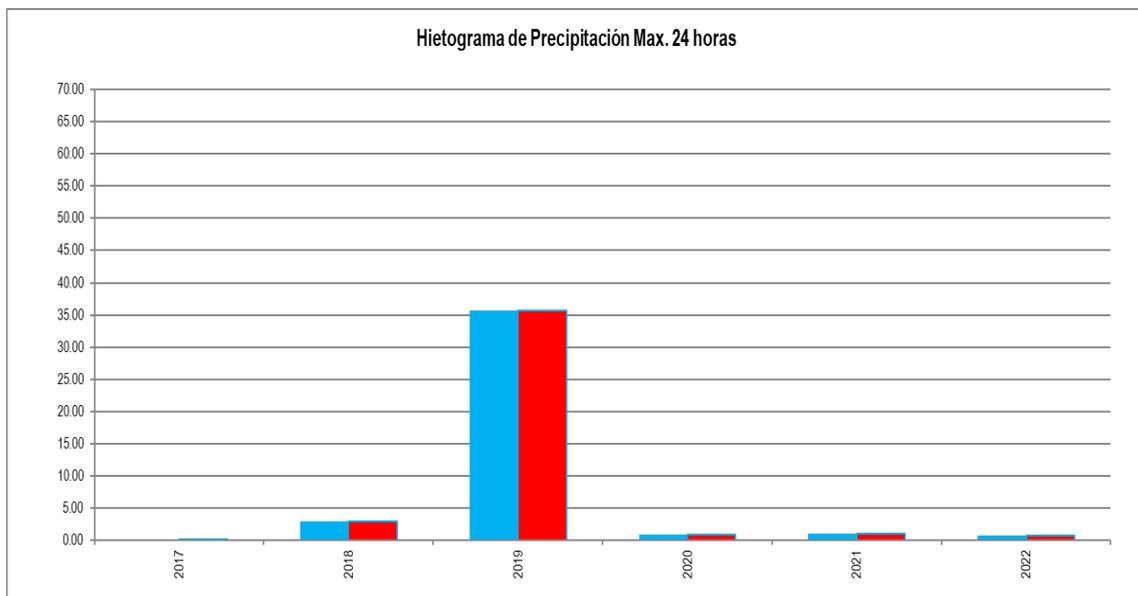
### 3. Análisis de la Intensidad Máxima y Precipitación Máxima

En el tramo en estudio los caudales de diseño se han calculado en base a la información de lluvias máximas registradas en la estación de CASA GRANDE.

<b>REGISTROS HISTORICOS DE PRECIPITACIONES MAXIMA 24 horas</b>		
n	AÑOS DE REGISTRO	CASA GRANDE
		Max. Anual
1	2017	0.20
2	2018	2.90
3	2019	35.60
4	2020	0.90
5	2021	1.00
6	2022	0.70

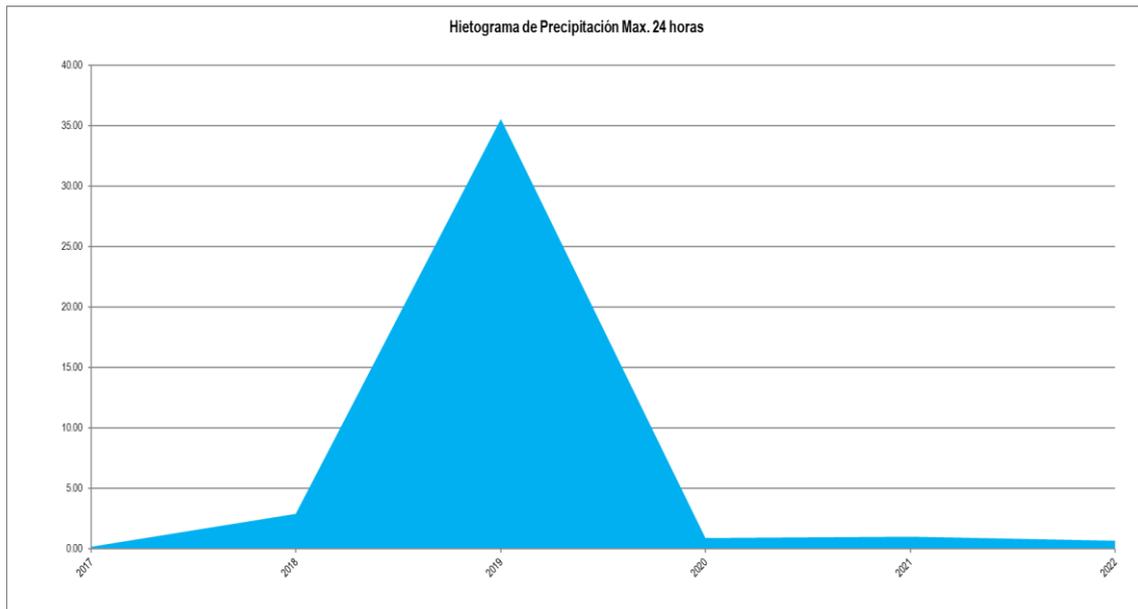
**Figura 04.** Registros Históricos de Precipitaciones Máximas 24horas

Fuente: Elaboración propia



**Figura 05.** Hietograma de Precipitaciones Max.24 horas.

Fuente: Elaboración propia

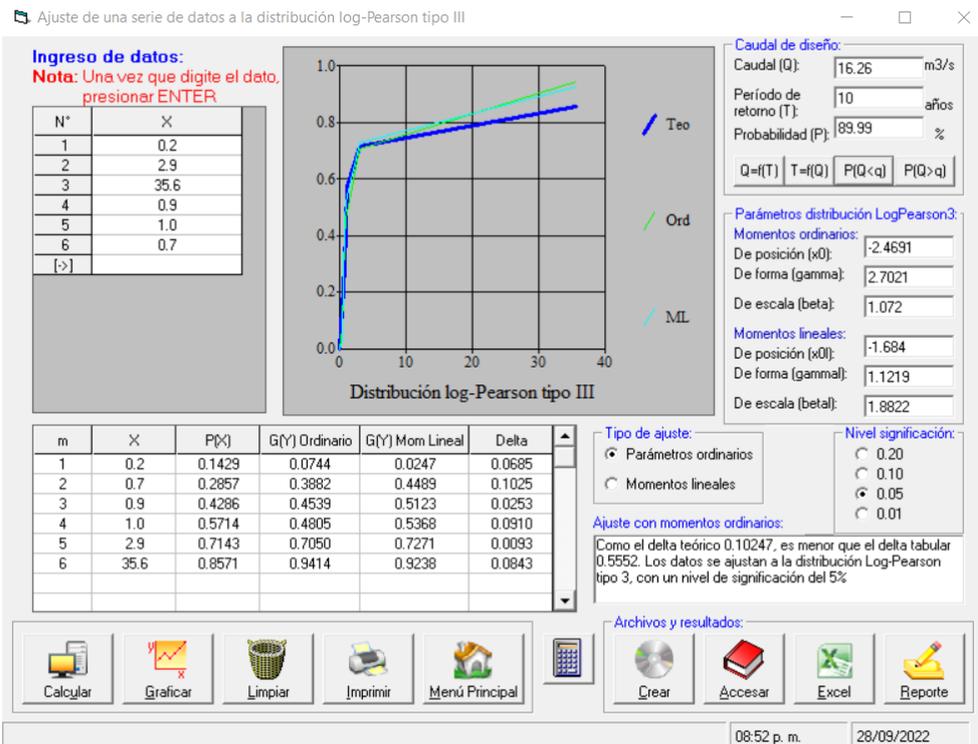


**Figura 06.** Hietograma de PrecipitacionesMax.24 horas.

Fuente: Elaboración propia

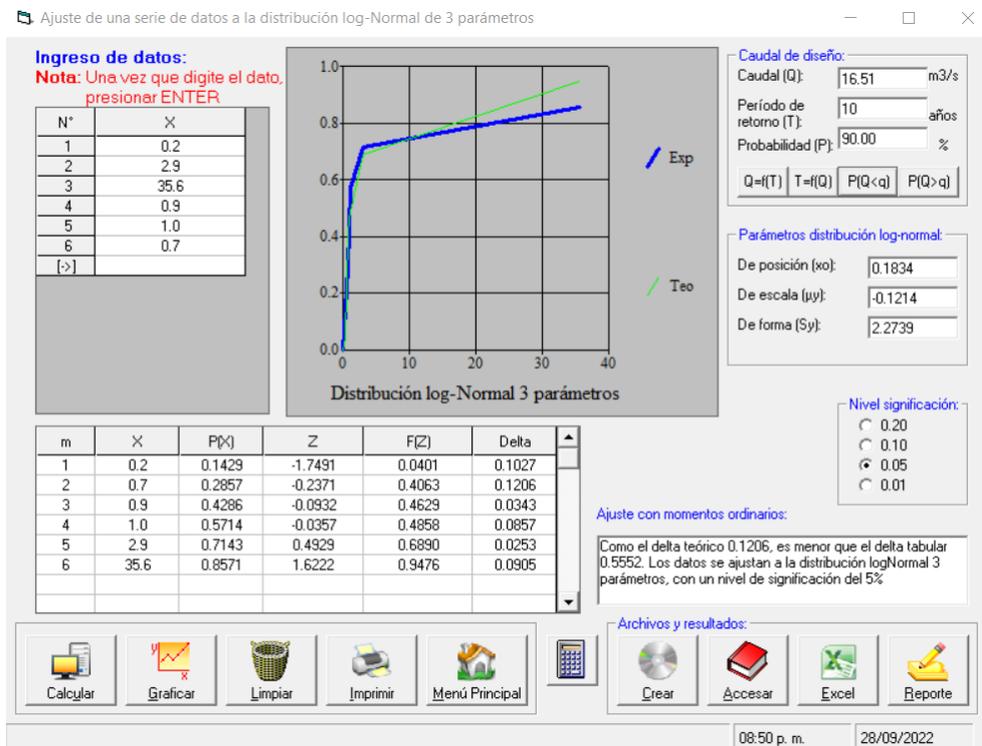
#### **4. Resultados de los Análisis**

Los valores históricos de precipitación máxima en 24 horas e Intensidades Máximas, se ajustaron a las distribuciones teóricas Normal, Log Normal 2 parámetros, Log Normal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, Log Pearson Tipo III, Gumbel y Log Gumbel.



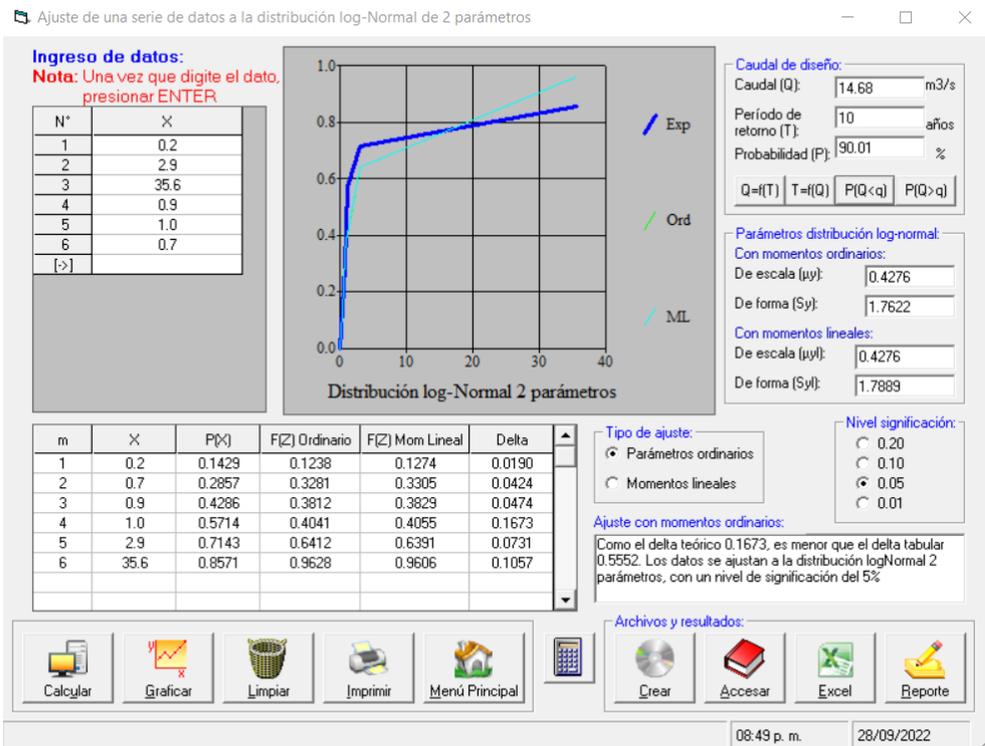
**Figura 07.** Resultados con distribución Log-Pearson Tipo III

Fuente: Elaboración propia



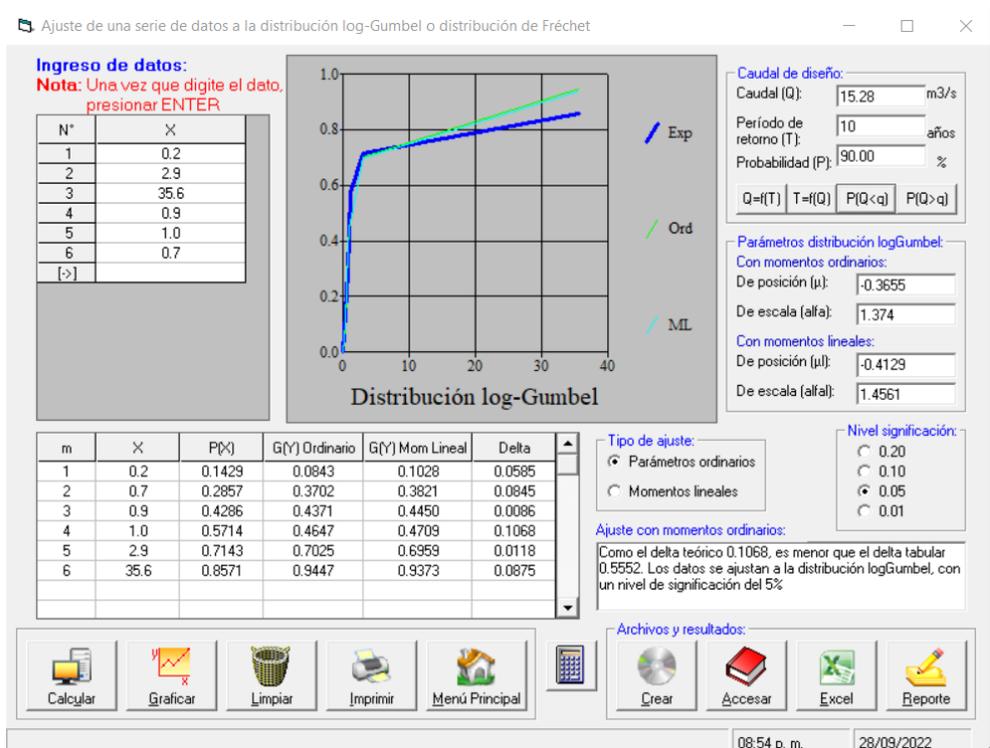
**Figura 08.** Resultados con distribución Log-Normal de 3 parámetros

Fuente: Elaboración propia



**Figura 09.** Resultados con distribución Log-Normal de 2 parámetros

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Resultados con distribución Log-Gumbel

Fuente: Elaboración propia

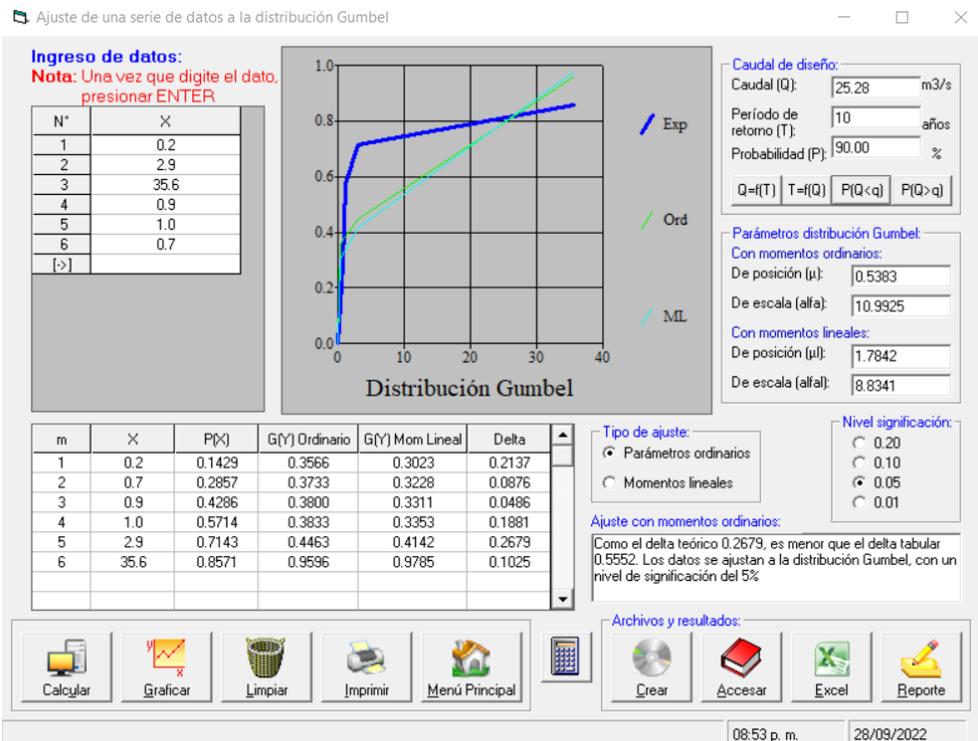


Figura 11. Resultados con distribución Gumbel

Fuente: Elaboración propia

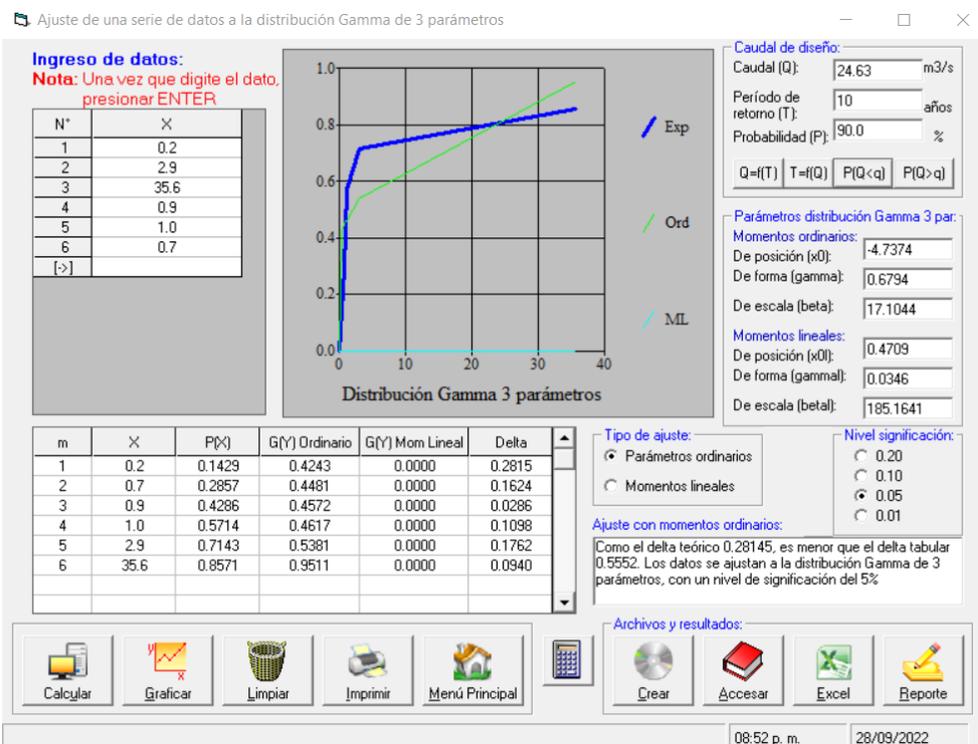
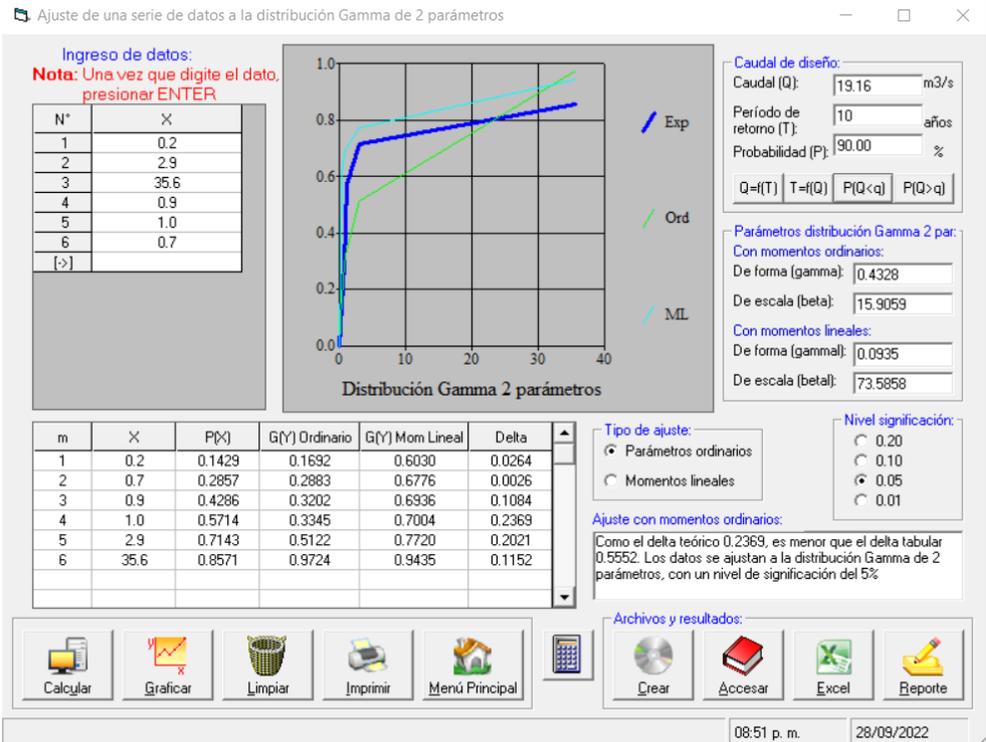


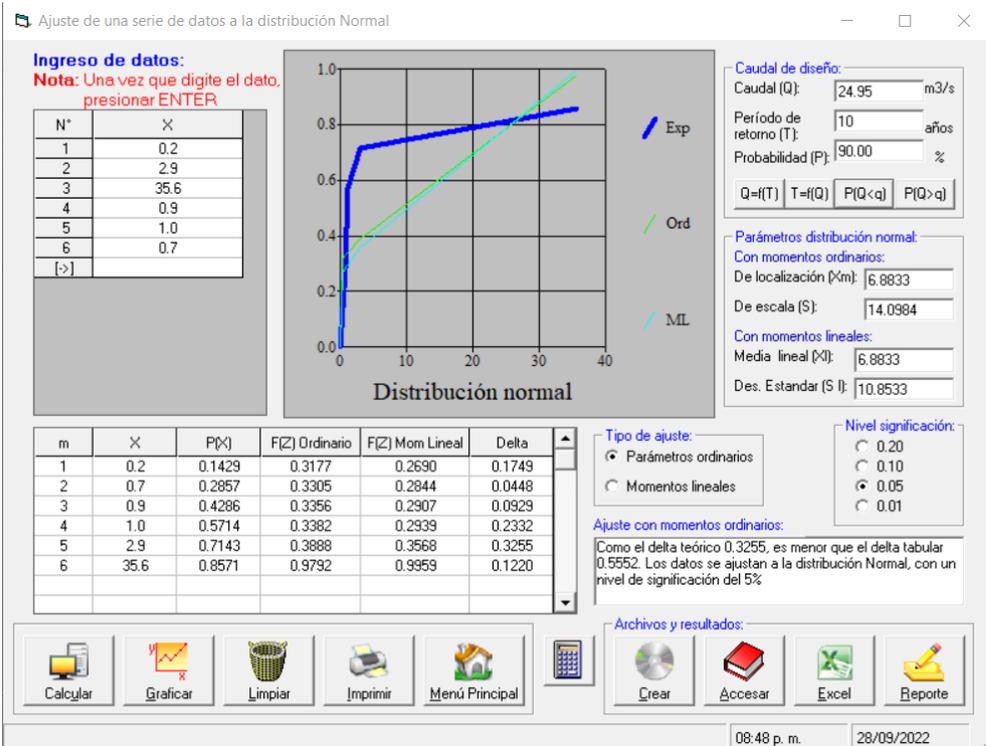
Figura 12. Resultados con distribución Gamma de 3 parámetros

Fuente: Elaboración propia



**Figura 13.** Resultados con distribución Gamma de 2 parámetros

Fuente: Elaboración propia



**Figura 14.** Resultados con distribución Normal

Fuente: Elaboración propia

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas se adapta mejor a la información histórica, se ha utilizado la prueba Kolmogorov – Smirnov, debida a que se aplica a cualquier distribución.

RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE BONDAD DE MEJOR AJUSTE KOLMOGOROV-SMIRNOV		
DISTRIBUCION	CASA GRANDE	
	D calc. Max. (1)	D tabla (2)
Normal	0.3255	0.5552
LN2P	0.1673	0.5552
LN3P	0.1206	0.5552
Ga2P	0.2369	0.5552
Ga3P	0.2815	0.5552
Log-Pearson tipo III	0.1025	0.5552
Gumbel	0.2679	0.5552
LogGumbel	0.1068	0.5552
Mejor ajuste	Log-Pearson tipo III	

Notas : (1) Resumen de resultados

(2) Los datos se ajustan a la distribución con un nivel de significancia del 5%

**Figura 15.** Resultados de los Análisis de Bondad

Fuente: Elaboración propia

Utilizando modelos de lluvia-escorrentía, los caudales máximos se determinarán con base en la mayor cantidad y la mayor intensidad de lluvia durante un período de 24 horas.

MAXIMA PRECIPITACION DIARIA DE LA DISTRIBUCION DE MEJOR AJUSTE SEGÚN Tr		
DISTRIBUCION	CASA GRANDE	
	Periodo de Retorno	P máx.
Log-Pearson tipo III	500	3129.50
	200	983.17
	100	399.33
	50	158.31
	25	61.01
	20	44.54
	10	16.26
	5	5.55

**Figura 16.** Resultados de Máxima Precipitación Diaria.

Fuente: Elaboración propia

Las precipitaciones máximas obtenidas, son representativos para la estación meteorológica a la cual pertenecen los datos básicos pluviométricos. Por esto, dichas precipitaciones son llevados a valores representativos para el área de la cuenca o zona que involucra a las diferentes estructuras de drenaje.

El gráfico adjunto muestra el comportamiento homogéneo de las precipitaciones máximas en el ámbito de la zona de estudio, valor representativo de las cuencas en evaluación.

PRECIPITACIONES MAXIMAS ESTACION ESTACION CASA GRANDE (mm)											
Tr Años	P. Máx. 24 H.	Duración en minutos									
		5	10	15	20	30	60	120	180	360	720
500	3129.50	759.67	903.41	999.79	1074.34	1188.95	1413.91	1681.43	1860.81	2212.89	2631.59
200	983.17	238.66	283.82	314.09	337.52	373.52	444.20	528.24	584.60	695.21	826.74
100	399.33	96.94	115.28	127.57	137.09	151.71	180.42	214.55	237.44	282.37	335.80
50	158.31	38.43	45.70	50.58	54.35	60.14	71.52	85.06	94.13	111.94	133.12
25	61.01	14.81	17.61	19.49	20.94	23.18	27.56	32.78	36.28	43.14	51.30
20	44.54	10.81	12.86	14.23	15.29	16.92	20.12	23.93	26.48	31.49	37.45
10	16.26	3.95	4.69	5.19	5.58	6.18	7.35	8.74	9.67	11.50	13.67
5	5.55	1.35	1.60	1.77	1.91	2.11	2.51	2.98	3.30	3.92	4.67

**Tabla 03.** Resultados de Máxima Precipitación Diaria.

Fuente: Elaboración propia

- **A partir de la precipitación**

La obtención de las intensidades de lluvia a partir de precipitaciones máximas, para poder estimarlas se recurrió al principio conceptual, referente a que los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración aparecen, en el mayor de los casos, marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

Existen varios modelos para estimar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas. Uno de ellos es el modelo de Frederick Bell que permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años. La expresión es la siguiente:

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

Donde:

t = Duración en minutos

T = Periodo de retorno en años

$P_t^T$  = Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años

$P_{60}^{10}$  = Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

El valor de  $P_{60}^{10}$ , puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

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

**Donde:**

I= intensidad máxima en mm/h

a, b= parámetros del modelo; 0.4602, 0.876, respectivamente.

P24= precipitación máxima en 24 horas

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/min)

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

T = período de retorno en años

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

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log (I)} = \text{Log (K)} + m \text{Log (T)} - n \text{Log (t)}$$

$$\text{O bien: } Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde:

$$Y = \text{Log (I)}, \quad a_0 = \text{Log K}$$

$$X_1 = \text{Log (T)} \quad a_1 = m$$

$$X_2 = \text{Log (t)} \quad a_2 = -n$$

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de las intensidades máximas calculadas anteriormente, mediante regresión múltiple.

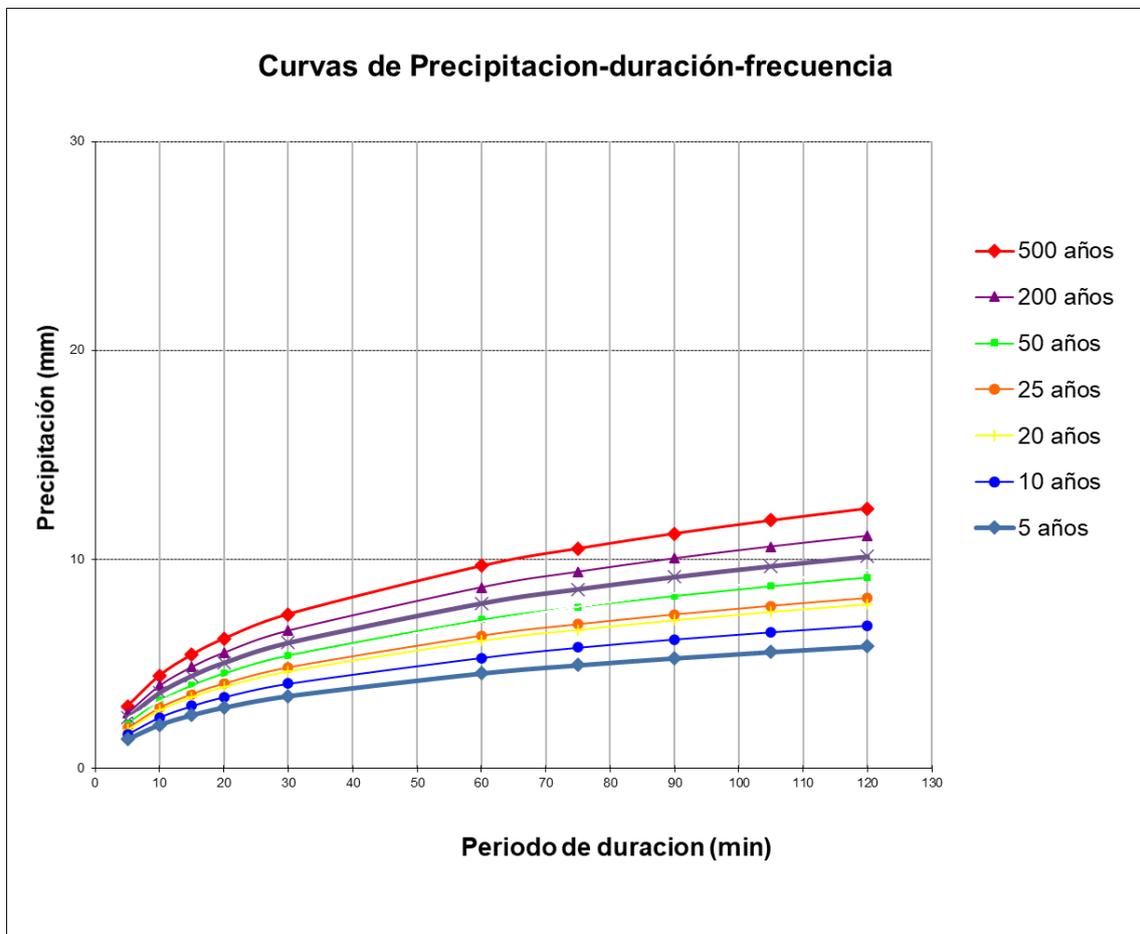
**LLUVIAS MAXIMAS (mm) Estación CASA GRANDE**

T (años)	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	3129.50	2.97	4.45	5.44	6.20	7.38	9.69
200	983.17	2.66	3.98	4.86	5.55	6.60	8.67
100	399.33	2.42	3.62	4.43	5.06	6.01	7.90
50	158.31	2.18	3.27	4.00	4.56	5.43	7.12
25	61.01	1.95	2.91	3.56	4.07	4.84	6.35
20	44.54	1.87	2.80	3.42	3.91	4.65	6.10
10	16.26	1.63	2.45	2.99	3.41	4.06	5.30
5	5.55	1.40	2.09	2.56	2.92	3.47	4.56

Fuente: Aplicación Modelo de Bell

**Figura 17.** Lluvias máximas (mm)

Fuente: Elaboración propia



**Figura 18.** Curva de Precipitación – Duración - Frecuencia

Fuente: Elaboración propia

**INTENSIDADES MAXIMAS (mm/hora) Estación CASA GRANDE**

T (años)	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	3129.50	35.70	26.70	21.80	18.60	14.80	9.70
200	983.17	31.90	23.90	19.50	16.60	13.20	8.70
100	399.33	29.10	21.70	17.70	15.20	12.00	7.90
50	158.31	26.20	19.60	16.00	13.70	10.90	7.10
25	61.01	23.40	17.50	14.30	12.20	9.70	6.40
20	44.54	22.50	16.80	13.70	11.70	9.30	6.10
10	16.26	19.60	14.70	12.00	10.20	8.10	5.30
5	5.55	16.80	12.50	10.20	8.70	6.90	4.60

**Figura 19.** Intensidades Máximas mm/hora

Fuente: Elaboración propia

**Resultado del Análisis de Regresión:**

Constante	1.90786		Log K= 1.9079 K= 80.88 m= 0.163 n= 0.528 $I = \frac{80.88 T^{0.163}}{t^{0.528}}$ Donde: I= mm/h T= años t= minutos
Err. estándar de est.Y	0.017730759		
R cuadrada	0.991449902		
Núm. de observaciones	49		
Grado de libertad	48		
Coficiente(s) X	0.162644897	-0.5277752	
Error estándar de coef.	0.00441063	0.008234257	

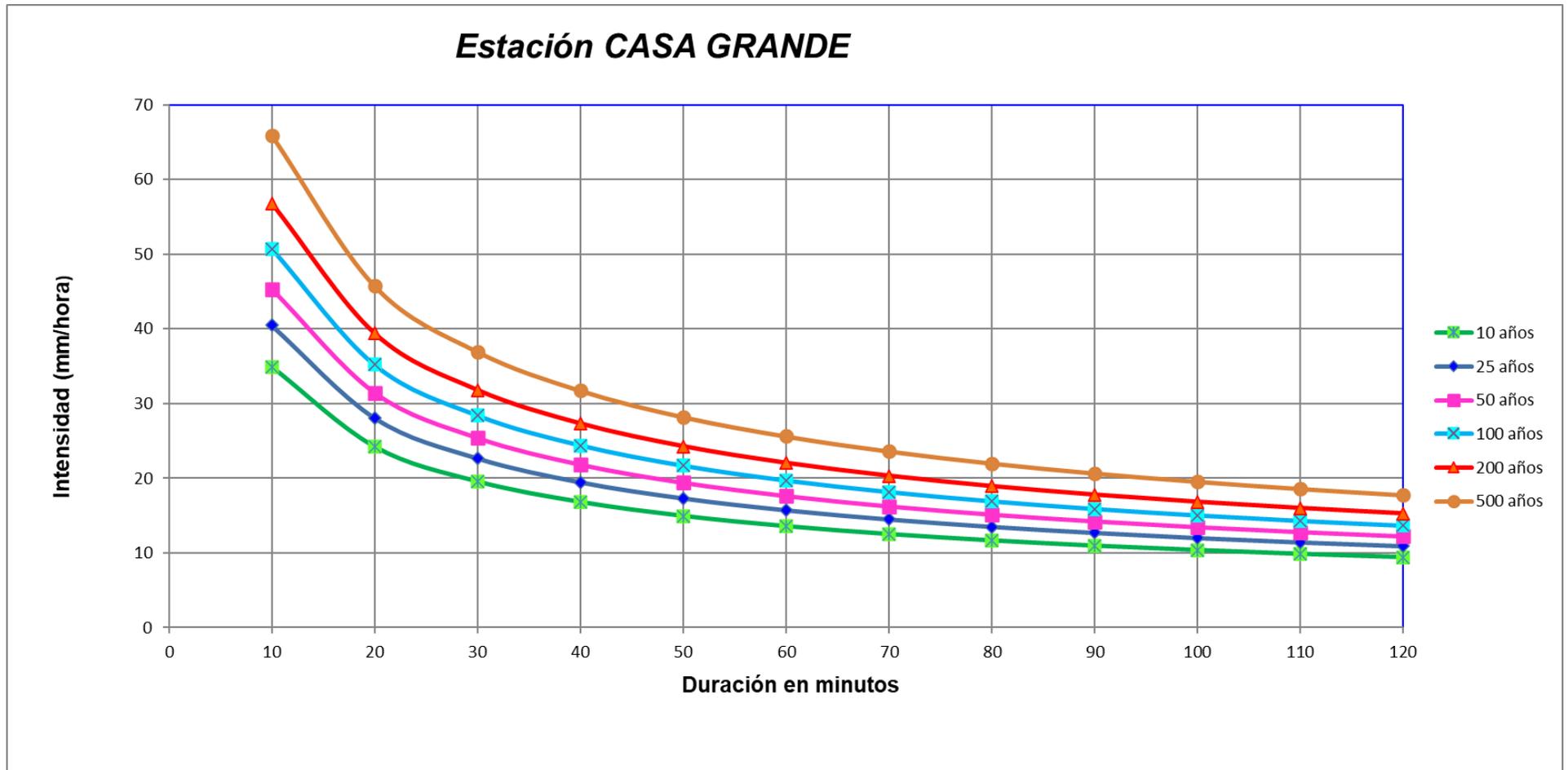
**Figura 20.** Resultados del Análisis de Regresión

Fuente: Elaboración propia

Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años						
	10 años	25 años	50 años	90 años	100 años	200 años	500 años
10	34.89	40.50	45.33	49.88	50.74	56.80	65.92
20	24.20	28.09	31.44	34.60	35.19	39.39	45.73
30	19.54	22.68	25.39	27.93	28.41	31.81	36.92
40	16.79	19.48	21.81	24.00	24.41	27.33	31.72
50	14.92	17.32	19.39	21.33	21.70	24.29	28.19
60	13.55	15.73	17.61	19.37	19.71	22.06	25.61
70	12.49	14.50	16.23	17.86	18.17	20.34	23.61
80	11.64	13.51	15.13	16.65	16.93	18.95	22.00
90	10.94	12.70	14.22	15.64	15.91	17.81	20.67
100	10.35	12.01	13.45	14.80	15.05	16.85	19.56
110	9.84	11.42	12.79	14.07	14.31	16.02	18.60
120	9.40	10.91	12.21	13.44	13.67	15.30	17.76

**Figura 21.** Periodo de Retorno

Fuente: Elaboración propia



**Figura 22.** Curva de Intensidad - Duracion

Fuente: Elaboración propia

- **ESTUDIO DE TRAFICO**

## **MEMORIA DE CALCULO DEL ESTUDIO DE TRAFICO**

### **1. TRABAJO DE CAMPO**

Se ubicó las Estación de Control E1 considerando las actividades a desarrollar, el desvío del flujo de vehículos, las condiciones físicas y las facilidades que permitirán realizar adecuadamente el levantamiento de la información requerida.

A lo largo del sector: Sintuco – Moncada Alta - Distrito de Magdalena de Cao - Provincia de Ascope - Departamento de La Libertad, en el cual se consideró la ubicación de la Estación de Control E1 en Sintuco.

De acuerdo con el planeamiento de las actividades programadas, el jefe de brigada captó y capacitó a los contadores seleccionados para desarrollar las actividades correspondientes.

La composición del equipo se realizó en función al número necesario de integrantes, de acuerdo con un rol de turnos que permitiría la adecuada rotación y el cumplimiento de las actividades correspondientes.

El día 01-08-2022, la estación E1; dieron inicio el levantamiento del aforo vehicular, consistente en la aplicación de los formatos para el conteo de tráfico vehicular.

El conteo volumétrico se realizó en las Estaciones de Control previamente identificadas y seleccionadas E1, durante un periodo de siete (07) días consecutivos las 24 horas del día. El conteo se efectuó a todos los vehículos (todos los sentidos en la vía en Estudio), en forma simultánea y continua.

A continuación, se muestra el formato de conteo vehicular:

## 2. ANALISIS DE TRAFICO

Esta actividad corresponde íntegramente al trabajo de gabinete, el tratamiento de la información de los conteos de tráfico vehicular obtenidos en campo, la cual ha sido procesada en formatos utilizando MS Excel, donde se registran a todos los vehículos por hora y día, por sentido y por tipo de vehículo.

### 2.1. Índice Medio Diario (IMD) Resultante

Los conteos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico vehicular que circulan en la vía en estudio, así como la composición vehicular, variación diaria y horaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo vehicular en índice Medio Diario Anual (IMDa), se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{IMDa} = \text{IMDsAgosto} \cdot \text{FCEAgosto}.$$

**Dónde:**

**IMDsAgosto** : Promedio diario semanal de muestra de conteo del mes de agosto.

**IMDa** : Índice Medio Diario Anual.

**FCEAgosto.** : Factor de Corrección Estacionario para el mes de agosto.

$$\text{IMDsAgosto} = (\text{VM} + \text{VMI} + \text{VJ} + \text{VV} + \text{VS} + \text{VD} + \text{VL}) / 7$$

**Dónde:**

**VM + VMI + VJ + VV + VS + VD + VL:** Son los volúmenes de tráfico vehicular registrados en los conteos en los días: lunes a domingo.

### 2.2. Ubicación de las Estaciones de Control por Tramos

La Tabla N° 1 y la Mapa N° 2, muestran la ubicación de la Estación de Control vehicular de la vía en estudio.

**Tabla N° 1: Ubicación y Programación De Las Estaciones De Control (E1)**

**Estaciones De Control Vehicular**

**Estación de Control:** E1.

**Tramo:** Sintuco Moncada Alta - Distrito de Magdalena de Cao - Provincia de Ascope  
- Departamento de La Libertad.

**Ubicación:** Km 00+000 de la vía en estudio.

**Coordenadas:** Norte= 9136133.00y Este = 698976.00

**Fechas:** Del lunes 01 de agosto al domingo 07 de agosto del 2022.

Fuente: Elaboración propia.



**Mapa N° 1: Ubicación de la estación de control (E1).** Fuente: Google Earth.

### **2.3. Procesamiento de datos**

Luego de consolidar y dar consistencia a la información obtenida del conteo de tráfico vehicular en la Estación de Control E1 (Km 00+000 de la vía en estudio), se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía por tipo de vehículos y sentido, así como el consolidado de todos los sentidos registrados.

Se elaboro los cuadros de los conteos de tráfico vehicular de los siete días de la semana del 01/08/2022 al 07/08/2022 para la Estación de Control E1 (Km 00+000

de la vía en estudio), la información del anexo contiene el flujo vehicular por hora y por tipo de vehículos en valores absolutos y en valores porcentuales.

En la Tabla N° 2, se resumen los resultados referidos al conteo volumétrico de tráfico vehicular de la Estación de Control E1 (Km 00+000 de la vía en estudio), la clasificación diaria por sentido, los promedios del tráfico de la semana. El promedio de tráfico vehicular de la semana se ha obtenido aplicando la fórmula indicada en la metodología descrita.

**Tabla N° 2: Resultados Del Conteo Vehicular (Estación De Control - E1)**

TIPO DE VEHICULO	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	TOTAL SEMANAL	IMDs	FC	IMDa
AUTO	2	7	4	17	11	13	16	70	10	1.02161491	10
STATION WAGON	7	10	6	21	20	13	14	91	13	1.02161491	13
CAMIONETAPICK-UP	13	13	26	20	27	13	15	127	18	1.02161491	18
CAMIONETA PANEL	2	0	0	0	2	0	3	7	1	1.02161491	1
RURAL COMBI	12	16	18	18	30	18	13	125	18	1.02161491	18
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.02161491	0
BUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
BUS >=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
CAMION 2E	5	6	7	14	17	7	4	60	9	1.04798851	9
CAMION 3E	7	5	6	10	15	5	5	53	8	1.04798851	8
CAMION 4E	8	6	3	5	11	0	2	35	5	1.04798851	5
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	2	2	2	2	2	2	2	14	2	1.04798851	2
SEMI TRAYLER 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
SEMI TRAYLER >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
TRAYLER >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.04798851	0
<b>TOTAL</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	<b>72</b>	<b>107</b>	<b>135</b>	<b>71</b>	<b>74</b>	<b>582</b>	<b>84</b>		<b>84</b>

**Fuente: Elaboración propia.**

## 2.4. Índice Medio Diario Anual (IMDa)

El IMDa se obtiene multiplicando el promedio diario de la semana (IMDs), por el Factor de Corrección Estacionario del mes de Agosto (mes en el que se realizó el trabajo de campo).

### a. Resultados en Estación de Control - E1:

El Índice Medio Diario Anual en la Estación de Control es de 84 vehículos.

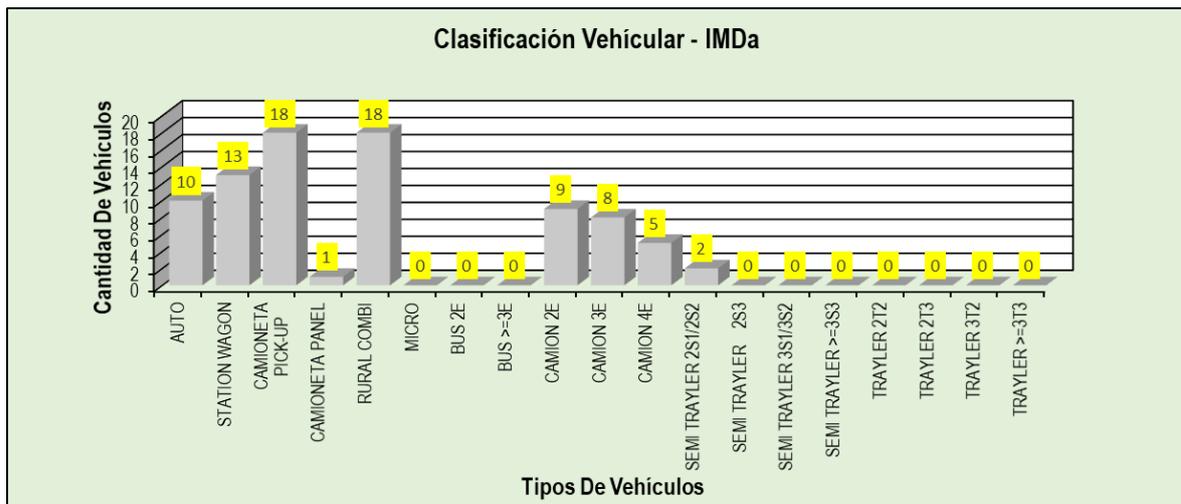
En la Tabla N.º 3 y el Gráfico N.º 1 se presentan la composición del IMDs e IMDa así como su clasificación vehicular.

**Tabla N° 3: Índice Medio Diario Anual (Estación De Control - E1)**

TRAFICO VEHICULAR IMD Corregido (Veh/dia)				
TIPO DE VEHICULO	IMDs	FC	IMDa	DISTRIB.
AUTO	10	1.02161491	10	11.90%
STATION WAGON	13	1.02161491	13	15.48%
CAMIONETA PICK-UP	18	1.02161491	18	21.43%
CAMIONETA PANEL	1	1.02161491	1	1.19%
RURAL COMBI	18	1.02161491	18	21.43%
MICRO	0	1.02161491	0	0.00%
BUS 2E	0	1.04798851	0	0.00%
BUS >=3E	0	1.04798851	0	0.00%
CAMION 2E	9	1.04798851	9	10.71%
CAMION 3E	8	1.04798851	8	9.52%
CAMION 4E	5	1.04798851	5	5.95%
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	2	1.04798851	2	2.38%
SEMI TRAYLER 2S3	0	1.04798851	0	0.00%
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	0	1.04798851	0	0.00%
SEMI TRAYLER >=3S3	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER 2T2	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER 2T3	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER 3T2	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER >=3T3	0	1.04798851	0	0.00%
TOTAL	84		84	100.00%

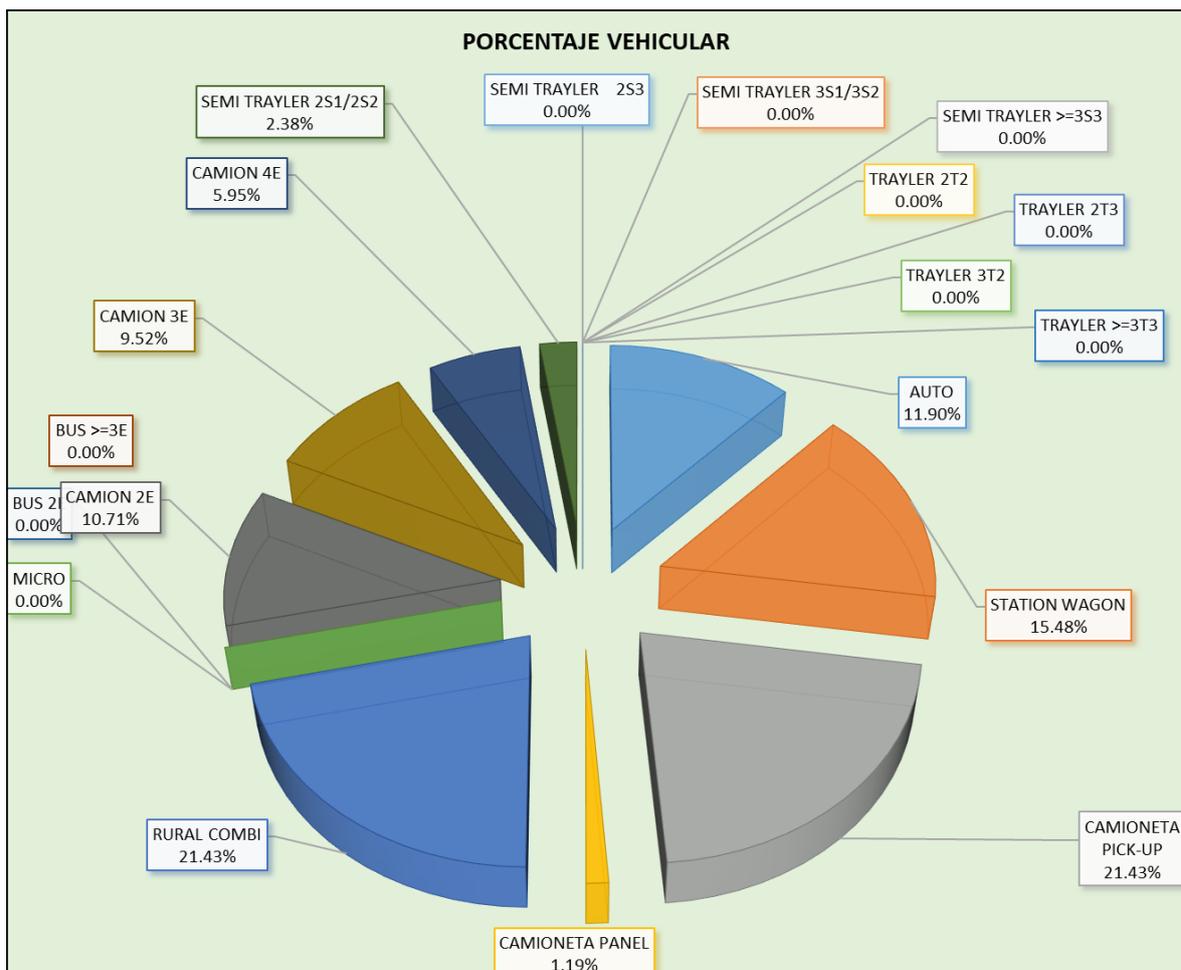
**Fuente: Elaboración propia.**

**Gráfico N° 1: Clasificación Vehicular - IMDa (Estación De Control - E1)**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 2: Porcentaje Vehicular - IMDa (Estación De Control - E1)**



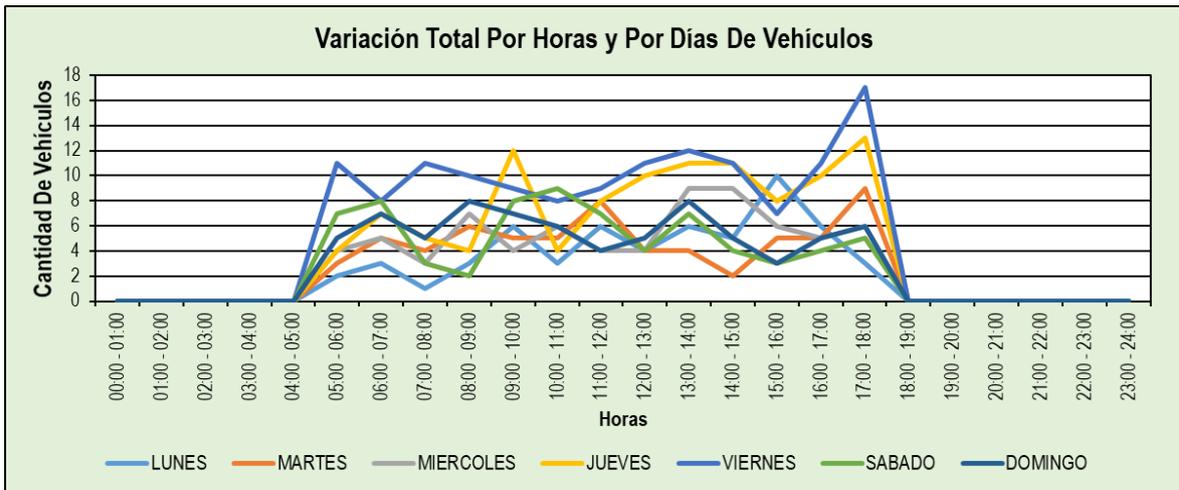
Fuente: Elaboración propia

## 2.5. Variación Horaria

### a. Estación de Control - E1:

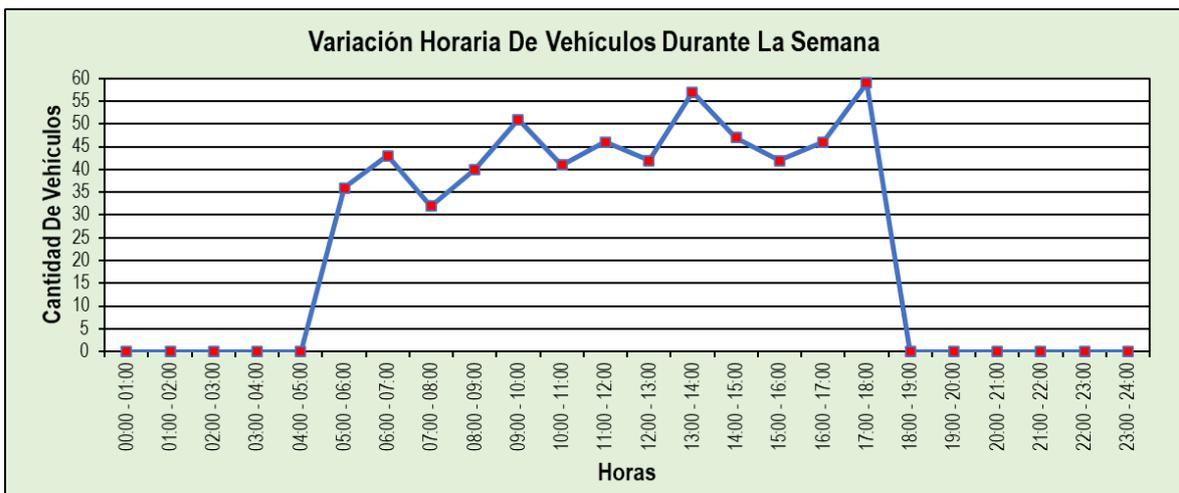
La variación horaria muestra que se presenta el mayor volumen de tráfico entre las 17 a 18 horas y entre las 7 a 8 horas se reduce progresivamente presentando el volumen más bajo, tal como se muestra en el gráfico siguiente.

**Gráfico N° 3: Variación Total Por Horas y Por Días De Vehículos (Estación De Control - E1)**



Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 4: Variación Horaria De Vehículos Durante La Semana (Estación De Control - E1)**



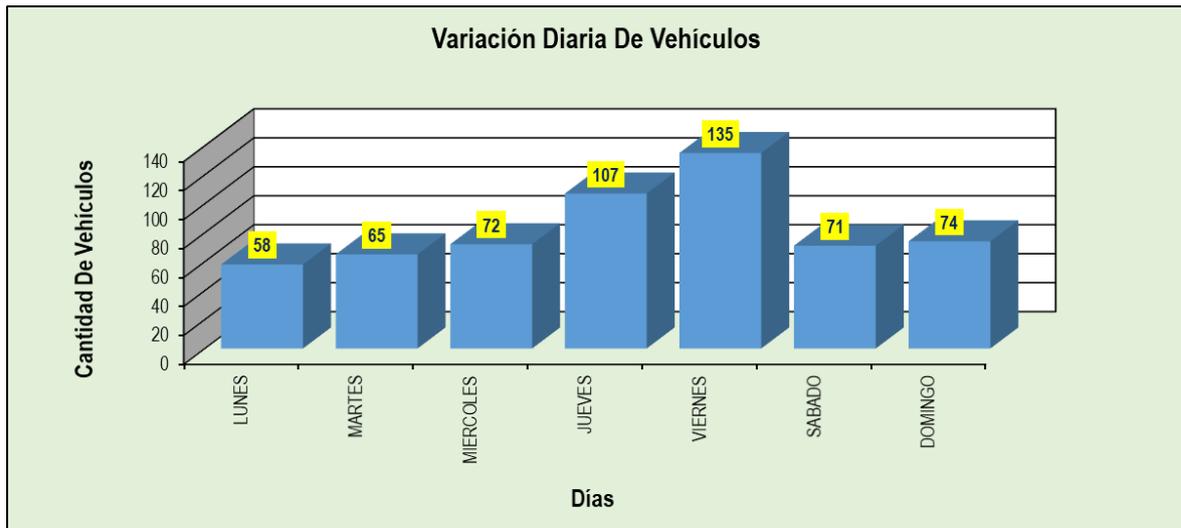
Fuente: Elaboración propia.

## 2.6. Variación Diaria

### a. Estación de Control - E1:

El mayor volumen de tráfico por día se presenta el viernes con 135 vehículos y el menor volumen de tráfico por día se presenta el lunes con 58 vehículos. Estos resultados se muestran en el siguiente gráfico.

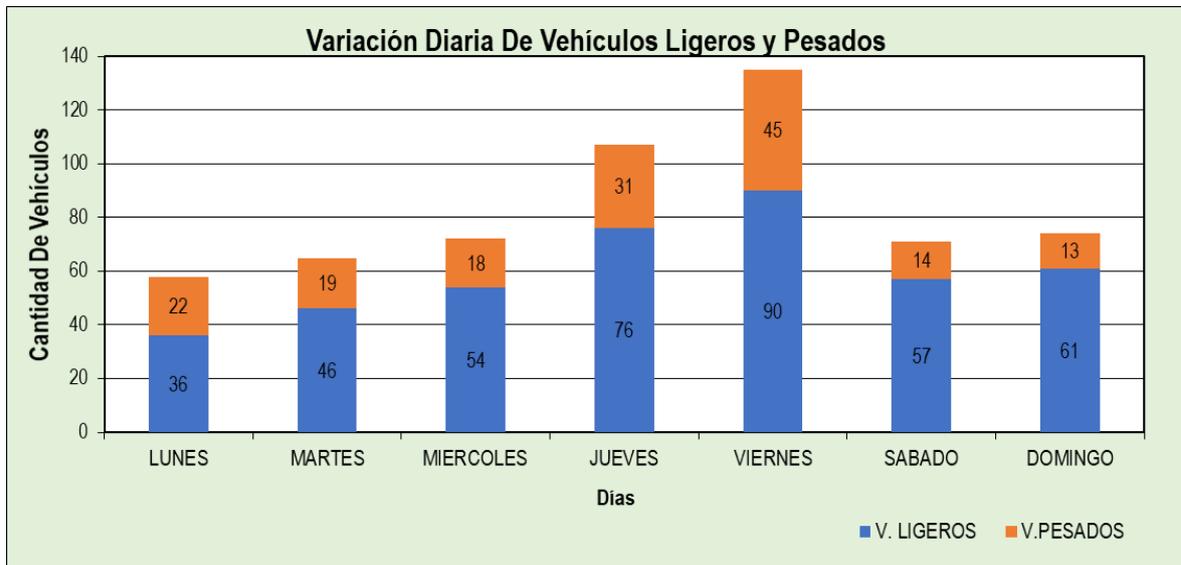
**Gráfico N° 5: Variación Diaria De Vehículos (Estación De Control - E1)**



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente gráfico muestra los resultados de la variación diaria de vehículos menores, ligeros y pesados respectivamente.

**Gráfico N° 6: Variación Diaria De Vehículos Ligeros y Pesados (Estación De Control - E1)**



Fuente: Elaboración propia.

### 3. PROYECCIONES DE TRAFICO

#### 3.1. Metodología

Para las proyecciones de tráfico se utiliza el método de aplicación de tasas de generación de viajes en función a las tasas de crecimiento de las variables macroeconómicas como el Producto Bruto Interno (PBI) y la poblacional. Se aplica las siguientes expresiones por tipo de vehículo.

$$r_{VP} = (1 + r_{pob})(1 + r_{percápita} \times E_{VL}) - 1$$

$$r_{VC} = r_{PBI} \times E_{VC}$$

Dónde:

- $r_{VP}$  : Tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros, camioneta rural, micros y buses
- $r_{pob}$  : Tasa de crecimiento anual poblacional (-)
- $r_{percápita}$  : Tasa de crecimiento anual de PBI per cápita
- $r_{VC}$  : Tasa de crecimiento anual de vehículos de carga

- rPBI : Tasa de crecimiento del PBI
- EVL : Elasticidad de la demanda del tráfico de vehículos ligeros, camioneta rural y micros
- EVC : Elasticidad de la demanda del tráfico de vehículos de carga.

En la Tabla N° 4, se indican Elasticidad Vehicular para vehículos ligeros (automóvil, station wagon, camioneta Pick Up, camioneta panel, rural combi y micro) y vehículos de carga (camiones unitarios y camiones acoplados), estimados por el Plan Intermodal de Transportes 2004-2023 (PIT).

En la Tabla N° 4, se indican Elasticidad Vehicular para vehículos ligeros (automóvil, station wagon, camioneta Pick Up, camioneta panel, rural combi y micro) y vehículos de carga (camiones unitarios y camiones acoplados), estimados por el Plan Intermodal de Transportes 2004-2023 (PIT).

**Tabla N° 4: Elasticidad Vehicular**

Periodo	Vehículos Ligeros	Vehículos de Carga
2021 - 2031	1,0	1,0

Fuente: MTC-Plan Intermodal de Transportes 2004-2023.

Los indicadores Macroeconómicos asumidos corresponden a:

i) Para los vehículos ligeros, se ha considerado como tasa de crecimiento la tasa de crecimiento poblacional regional, obtenida del INEI ([proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0260/cap-02.htm](http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0260/cap-02.htm)).

ii) Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados (PBI), mediante Ficha Técnica Estándar para Carreteras Interurbanas Sector Transportes.

([www.mef.gob.pe/metodologias/metodologias-especificas/fichas-tecnicas-sectoriales?id=5514](http://www.mef.gob.pe/metodologias/metodologias-especificas/fichas-tecnicas-sectoriales?id=5514))

**Tabla N° 5: Tasas de Crecimiento**

TASA DE CRECIMIENTO DE VEHICULOS LIGEROS	
	TC
Huánuco	0.91%
Ica	1.15%
Junín	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima Metropolitana	1.45%

TASA DE CRECIMIENTO DE VEHICULOS PESADOS	
	PBI
Ica	3.54%
Junín	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima Metropolitana	3.69%

Información al 2017

Nota: Los Valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI sin incurrir en actualización de la ficha Técnica Estándar

**a. Proyección del tráfico**

El tráfico futuro generalmente está compuesto por:

- ✓ El tráfico normal que es el que existe independientemente de las mejoras en la vía y tiene un crecimiento inercial.
- ✓ El tráfico derivado o desviado que puede ser atraído hacia o desde otra carretera, el tráfico desviado para el presente proyecto no existe.
- ✓ El tráfico inducido o generado por mejoras; se ha considerado el 15% del tráfico normal ya que el proyecto vial va a mejorar las condiciones de transitabilidad.
- ✓ El IMDa calculado para el proyecto es de acuerdo con los resultados obtenidos de campo, se ha tomado el mayor valor para cada tramo a fin de tener el margen de seguridad y rentabilidad económica.



**Tabla N° 08: Tráfico Total (Estación De Control – E1)**

AÑO	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<b>TRAFICO TOTAL</b>	<b>84</b>	<b>101</b>	<b>108</b>	<b>111</b>	<b>120</b>	<b>127</b>	<b>134</b>	<b>141</b>	<b>147</b>	<b>159</b>	<b>167</b>
AUTO	10	13	13	14	15	15	16	17	18	20	21
STATION WAGON	13	16	17	17	18	20	21	22	23	25	26
CAMIONETAPICK-UP	18	22	23	24	26	28	29	31	32	35	37
CAMIONETA PANEL	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
RURAL COMBI	18	22	23	24	26	28	29	31	32	35	37
MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUS >=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2E	9	10	12	12	13	13	14	15	15	16	17
CAMION 3E	8	9	10	10	12	12	13	13	14	14	15
CAMION 4E	5	6	7	7	7	7	8	8	8	9	9
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
SEMI TRAYLER 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SEMI TRAYLER >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLER 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLER 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLER 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLER >=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

#### 4. CONCLUSIONES

- a) El Proyecto: “Diseño del Pavimento Flexible, Tramo Sintuco – Moncada Alta, Distrito de Magdalena de Cao – Ascope – La Libertad 2022” es una vía de gran importancia para el desarrollo de actividades económico - sociales.
- b) De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que la vía en estudio comprende 1 tramo homogéneo; el cual inicia en el Km 0+000 y termina en el Km 13+577
- c) El IMDs para el tramo E1 de la vía es de 84 vehículos (60 vehículos ligeros y 24 vehículos pesados).
- d) El IMDa para el tramo homogéneo de la vía es de 84 vehículos (60 vehículos ligeros y 24 vehículos pesados).
- e) La variación horaria en el tramo homogéneo muestra el mayor volumen de tráfico vehicular entre 17 a 18 horas posteriormente el volumen de tráfico entre las 07 a 08 horas se reduce progresivamente presentando el volumen de tráfico vehicular más bajo.

- **DISEÑO GEOMETRICO**

## **DISEÑO DE PAVIMENTOS**

### **1.0 ANÁLISIS DE TRAFICO**

El análisis de tráfico, tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que circulan por el tramo de la carretera SINTUCO – MONCADA ALTA, Información indispensable para la determinación de las características de diseño del pavimento, para estos cálculos se ha considerado exclusivamente la acción de los Buses de 2 ejes, Camiones, semitrayer y trailer, dado que el efecto destructivo de los vehículos ligeros se puede considerar prácticamente despreciable.

#### **1.1 Índice Medio Diario (IMDa)**

El estudio determinó el tráfico actual existente en las vías, sus características y proyecciones para el período de vida útil, en número acumulado de repeticiones de carga de eje equivalente de 8.2 toneladas, dato necesario para el diseño de la estructura del pavimento.

En el Cuadro N° 01 “Distribución por Tipo de Vehículo (IMD)”, se muestra el volumen de tráfico que transita diariamente por la zona en estudio.

**CUADRO Nº 01:**  
**DISTRIBUCION POR TIPO DE VEHICULO (IMD)**  
**ESTACION Nº 01-C.P. TANGUCHE (Km 00+000)**

<b>TRAFICO VEHICULAR</b> <b>IMD Corregido</b> <b>(Veh/dia)</b>				
TIPO DE VEHICULO	IMDs	FC	IMDa	DISTRIB.
AUTO	10	1.02161491	10	12.20%
STATION WAGON	13	1.02161491	13	15.85%
CAMIONETA PICK-UP	18	1.02161491	18	21.95%
CAMIONETA PANEL	1	1.02161491	1	1.22%
RURAL COMBI	18	1.02161491	18	21.95%
MICRO	0	1.02161491	0	0.00%
BUS 2E	0	1.04798851	0	0.00%
BUS >=3E	0	1.04798851	0	0.00%
CAMION 2E	9	1.04798851	9	10.98%
CAMION 3E	8	1.04798851	8	9.76%
CAMION 4E	5	1.04798851	5	6.10%
SEMI TRAYLER 2S1/2S2	2	1.04798851	2	0.00%
SEMI TRAYLER 2S3	0	1.04798851	0	0.00%
SEMI TRAYLER 3S1/3S2	0	1.04798851	0	0.00%
SEMI TRAYLER >=3S3	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER 2T2	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER 2T3	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER 3T2	0	1.04798851	0	0.00%
TRAYLER >=3T3	0	1.04798851	0	0.00%
<b>TOTAL</b>	<b>84</b>		<b>84</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración Consultor



## 1.2 Determinación de Parámetros de Proyección del Trafico

Los parámetros necesarios para la proyección de tráfico de acuerdo al Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos vigente son los descritos a continuación:

VARIABLE	DESCRIPCION
EE <sub>dia-carril</sub>	Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado
IMD <sub>pi</sub>	Índice medio diario según tipo de vehículo pesado seleccionado
F <sub>d</sub>	Factor Direccional
F <sub>c</sub>	Factor Carril de diseño
F <sub>vp</sub>	Factor vehículo pesado del tipo seleccionado
F <sub>p</sub>	Factor de Presión de neumáticos
F <sub>ca</sub>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
r	Tasa anual de crecimiento
n	Periodo de diseño

**CUADRO N° 03:**

**FACTORES DE DISTRIBUCION DIRECCIONAL Y DE CARRIL**

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: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

**CUADRO N° 04:**

**RELACION DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES 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: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

En el Cuadro N° 04 "Tasas de Crecimiento Promedio Anual", se han determinado las tasas de crecimiento en base a la información oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI.

**CUADRO N° 05:**

**TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL**

PERIODO	Ligeros (%)	Bus (%)	Camiones (%)
2014 - 2025	5.80	5.0	5.0

**1.3 Cálculo del Trafico de Diseño**

Con datos proporcionados en el Estudio de Tráfico se determinó el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el periodo 2014 – 2025, el cual se obtiene por las fórmulas:

$$Nrep\ de\ EE_{8.2\ tn} = \sum [EE_{dia - carril} \times Fca \times 365]$$

$$EE_{dia - carril} = IMDp_i \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$$

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

En el Cuadro N° 06 “Numero de Ejes Equivalentes”, se muestra el trafico obtenido de la aplicación de la fórmula del Nrep de EE 8.2Tn para el período de diseño de 10 años.

## CUADRO N° 06:

### IMDA DE VEHICULOS PESADOS

PROYECTO: DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022

ESTACION 01-SINTUCO

VOLUMENES DE TRANSITO POR DIA DE LA SEMANA																			
DIA	VEHICULO LIGERO					VEHICULO PESADO													TOTAL
	AUTOMO VL	STATION WAGON	CAMION ETA RURAL	COMBI Y PANEL	MICRO BUS	OMNIBUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS				
						2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3	
IMD						-		9	8	5	2	-	-	-	-	-	-	-	24
	0.00%					100.00%													

Fuente: Estudio de Tráfico 2022

VEHICULO	LIGERO	PESADO
TASAS DE CRECIMIENTO	5.80%	5.00%

% TRAFICO GENERADO

15.00%

PROYECCIONES DE TRAFICO																					
AÑO	VEHICULO LIGERO					VEHICULO PESADO													TRAFICO NORMAL	TRAFICO GENERADO	IMD TOTAL
	AUTOMO VL	STATION WAGON	CAMION ETA	COMBI Y PANEL	MICRO BUS	OMNIBUS		CAMION			SEMITRAYER				TRAYLERS						
						2E	3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>= 3T3			
2022	-	-	-	-	-	-	-	9	8	5	2	-	-	-	-	-	-	-	24	4	28
2023	-	-	-	-	-	-	-	9	8	5	2	-	-	-	-	-	-	-	24	4	28
2024	-	-	-	-	-	-	-	10	9	6	2	-	-	-	-	-	-	-	27	5	32
2025	-	-	-	-	-	-	-	10	9	6	2	-	-	-	-	-	-	-	27	5	32
2026	-	-	-	-	-	-	-	11	10	6	2	-	-	-	-	-	-	-	29	5	34
2027	-	-	-	-	-	-	-	11	10	6	3	-	-	-	-	-	-	-	30	5	35
2028	-	-	-	-	-	-	-	12	11	7	3	-	-	-	-	-	-	-	33	5	38
2029	-	-	-	-	-	-	-	13	11	7	3	-	-	-	-	-	-	-	34	6	40
2030	-	-	-	-	-	-	-	13	12	7	3	-	-	-	-	-	-	-	35	6	41
2031	-	-	-	-	-	-	-	14	12	8	3	-	-	-	-	-	-	-	37	6	43

Fuente: Estudio de Tráfico 2022

## CUADRO N° 07:

### EAL A LOS 10 AÑOS

n = 0 i = 5.00  
n = 10 i = 5.00

Fd = 0.5 factor direccional  
Fc = 1 factor carril  
Fp = 1 factor de ajuste por presión de neumático

TIPO DE VEHICULO	EJE SIMPLE 2 NEUMATICOS	EJE SIMPLE 4 NEUMATICOS	EJE TANDEM	EJE TRIDEM	FD	IMD	IMDi x FD ( AÑO ACTUAL)	IMDi x FD ( AÑO BASE)	EAL
BUS 2E	1.27	2.21			3.48	-	-	0.00	0.00
BUS 3E	1.27		1.26		2.53	-	-	0.00	0.00
Camión 2 Ejes (C 2E)	1.27	2.21			3.48	11	38.28	38.28	87,870.42
Camión 3 Ejes (C 3E)	1.27		1.26		2.53	10	25.30	25.30	58,075.27
Camión 4E	1.27			1.23	2.50	6	15.00	15.00	35,285.78
Semitrayler 2S1/2S2	1.27	2.21	1.26		4.74	3	14.22	14.22	33,450.92
Semitrayler 2S3	1.27	2.21		1.23	4.71	-	-	0.00	0.00
Semitrayler 3S1/3S2	1.27		2.52		3.79	-	-	0.00	0.00
Semitrayler 3S3	1.27		1.26	1.23	3.76	-	-	0.00	0.00
Camion 2 E + Remolque (C2-R2 2T2)	1.27	6.63			7.90	-	-	0.00	0.00
Camión 2 E + Remolque (C2-R3) 2T3	1.27	4.42	1.26		6.95	-	-	0.00	0.00
Camion 2 E + Remolque (C3-R2 3T2)	1.27	4.42	1.26		6.95	-	-	0.00	0.00
Camion 3 E + Remolque (C3-R3 3T3)	1.27	2.21	2.52		6.00	-	-	0.00	0.00
							<b>92.8000</b>		<b>2.15E+05</b>

## **2.0 CAPACIDAD SOPORTE DE LOS SUELOS DE SUBRASANTE**

De acuerdo al método AASHTO, para caracterizar la capacidad de soporte del suelo, se emplea el Módulo Elástico o Módulo Resiliente (MR).

Los valores de módulo de resiliencia de diseño en base a los CBR obtenidos en laboratorio emplean las siguientes ecuaciones adoptadas por la AASHTO 2002.

$$Mr = 2555 \times (CBR)^{0.64}$$

De los análisis de suelos realizados obtenemos un CBR del 9% el cual nos servirá para nuestro diseño.

### **3.0 DISEÑO ESTRUCTURAL – DETERMINACION DE ESPESORES**

#### **3.1 METODO AASHTO 1993**

Los parámetros de diseño de la guía AASHTO de 1993 que se consideran son las propiedades de los materiales, tipo de tránsito, condiciones ambientales, etc.

#### **3.2 PARAMETROS DE DISEÑO**

Los parámetros necesarios para la proyección de tráfico de acuerdo al Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos vigente son los descritos a continuación:

<b>VARIABLE</b>	<b>DESCRIPCION</b>
NRep EE8.2 Tn (W18)	Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado
Zr	Desviación Estándar Normal
So	Desviación Estándar Combinada
PSI i	Serviciabilidad inicial
PSI f	Serviciabilidad final
$\Delta$ PSI	Variación de Serviciosabilidad
Mr	Módulo resiliente
SN	Numero Estructural
a1,a2,a3	Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
d1,d2,d3	Espesores de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente
m2,m3	Coefficientes de drenaje para las capas de base y subbase

### 3.3 DETERMINACION DE ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A fin de determinar el espesor del pavimento requerido, se utilizará para el diseño estructural y dimensionamiento del Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos R.D. N° 10-2014-MTC/14.das

Las variables de entrada descritas en el ítem 3.2, han sido obtenidas según las recomendaciones de la sección Suelos, Geología y Pavimentos del MTC.

#### ➤ TRAFICO

Según el estudio de tráfico, la carretera en estudio tiene un IMD variable, que va desde los 58 veh/día hasta los 135 veh/día

En el cuadro siguiente se muestra los ESALs proyectados al año 2031

**CUADRO N° 08:**

#### **NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE CARGA**

<b>Código</b>	<b>Estación</b>	<b>Tráfico Total (EAL 10 AÑOS)</b>
-1	C.P. SINTUCO (Km 00+000)	<b>2.15E+05</b>

De acuerdo al cuadro 6.15 del Manual de Suelos y Pavimentos se clasifica el tráfico pesado como tipo T<sub>P1</sub> con un valor de hasta 300,000 EE para, para poder cubrir la demanda y oferta futura que se implementará en la vía.

**Cuadro 6.15**  
**Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes**  
**de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles,**  
**Semirrígidos y Rígidos**

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>P0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>P1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T <sub>P2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T <sub>P3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T <sub>P4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T <sub>P5</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>P6</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>P7</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>P8</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>P9</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>P10</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>P11</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>P12</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>P13</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>P14</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
T <sub>P15</sub>	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T<sub>px</sub>; T = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

PX = Pavimentada, X = número de rango (5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)

### ➤ CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que una sección del pavimento diseñada mediante el método indicado se comporte satisfactoriamente durante el período de diseño bajo las condiciones de tráfico determinadas. Según la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, aprobado con RD 010-2014-MTC/14, indica.

## CUADRO N°09

**Cuadro 12.6**  
**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	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	65%
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	95%
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	95%
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	95%
	T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Para nuestro caso para caminos de bajo volumen de tránsito, con un tráfico tipo T<sub>P1</sub> el nivel de confiabilidad es 70%.

### ➤ DESVIACIÓN STANDARD NORMAL

El coeficiente estadístico de desviación estándar Normal Z<sub>r</sub>, representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal. Según la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, aprobado con RD 010-2014-MTC/14.

## CUADRO N°10

**Cuadro 12.8**  
**Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)**  
**Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años)**  
**Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	75,000	150,000	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	-1.645
T <sub>P15</sub>		>30'000,000	-1.645	

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

Para nuestro caso con un trafico tipo T<sub>P4</sub> corresponde el valor de -0.524, para una sola etapa de diseño y periodo de 10 años.

### ➤ DESVIACIÓN STANDARD TOTAL

La desviación estándar combinada (S<sub>o</sub>), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento. La guía AASHTO recomienda adoptar para los

pavimentos flexibles o similares valores comprendidos entre 0.40 y 0.50, se adoptará el valor de  $S_0 = 0.45$ .

### ➤ INDICE DE SERVICIABILIDAD

El índice de serviciabilidad presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

### SERVICIABILIDAD INICIAL (PSI i) Y FINAL (PSI f)

La serviciabilidad inicial  $P_i$  es la condición de una vía recientemente construida. A continuación, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico.

### CUADRO N°11

**Cuadro 12.10**  
**Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ )**  
**Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Guía AASHTO'93

**CUADRO N°12**

**Cuadro 12.11**  
**Índice de Serviabilidad Final (Pt)**  
**Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750 001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AAS-PC CAMINOS 1993

Fuente:

Para nuestro caso con un tipo de tráfico TP4 tenemos:

PSI i = 3.80 PSI

PSI f = 2.00 PSI

**VARIACION DE SERVICIABILIDAD (□ PSI)**

□ **PSI = 1.80**

## ➤ NUMERO ESTRUCTURAL

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtienen el Numero Estructural, que representa el espesor total del pavimento colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y sub-bases, mediante el uso de los coeficientes estructurales.

Los números estructurales han sido extraídos del cuadro 12.13 del Manual de carreteras sección Suelos, Geología y Pavimentos del MTC.

### CUADRO N° 13

**Cuadro 12.13**  
**Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_i$**

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 vehiculos
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 vehiculos
(*) 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: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

➤ **COEFICIENTE CALIDAD DE DRENAJE.**

Este valor indica la calidad de drenaje con el tiempo que tarde el agua en ser evacuada.

**CUADRO N°14**

**Cuadro 12.15**  
**Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_i$**   
**Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles**

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: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

Utilizando los Cuadros N°21 y 22, podemos concluir:

$$m_1 = 1.00$$

$$m_2 = 1.00$$

$$m_3 = 1.00$$

En función a los parámetros requeridos por AASHTO y especificados en los cuadros anteriores, se han determinado los diferentes Números Estructurales requeridos, para cada rango de tráfico expresado en ejes equivalentes (EE) y rango de tipo de suelos, según se presenta en cuadro siguientes:

PROYECTO : DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE  
MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022

DISEÑO DE PAVIMENTOS METODO AASHTO 1,993  
TRAMO : 0+000 AL 13+577

BASE TRATADA CON CEMENTO + MORTERO ASFALTICO

ECUACION 01

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

DATOS

$W_{18}$	2.15E+05	Aplicaciones de Ejes Simples de Carga Equivalente
$Z_R$	-0.524	Desviación standard Normal
$S_O$	0.45	Desviación standard para Pavimentos Flexibles
$P_T$	2.00	Serviciabilidad final
$P_I$	3.80	Serviciabilidad inicial
$\Delta PSI$	1.80	Variación Total del Índice de Serviciosibilidad
CBR (%)	9.00	
$M_R$	10,425.72	Módulo de Resiliencia efectivo del Material de Fundación
SN	2.07	Número Estructural

$\log_{10}(W_{18}) = 5.33$

Ecuación 1 = 5.33

VALIDACION OK

ECUACION 02

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

DATOS

SN	2.07	Número Estructural
$a_1$	0.170 /cm	Coefficiente estructural Carpeta Asfáltica en caliente
$a_2$	0.052 /cm	Coefficiente estructural de BASE
$a_3$	0.047 /cm	Coefficiente estructural de SUBBASE
$d_1$	5.00 cm	Espesor Carpeta Asfáltica en caliente (cm)
$d_2$	20.00 cm	Espesor BASE (cm)
$d_3$	20.00 cm	Espesor SUBBASE (cm)
$m_2$	1.00	Coefficiente de drenaje de BASE
$m_3$	1.00	Coefficiente de drenaje de SUBBASE

2.83

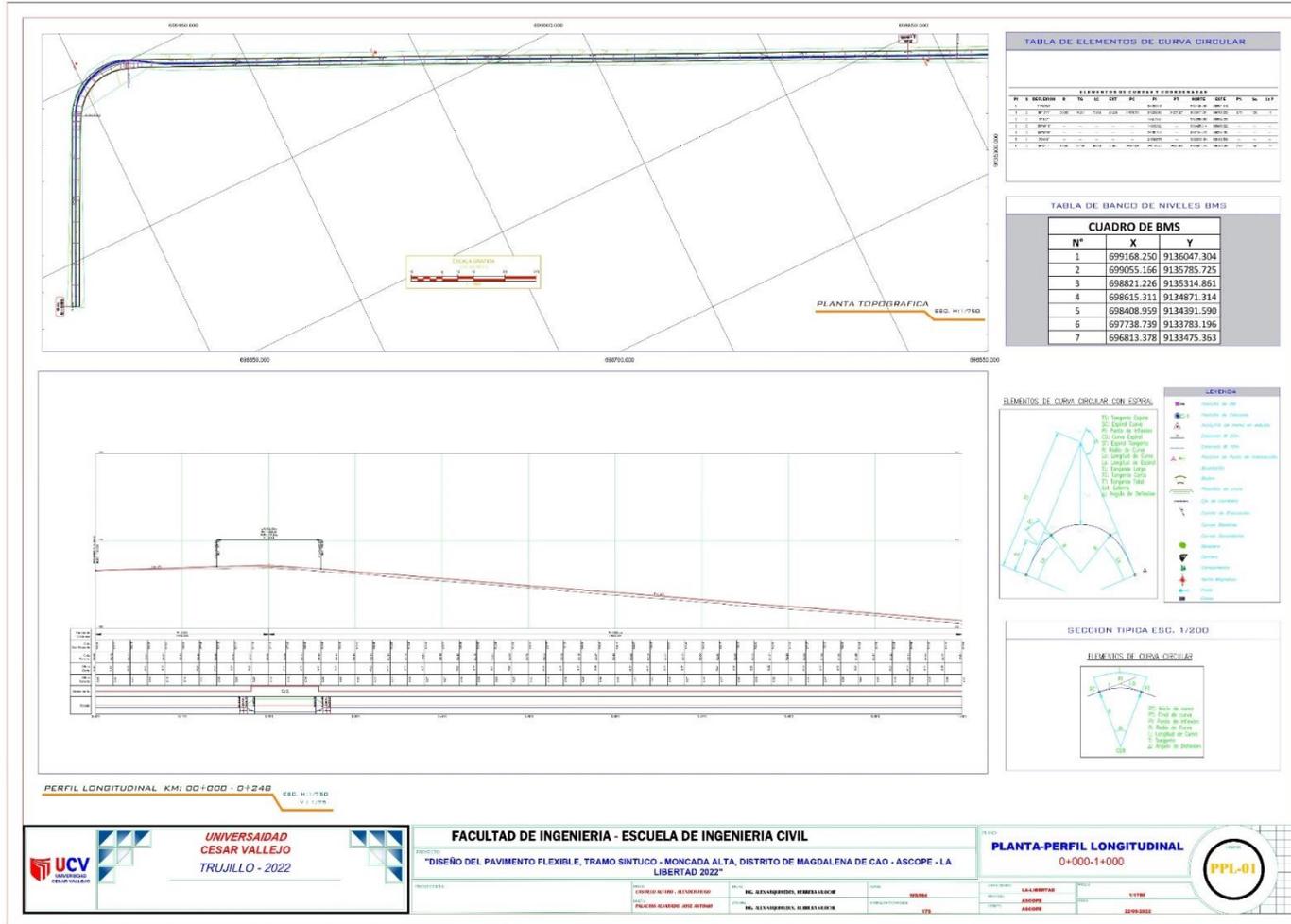
VALIDACION OK

Resumen de espesores del pavimento son los siguientes:

TRAMO  
Km 0+000 al 13+577

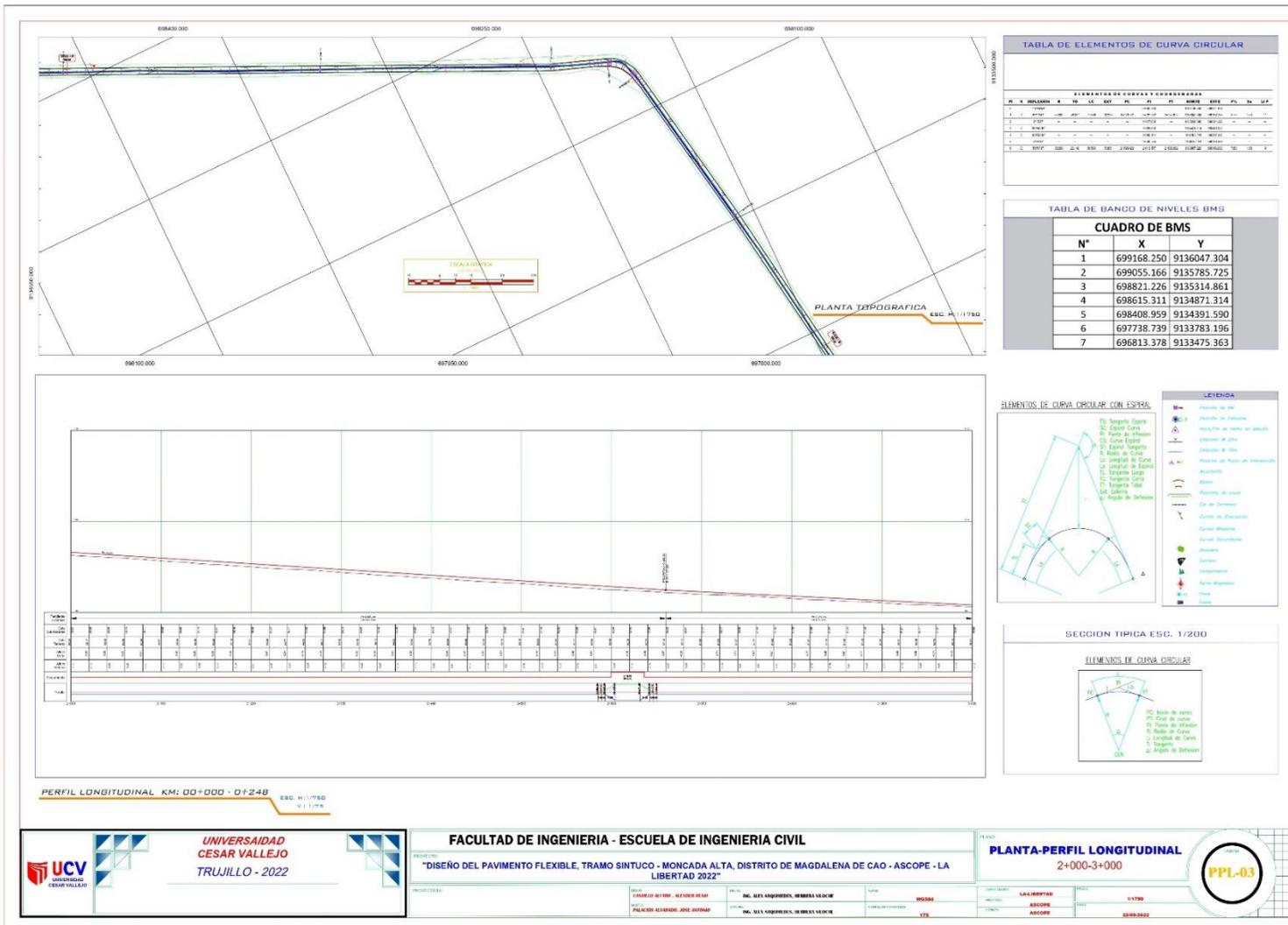
<b>Carpeta Asfáltica</b>	<b>e= 5.00 cm</b>
<b>Base Granular</b>	<b>e= 20.00 cm</b>
<b>Sub Base Granular</b>	<b>e= 20.00 cm</b>

- PLANOS

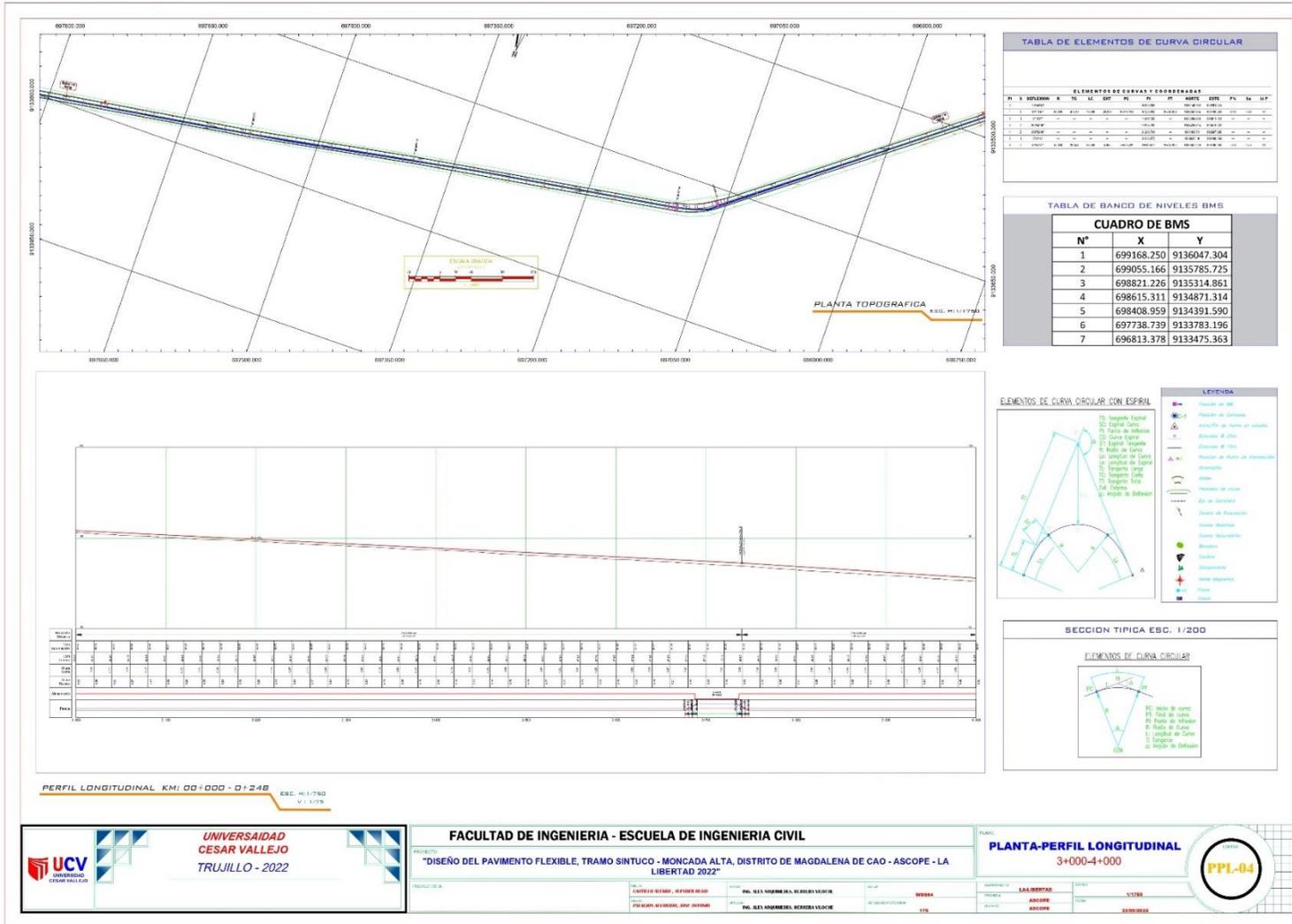


**PLANO 01- PERFIL LONGITUDINAL 0+000 KM AL 1+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**

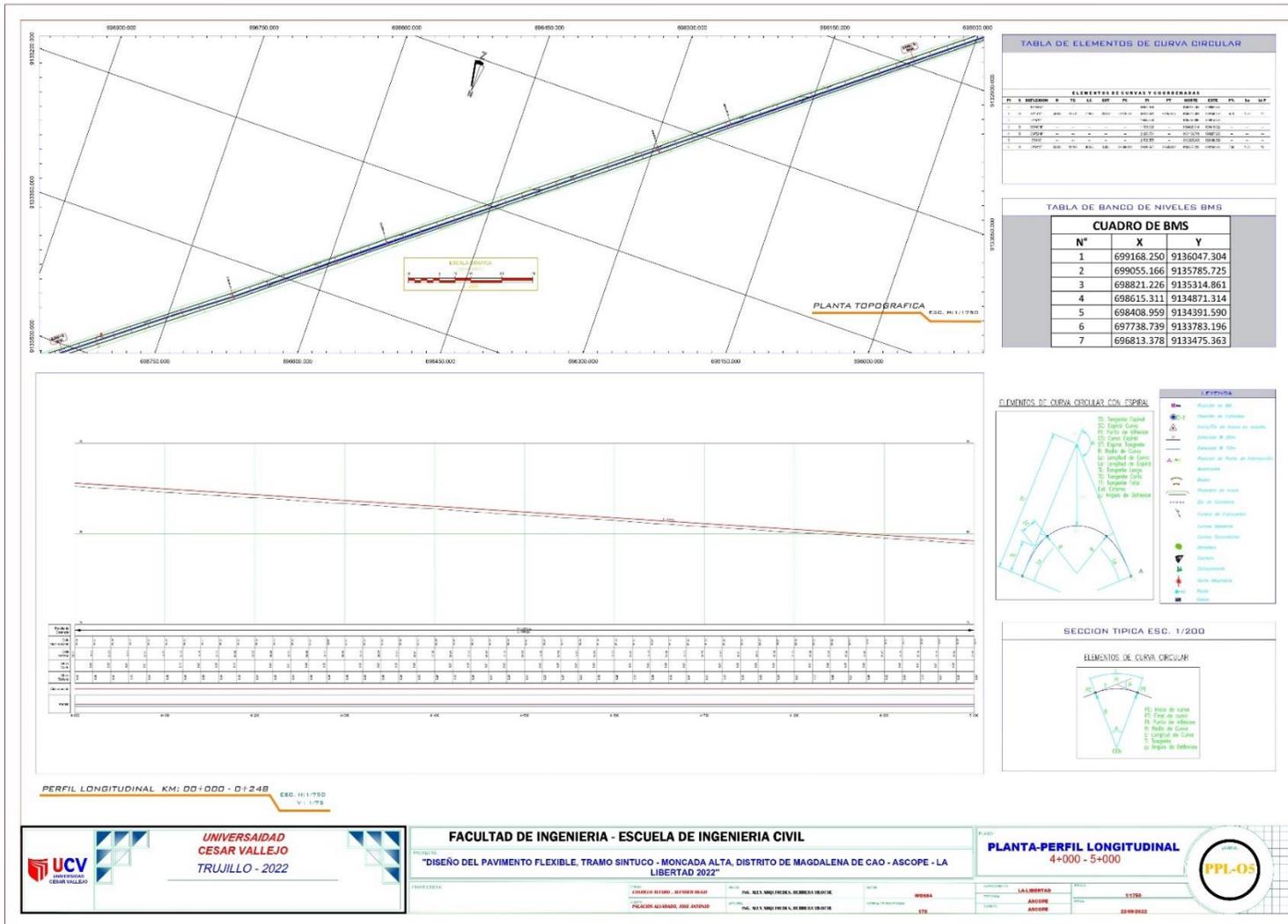




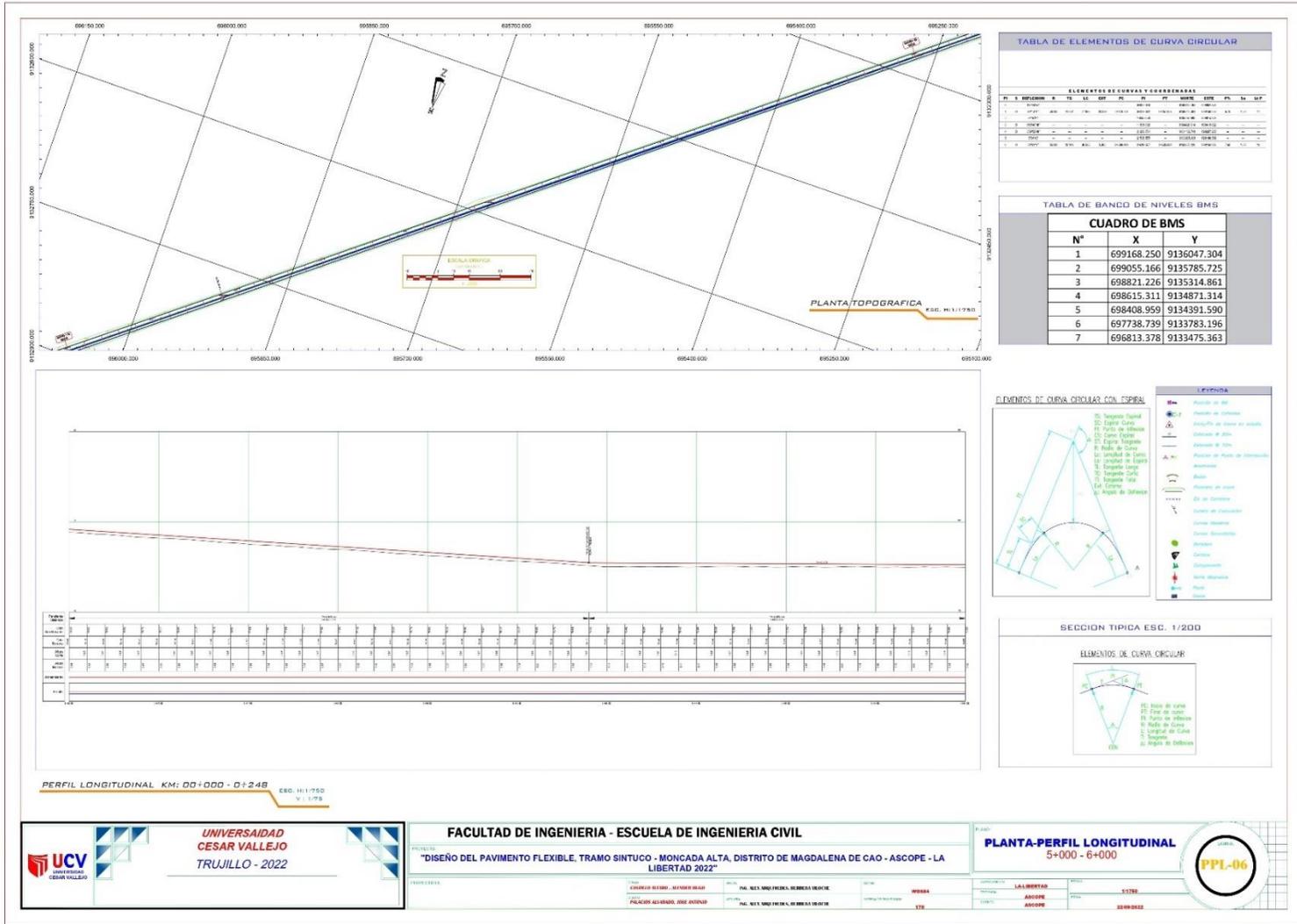
**PLANO 03- PERFIL LONGITUDINAL 2+000 KM AL 3+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



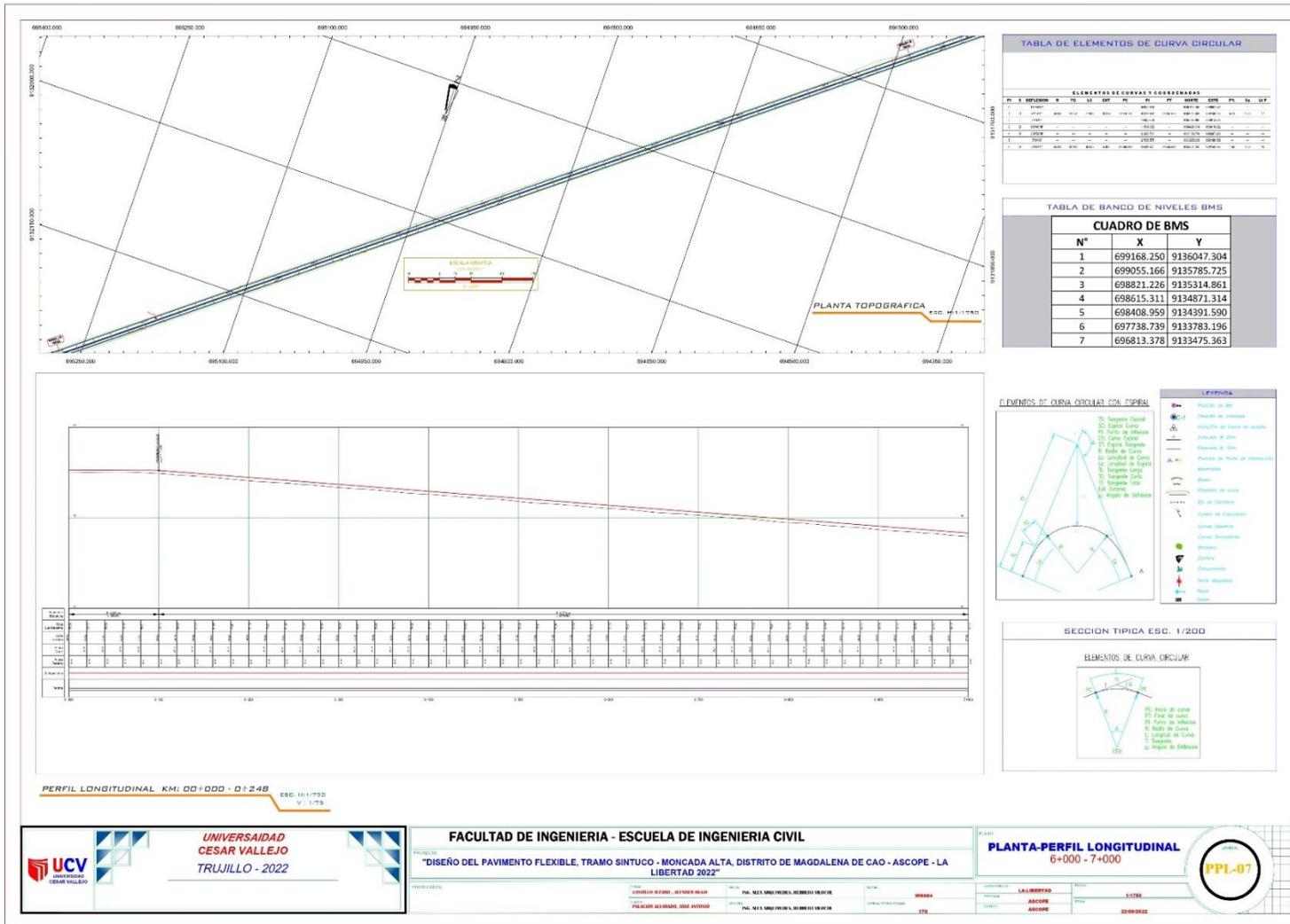
**PLANO 04- PERFIL LONGITUDINAL 3+000 KM AL 4+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



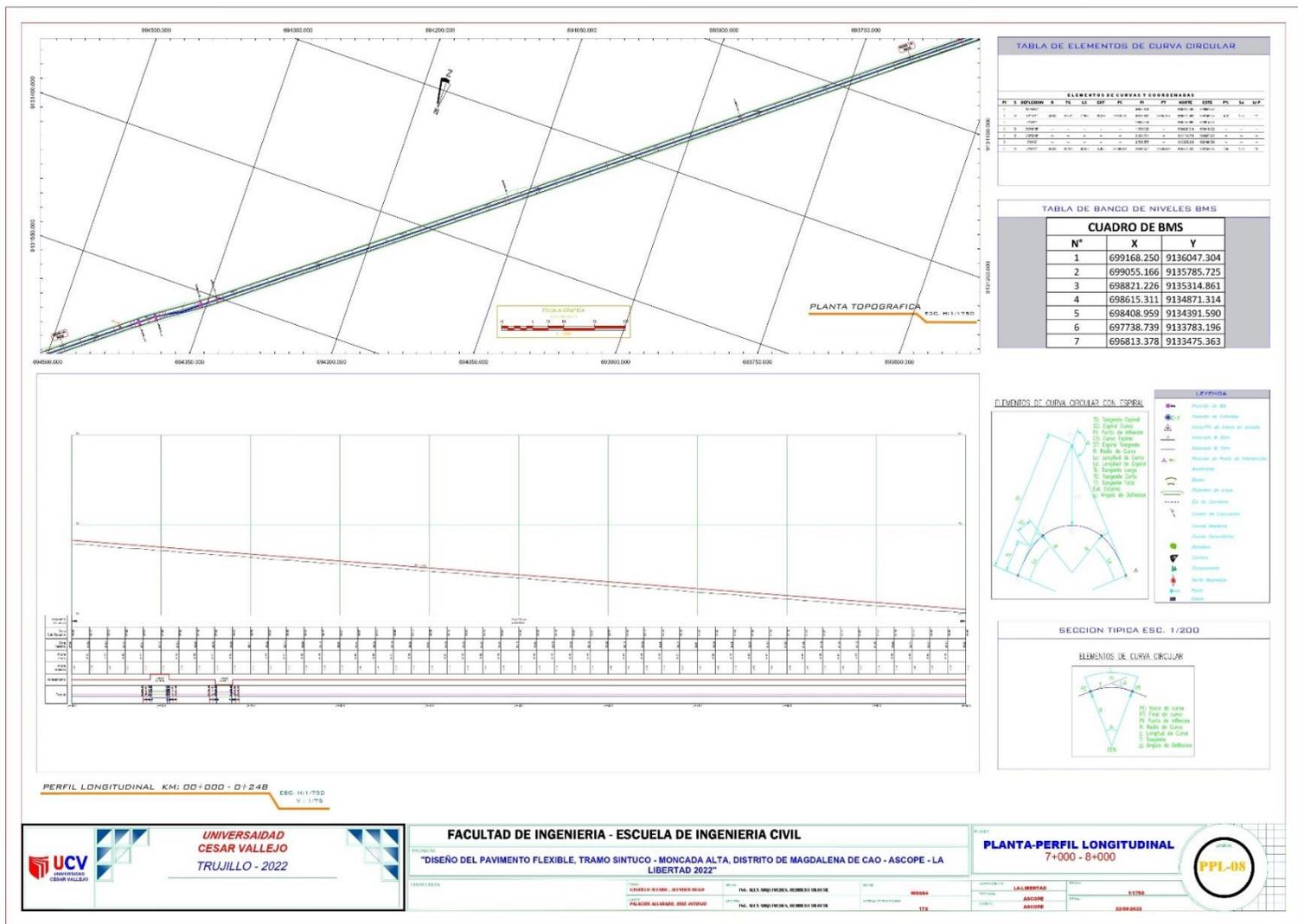
**PLANO 05- PERFIL LONGITUDINAL 4+000 KM AL 5+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 06- PERFIL LONGITUDINAL 5+000 KM AL 6+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 07- PERFIL LONGITUDINAL 6+000 KM AL 7+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**

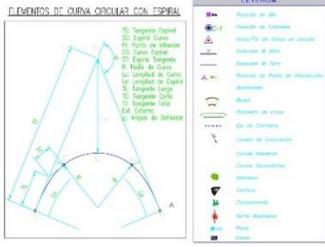


**TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULAR**

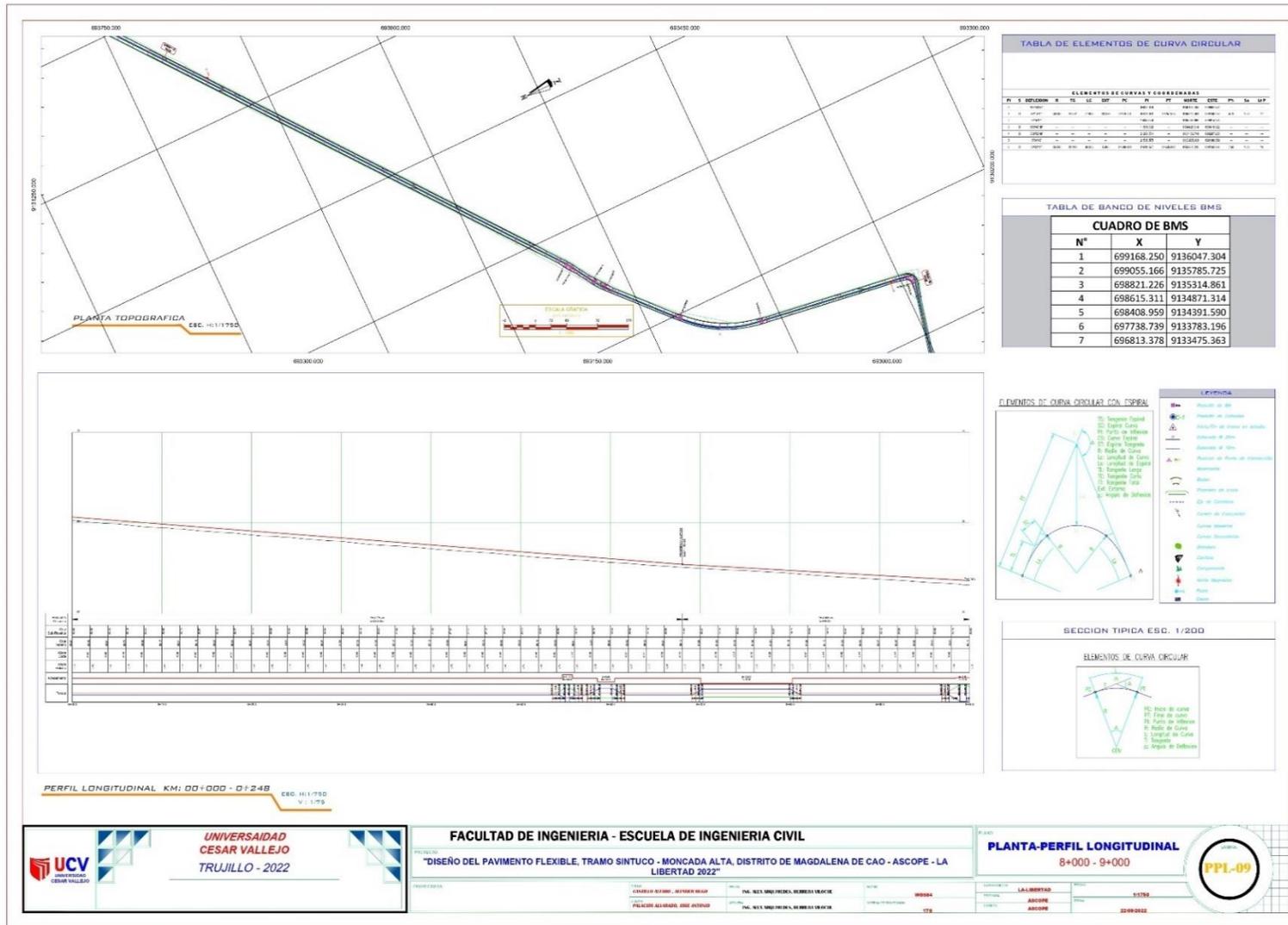
ELEMENTOS DE CURVAS Y COORDENADAS											
N°	ESQUEMA	TIPO	ES	PC	PT	PI	CS	CE	PL	SC	ST
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

**TABLA DE BANCO DE NIVELES BMS**

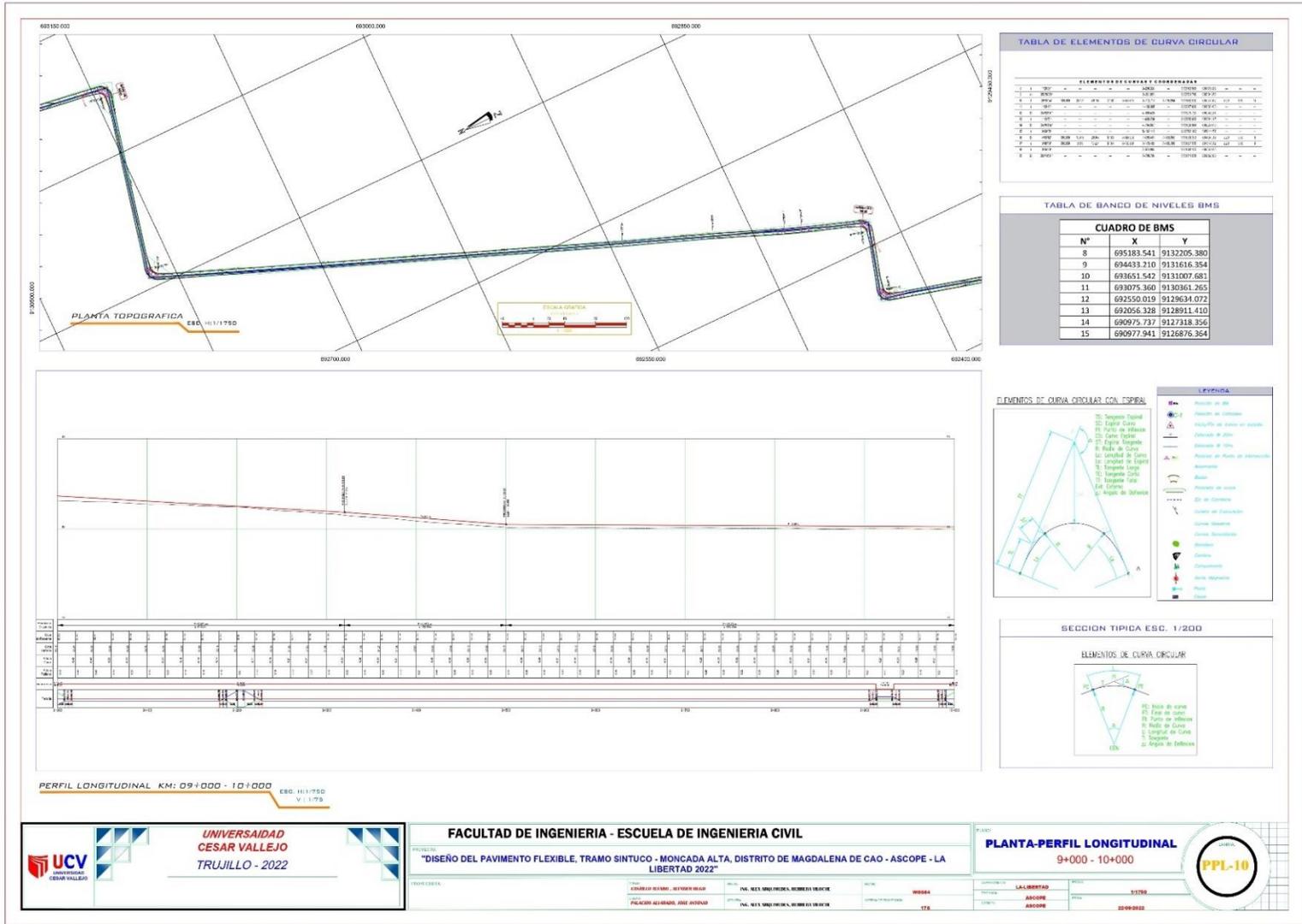
CUADRO DE BMS		
N°	X	Y
1	699168.250	9136047.304
2	699055.166	9135785.725
3	698821.226	9135314.861
4	698615.311	9134871.314
5	698408.959	9134391.590
6	697738.739	9133783.196
7	696813.378	9133475.363



**PLANO 08- PERFIL LONGITUDINAL 7+000 KM AL 8+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 09- PERFIL LONGITUDINAL 8+000 KM AL 9+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**

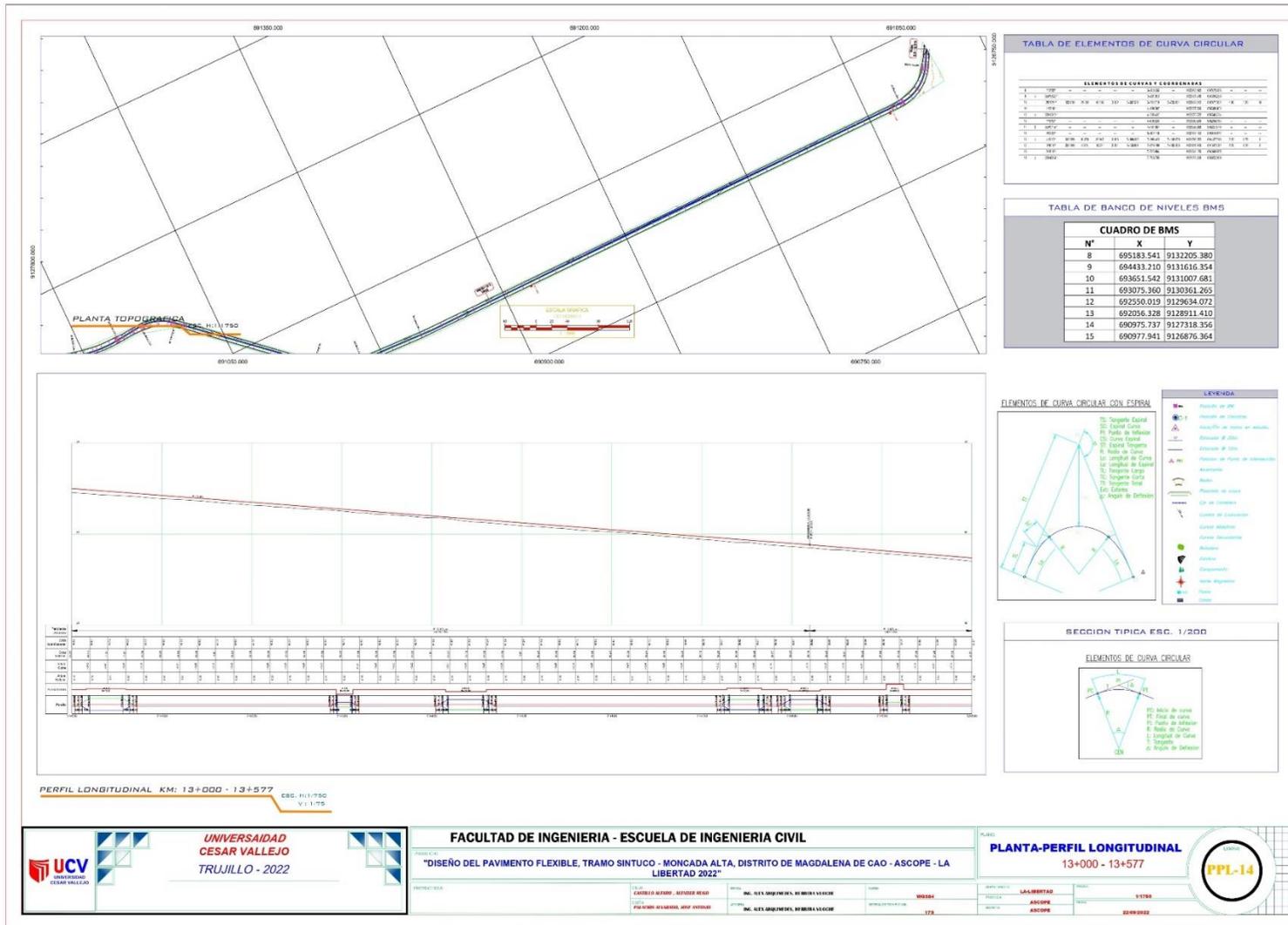


**PLANO 10- PERFIL LONGITUDINAL 9+000 KM AL 10+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**

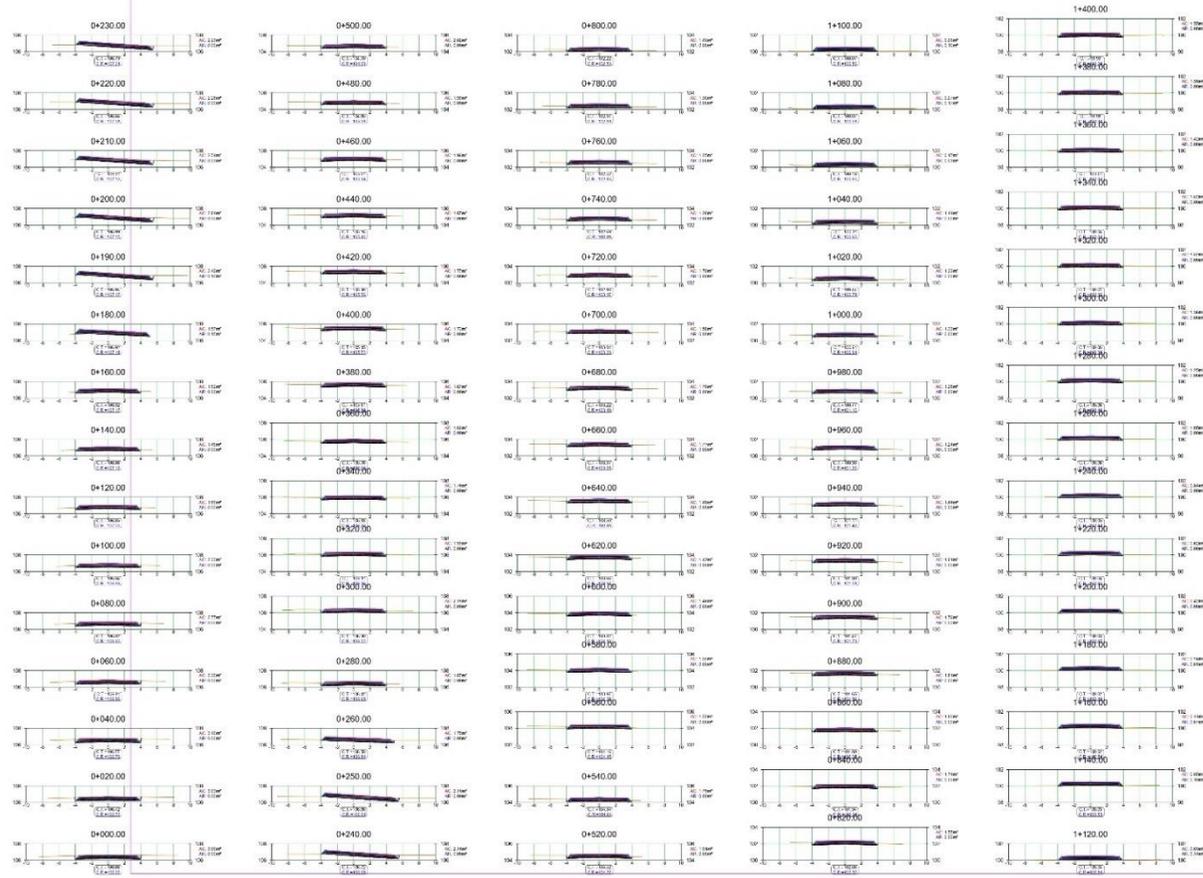








**PLANO 14- PERFIL LONGITUDINAL 13+000 KM AL 13+577 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**




**UNIVERSIDAD  
CESAR VALLEJO**  
TRUJILLO - 2022

**FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

**PROYECTO:** "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO - MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD 2022"

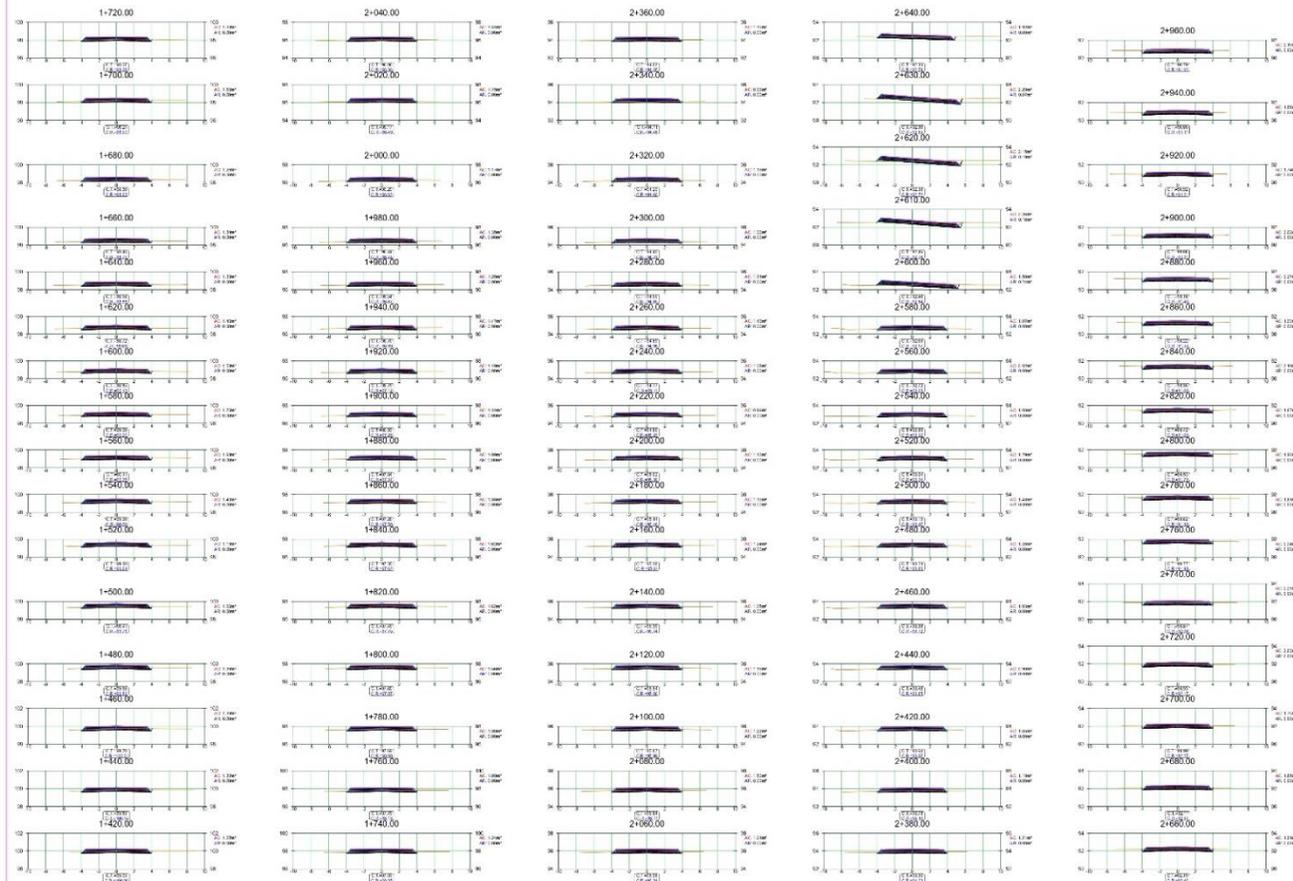
PROFESOR:	ING. CARLOS MENDOZA, RENEZUELA RUIZ	PROF. PAUL ALI, RODRIGUEZ, WENDY VIZCAYA	PROF. LUIS, RODRIGUEZ, WENDY VIZCAYA
PROFESOR:	ING. FLECHER GUERRERO, JONAS ALVARADO	PROF. PAUL ALI, RODRIGUEZ, WENDY VIZCAYA	PROF. LUIS, RODRIGUEZ, WENDY VIZCAYA

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
0+000 - 1+120

**ST-01**

PROYECTO:	LACABERTAD	PROYECTO:	ST-01
PROYECTO:	ASCOPE	PROYECTO:	ASCOPE
PROYECTO:	ASCOPE	PROYECTO:	ASCOPE

**PLANO 15- SECCIÓN TRANSVERSAL 0+000 KM AL 1+120 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**




**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 TRUJILLO - 2022

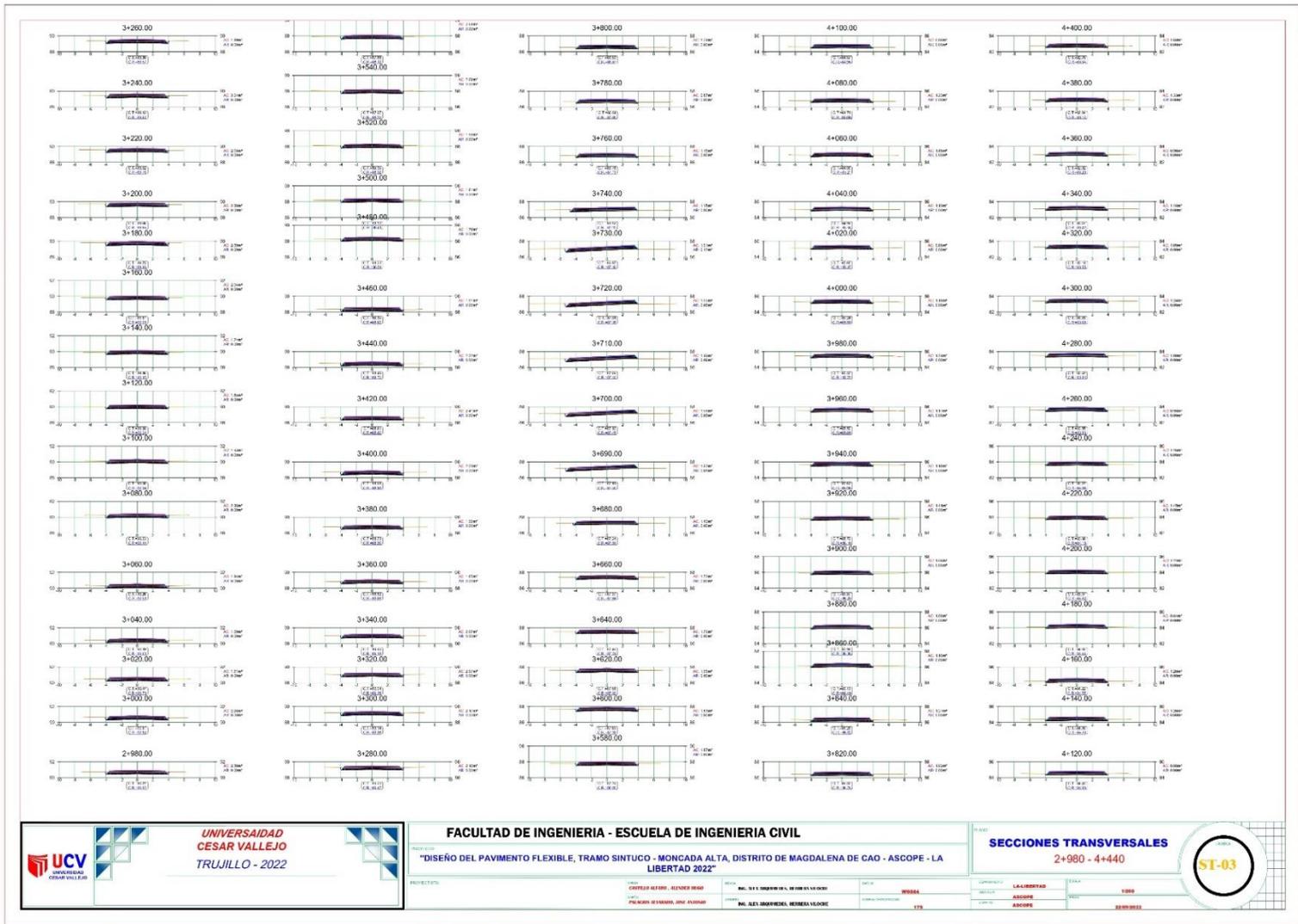
**FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**"DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO - MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD 2022"**

PROFESOR:	CASTEJÓN ALFARO, RENÉ DE ORO	DOC. 01/A: ING. MARIO MORALES, HIRSHEL YUENIC	TÍTULO:	DESIGNO	INTEGRANTES:	LAGOSASTA	FECHA:	1/2022
PROYECTISTA:	PEREZ GONZALEZ, ANDY GABRIEL	DOC. 01/B: ING. MARIO MORALES, HIRSHEL YUENIC	ASIGNATURA:	179	INTEGRANTES:	ASCOPE	FECHA:	23/09/2022

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 1+420 - 2+960

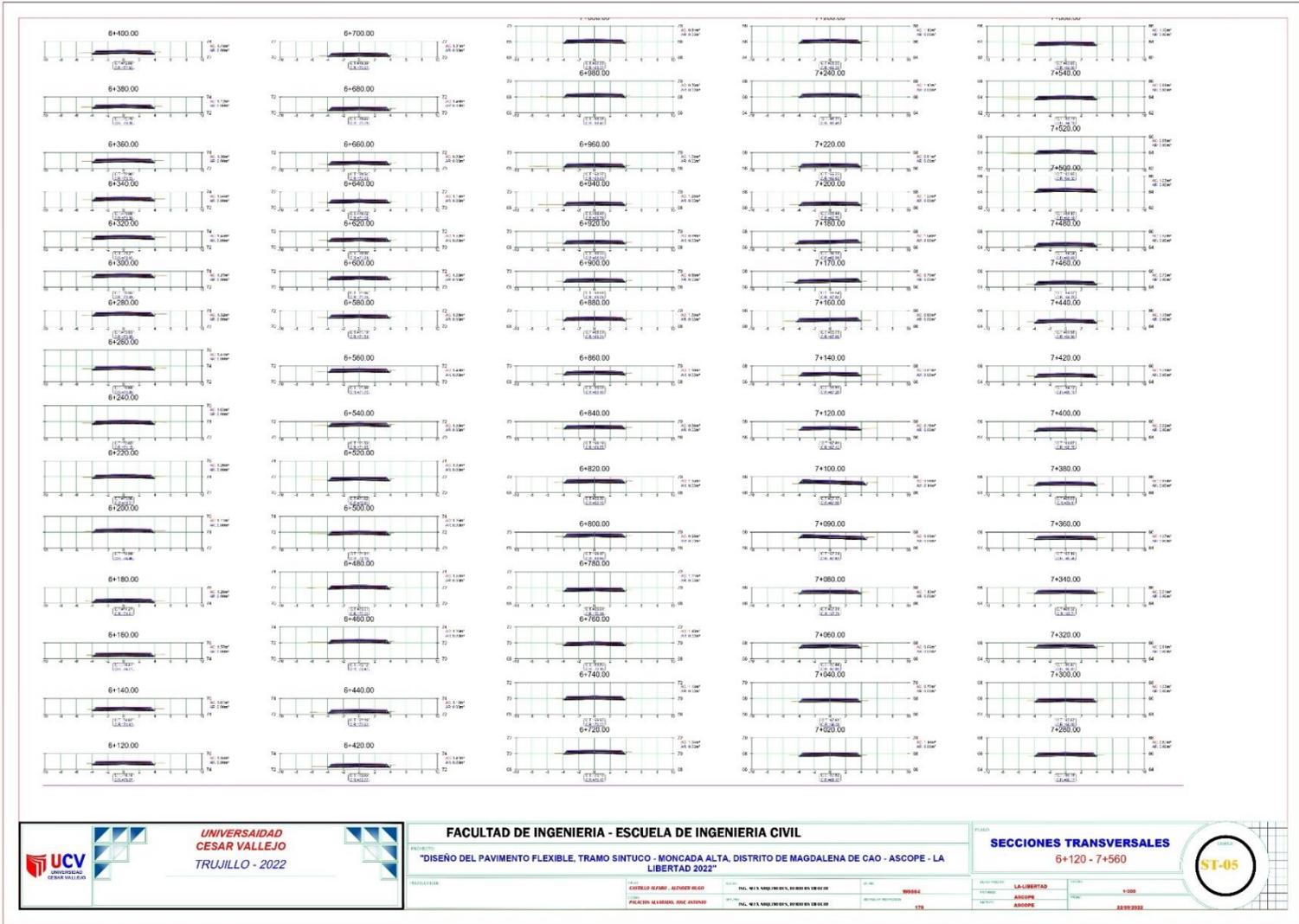
ST-02

**PLANO 16- SECCIÓN TRANSVERSAL 1+420 KM AL 2+960 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 17- SECCIÓN TRANSVERSAL 2+960 KM AL 4+440 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**






**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 TRUJILLO - 2022

**FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
 PROYECTO: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO - MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD 2022"  
 PROFESOR:

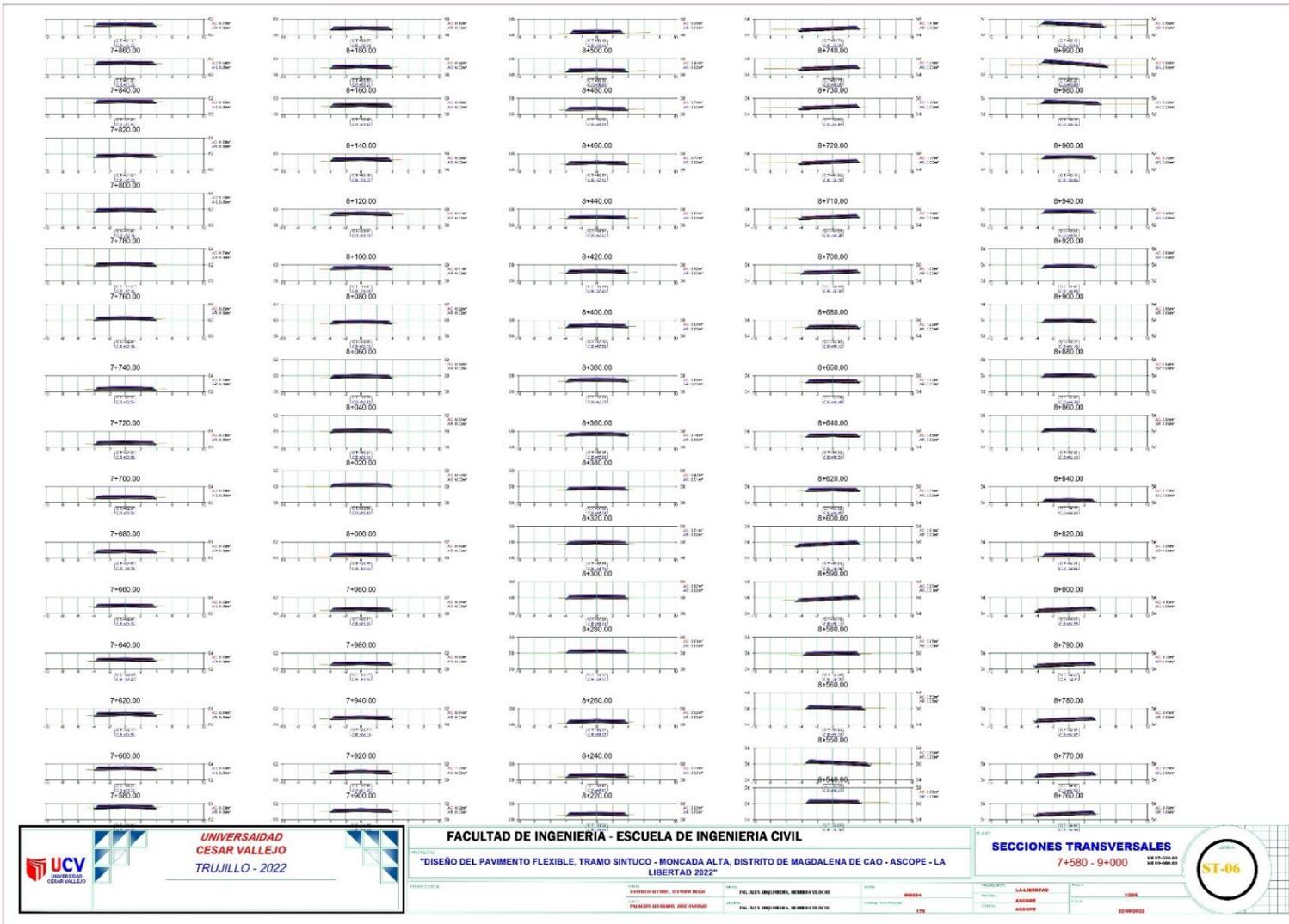
COORDINADOR: <b>ALFREDO REYES</b>	PROFESOR: <b>PAUL WILSON TORRES, RODRIGO URIBE</b>	PROFESOR: <b>WILSON</b>
PROFESOR: <b>PIÉLICH GUERRA, JOSE ANTONIO</b>	PROFESOR: <b>PAUL WILSON TORRES, RODRIGO URIBE</b>	PROFESOR: <b>WILSON</b>

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 6+120 - 7+560

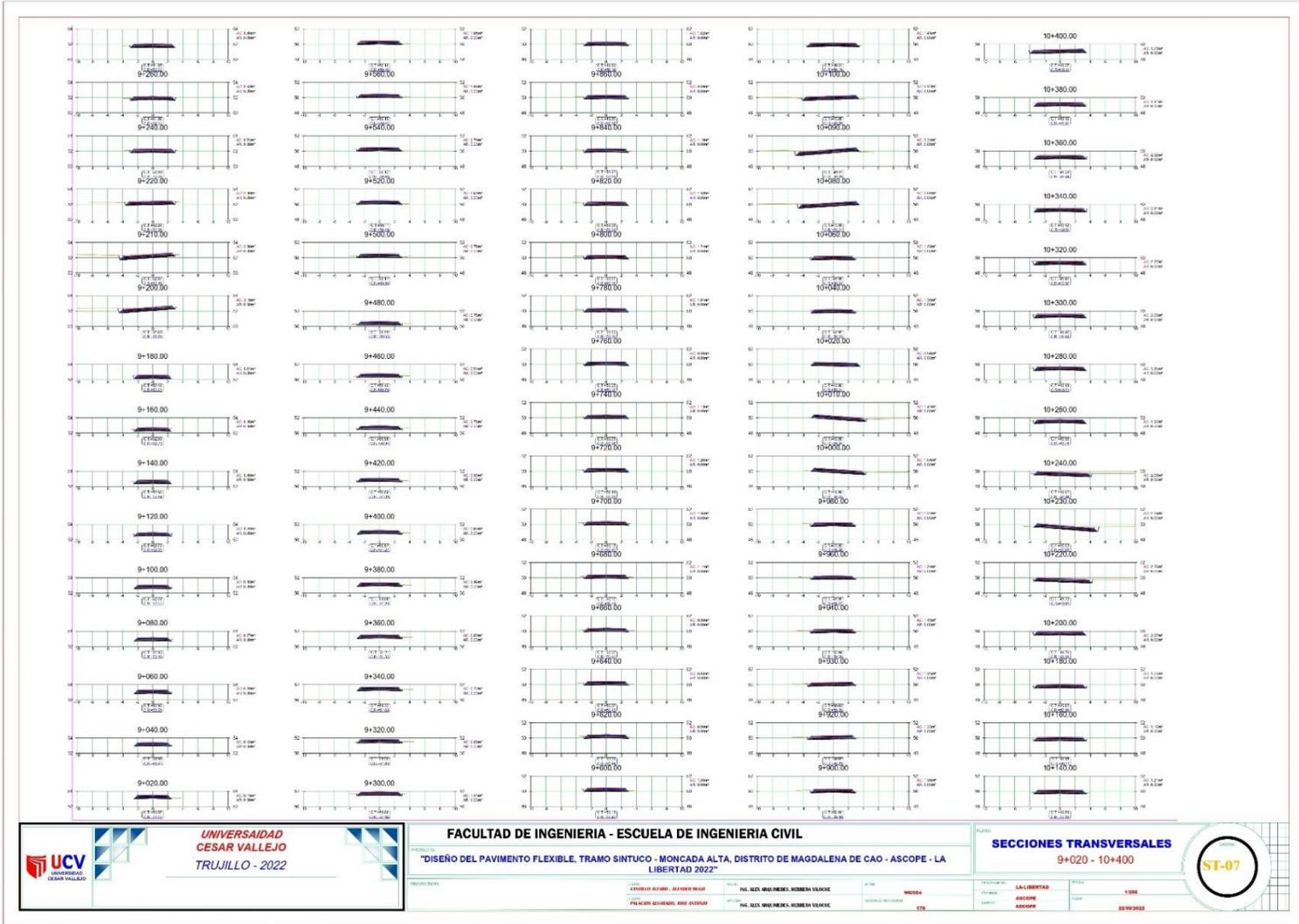
PROFESOR: <b>LAURENTO</b>	PROFESOR: <b>YOSHI</b>
PROFESOR: <b>ASCOPE</b>	PROFESOR: <b>ASCOPE</b>
PROFESOR: <b>ASCOPE</b>	PROFESOR: <b>ASCOPE</b>



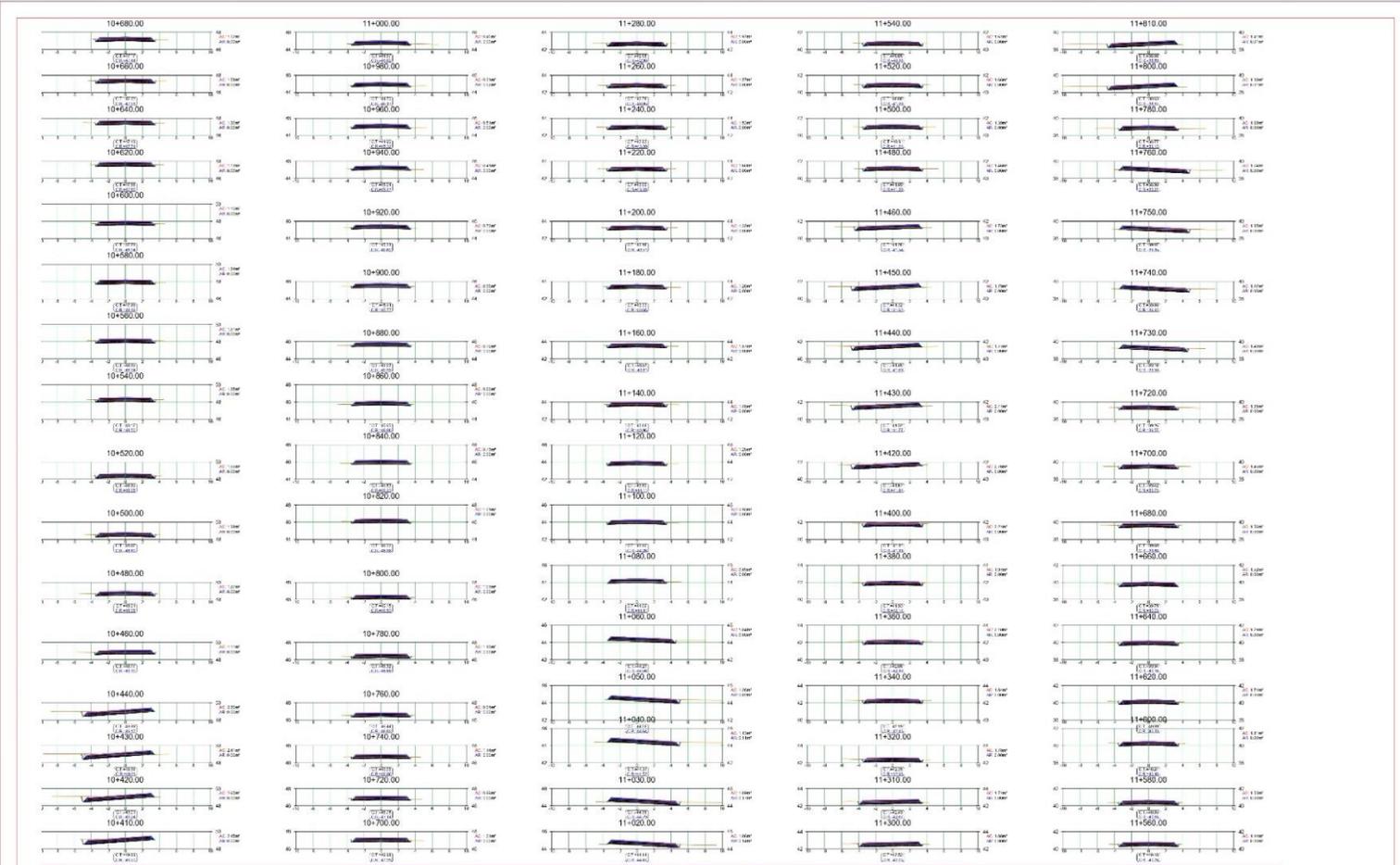
**PLANO 19- SECCIÓN TRANSVERSAL 6+120 KM AL 7+560 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 20- SECCIÓN TRANSVERSAL 7+580 KM AL 9+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 21- SECCIÓN TRANSVERSAL 9+020 KM AL 10+400 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**




**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 TRUJILLO - 2022

**FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
**"DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO - MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD 2022"**

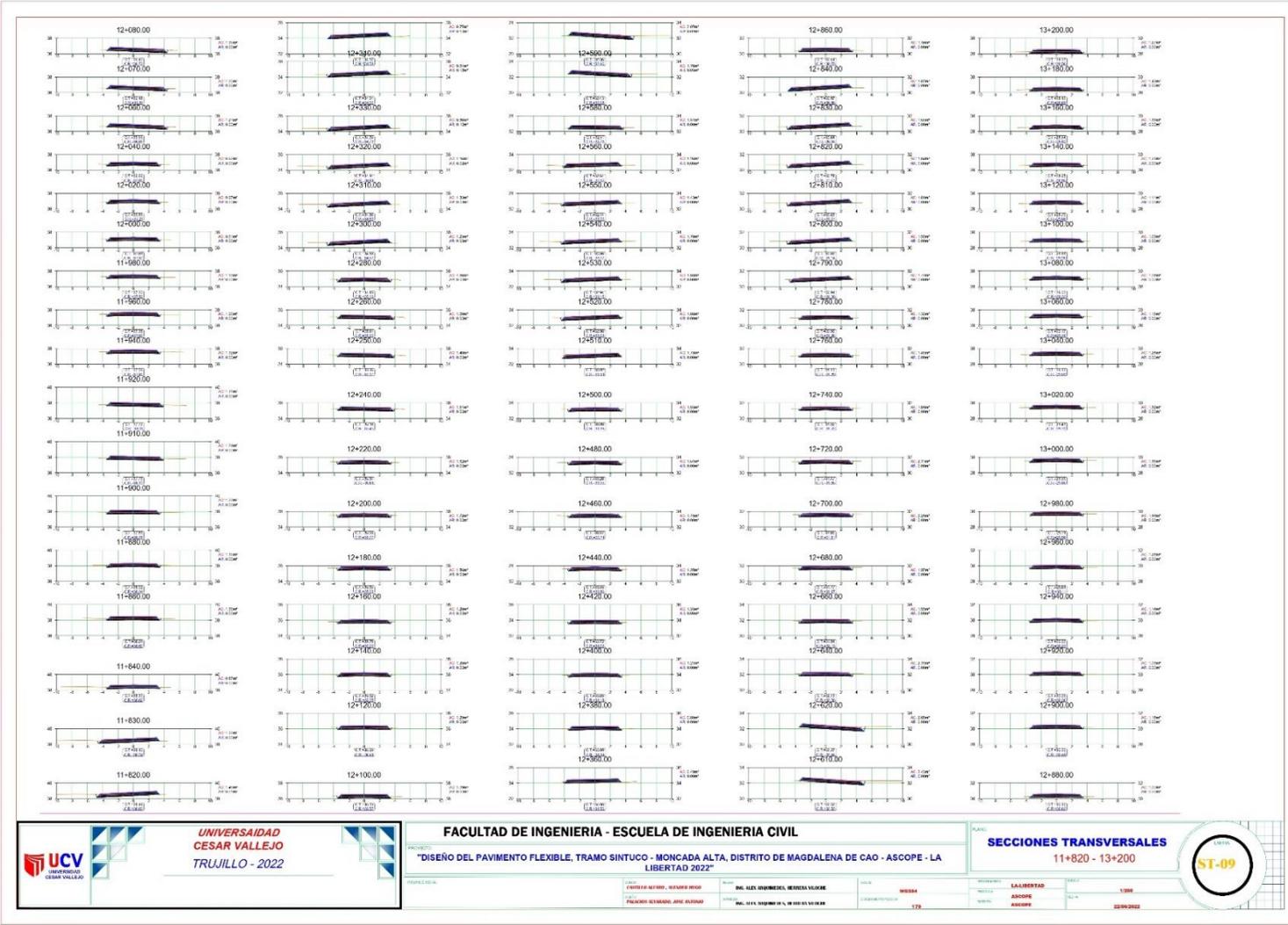
PROFESOR:	ING. CARLOS ALBERTO SUAREZ SUAREZ	PAUL SELL 9800 700000, MONTE ALBA SUAREZ	PAUL SELL 9800 700000, MONTE ALBA SUAREZ
PROFESORA:	ING. PAULINA GUERRERO ROSA SUAREZ	PAUL SELL 9800 700000, MONTE ALBA SUAREZ	PAUL SELL 9800 700000, MONTE ALBA SUAREZ

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 10+410 - 11+810

PROYECTO:	LA LIBERTAD	UBICACION:	ASCOPE
PROYECTO:	ASCOPE	UBICACION:	ASCOPE



**PLANO 22- SECCIÓN TRANSVERSAL 10+410 KM AL 11+810 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



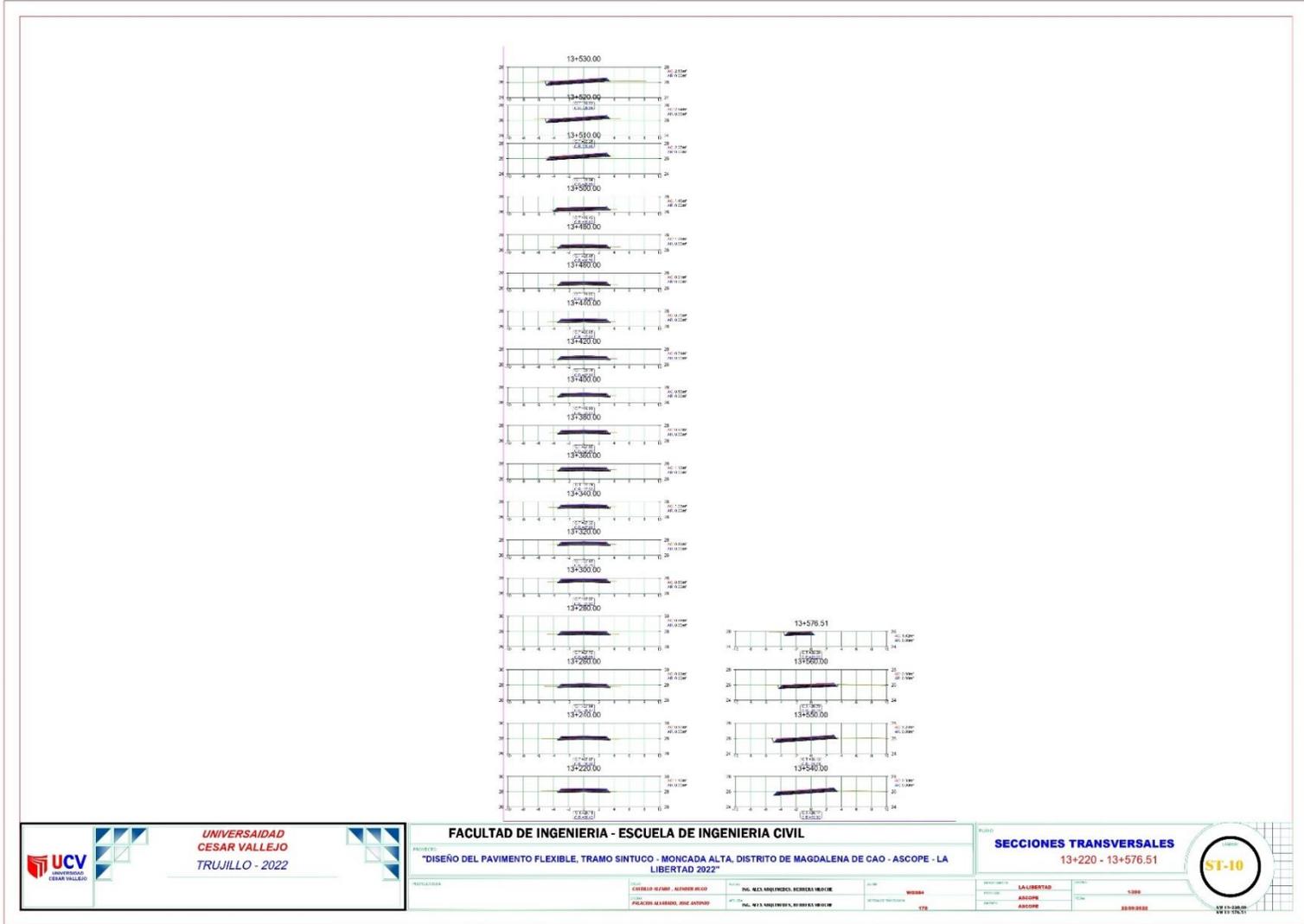

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 TRUJILLO - 2022

**FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**  
 PROYECTO: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO - MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO - ASCOPE - LA LIBERTAD 2022"  
 PROFESORA: DEL. ALEX. ANDRÉS MORALES, INGENIERA CIVIL  
 ALUMNA: PAULINA ESTEBAN, INGENIERA CIVIL  
 FECHA: 22/09/2022

**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 11+820 - 13+200  
 PLAN: ST-09

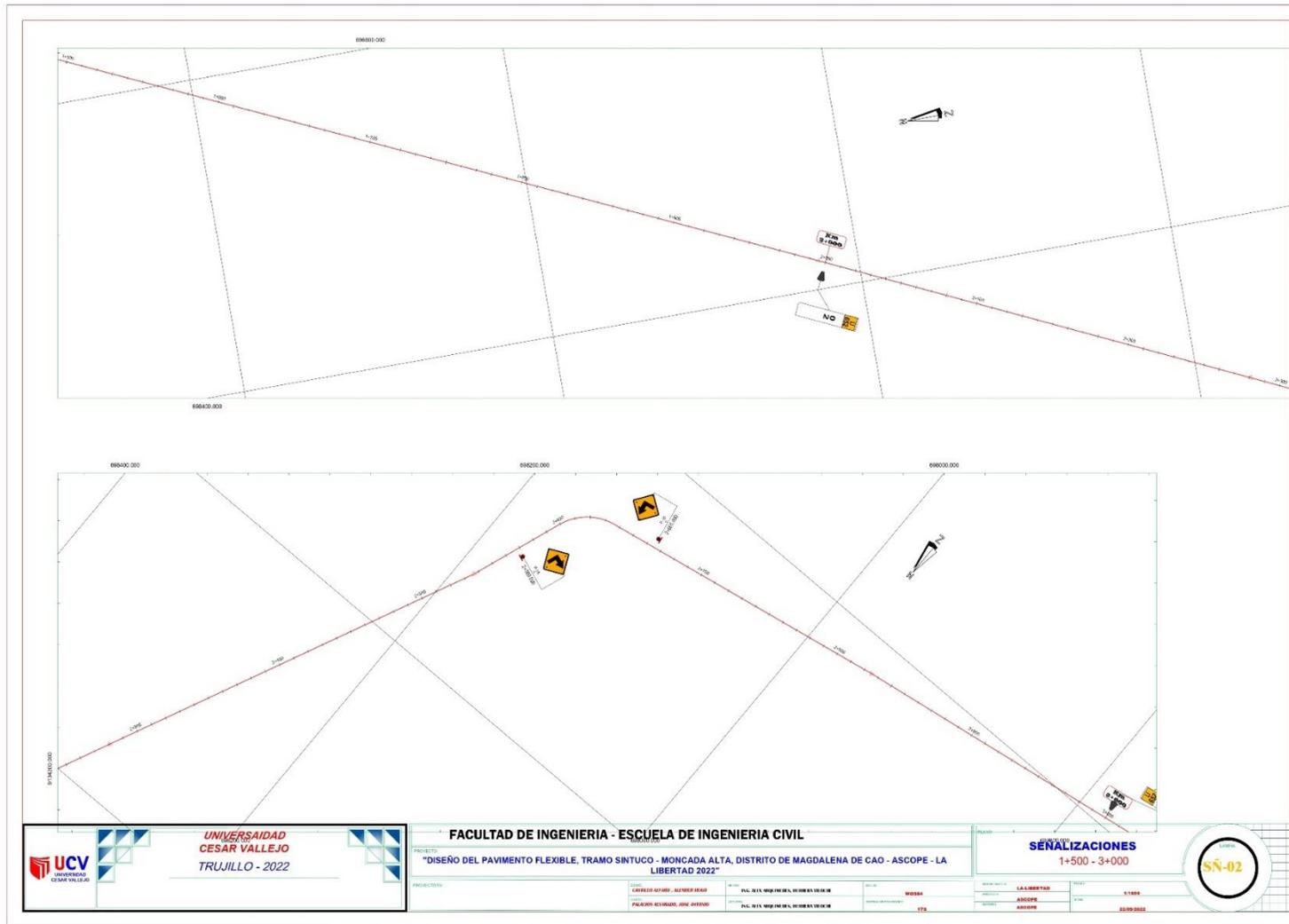


**PLANO 23- SECCIÓN TRANSVERSAL 11+820 KM AL 13+200 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



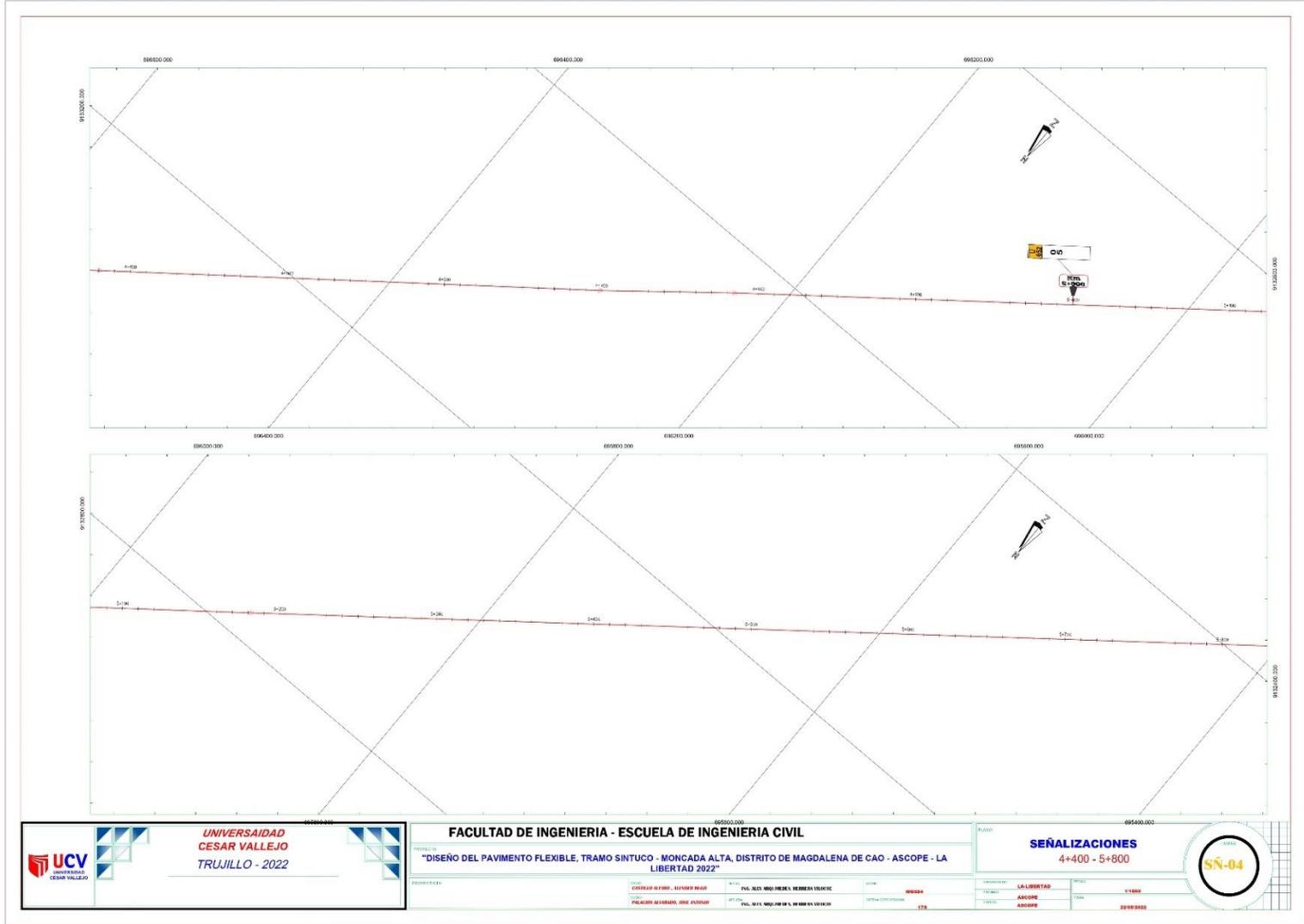
**PLANO 24- SECCIÓN TRANSVERSAL 13+220 KM AL 13+576.51 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



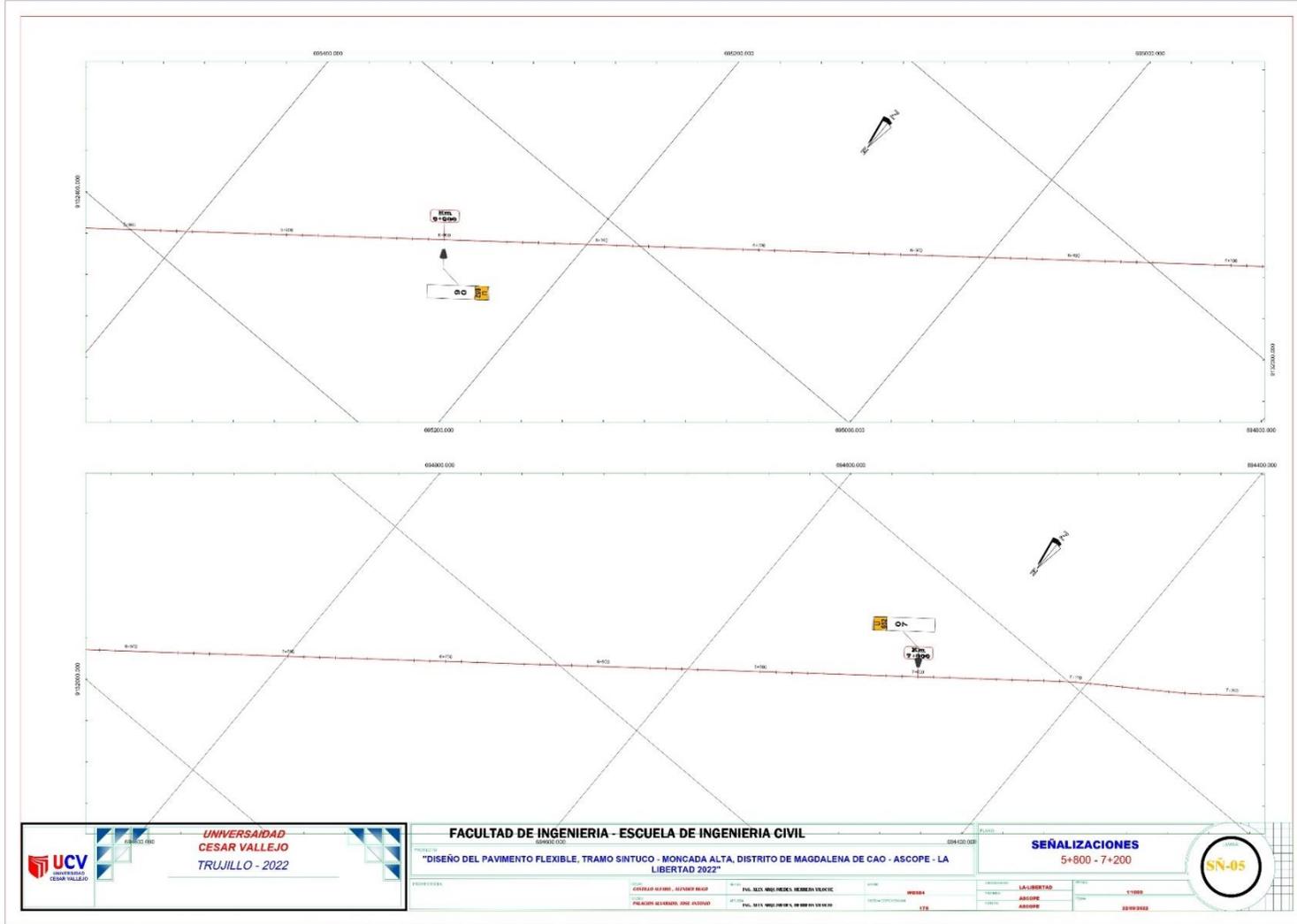


**PLANO 26- SEÑALIZACIÓN 1+500 KM AL 3+000 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**

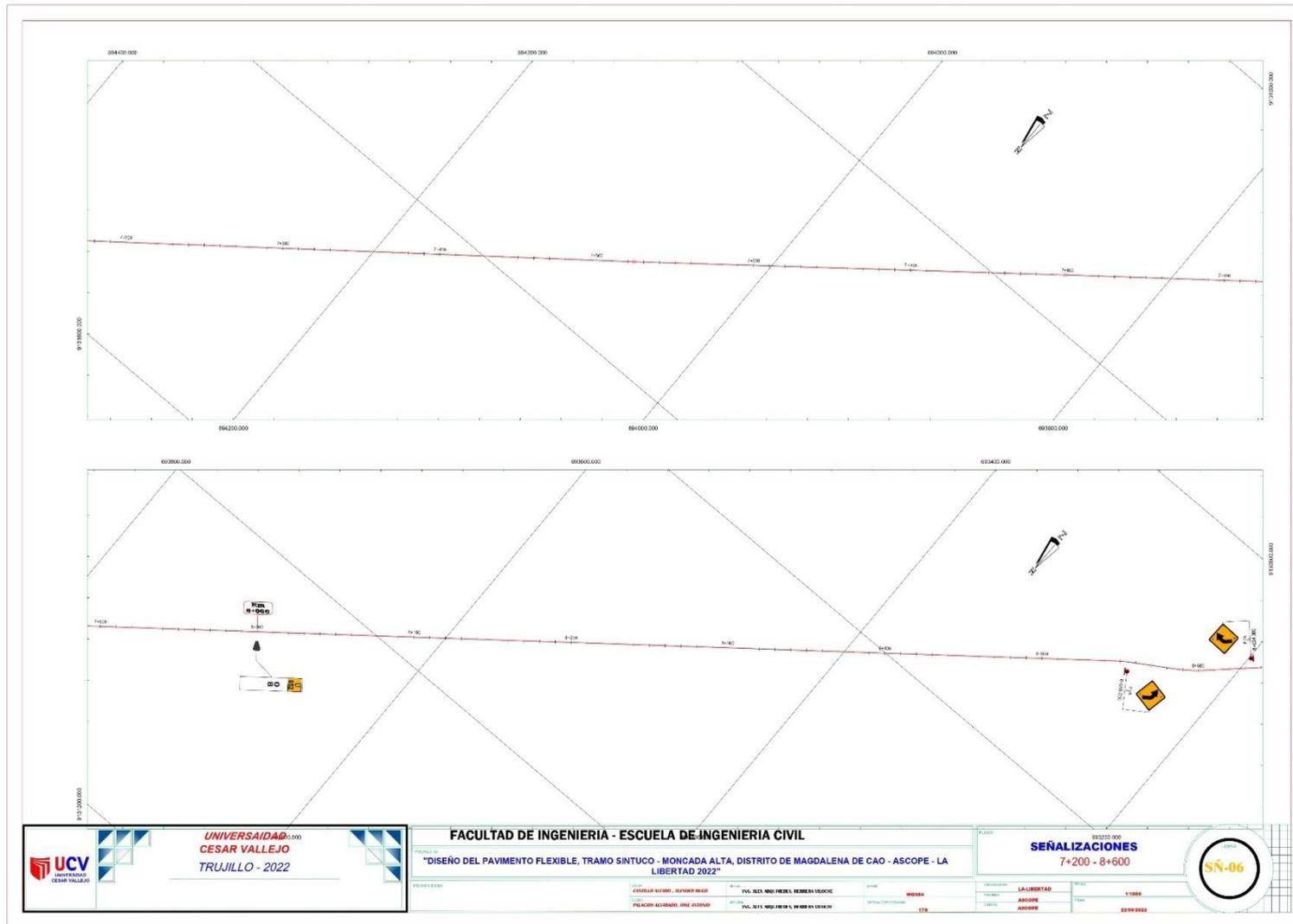




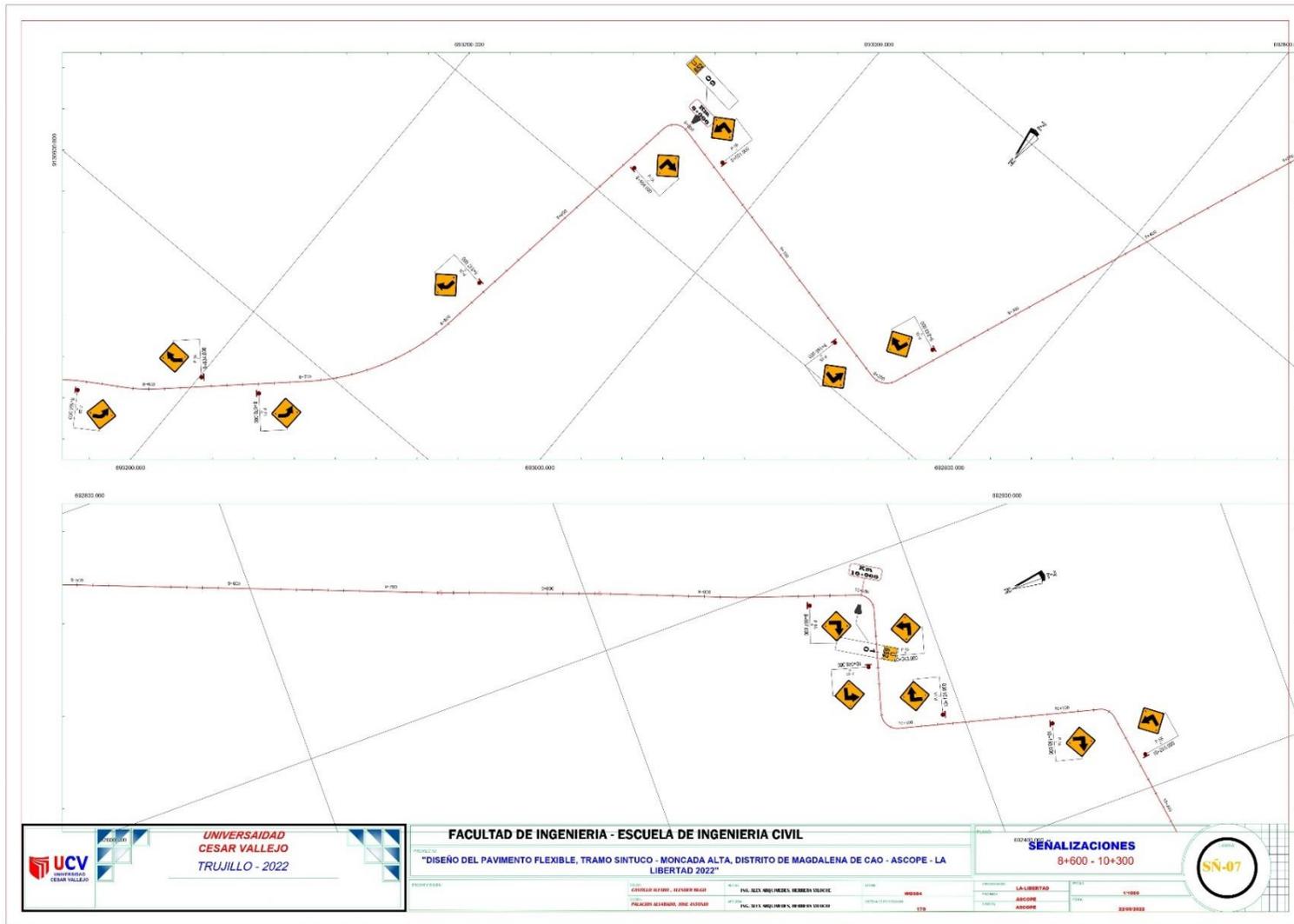
**PLANO 28- SEÑALIZACIÓN 4+400 KM AL 5+800 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



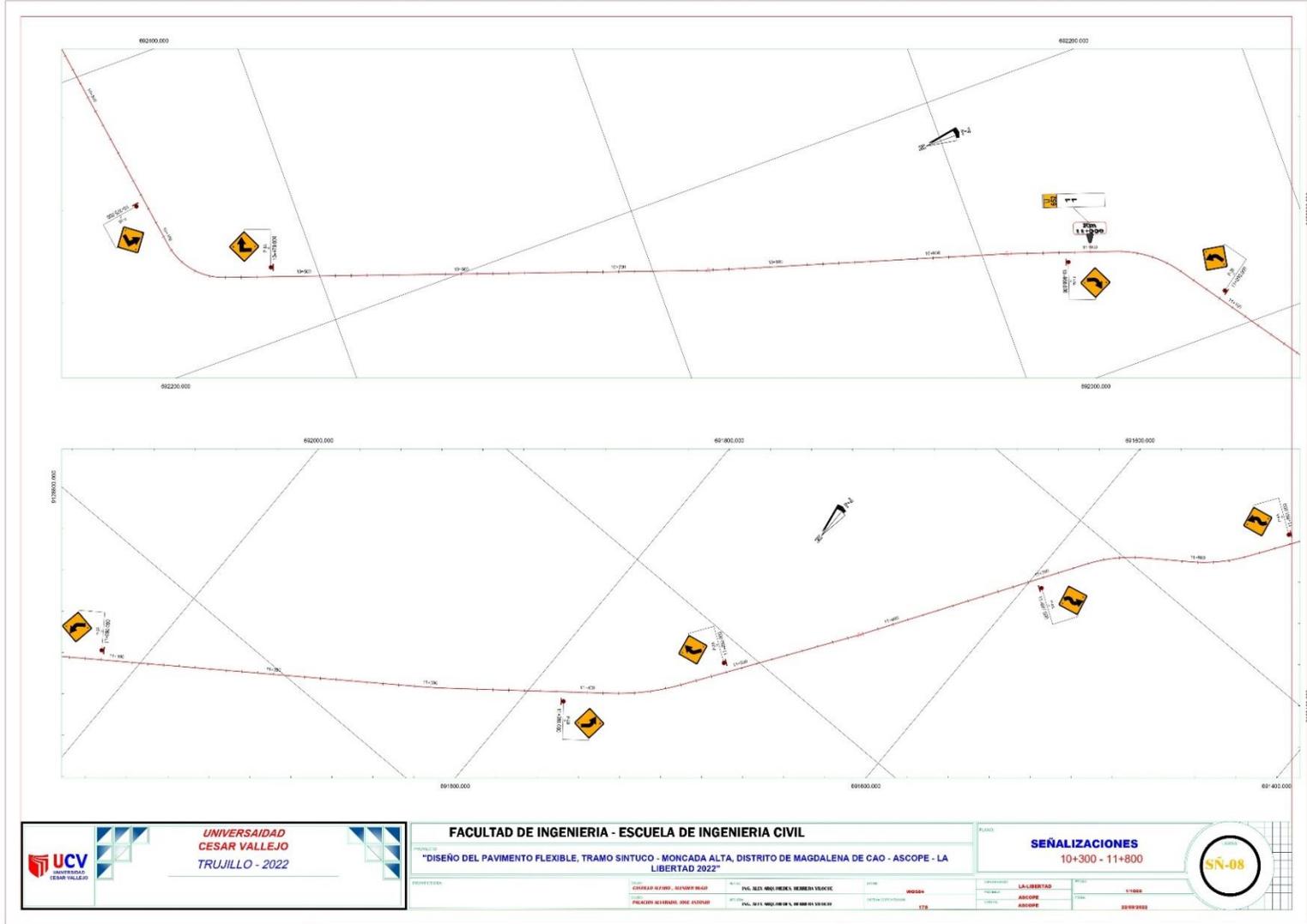
**PLANO 29- SEÑALIZACIÓN 5+800 KM AL 7+200 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



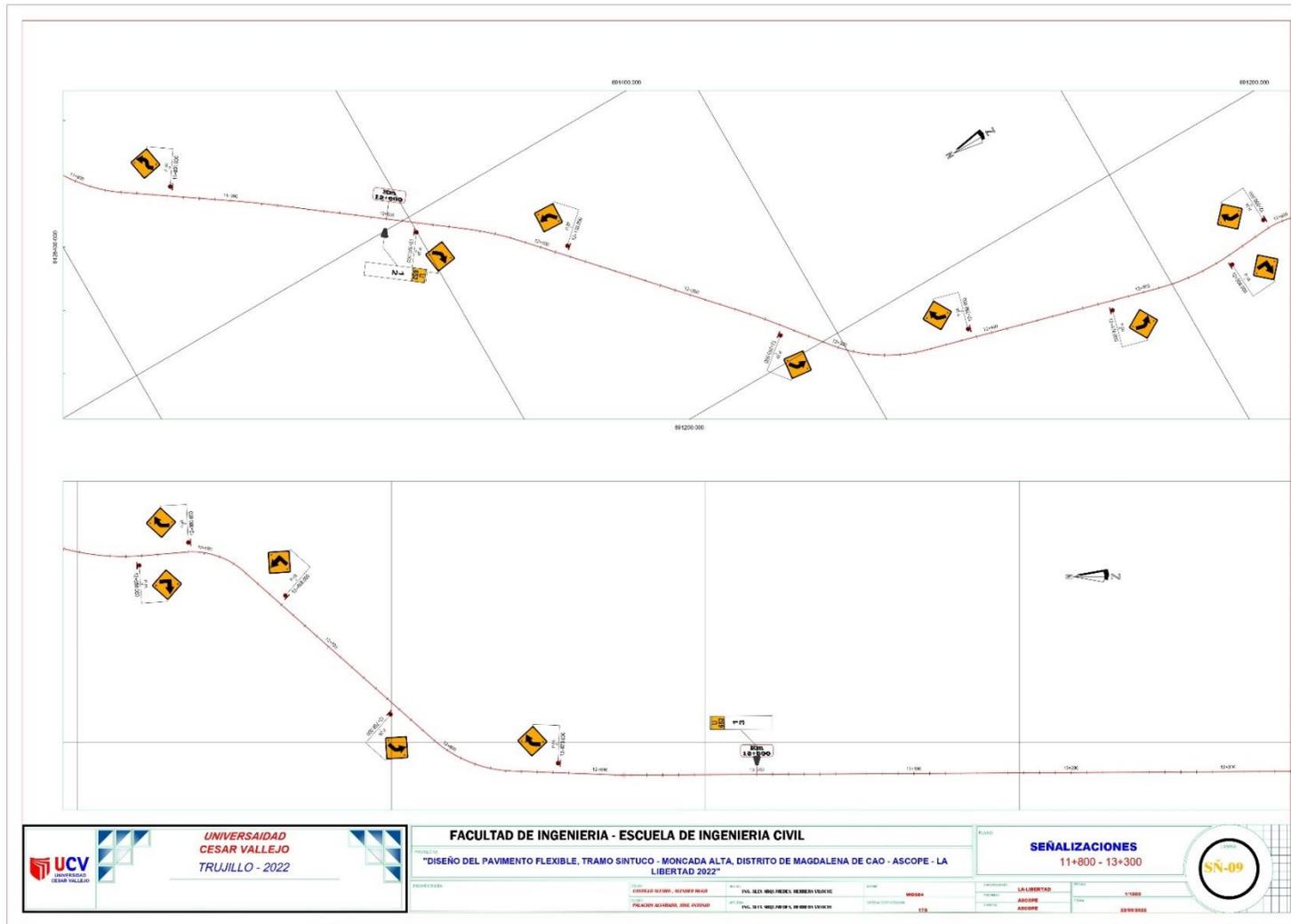
**PLANO 30- SEÑALIZACIÓN 7+200 KM AL 8+600 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 31- SEÑALIZACIÓN 8+600 KM AL 10+300 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 32- SEÑALIZACIÓN 10+300 KM AL 11+800 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**



**PLANO 33- SEÑALIZACIÓN 11+800 KM AL 13+300 KM DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA**

- **PANEL FOTOGRAFICO**



**FOTOGRAFIA N°01:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.



**FOTOGRAFIA N°02:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.



**FOTOGRAFIA N°03:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°04:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°05:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°06:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°07:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°08:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°09:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°10:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°11:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°12:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DESDE LA PROGRESIVA 0+000 KM AL 13+577 KM.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°13: EXCAVACIÓN DE CALICATAS DE 1.20 x 0.80 x 1.50m**



**FOTOGRAFIA N°14: EXCAVACIÓN DE CALICATAS DE 1.20 x 0.80 x 1.50m**

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



**FOTOGRAFIA N°15:** EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°01 EN LA PROGRESIVA KM 0+140 DE DIMENSIONES 1.20 x 0.80 x 1.50m

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°16:** EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°02 EN LA PROGRESIVA KM 3+000 DE DIMENSIONES 1.20 x 0.80 x 1.50m

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°17: EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°03 EN LA PROGRESIVA KM 6+500 DE DIMENSIONES 1.20 x 0.80 x 1.50m**

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



**FOTOGRAFIA N°18: EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°04 EN LA PROGRESIVA KM 8+000 DE DIMENSIONES 1.20 x 0.80 x 1.50m**

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



**FOTOGRAFIA N°19:** EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°05 EN LA PROGRESIVA KM 10+000 DE DIMENSIONES 1.20 x 0.80 x 1.50m

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



**FOTOGRAFIA N°20:** EXCAVACIÓN DE LA CALICATA N°06 EN LA PROGRESIVA KM 13+000 DE DIMENSIONES 1.20 x 0.80 x 1.50m

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



1 ago. 2022 11:18:23 a. m.  
17M 698968 9136143  
LI-652 / Careaga  
Pueb Sintuco  
Sintuco  
Ascope  
La Libertad  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°21:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



1 ago. 2022 11:30:25 a. m.  
17M 698977 9136131  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°22:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



**FOTOGRAFIA N°23:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°24:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



2 ago. 2022 12:40:45 p. m.  
17M 698978 9136131  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°25:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



2 ago. 2022 12:41:56 p. m.  
17M 698976 9136131  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°26:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



2 ago. 2022 12:43:30 p. m.  
17M 698977 9136131  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°27: ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.**

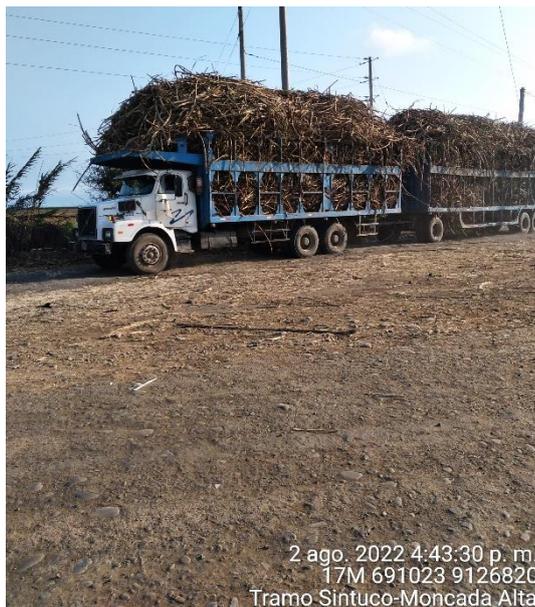
**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



2 ago. 2022 1:26:43 p. m.  
17M 698978 9136138  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°28: ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.**

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



2 ago. 2022 4:43:30 p. m.  
17M 691023 9126820  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°29:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



2 ago. 2022 4:47:24 p. m.  
17M 691016 9126827  
Tramo Sintuco-Moncada Alta

**FOTOGRAFIA N°30:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°31:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



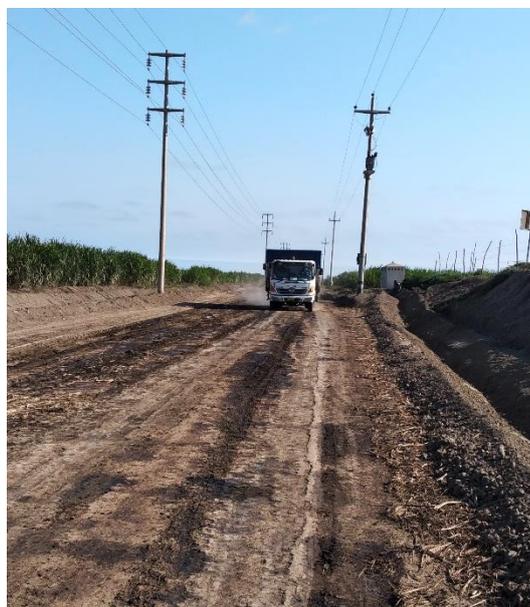
**FOTOGRAFIA N°32:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022"**



**FOTOGRAFIA N°33:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°34:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°35:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°36:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°37:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°38:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°39:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°40:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°41:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°42:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°43:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°44:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°45:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**FOTOGRAFIA N°46:** ESTUDIO DE TRAFICO PARA LOS DIFERENTES CALCULOS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON UN PERIODO DE 10 AÑOS.

**TESIS: “DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO – MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO – ASCOPE – LA LIBERTAD 2022”**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, TRAMO SINTUCO-MONCADA ALTA, DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO-ASCOPE-LA LIBERTAD 2022", cuyos autores son PALACIOS ALVARADO JOSÉ ANTONIO, CASTILLO ALFARO ALENDER HUGO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 17 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
HERRERA VILOCHE ALEX ARQUIMEDES <b>DNI:</b> 18210638 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9560-6846	Firmado electrónicamente por: AHERRERAV el 17- 11-2022 14:54:27

Código documento Trilce: TRI - 0443720