



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**“Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad  
vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba,  
Huancabamba, Piura”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Fernández León, Eder Dilmer (ORCID: 0000-0003-4684-6629)

**ASESOR:**

Mg. Marín Bardales, Noé Humberto (ORCID: 0000-0003-3423-1731)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHICLAYO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A dios, por salvaguardarme cada día, y estar conmigo en los buenos y malos momentos que tuve que atravesar en esta etapa de mi vida.

A mi familia, en especial a mis padres, María y Dilmer por darme la oportunidad de estudiar esta carrera, creyendo en mí y brindándome la confianza, con lo cual pude llegar a este punto.

A mi esposa Anali que siempre estuvo ahí apoyándome en todas las decisiones que tomaba, por su confianza y apoyo.

A mis Hermanos, por ser parte fundamental de mi vida y por su apoyo incondicional.

**Eder Dilmer**

## **Agradecimiento**

Expreso mi agradecimiento:

Agradezco primeramente a Dios, por darme la vida y a su vez por permitirme culminar con éxito mi proyecto de investigación.

A mis padres Dilmer y María por todo el apoyo brindado, por ser pilares fundamentales en mi formación y mostrarme el camino hacia la superación.

A mis hermanos Jimmy, Janet y Verónica que con su sola existencia brindan tranquilidad a mi vida.

A mi esposa Anali que siempre me apoyo y creyó en la realización de mi tesis.

**Eder Dilmer**

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de Tablas .....	v
Índice de Figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Realidad Problemática .....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 La hipótesis .....	4
1.4 Objetivos .....	4
1.5 Justificación.....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>30</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	30
3.2. Variables y Operacionalización .....	30
3.3. Población, muestra y muestreo de Población .....	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	31
3.5. Procedimientos .....	33
3.6. Método de análisis de datos.....	33
3.7. Aspectos éticos .....	33
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1: Tecnicas e Instrumentos .....	32
Tabla 2: Ubicación de Centros Poblados .....	36
Tabla 3: Puntos BMs. ....	38
Tabla 4: Resultados de IMDA.....	39
Tabla 5: Resultados de Numero Equivalentes (ESAL).....	40
Tabla 6: Clasificcion de Suelos y Humedad .....	42
Tabla 7: Compactacion y CBR .....	42
Tabla 8: Calculo de Variables para Diseño de Pavimento .....	45
Tabla 9: Coeficientes estructurales de las capas .....	46
Tabla 10: Coeficientes de drenaje.....	47
Tabla 11: Espesores de las capas .....	47
Tabla 12: Verificación si cumple la condición.....	47
Tabla 13: Calculo de espesores de Pavimento .....	47
Tabla 14: Costo y presupuesto del proyecto .....	48
Tabla 15: Matriz de Leopold para clasificar Impactos Ambientales.....	49
Tabla 16: Resultados de Estudio de trafico.....	54
Tabla 17: Resultados de Estudio de tráfico.....	55
Tabla 18: Calculo de espesores de Pavimento .....	56

## Índice de Figuras

Figura 1: Indicador económico sector Transportes y comunicaciones .....	3
Figura 2: Grafico interactivo sector Transportes y comunicaciones .....	3
Figura 3: Espesores de capa del pavimento .....	22
Figura 4: Estudio de mecánica de suelos.....	25
Figura 5: Procedimiento de Tesis.....	33
Figura 6: Ubicación de Tramo en estudio.....	34
Figura 7: Plano en planta de Carretera .....	35
Figura 8: Plano de perfil de Carretera .....	36
Figura 9: Sección típica de Carretera .....	37
Figura 10: Conteo vehicular .....	41
Figura 11: Estado de la vía.....	41
Figura 12: Excavación de calicatas .....	43
Figura 13: Laboratorio de suelos y pavimentos.....	43
Figura 14: Laboratorio de suelos y pavimentos.....	44
Figura 15: Numero estructural de la Subrasante (SN3) - Ecuación AASHTO 93 .	46
Figura 16: Cronograma de Ejecución de proyecto .....	51
Figura 17: Plano de perfil de Carretera .....	53

## Resumen

La carretera Canchaque a Huancabamba es de mucha importancia en el desarrollo de centros poblados y localidades que se comunican con la provincia de Huancabamba, además de unir el distrito de Canchaque a Huancabamba, en esta parte de la sierra del Perú existen muchas carreteras no pavimentadas, más aún en zonas rurales dificultando el tránsito y la comunicación a los poblados de esas zonas.

La formulación del problema de esta tesis está enfocada directamente en el diseño de la Infraestructura vial para mejorar la transitabilidad en la carretera Canchaque a Huancabamba.

La hipótesis que plantea la investigación es el diseño de la infraestructura vial, el cual cumpla con las condiciones dadas por las normativas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y metodología AASTHO 93.

La presente investigación tiene como objetivo general es el de diseñar la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad Vehicular en la Carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, así mismo los objetivos específicos como realizar la topografía del terreno en estudio, también realizar el estudio de Trafico y elaborar el estudio de mecánica de suelos y finalmente estimar el presupuesto, cronograma y estudio de Impacto Ambiental.

Como resultado de la presente tesis se llegó a obtener un diseño de infraestructura vial un paquete de pavimento de carpeta asfáltica de 7.5 cm, Base de 15 cm y Subbase de 33 cm.

Palabras clave: Diseño, Pavimento flexible, Tránsito vehicular, Transitabilidad

## **Abstract**

The Canchaque to Huancabamba highway is of great importance in the development of populated centers and localities that communicate with the Huancabamba province, in addition to linking the Canchaque district to Huancabamba, in this part of the Peruvian highlands there are many unpaved roads, even more so in rural areas, making transit and communication difficult to the towns in those areas.

The formulation of the problem of this thesis is focused directly on the design of the road infrastructure to improve the walkability of the Canchaque to Huancabamba highway.

The hypothesis raised by the research is the design of the road infrastructure, which complies with the conditions set by the current regulations of the Ministry of Transport and Communications and the AASTHO 93 methodology.

The general objective of the present investigation is to design the road infrastructure to improve vehicular traffic on the Desvio Canchaque to Huancabamba Highway, as well as the specific objectives such as carrying out the topography of the land under study, also carrying out the Traffic study and preparing the soil mechanics study and finally estimate the budget, schedule and Environmental Impact study.

As a result of this thesis, a road infrastructure design was obtained: a 7.5 cm asphalt pavement package, a 15 cm base and a 33 cm subbase.

Keywords: Design, Flexible pavement, Vehicular traffic, Walkability



## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

La construcción de una vía influye en el desarrollo de las comunidades, distritos o una ciudad, el desarrollo puede ser en diferentes sectores como en agricultura, ganadería, turismo o comercio, esto se realiza al mejorar el intercambio generando oportunidades de nuevos empleos que beneficiara a los pobladores de un determinado sector mejorando la calidad de vida de cada uno de ellas.

La provincia de Huancabamba está ubicada en el departamento de Piura en una zona montañas, esta zona dificulta las comunicaciones de sus comunidades con la ciudad de Huancabamba y el departamento de Piura, como los centros poblados que se encuentran en la zona de estudio como son Juzgara, El Porvenir, Quispampa y Palambra que pertenecen al distrito de Huancabamba, donde requieren comunicarse y debido a que realizan comercios en la agricultura, ganadería, en pequeñas cantidades el comercio, por trabajo y estudios, con la finalidad de mejorar su estilo de vida.

Existen dificultades para trasladarse de los centros poblados hacia la provincia de Huancabamba, y esta carretera es la única forma de comunicarse y se encuentra en pésima condiciones con presencia de baches y en épocas de lluvias existen derrumbes e inundaciones que imposibilitan la libre transitabilidad, y épocas de sequía contaminan con la polución que generan el tránsito, por eso es necesario la construcción de esta carretera para mejorar la transitabilidad y mejorar la vida y desarrollo de las comunidades.

De no realizarse el diseño de pavimento, los centros poblados, así como la provincia de Huancabamba son directamente afectadas económicamente ya que su comercio será limitado y a esto se suma las enfermedades respiratorias generados por la polución, de otra forma será beneficiadas por el desarrollo del turismo y de más actividades como ganadería y agricultura.

Con la propuesta de la creación de la carretera se generarán diferentes ingresos económicos para los pobladores y se generarán nuevos empleos y así mejorar la calidad de vida de los pobladores.

La finalidad de la presente investigación proyecto de tesis es proponer un diseño de la infraestructura vial de la carretera Desvió Canchaque a la Provincia de Huancabamba, para mejorar la transitabilidad vehicular de la carretera, el cual presenta un diseño no experimental, nivel descriptivo y enfoque cuantitativo. Además, es el sustento de numerosas cadenas de producción y distribución de mercancías, ya que impulsa la competitividad entre las industrias al reducir los costos de distribución, es por ello que la presente investigación desarrolla una guía teórica – práctica empleando criterios y normas vigentes para el diseño de pavimento de la carretera Canchaque a Huancabamba. Con el objetivo que esta carretera permita fortalecer el desarrollo turístico, comercial y demográfico de la sierra de Piura.

Este método es el más adecuado porque considera resultados reales obtenidos de campo como la resistencia de materiales, la distribución y como está compuesto el tránsito, también considera la tasa de crecimiento anual y los esfuerzos que produce los vehículos que transitan actualmente por la carretera en estudio. Además, que este método te permite seleccionar los espesores de las capas inferiores que permitirán determinar un diseño más económico, porque todo nace de una buena obtención de datos reales de campo.

Por otro lado, se realizó una consulta pública web de indicadores de brechas con respecto al porcentaje de la red vial vecinal no pavimentada con inadecuados niveles de servicios de la provincia Huancabamba.

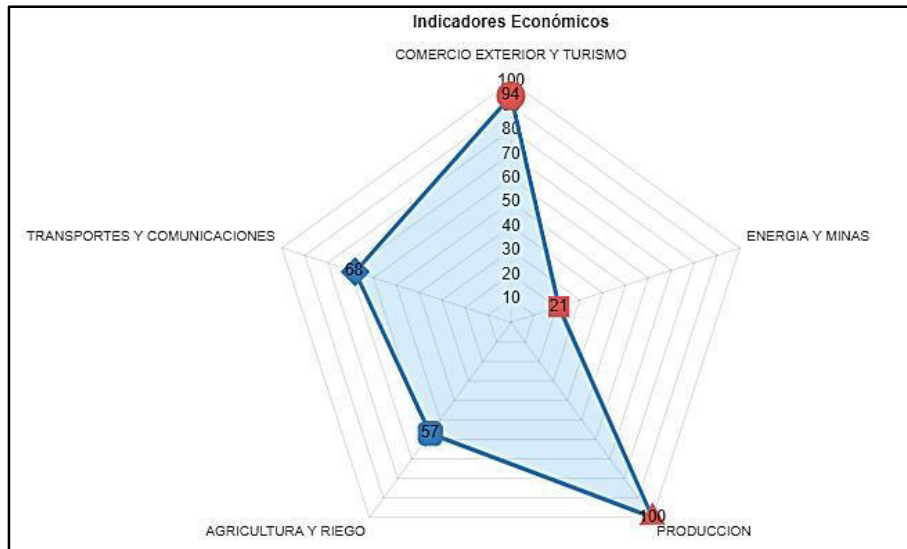


Figura 1: Indicador económico sector Transportes y comunicaciones  
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

En la imagen es correspondiente a los indicadores de brechas de los Sectores Económicos, se puede apreciar que los Sectores en los que la magnitud de los indicadores de brechas predeterminados es mayor (cercana al 100%) corresponden a los sectores de Producción, Transportes y Comunicaciones, Comercio Exterior y Turismo, en comparación a los Sectores de Agricultura y Riego y de Energía y Minas.

También se muestra un gráfico interactivo donde se identifican el sector transporte con un 68% de red no pavimentada en la provincia de Huancabamba.

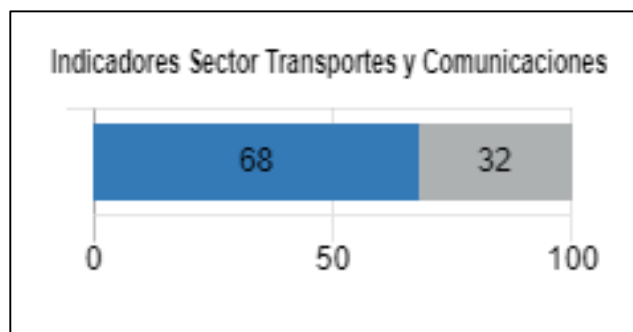


Figura 2: Grafico interactivo sector Transportes y comunicaciones  
Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

## 1.2 Formulación del problema

¿El Diseño de la Infraestructura vial podrá mejorar la transitabilidad vehicular en la carretera desvió Canchaque a Huancabamba?

### **1.3 La hipótesis**

El Diseño de la Infraestructura vial mejorara la transitabilidad vehicular en la carretera desvió Canchaque a Huancabamba.

### **1.4 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Diseñar la infraestructura vial para Mejorar la Transitabilidad Vehicular, Carretera Desvió Canchaque a Huancabamba.

#### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el estado situacional actual de la carretera desvió Canchaque a Huancabamba.
- Realizar los estudios básicos como el estudio topográfico el estudio de Trafico, el estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y el estudio de impacto ambiental.
- Diseñar la estructura del pavimento flexible para la carretera Desvió Canchaque a Huancabamba.
- Estimar el presupuesto del proyecto.
- Evaluar el cronograma de ejecución del proyecto.

### **1.5 Justificación.**

- La presente investigación se justifica socialmente, porque al realizar el diseño de infraestructura de la vía, esta información pueda llegar a materializarse dando a conocer ante su gobierno local que lo administra, y así solucionar la problemática que se ocasionan por el deficiente estado e la carretera, los pobladores pasan malestar para acceder a la vía principal, así como también el deterioro de sus vehículos y el retraso en tiempo de transporte del comercio.
- Se justifica económicamente porque la provincia de Huancabamba y sus centros poblados es un sector muy productivo que cultivan papa, maíz, fréjol, alverja, frutales; además se dedican a la crianza de ganado de animales, y por lo tanto los beneficiarios obtendrán un desarrollo estable donde dispondrán de una vía en condiciones rentables y segura para

transportar sus mercancías, además las enfermedades respiratorias se verán disminuidas y mejoraran las visitas a sus lugares turísticos con mejores condiciones de vida.

- Por otro lado, se justifica técnicamente debido que este estudio se convierte en una guía de consulta para el diseño de pavimentos flexibles o estudios similares el cual servirá como guía para solucionar la problemática ocasionada por carreteras en mal estado y sin pavimentar; además se dispondrá del presente estudio un modelo de guía para diseño de estructuras de pavimentos mediante una metodología constantemente utilizada como es AASTHO 93.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **A nivel Internacional**

En Chile, el investigador Erwin Walter Fontalba Gallardo, en su tesis “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida Circunvalación sector Guacamayo 1° etapa”, tuvo como objetivo proponer un diseño de un pavimento flexible en la Avenida Circunvalación Sector Guacamayo 1° Etapa, donde se utilizó los métodos Mexicano Dispav-5 y el método AASHTO 93, buscando establecer cual método es el más económico en el diseño de pavimento, llegando a concluir que los resultados obtenidos de las metodologías aplicadas y utilizadas por el investigador serán una alternativa viable para dar solución al malestar de las carreteras en situaciones pésimas de transitabilidad, en carreteras nuevas como esta avenida donde nivel freático alto se recomienda mejorar la subrasante para su pavimentación. (FONTALBA GALLARDO, 2015).

En el país de Ecuador, la investigadora Nader Herrera Uribe, en su tesis de grado “Estudio del pavimento de las vías del barrio salacalle, perteneciente a la parroquia saquisili, Canton Saquisili, Provincia de Copaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes”, tuvo como objetivo diseñar la estructura del pavimento de la carretera para mejorar la transitabilidad del barrio con la finalidad de mejorar el desarrollo de los habitantes de estos sectores, llegando a concluir que el diseño de la infraestructura de pavimento utilizando la metodología AASTHO 93 con espesores de carpeta asfáltica de 5cm base de 10 cm y subbase de 25 cm y así la población pueda contar con una vía que este en mejores condiciones. (HERRERA URIBE, 2014).

En el país de Colombia, el investigador Salamanca Niño y otros, en su tesis “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, Departamento del Cesar”, el autor tiene como objetivo realizar diseños de una infraestructura de pavimento por medio de dos métodos INVIAS, AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO, el autor nos comenta la importancia de invertir en infraestructura vial ya que mediante la inversión se reactivara la economía de los departamentos y esto se deberá a la disminución

de tiempo en transporte y la mejor de comunicación e intercambio de productos. Para el sector del tramo en estudio seleccionado por el investigador, llegando a concluir que la estructura de pavimento obtenido mediante los cálculos y variables de la metodología de AASTHO 93 son los indicados donde los espesores encontrados son los más óptimos cumpliendo con todos los parámetros. (SALAMANCA NIÑO, y otros, 2014)

### **A nivel Nacional**

En Lima, Daniel Vega Pórrigo, realizó su tesis “Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000)”, teniendo como objetivo general diseñar la estructura de pavimento rígido y pavimento flexible, donde se utilizó las metodologías de diseño al Instituto del Asfalto, PCA y AASHTO 93 para que mediante al cálculo de sus espesores verificar cual es más económico durante su proceso constructivo, obteniendo como resultado que el pavimento flexible diseñado es más económico sin obviar las características que debe cumplir para dar confort al tránsito, el autor con su investigación menciona que servirá como ayuda a otras investigaciones donde realiza comparaciones de las alternativas verificando el análisis económico más factible, y explica que generalmente en el Perú el pavimento más usado por las autoridades es el pavimento flexible. (VEGA PERRIGO, 2018)

En la ciudad de Huaraz el investigador José Veramendi Ocaña realizó su tesis “Proyecto de pavimento flexible de la vía Paltay – Lucma, del distrito de Tarma, Huaraz - Ancash”, nos muestra la importancia de la ejecución de una infraestructura vial terrestre por la exigencia de los pobladores, porque transportan sus productos y así mejorar la economía. Así también el autor nos indica que existen varios factores se evalúan en un pavimento deteriorado como el constante rodamiento de tránsito y clima, también es la falta de atención por parte de las autoridades en los proyectos de infraestructura vial para mejorar la vida de los beneficiarios. Por tal motivo realiza el diseño de pavimento flexible, apoyado con los estudios básicos como topografía, tránsito y estudio de suelos, llegando a concluir que el diseño del pavimento cumple

con los requisitos obtenidos, para que luego se realice el presupuesto correspondiente. (VERAMENDI OCAÑA, 2018)

En la ciudad de La Libertad el investigador Esquivel Jurado con la tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad”, indica la necesidad de diseñar el pavimento vial, puesto que es importante mejorar su condición de vida y para desarrollo turístico y en general la productividad que se generara con la construcción de esta vía. Por lo que es necesario contar con la topografía necesaria y demás estudios para diseñar la estructura mediante conocimientos ingenieriles y normativas vigentes. Las carreteras son afectadas en la temporada de lluvias donde se quedan incomunicados y demora de transporte de productos. Las deficiencias en la inversión de proyectos de infraestructura vial por parte de autoridades conllevan a la falta de desarrollo turístico económico de estos centros poblados. Con la construcción de proyectos de pavimentación se mejora las condiciones de transporte de los beneficiarios y conllevan al crecimiento de las comunidades. (ESQUIBEL JURADO, 2017).

En la ciudad de Arequipa el investigador Arequipa Velasco en su tesis “Estudio definitivo de la carretera prolongación Uchumayo, a partir del km 13+900 de La Variante de Uchumayo al km 14+600 de la autopista Arequipa La Joya”, presenta en su estudio la necesidad de diseñar una carretera por encontrarse en abandono y esto conlleva a un atraso en el desarrollo de los centros poblados por el tiempo que existe en el traslado y esto incrementa los precios de los productos, durante épocas de lluvias existe incomunicación y todo el transporte lo hacen a través de acémilas. Se realizaron estudios previos que ayudaran a la elaboración de diseños y así realizar la infraestructura vial; se realizó el levantamiento topográfico, el conteo de transito diario y estudio de mecánica de suelos a nivel de subrasante, los cuales sirvieran para los diseños; se realizó el mejoramiento del diseño geométrico manteniendo los parámetros indicados en el anual del MTC y así también se procedió a diseñar la estructura del pavimento donde se obtuvieron espesores finales donde cumplan con lo



indicado según manual del MTC beneficiando en el desarrollo de los pobladores. (ARUQUIPA VELAZCO, y otros, 2017)

El investigador Marcelino Sifuentes, M. en su tesis “Diseño del pavimento de la av. Los paujiles aplicando el método aashto 93 - Trujillo - La libertad”, donde propone diseñar el pavimento en las vías de la avenida, realizando los estudios necesarios, así como el conteo vehicular diario, estudio de mecánica de suelos que nos proporcionara ‘información del material existente de la subrasante además del diseño del sistema de drenaje, con la finalidad de beneficiar a pobladores y darles un mejor estilo de vida y generar mayor desarrollo económico, social y cultural. Con resultados obtenidos de los estudios de ingeniería se realizó el diseño del pavimento flexible aplicando metodologías vigentes como AASTHO 93 y guiándose por el manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, se elaboró un presupuesto a partir de metrados y un cronograma de ejecución. (MARCELINO SIFUENTES, y otros, 2020)

En la ciudad de Trujillo el investigador Ramirez Vergaray en su tesis “Diseño estructural del pavimento flexible y drenaje pluvial del sector Mampuesto barrio 2 – El Porvenir – Trujillo”, donde presenta una alternativa para mejorar la problemática que existe por el inadecuado sistema de servicio de transitabilidad por las pésimas condiciones de la carretera y esperando con esta propuesta mejorar la carretera y su calidad de vida de los pobladores garantizando que se puedan transportar de manera segura con menos tiempo de transporte y evitar enfermedades respiratorias de los pobladores brindando mejores condiciones de transitabilidad de vehículos. Como objetivo principal es el diseño de pavimento de este sector, se usaron como técnica de recolección de datos la observación y los instrumentos fueron los protocolos para los diferentes ensayos realizados en laboratorios, levantamiento topográfico, estudio hidrológico, estudio de tránsito. Con los resultados obtenidos se realizaron el diseño geométrico, diseño de pavimento y diseño hidrológico. Para el diseño de pavimento se utilizó la metodología AASHTO 93.(RAMIREZ VERGARAY, y otros, 2020)

## **A nivel Local**

El investigador Jorman M. Torres Terrones, en su tesis de grado “Elaboración del expediente técnico de la carretera departamental Puerto Eten – C.P. Lagunas, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque, planteo como objetivo proponer un diseño para el expediente utilizando la topografía del terreno existente y estudios básicos realizando el análisis del presupuesto de acuerdo a la metodología AASTHO 93 y así determinar un volumen de tránsito que se utilizara para el diseño con los resultados de estudios de suelos. Así mismo nos comenta que llegara a mejorar la vida de los beneficiarios, reduciendo el tiempo de transporte de sus productos y la disminución de los precios del transporte y así garantizar un desarrollo económico y productivo, también será de gran importancia ya que existirá mejor comunicación y un buen acceso a los lugareños con los distritos y que mediante su ejecución se generara ingresos a los beneficiarios con trabajo que ofrecerá el proyecto. (TORRES TERRONES, 2019).

Por otro lado, el investigador Max G. Del Castillo Cueva, en su proyecto de tesis de grado “Diseño del pavimento flexible y veredas en el pueblo joven Villa Hermosa 5to sector, Distrito José Leonardo Ortiz – Lambayeque” donde su objetivo principal fue realizar el Diseño de pavimento flexible y el diseño de veredas usando la metodología de AASTHO 93, el autor nos comenta que con su proyecto contribuirá en el desarrollo y bienestar de los beneficiarios del distrito, también nos indica que el mal estado de las vías son deterioradas en épocas de lluvias y por la falta de manteniendo por parte de sus autoridades, llegando a su total deterioro y perjudicando a los pobladores perdiendo tiempo en el transporte y generando poluciones y el malestar de pobladores. Después de obtener los resultados y con su ejecución del pavimento se mejorara las vías de zonas urbanas llegando a dar solución a las malas condiciones de la vía,. (DEL CASTILLO CUEVA, 2018)

También el investigador Cesar L. Campos Vargas, en su tesis “Diseño de pavimento flexible y veredas en la UPIS Pedro Pablo Atusparia, distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”, nos comenta la importancia de aplicar conocimientos y nuevos métodos ya que la

autoridades descuidan y no invierten en proyectos de pavimentación y por tal motivo el objetivo fue el diseño de estructura de pavimento flexible con la metodología AASTHO 93, con este proyecto lo que se busca es mejorar condiciones de vida y desarrollo de los beneficiarios, pero para esto se realizó estudios básicos complementarios para el diseño como Topografía, tránsito y mecánica de suelos del tramo en estudio; llegando a la conclusión de espesor de carpeta asfáltica de 5 cm, después determinar los metrados y presupuesto. Pero lo más importante en su estudio fue lo indicado de la necesidad de la topografía ya que es una zona llana o plana el cual la escorrentía de las lluvias drenen ya que es por el motivo más constante del deterioro de pavimentos, por lo tanto es muy importante la ejecución de este proyecto. (CAMPOS VARGAS, 2018)

En la ciudad de Chiclayo el investigador Espíritu Bulnes en su proyecto de tesis “Diseño de la trocha carrozable del centro poblado Culebreros – Pueblo Nuevo de Maray, distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropon, departamento de Piura” nos proporciona información sobre la metodología de de diseño vial, presupuesto y propone un cronograma de ejecución d una carretera con una longitud de 17+0.59 km, la cual será de importancia en el desarrollo del distrito y de los usuarios quienes transitan por dicha trocha carrozable. De los cálculos realizados octavo un espesor de 20 cm de afirmado, asi mismo hizo el diseño geométrico a partir del levantamiento topográfico planteado y finalmente un sistema de drenaje fundamental en el alivio de aguas de lluvias. Ya que esto será una de las inconvenientes para su mantenimiento y durabilidad del proyecto. (ESPIRITU BULNES, 2019)

En la ciudad de Chiclayo el investigador Angulo Orosco Kevin en su tesis “Creación de la vía de acceso Cascabamba, anexo La Cruz – anexo El Paccho, distrito y provincia de Contumazá, región Cajamarca”, donde el propósito de su estudio es el diseño de infraestructura vial de acceso realizando los estudios correspondientes de acuerdo a metodologías proporcionados el ministerio de transportes y comunicaciones. Este estudio de gran importancia para mejorar la transitabilidad de pobladores de los anexos que conectaran con el distrito y

provincia de Contumazá el cual tiene una longitud de 15.65 km, para lo cual realizo diseños de pavimento, geométrico, hidrológico y la evaluación de impacto ambiental; finalmente realizo el presupuesto y cronograma de ejecución. (ANGULO OROSCO, y otros, 2019)

El investigador Guevara Losada en su tesis “Diseño de la carretera del caserío La Tranca – Nuevo Progreso – Casa Quemada, del distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca”, presenta una propuesta de diseño de infraestructura vial para la carretera que une los caseríos con la finalidad de mejorar la comunicación y reducir los efectos negativos que se generan en los ámbitos económicos y sociocultural. Nos detalla que se utilizó información teórica y normativa vigente, así mismo se realizaron estudios para el diseño de la carretera utilizando metodologías para este fin, después de haber obtenido los resultados se procesaron y se terminan los diseños con ayuda de programas mas utilizados para ingeniería. (GUEVARA LOSADA, 2019)

El investigador Torres Terrones en su tesis “Elaboración del expediente técnico de la carretera departamental Puerto Eten – C.P Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque”, nos comenta sobre la evaluación realizado se encontró un camino completamente desértico, con problemas para que transiten vehículos por lo que los pobladores tienen que caminar y esto conlleva a un decrecimiento de las actividades económicas y sociales por no tener visitantes y así dejar de conocer lugares turísticos. Con la construcción de esa carretera de acceso a los distritos permitiendo la comunicación generando desarrollo económico y comercial, mejorando. (TORRES TERRONES, 2019)

El investigador Sánchez Pinedo en su tesis “Diseño de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas de Tinyayoc - Rambrán, distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca”, en el desarrollo de su proyecto es aportar con los pueblos mejorando su estilo de vida y permitiendo la integración del desarrollo social y económico ya que cuentan con una carretera precaria que dificulta el

transporte de productos básicos y también el oportuno acceso a salud y educación. Por tal motivo se diseñará la carretera realizando los estudios mínimos como tráfico, mecánica de suelos, hidrología y topografía, para elaborar el diseño de la estructura de pavimento. (SANCHEZ PINEDO, y otros, 2019)

El investigador Risco Gutiérrez en su tesis “Diseño de la carretera para unir el distrito de Llama con el caserío San Antonio, distrito de Llama – provincia de Chota – Cajamarca”, en su estudio nos da a conocer la decadencia que existe en estas localidades el cual tienen una carretera que une el caserío San Antonio con el distrito de Llama, donde prácticamente se encuentra aislado por el deterioro generando falta de comunicación y efectos negativos en el ámbito de salud, educación y cultural. En el desarrollo de su proyecto realiza estudios de ingeniería que garanticen el diseño de la infraestructura vial, donde se optó por realizar el diseño geométrico siguiendo los parámetros técnicos de una carretera para mejor beneficio de los usuarios y así cuenten con un servicio de transitabilidad en buena calidad y seguridad. Todos los parámetros utilizados en los diseños se realizaron manteniendo lo establecido en el Ministerio de Transportes y Comunicación a través sus manuales. (RISCO GUTIERREZ, 2019)

El investigador Aroni Espinoza, en su tesis “Diseño de la carretera Buenos Aires – Unión Quilagan – Succha Alta – La Palma, distrito de Querocotillo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca”, en su proyecto nos presenta un diseño de la estructura de pavimento por la necesidad de generar un mejor servicio a la población de transpirabilidad ya que carecen de comunicación de los caseríos con el distrito de Querocotillo también carecen de falta de los servicios de salud educación, hay un subdesarrollo en su economía por lo que se requiere diseñar o crear este estudio y así mejorar su estilo de vida. En el desarrollo del proyecto se realizarán estudios básico de ingeniería como estudios de suelos, topografía y tráfico el cual nos conllevara a realizar los diseños como geométrico, estructura de pavimento y la evaluación de impacto

ambiental este proyecto tiene una longitud de y así obtener buenos resultados el cual disminuirá la falta de comunicación. (ARONI ESPINOZA, 2020)

El investigador Berrospi Novoa, en su tesis “Diseño de la carretera Aramango - San Francisco - sector La fila - Buenos Aires - Chinganza, distrito de Aramango, provincia de Bagua, departamento de Amazonas”, en su proyecto nos presenta que la carretera tiene condiciones precarias para la transitabilidad, afectando a muchos pobladores, mucho más aun en épocas pluviales la economía se ve afectada, es por ello que se presenta este proyecto con el fin de mejorar la y reestructurar la trocha carrozable para el libre acceso con el distrito y de esta manera poder beneficiar a los pobladores contribuyendo así a la mejora de la economía y salud para cada uno de ellos. Para ello el investigador realiza los estudios empleando información teórica y normas vigentes proporcionados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (BERROSPI NOVOA, 2020)

El investigador Mil Sánchez y otros, en su tesis “Diseño definitivo de la carretera Barrio Nuevo – López – Señor de los Milagros – Ricardo Palma, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca”, en este proyecto el investigador nos explica la importancia de la unión de estos caseríos ya que al aplicarse esta conexión facilita el transporte y por ende mejoraría el sector económico, el sector salud, el sector educativo y el sector agrícola. Para aplicar este estudio se desarrollaron diversas reuniones con los pobladores con el fin de dar a conocer el proyecto y los avances realizados explicando y solicitando los permisos necesarios para la continuidad de dicho proyectos con el único fin de no entorpecer el avance y que todos los pobladores estén de acuerdo y den el respaldo necesario para a continuidad del proyecto, algo muy importante que señalar es que se obtuvo un trazo de 10.58 Km, se realizaron 17 calicatas la cual se obtuvo 1 muestra porque no presentaban variación en las capas, este proyecto se basa en el diseño geométrico 2018 norma que aún se encuentra vigente, algo muy beneficioso sería que esta zona se encuentra excluida del pago del IGV y la realización del proyecto es de 10´994,458.12. la realización de este proyecto beneficiaría mucho a los pobladores generando muchos parabienes en los sectores ya mencionados. (MIL SANCHEZ, y otros, 2020)

El investigador Quenaya Uceda y otros, en su tesis “Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo C.P.U. capote km 0+000 al C.P.R. Pancal km 7+000, Picsi, Lambayeque”, en su proyecto nos dice que el objetivo es Diseñar la Infraestructura Vial para la accesibilidad al tramo con la finalidad de mejorar el tramo y de esta manera generar un beneficio a la población ya que esto facilitaría el acceso libre, para este estudio se realizara estudio cuantitativo y descriptivo. Con esta información desarrolla cada punto de los objetivos planteados utilizando como guía los manuales manejados por el MTC, con los parámetros necesarios con la finalidad de que el estudio sea económicamente rentable y se obtuvo un resultado una vía de bajo volumen de tránsito y del estudio de suelos determino una subrasante pobre el cual requerirá un mejoramiento para una mayor durabilidad en beneficio de los pobladores. (QUENAYA UCEDA, y otros, 2019)

El investigador Sánchez Caro, en su tesis “Diseño definitivo de la Carretera La Primavera - Simón Bolívar, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín”, en su proyecto el propósito principal es el diseño de la carretera para incrementar su nivel de calidad de vida de los beneficiarios; identificando la problemática que existe en los centros poblados como es la falta de comunicación y el acceso deficiente en que se encuentra su carretera en una longitud de 4.193 km. el investigador realiza los estudios de mecánica de suelos, topografía, tráfico e impacto ambiental; una vez obtenidos los resultados procesados realiza el diseño como pavimento, geométrico, drenaje y señalización, de acuerdo a lo establecido en los manuales utilizados para dichos diseños para garantizar un buen desempeño de la carretera cuando entre en servicio. (SANCHEZ CARO, 2018)

El investigador Zuñiga Chepe en su tesis “ Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la ca. Vrhht, ca La Paz ca. Pachacutec y av. Grau Chimu del distrito de la Victoria. Chiclayo – Lambayeque”, donde nos indica la mala transitabilidad que existe en esta zona de Chiclayo perjudicando el confort y salud de los pobladores. Por tal motivo se

realiza los estudios de ingeniería básica para determinar un diseño que sea económico y social sin afectar al medio ambiente con las distintas metodologías de mitigación de impacto ambiental. Este estudio se enfocó directamente en realizar un estudio de tráfico, estudio topográfico y de mecánica de suelos para llegar al diseño de estructural del pavimento flexible con la metodología vigente que se encuentra en el manual del MTC, todo esto con la finalidad de proporcionar un proyecto que ayude a mejorar el sistema de vida de los pobladores quienes son directamente beneficiados. (ZUÑIGA CHEPE, 2018)

Amangui y Pauca en su tesis “Diseño de infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular carretera Madrigal - Lari km 0+000 al 5+890.35 Caylloma, Arequipa”, nos indica que la finalidad del diseño de la estructura de pavimento es mejorar el estilo de vida de pobladores de Madrigal y Lari los cuales tienen dificultades para que accedan vehículos y transportar productos de primera necesidad, la carretera se encuentra en mal estado. Por eso en su investigación busca realizar los diseños necesarios solicitados por el ministerio de transportes y comunicaciones de acuerdo a sus manuales o guías, así como el diseño geométrico obtenido del levantamiento topográfico y de la obtención de cálculo de tránsito conocido como ESAL, adicionalmente el estudio de suelos de la subrasante y así realizar el diseño del pavimento. (AMANGUI APAZA, y otros, 2021)

Diaz Vergara en su tesis “Diseño de infraestructura vial en las comunidades La Floresta Shumba Alto-Ayabaquita-Pueblo Nuevo y cruce San Agustín Huabal, distrito de Bellavista, Jaén”, nos indica la necesidad de realizar el diseño de pavimento y así mejorar la transitabilidad en la carretera que une los centros poblados de La Floresta Ayabaquita, para tal necesidad se realizó los estudios de topografía, mecánica de suelos, estudio hidrológico, estudio de impacto ambiental. Después de obtener resultado de los estudios se precedió con el cálculo de diseño geométrico de acuerdo al manual de MTC, se elaboraron los planos altimétricos y planimétricos así como el seccionamiento en el programa Civil 3D 2018; se obtuvo una velocidad de diseño de 30 km/h, con pendientes máximas de 8% y una estructura de pavimento de capa asfáltica de 5 cm, sub



base de 20 cm y base de 20 cm de espesores, la cual servirá para mejorar la transitabilidad y comunicación de los centros poblados involucrados en el estudio. (DIAZ VERGARA, 2021)

Arista Gamarra, en su tesis “Diseño de infraestructura vial entre los caseríos Vista Alegre – Empalme CA-570, caserío Llaucan-Hualgayoc-Cajamarca”, en donde nos indica la existencia de una carretera que une los caseríos Vista Alegre y Llaucan, que requieren mejorar su transitabilidad vehicular, en donde se planteó objetivos para llegar al diseño de la infraestructura vial el cual requiere de varios estudios básicos en la carretera en mención que tiene una longitud de 5.907 km. el propósito de estos estudios es llegar a los diseños necesarios con la finalidad de mejorar la vida de los pobladores económica y socialmente; todos los diseños se basaron siguiendo los manuales proporcionados por el Ministerio de transportes y comunicación, un diseño de infraestructura vial debe cumplir las normas y su diseño se rentable económicamente. (ARISTA GAMARRA, 2020)

Bustamante y Vasquez en su tesis “Diseño de la carretera Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova - Cutervo, Cajamarca”, donde su principal finalidad es el diseño de estructura de pavimento y así mejorar la transitabilidad d la carretera Choros a la Sacilia, teniendo en cuenta los componentes necesarios para los diseños, se realizaron estudios de ingeniería básica, llegando a los diseños de la carretera. De los resultados se obtuvo una carretera de tercera clase con calzada de 7 m, bermas de 0.50 m, y propuesta de cunetas paralelo a la vía, donde se requiera de este sistema de drenaje llevadas hasta las alcantarillas de alivio, la estructura del pavimento es de 5 cm de carpeta asfáltica y 20 cm de base. (BUSTAMANTE CASTRO, y otros, 2020)

En Chiclayo, Millan y otros en su tesis “Diseño de infraestructura vial tramo caserío Ticungue – Centro Poblado Rosario de Chingama, Distrito Bellavista, Jaén –Cajamarca”, relata que realizo el diseño con la finalidad de optimizar la accesibilidad de vehículos y a la vez unir más a las localidades y uno de los inconvenientes fue el trazo ya que hay que tener en cuenta los centros poblados

y poder adecuar la vía que pasa cercana a casa existentes que tendrán ser reubicadas, se realizaron trabajos de levantamiento topográfico de los tramos en estudio y se ubicaron los puntos de calicatas para la recolección de muestras para el estudio de suelos, también se ubicaron las zonas donde existen presencia de fallas y presencia de filtraciones el cual tendrán una propuesta de sistema de drenaje. Después se realizó el diseño de pavimento y geométrico de la vía. La finalidad del estudio es mejorando la vida socioeconómica de los pobladores y localidades cercanas al proyecto. (MILLAN INOÑAN, y otros, 2020)

Cieza Torrez en su tesis “Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio tramo Maino - Sispuco km 0+000 – 7+656.21, Chachapoyas – Amazonas”, el investigador realizó una recolección de datos a través de fichas y formatos de laboratorio para luego llevarlo a procesarlo en gabinete, realizó un estudio de tráfico durante siete días, del cual obtuvo resultados de IMDA de 407 veh/día el cual servirá para obtener ESAL en conjunto con el CBR obtenido del estudio de suelos se realizó el diseño del pavimento obteniendo unos espesores de capa asfáltica de 7.5 cm, subbase de 20 cm, base granular de 15 cm. y los impactos ambientales que se generaran durante su ejecución serán impactos negativos muy bajos y los impactos positivos será moderado y alto por lo que el estudio es ambientalmente viable. (CIEZA TORRES, 2020)

El investigador Fernández en su tesis “Diseño de la infraestructura vial del Sector 2, Zona Nor Este, distrito Cayalti-Chiclayo-Lambayeque”, para diseñar realizó el levantamiento topográfico y realizó el diseño geométrico donde obtuvo un resultado una clase de carretera por su topografía orográfica plana tipo 3, de acuerdo al estudio de tránsito realizado con un IMDA 273 veh/día de acuerdo al manual de diseño geométrico 2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y con esta información se procederá a realizar las dimensiones de la sección típica de la carretera, pero para completar con el diseño se realizó el estudio de suelos y obteniendo un CBR, donde permitió diseñar el espesor de la estructura de pavimento de 42.5 cm. y finalmente

diseñar la planta, perfil y secciones transversales. (FERNANDEZ VARGAS, 2021)

Valentín y Lunarejo en su tesis “Óptimo diseño estructural del pavimento flexible en el tramo cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal Santa Ancash”, para el diseño del pavimento utilizó dos metodologías para después compararlas AASHTO 93 e Instituto de Asfalto, donde pudo determinar el espesor de la estructura del pavimento y la durabilidad, para ambas metodologías se requieren de la misma información como el módulo de resiliente y el ESAL. Aplicando el método AASHTO 93 se obtuvo el siguiente espesor (carpeta asfáltica de 2.5”, base de 78 plg y subbase de 10 plg) y del método de Instituto de Asfalto obtuvo (carpeta asfáltica de 4 plg, base de 12 plg y subbase de 14 plg), donde según los resultados el mejor método para diseño es AASHTO 93. (VALENTIN CASTRO, y otros, 2019)

García y Montenegro en su tesis “Diseño de la infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular tramo km0+000 -km10+000 Pisci -Tumán, departamento de Lambayeque”, por la importancia mejorar el sistema de tránsito vehicular, propone un diseño de infraestructura vial porque la carretera es un medio de comunicación y desarrollo económico; se realizó la topografía con esos datos se realiza el diseño geográfico. Se realizó el estudio de mecánica de suelos y obtuvo un CBR de 7.17% es una subrasante regular para realizar el diseño de pavimento de 43 cm. (GARCIA TUESTA, y otros, 2020)

Abanto en su tesis “Diseño de infraestructura vial, para el acceso vecinal, de centros poblados el Porvenir – Cangrejal, distrito de Florida Pomacochas, Bongará, Amazonas”, nos hace conocer de la necesidad de la construcción de una carretera por tal motivo propone el diseño de una infraestructura vial. Realizo un estudio topográfico y el estudios de suelos donde se obtuvo el tipo de suelo SC y CL y un CBR de 6.10%, después de obtener el estudio de tráfico se realizó el diseño del pavimento con espesor total de 25 cm (carpeta asfáltica

de 5 cm y base granular de 20 cm), además se diseñó la señalización donde permiten regular y controlar el tránsito vehicular. (ABANTO ROJAS, 2020).

Sanchez Cordova en su tesis “Diseño de pavimento flexible para mejorar la actividad comercial de la carretera Carhuaz – Maya, Huaraz”, por la necesidad de mejorar la carretera y así mejorar las actividades comerciales de los caseríos que conectan con la provincia de Carhuaz con la finalidad de generar progreso de los pobladores. Para el diseño se utilizó la metodología AASHTO 93. Para realizar el diseño requiere de estudios de tráfico, y mecánica de suelos obteniendo resultados de CBR de 7%. Siguiendo los manuales y normativa vigente. Utilizando la metodología AASHTO 93 se llegó a los resultados del diseño de la estructura de pavimento con 25 cm de subbase, 26 cm de base y 12 cm para carpeta asfáltica. La finalidad de este estudio es fomentar la disminución de enfermedades respiratorias y contaminación por la polución generada por el tránsito, generando una mejor accesibilidad del tránsito y mejorar la imagen de los sectores. (SANCHEZ CORDOVA, 2020)

Quispe Cabello en su tesis “Diseño vial con los métodos AASHTO-93 y SHELL para mejorar la transitabilidad en el Distrito del Tambo – Huancayo” nos proporciona información de dos metodologías para diseñar pavimentos la de AASHTO 93 y la metodología SHELL, haciendo una comparación llegando a determinar según resultados obtenidos ambos metodologías son muy importantes y son recomendables para el diseño, además de que la metodología SHELL se podrán integrar los factores climático y las características estructurales del pavimento además que requiere de la mezcla asfáltica, esto nos dará un diseño más eficiente en su comportamiento de acuerdo a las temperaturas de cada región del país. (QUISPE CABELLO, 2021)

### **A continuación, se mencionarán las teorías relacionadas al tema.**

Para el diseño de infraestructura de la vía se tomarán como fundamento normas y manuales vigentes que se encuentran relacionados con la investigación, así como: MC Diseño Geométrico 2018 (MTC-2018), MC Suelos,

Geología, Geotecnia y Pavimentos RD 2010 – 2014 - MTC/14. (MTC, 2014),  
MC Hidrología, hidráulica y drenaje – 2011. (MTC, 2011)

El Pavimento está formada por una capa de rodadura y por secciones de material granular seleccionados, apoyadas en terreno natural llamada subrasante, tiene su función principal la de resistir y distribuir esfuerzos que se generan en la base de rodadura generados por los vehículos; o también formada por secciones compuesta por elementos preparados o en estado natural que se apoyan en la sub-rasante y que en conjunto forman la estructura del pavimento cuyo principal objetivo es la transitabilidad. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014).

Los pavimentos flexibles representan una capa de rodadura constituido por concreto asfáltico, el cual tiene como nombre de pavimento flexible por la forma en que se transfieren las cargas de los vehículos a través de estas capas de la carpeta de rodadura hasta llegar a la parte del suelo llamado subrasante. Las cargas vehiculares no solo son absorbidas por el asfalto, sino trabaja como un transmisor. Por tal motivo los pavimentos requieren de un mayor número de capas intermedias que garanticen el tránsito vehicular sin problemas de acuerdo al diseño de la estructura del pavimento. (BAZAN TUESTA, y otros, 2020)

Según Carrasco Pinedo (2020), menciona que los componentes del pavimento que a continuación se detalla:

**Carpeta asfáltica:** se refiere a aquella capa superior de la estructura el cual está expuesta a la rodadura de los vehículos, por lo general es de material bituminoso (flexible), que se acomoda a la carga de los esfuerzos dependiendo del tipo de vía el cual cumple la función de sostener y dar comodidad directamente al tránsito.

**Base:** Está capa por la parte inferior de la capa asfáltica, tiene la función de soportar, distribuir y trasladar los esfuerzos de la transitabilidad vehicular. En

esta sección se considera material y buen drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ), de lo contrario se aplicará un tratamiento para reforzar esta base.

Subbase: Esta capa según el diseño especifica un material adecuado seleccionado con las especificaciones técnicas, es la capa que sostiene a la base y la capa de rodadura. Se coloca sobre la subrasante existente y también es un drenante y control capilar ( $\text{CBR} = 40\%$ ). (CARRASCO PINEDO, 2020 pág. 6)

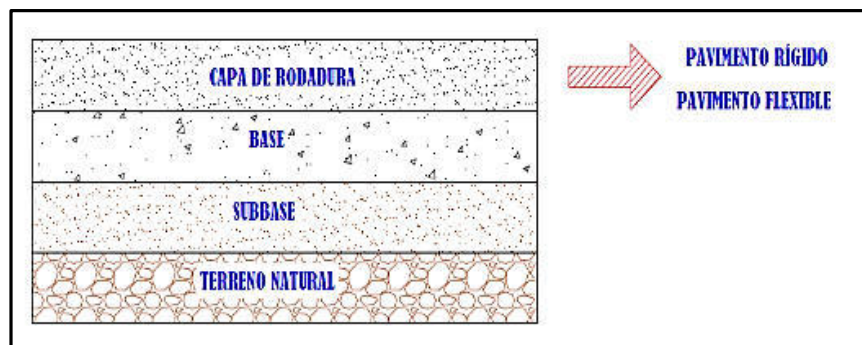
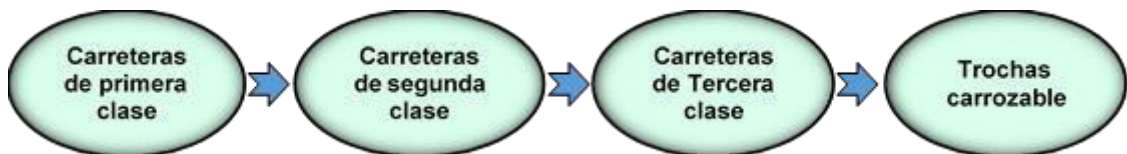


Figura 3: Espesores de capa del pavimento  
Fuente: Elaboración propia

El estudio topográfico son los trabajos realizados donde se busca obtener información del terreno existente del lugar de estudio el cual se ubican los puntos mediante instrumentos topográficos tomando como las curvaturas de la superficie de la tierra lo toma como superficie plana. (IÑOÑAN JUAREZ, 2020 pág. 7)

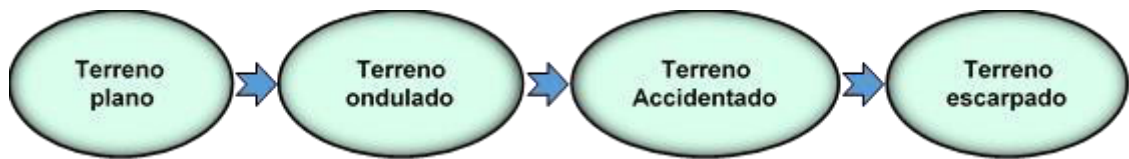
Para el diseño geométrico según el manual de carreteras 2018 y como siempre se viene realizando los estudios se tomarán en base a una serie de clasificaciones ya determinadas en dicho manual.

Clasificación en función de su IMDA.



Para realizar el diseño geométrico se tendrá mucho en cuenta los cálculos de estudio de tráfico y mecánica de suelos obtenidos.

La clasificación por su orografía del terreno, esto depende según por donde avanza el trazo de la carretera.



La determinación del tipo de pavimento se debe de considerar el IMDA, también la topografía actual del terreno y la resistencia del suelo. El tipo de pavimento que se adapta a la zona de estudio es el pavimento flexible y esto se debe a que existen precipitaciones constantes y este tipo de pavimento se adapta, y por existir un suelo muy blando la construcción de esta estructura es más sencillo y resulta más económico. (CARRASCO PINEDO, 2020 pág. 7)

Para el diseño de la infraestructura vial utilizaremos un método bastante popular a nivel mundial y a pesar de que en la actualidad no es la técnica más moderna de diseño de pavimentos, si marco una tendencia clave en el desarrollo de la ingeniería de pavimentos, tiene una gran importancia y valor histórico, se utiliza para el pre dimensionamiento de estructuras pavimentos. Es un método empírico de diseño desarrollado por la AASTHO, se basa única y exclusivamente en datos experimentales, se realizaron varios experimentos, no tiene una base física es decir lo que se hizo básicamente fue realizar una serie de experimentos y a partir de los datos obtenidos hacer grandes regresiones con un grado de confiabilidad limitado y de esta manera predecir el comportamiento de los pavimentos. (IÑOÑAN JUAREZ, 2020)

Existen Factores para el diseño de pavimento flexible y es necesario conocer el proceso en la que se integra a la carpeta de rodadura, base, subbase y subrasante de una sección de pavimento como parte estructural y es definido por su naturaleza sobre todo de la subrasante, así como las condiciones medioambientales, y la incidencia de tráfico.

Estudio topográfico es aquel que se encargara de realizar las evaluaciones representativas del terreno donde se plasmara el proyecto obteniendo datos de su forma donde se procede a realizar los levantamientos topográficos, ubicación de puntos georreferenciados ubicando interferencias, obras de arte existente y detalles que puedan permitir elaborar los planos a escala donde presentara geográficamente. (CASTILLO RODRIGUEZ, 2020 pág. 14)

El Levantamiento Topográfico su finalidad principal es plantear una topografía detallada de la zona de estudio en donde se reflejará el terreno natural, ubicando la posición a través de puntos de elevación reflejado en plano horizontal donde se determinará la planimetría y altimetría así realizar el diseño geométrico fundamental en la infraestructura vial con toda la normatividad vigente del manual del MTC, también se visualizarán las interferencias y sistema de drenaje existente y cual se proyectara. (TUNJAR SAAVEDRA, 2019)

Para realizar el trazo en un levantamiento topográfico se debe ubicar y definir los puntos de inicio ubicándolos por medio de estacas para visualizar los avances de la dirección del avance en el terreno y ubicación de marcas en puntos fijos donde se puedan visualizar y no ser removidos fácilmente, por otra parte mediante las estacas se puede ir visualizando las distancias y elevaciones del terreno para eso se utilizaran equipos topográficos que nos permita tomar puntos que nos mostrara secciones transversales del proyecto carretero. Cada punto tomado por el equipo como puede ser una estación total donde la prioridad es la pendiente del terreno el cual definirá el diseño geométrico. (MONTROYA CHUQUIBALA, 2020 pág. 12)

Su diseño está basado por la influencia de los siguientes factores:

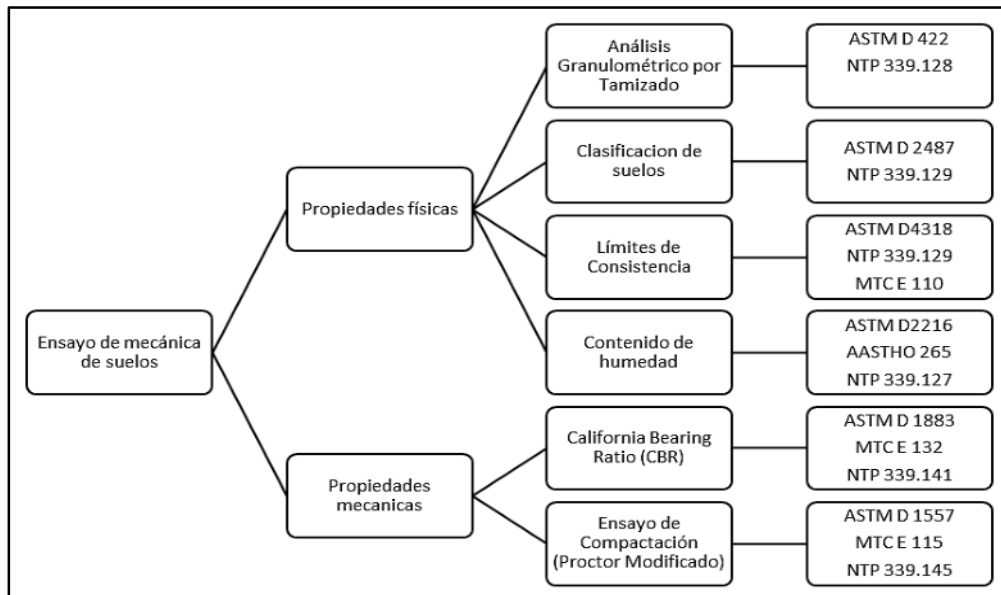
El estudio de tráfico es un factor muy importante para el diseño de pavimentos y análisis estructural, permite estimar el flujo vehicular que transitan en una carretera durante el tiempo de vida. Se realiza mediante un análisis cuantitativo y cualitativo con sistema de obtención de datos constantes a través de



ubicación de estaciones fijas en un tiempo, y a partir de esta información se puede calcular y conocer los tipos de vehículos y la cantidad que transitan a diario; y mediante un proceso de análisis se pueden obtener resultados para diseñar la estructura de pavimento. (CARRASCO PINEDO, 2020 pág. 8)

ESAL de diseño conocido como el volumen de tránsito del carril de diseño aplicando cargas por eje planteado a lo largo del diseño, y esto se convierte a un determinado número ESAL, y para el diseño del pavimento es uno de los parámetros muy importantes. (HUAMAN ROJAS, 2020)

Para realizar el estudio de suelos se iniciara con la exploración estratigráfica y verificación de la situación del subsuelo, donde se realizarán excavaciones en diversos puntos de acuerdo al tipo de vía, llamadas calicatas, las mismas que muestran los diversos estratos y el nivel freático, extrayendo muestras representativas para realizar ensayos en laboratorio, para determinar si se requiere un mejoramiento y luego con estos datos aplicarlos para diseñar la infraestructura de la vía. (DEL CASTILLO CUEVA, 2018)



*Figura 4: Estudio de mecánica de suelos  
Fuente: Elaboración Propia*

En un estudio de suelos se tiene que realizar las calicatas de exploración de subrasante para obtener muestras de suelos como parte del estudio donde se hacen inspecciones de forma directa de los cuales se obtendrán las muestras necesarias de acuerdo al tipo de vía para luego ser llevadas a laboratorio donde

se obtendrán resultados como contenido de humedad del suelo, granulometría, límites de consistencia y ensayos de compactación, estas muestras son sin alterar y así obtener sus propiedades que se requerirán para el diseño de pavimentos. (GALVEZ VILLANUEVA, 2019)

El diseño hidrológico es muy importante para el diseño de infraestructura de la vía, los cálculos obtenidos se determinarán los parámetros hidrológicos para el desarrollo de las obras de arte y drenaje, así como el sistema de drenaje mediante las cunetas y alcantarilla a lo largo de la vía proyectada. (IÑOÑAN JUAREZ, 2020)

La hidrología cumple un rol muy importante en el diseño de una infraestructura vial ya que existen muchas estructuras que realizarán la función de drenar y evacuar las aguas provenientes de las lluvias, para su diseño primero se delimitará las cuencas que está cerca de la zona de estudio delimitándolas, luego mediante análisis estadísticos. Para estimar el caudal se empleará el método racional, que se determina de las precipitaciones máximas. (HERRERA VARGAS, y otros, 2020 pág. 9)

El sistema de Drenaje es proponer un diseño hidráulico de cunetas, badenes y alcantarillas, estas estructuras permitirán que las aguas provenientes de las precipitaciones evacúen normalmente permitiendo un drenaje sin perjudicar la carretera, se ubicarán de acuerdo a la necesidad y de acuerdo al estudio hidrológico planteado. (DELGADO AGUILAR, y otros, 2020 pág. 12)

Con respecto al Diseño de la infraestructura vial se diseñará una estructura de pavimento flexible utilizando la metodología de AASHTO 93. Este método se establece resistencia de la fatiga y deformación.

El diseño de una estructura de pavimento es el procedimiento mediante el cual se definen las secciones que componen la estructura y se definen las especificaciones que deben cumplir estos materiales con finalidad que la estructura se conserve durante el tiempo diseñado un índice de servicio adecuado. (CARRASCO PINEDO, 2020 pág. 8)

Teniendo en cuenta las cuatro categorías de datos el procedimiento de diseño del pavimento consistirá en determinar mediante la fórmula (1) el número estructural requerido para soportar las cargas del pavimento de cada una de las capas compuestas y estas hechas por el tránsito de diseño sobre un terreno que obtiene un módulo resiliente y que permitiendo a la estructura de pavimento tener un nivel de servicio estable.

Ecuación de diseño de Pavimento flexible

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07 \dots (1)$$

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014)

Ecuación de determinación de espesores: (CARRASCO PINEDO, 2020)

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

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014)

Módulo de resiliencia ( $M_r$ )

Es la energía que se requiere para deformar el material o suelo de subrasante hasta su límite elástico, donde se utilizara ecuación que asociado con el CBR obtenido de las muestras de suelo:

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

Nivel de Confiabilidad (%R)

La probabilidad de falla es precisamente la probabilidad lo que estamos diseñando no funcione y la confiabilidad se pueda entender como el inverso.

Una probabilidad de falla del 50% implica una confiabilidad de 50%, son complementarios.

A mayor es la confiabilidad entonces vamos a tener una menor probabilidad que nuestro pavimento falle.

(MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014)

### Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )

Con cada valor de confiabilidad se puede escoger un valor de  $Z_r$  o el fractil de la distribución normal, este fractil representa porque valor debo multiplicar la desviación estándar en una distribución normal para obtener cierto grado de confiabilidad dentro de los valores más probables que pueda tener una variable.  $Z_r$  va ser una parte de la ecuación principal que rige la guía AASTHO 93 (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014)

### Serviciabilidad (PSI)

Es un numero entre 0 y 5

- 0 una vía sin ningún nivel de servicio, una vía transito imposible
- 5 una vía perfecta

La serviciabilidad cuando la vía es recientemente construida debe estar entre 4 a 4.2 y en la medida que pasa el tiempo la serviciabilidad se va perdiendo hasta que llega a un límite inferior entre los valores de 1.5 a 2.5.

La diferencia corresponde al índice de servicio, es el rango de serviciabilidad en el cual va estar la vía. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014)

### Número Estructural Propuesto (SN)

Según la metodología AASHTO la ecuación de SN no tiene un resultado único, hay mucha combinación de espesores de las capas que dan unas agradables soluciones. Se deberá efectuar un análisis de comportamiento de la opción de estructura de pavimento seleccionado, de tal forma permitiendo determinar por la opción que represente los mejores resultados de niveles de servicio, funcional y estructural, que sean inferiores a los resultados admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada. (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACION, 2014)

Ecuación de determinación de espesores de pavimento

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

El presupuesto es el costo del proyecto una vez obtenido los metrados de todas las partidas que pertenecen al estudio donde se tendrán en cuenta los precios actuales de insumos y materiales el cual nos permitirá un costo real del estudio, el presupuesto es el resultado del cálculo del Metrado y por el precio unitario de cada partida, también está conformado por los gastos generales, utilidades, IGV. Una vez obtenido el presupuesto se puede estimar el cronograma de ejecución de obra. (TAFUR EDQUEN, y otros, 2020)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

- **Tipo de investigación**

Para el desarrollo de esta tesis es aplicada, porque se utilizó y se empleó los conocimientos de estudios existentes aplicados en Infraestructura vial y metodología normada empleado por el MTC.

También es un diseño de tipo descriptiva, porque se examinan variables sin alterarlas.

- **Diseño de Investigación**

El diseño de la presente tesis es **no experimental**, porque no se realizaron cambios a las variables de investigación, sino se realizó fue observar los fenómenos de esta investigación con el fin de analizarlos más adelante.



X: Diseño de infraestructura vial

Y: Mejorar la transitabilidad

#### 3.2. Variables y Operacionalización

##### 3.2.1. Variables

Para la investigación se determinaron dos variables independiente y dependiente, que son las siguientes:

**Variable independiente.**

Infraestructura vial

**Variable dependiente**

Transitabilidad vehicular

**Dimensiones**

- Estudios básicos
- Diseños
- Costos
- Tiempo

### **3.3. Población, muestra y muestreo de Población**

#### **Población**

Para esta investigación será la carretera en estudio Desvió Canchaque a Huancabamba, en una longitud de 40.6 km. Que comprende del km 100+000 al km 140+600

#### **Muestra**

En esta investigación la muestra será un tramo de la población, tramo de muestra es una longitud de 4.0 km comprendido del km 136+000 al km 140+600.

#### **Muestreo**

Para seleccionar la muestra se tomó de forma aleatoria, debido a que la vía seleccionada es de vital importancia a los lugareños de Huancabamba porque los centros poblados pertenecientes a la provincia que se transportan mediante esta vía tienen la dificultad para llegar a transportar sus mercaderías y más en épocas de lluvias.

#### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis para esta investigación de tesis es: la carretera Desvió Canchaque a Huancabamba.

### **3.4. Técnicas e instrumentos.**

Las técnicas de campo y gabinete utilizadas para la obtención de datos que están en relación con el estudio, son la revisión de documentos, visitas a páginas web, utilización de normativa y reglamentos técnicos vigentes, investigación de contenidos relacionados, con el fin de tener información que permitan una buena recolección de datos.

Los instrumentos utilizados para asimilar la información son los formatos y protocolos necesarios donde la finalidad es la recolección de información de campo para luego calcular y diseñar, así como también de laboratorios.

A continuación, se muestra un listado de técnicas e instrumentos necesarios para la recolección y procesamiento de datos recolectados en campo y laboratorio.

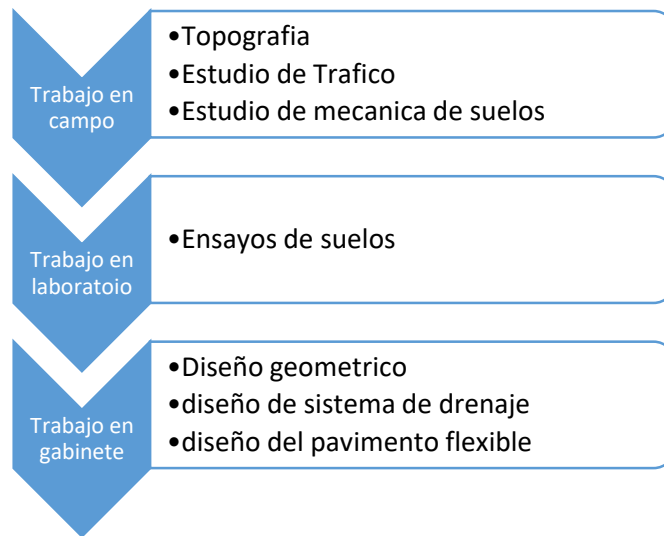
*Tabla 1: Técnicas e Instrumentos*

<b>INDICADORES</b>	<b>TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>
Topografía	Levantamiento topográfico	Libreta de campo
Hidrología	Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje	Registros de pluviómetros y precipitaciones
Mecánica de suelos	Manual de Suelos, geología, geotecnia y pavimentos	Formato de ensayos de laboratorio
Estudio de tráfico	Manual de diseño geométrico	Formatos de conteo vehicular
Impacto ambiental	Guía de impacto ambiental	Fichas de evaluación ambiental
Diseño geométrico	Manual de diseño geométrico	Protocolo de registro de resultados
Diseño del drenaje	Ficha de registro de resultados	Formato de cálculo de caudal
Diseño del pavimento	Guía de Metodología ASSTHO 93	Formato de cálculo de pavimento
Diseño de señalización	Manual de seguridad vial	Protocolo de registro de resultados
Análisis de costos unitario	Registro de resultados	Protocolo de registro de resultados
Metrados	Formato de registro de resultados	Formato de metrados
Presupuesto	Registro de resultados	Protocolo de registro de resultados
Formula polinómica	Registro de resultados	Protocolo de registro de resultados
Especificaciones técnicas	Formato según guía	Reglamento de ley de contrataciones del estado
Cronograma de obra	Registro de cronograma	Formato de registro de cronogramas
Cronograma de adquisición de materiales	Registro de cronograma	Formato de registro de cronogramas

**Fuente:** *Elaboración Propia*



### 3.5. Procedimientos



*Figura 5: Procedimiento de Tesis*

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6. Método de análisis de datos

Se realizará un diseño del tramo desvió Canchaque a Huancabamba con los cálculos conseguidos con el trabajo de campo y los resultados del estudio de mecánica de suelos tales como: Granulometría, Clasificación de suelos, C.B.R., Proctor modificado y Límites de consistencia.

También se procedió con el diseño de la estructura de pavimento, diseño geométrico, donde se tuvo que hacer un levantamiento topográfico y procesarlo en gabinete.

Para el procesamiento de la información obtenida en campo, utilizaremos como métodos de análisis, diferentes softwares técnicos como:

- Microsoft Excel, Microsoft Word
- AutoCAD y AutoCAD Civil 3D
- S10 Costos y Presupuestos
- MS Project

### 3.7. Aspectos éticos

Con respecto a toda información obtenida y citada en la tesis, se deja la autenticidad del autor; así también de los resultados obtenidos serán veraces y respetando lineamientos del código de ética de la UCV.

## IV. RESULTADOS

### DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

El estudio contempla un tramo de longitud 4.60 km. que empieza en el desvío Canchaque hasta la provincia de Huancabamba.



*Figura 6: Ubicación de Tramo en estudio*  
*Fuente: Elaboración Propia*

El proyecto surge de la necesidad de mejorar el sistema de transitabilidad y comercio de los centros poblados, distritos y provincia de Huancabamba, elaborando un diseño de infraestructura de la vía.

Las condiciones de la vida existente son muy deficientes para el tránsito que constantemente son interrumpidas por los derrumbes, adicional a esto está el deterioro de la carpeta de rodadura por el tránsito pesado.

También se pudo constatar visualmente la carencia de señalización ya que por ser una zona perteneciente a la sierra existe intensa neblina y por consecuencia no permite que el tránsito circule libremente el cual ocasiona pérdidas de tiempo.

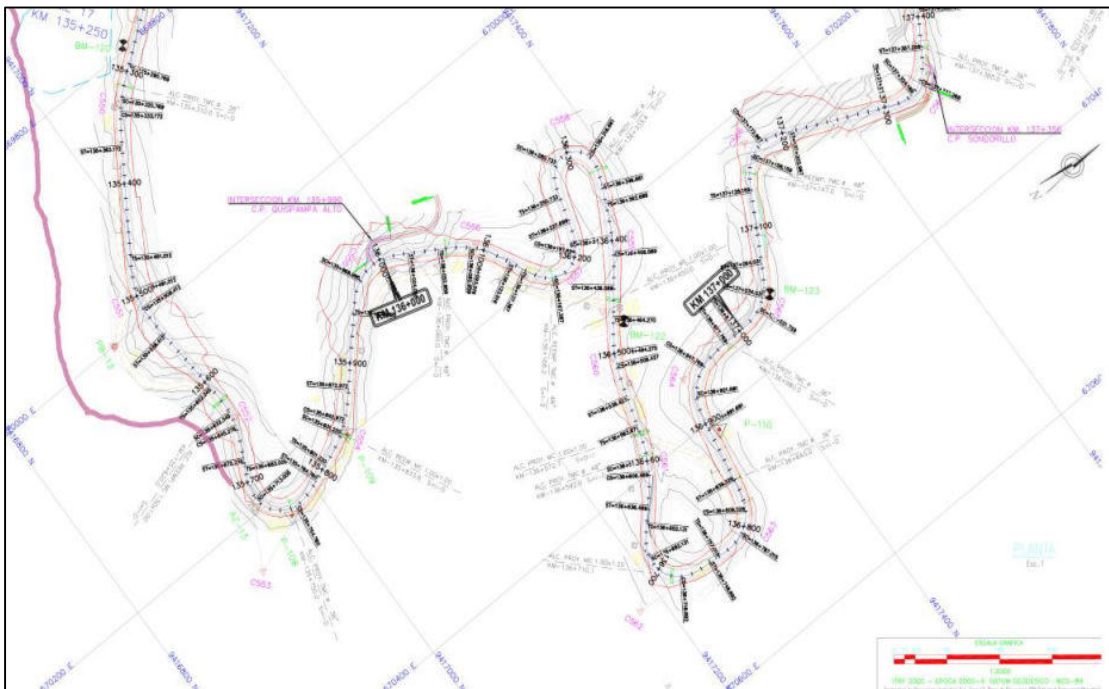
Con respecto al sistema de drenaje existen 04 quebradas con flujo de agua constante y que se activan épocas de lluvias, así como taludes altos que se deberá tener en cuenta el diseño geométrico.

Con respecto a sus viviendas de los centros poblados la mayoría son construidas de adobe y algunas de ladrillo, no cuentan con centros de salud para una emergencia médica. Cuentan con agua potable y sistema de desagüe mediante unidades básicas de saneamiento.

Su actividad económica de los centros poblados está dedicada a la agricultura, ganadería y comercio de vestimentas.

## ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Del levantamiento topográfico del área en estudio realizado se pudo identificar las características altimétricas y Planimétricos de la vía carretera que conectan Desvió Canchaque a Huancabamba se tiene el esquema sobre la planimetría.



*Figura 7: Plano en planta de Carretera  
Fuente: Elaboración Propia*

La carretera se tomó una longitud de 4 km localizado en el tramo Desvió Canchaque a Huancabamba, provincia de Huancabamba, región Piura. Se pudo determinar que la rasante a partir de este tramo empieza a descender y el diseño contempla 04 curvas de vuelta de radio de 20 m.

Según el trazo propuesto según el diseño se propone aumentar su longitud de modo que se pueda minimizar la pendiente longitudinal al menos hasta el valor máximo de 9%, y en otros casos se propone alejarse de la vía debido a la forzada geometría y fuerte pendiente, además de las viviendas y terrenos de cultivos que se encuentran muy cerca la vía existente.

También durante el trayecto se encontraron 04 alcantarillas de sección rectangular donde cruzan canales de regadío y 12 alcantarillas de sección circular de quebradas.

Por otro lado, se muestra el plano de perfil longitudinal

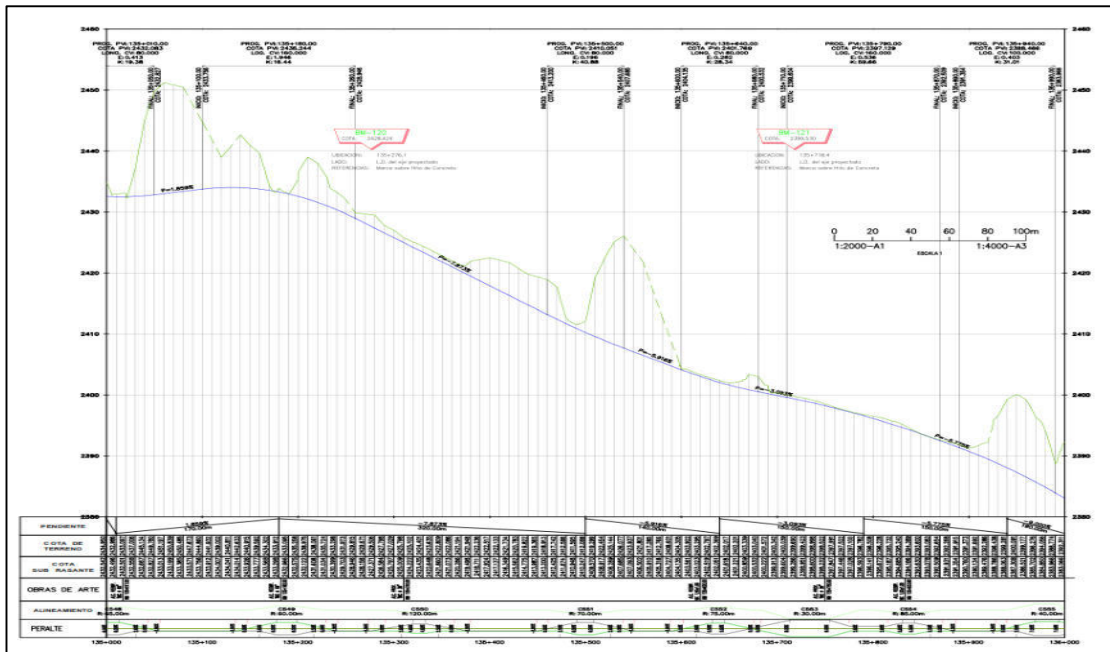


Figura 8: Plano de perfil de Carretera  
Fuente: Elaboración Propia

La rasante del terreno existente tiene pendientes altas mayores a 9% hasta 12% el diseño contempla reducir estas pendientes al menos hasta el valor máximo de 9%, Curvas verticales con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 400m (Curvas convexas), y con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 240m (Curvas cóncavas).

También se pudo identificar centros poblados que se beneficiaran directamente.

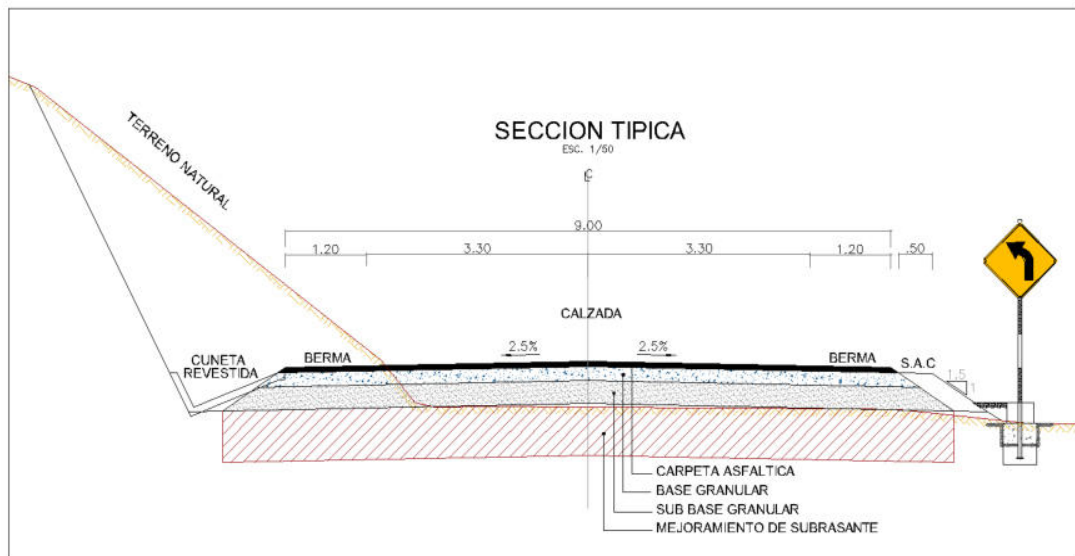
Tabla 2: Ubicación de Centros Poblados

PROGRESIVA		CENTROS POBLADOS
136+400	136+800	QUISPAMPA ALTO
137+240	137+360	SONDORILLO
139+200	139+550	CORAZON DE JESUS

Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño de centros poblados se ha contemplado un diseño geométrico de acuerdo a lo existente sin modificar sus características, en general se trata de mantener el trazo existente, tanto en planta como en rasante y con peralte máximo de 4%.

De las secciones típicas se muestra:



*Figura 9: Sección típica de Carretera*  
*Fuente: Elaboración Propia*

El ancho a considerar, tendrá 6.60 m, con ancho de berma de 1.20 m. El bombeo será de 2.5% tanto en la calzada como en la berma. Para las explanaciones de corte, se está proyectando cunetas triangulares con bermas de recepción de 0.60m. El valor de la inclinación de los taludes de corte son de H:V = 1:2. Los taludes con altura mayor de 7m, se está considerando banquetas de 3m de ancho con bombeo de -2.0%. Para las explanaciones de relleno, se está proyectando un sobreebanco de compactación (S.A.C) de 0.50m. El valor de la inclinación de los taludes de relleno son de H:V = 1.5:1.

También se ubicaron los BMs, que servirán para realizar el levantamiento topográfico:

*Tabla 3: Puntos BMs.*

UBICACIÓN		COTA	PTOS	LADO
NORTE	ESTE			
9417096.59	669795.804	2428.347	BM-120	LD
9416944.95	670195.252	2399.543	AZ-13/BM-121	LD
9417322.435	670280.141	2357.996	BM-122	LI
9417446.482	670346.338	2325.592	BM-123	LD
9417829.778	670248.186	2278.44	BM-124	LD
9418071.286	670384.422	2251.062	BM-125	LD
9418588.607	670296.885	2204.31	BM-126	LD
9418728.235	670328.8	2180.884	BM-127	LD
9418829.592	670648.788	2139.687	BM-128	LI

**Fuente:** *Elaboración Propia*

## **ESTUDIO DE TRÁFICO**

Los resultados están abocado a suministrar información para la determinación del volumen de tráfico y la carga vehicular estimada a futuro, ya que el transito es parte fundamental para determinar la sección de la estructura de pavimento. En base a las mediciones realizadas durante 7 días en una estación ubicada en el tramo de la carretera, se puede observar en la Tabla número 4.2 el resumen del IMDA.

Tabla 4: Resultados de IMDA

Dia	AUTO	SW	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			TOTAL
			PICK UP	PANEL	C. RURAL		2E	3E	4E	2E	3E	4E	
Domingo	7	27	28	3	25	2	10			8	1	1	112
	8	31	38	2	41	2	12			11	2	1	148
	<b>15</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>5</b>	<b>66</b>	<b>4</b>	<b>22</b>			<b>19</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>260</b>
Lunes	4	43	31	3	42	3	9			7		2	144
	5	42	36	2	48	3	7			27	3	3	176
	<b>9</b>	<b>85</b>	<b>67</b>	<b>5</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>16</b>			<b>34</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>320</b>
Martes	16	26	40	2	27	2	5			11		3	132
	10	26	39	2	28	1	9			7		1	123
	<b>26</b>	<b>52</b>	<b>79</b>	<b>4</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>14</b>			<b>18</b>		<b>4</b>	<b>255</b>
Miercoles	11	38	43	3	30	2	6			26	1	2	162
	13	30	42	5	29	3	6			12	2		142
	<b>24</b>	<b>68</b>	<b>85</b>	<b>8</b>	<b>59</b>	<b>5</b>	<b>12</b>			<b>38</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>304</b>
Jueves	8	23	28	3	23	3	6			3	1		98
	12	28	33	1	36	3	6			26			145
	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>61</b>	<b>4</b>	<b>59</b>	<b>6</b>	<b>12</b>			<b>29</b>	<b>1</b>		<b>243</b>
Viernes	7	35	24	5	25	3	9			11	1	2	122
	9	29	39	2	36	3	6			7		1	132
	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>7</b>	<b>61</b>	<b>6</b>	<b>15</b>			<b>18</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>254</b>
Sabado	8	18	28	3	22	1	8			27	2	3	120
	10	19	26	1	28	3	6			13		1	107
	<b>18</b>	<b>37</b>	<b>54</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>14</b>			<b>40</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>227</b>
IMDs	8.71	30	32	3	28	2	8			13	1	2	127
	9.57	29	36	2	35	3	7			15	1	1	139
	<b>18</b>	<b>59</b>	<b>68</b>	<b>5</b>	<b>63</b>	<b>5</b>	<b>15</b>			<b>28</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>266</b>
IMDA	11.09	38.18	40.37	4.00	35.27	2.91	8.24			14.46	0.93	2.02	157
	12.18	37.27	46.00	2.73	44.73	3.27	8.08			16.01	1.09	1.09	172
	<b>23.27</b>	<b>75.46</b>	<b>86.37</b>	<b>6.73</b>	<b>80.00</b>	<b>6.18</b>	<b>16.32</b>			<b>30.47</b>	<b>2.02</b>	<b>3.11</b>	<b>330</b>
<b>2021</b>	<b>24</b>	<b>76</b>	<b>87</b>	<b>7</b>	<b>81</b>	<b>7</b>	<b>17</b>			<b>31</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>337</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtuvieron del conteo diario durante siete días de la semana, registrados con la tipología de vehículos que transitan en la ubicación de la estación E-1.

En el cuadro de Índice Medio Diario Anual (IMDA) se visualiza que existe un mayor flujo por parte de camionetas y combis rurales en los días lunes y miércoles, son los días de comercio.

Para el cálculo del Índice Medio Diario Anual, se multiplico por un factor de Corrección obtenida del Peaje de Loma larga baja, siendo los valores los siguiente:

Transito Liviano FCE: 1.27280

Tránsito Pesado FCE: 1.08808

Luego para obtener el ESAL se realizó mediante la metodología de la guía de AASHTO donde propone variables y fórmulas para determinar ESAL.

Tabla 5: Resultados de Numero Equivalentes (ESAL)

<b>Numero de ejes Equivalentes (ESAL)</b>		
Tasa anual de crecimiento Vehiculos pesados	<b>r</b>	6.30%
Tiempo de vida util del pavimento (años)	<b>n</b>	20
Factor Fca vehiculos pesados $Fca = \frac{(r + 1)^n - 1}{r}$	<b>Fca</b>	37.99422622
N° de calzada, sentidos y carriles por sentidos		1 calzada, 2 sentidos, carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	<b>Fd*Fc</b>	0.50
Numero de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$	<b>ESAL</b>	<b>1,860,002.82</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Para encontrar el número de ejes equivalentes ESAL se utilizó un periodo de diseño de n=20 años.

En el factor de crecimiento acumulado, se utilizó una tasa de crecimiento de 6.3 %, según el cálculo realizado, obteniendo un resultado FCA de 37.99.

También se calcularon los factores de carga para cada tipo de vehículo y se obtuvo el número de ejes equivalentes por tipo vehículo para pavimento flexible, obteniendo un total de **EE (día –carril) = 268.24** veh/día.

Una vez obtenido los valores para determinar el número de ejes equivalentes (ESAL) que circularan por la carretera y servirá como dato importante para el diseño de pavimento flexible y para el diseño de pavimento se tomara el valor de  $1,860,002.82 = 1.86 \cdot 10^6$ .





*Figura 10: Conteo vehicular  
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 11: Estado de la vía  
Fuente: Elaboración Propia*

## **DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Se realizaron 08 calicatas, de estas se hizo sus respectivos ensayos, con una profundidad de 1.50 m, teniendo como objetivo determinar las propiedades físico - mecánicas del terreno. Los resultados más detallados se encuentran en el estudio de mecánica de suelos (Ver Anexos).

Tabla 6: Clasificación de Suelos y Humedad

CALICATAS		Clasificación de los Suelos		Límite de Consistencia			Humedad Natural
NUMERO	PROGRESIVA	AASHTO	SUCCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	%
C - 01	136+500	A-7-6 (13)	CH	51	23	29	18.67
C - 02	137+040	A-2-6 (1)	SC	32	16	16	14.26
C - 03	137+520	A-7-5 (10)	OH	54	38	16	12.03
C - 04	138+070	A-7-5 (19)	OH	66	34	32	20.25
C - 05	138+500	A-6 (1)	SC	40	25	14	7.57
C - 06	139100	A-7-5 (17)	OH	58	31	27	18.58
C - 07	139+550	A-7-5 (17)	OH	58	31	27	18.58
C - 08	140+000	A-7-5 (17)	OH	58	34	24	29.94

**Fuente:** Elaboración Propia

De los resultados de los ensayos realizados a muestras de cada calicata se encontró que la clasificación de los suelos (SUCS) la mayoría existe presencia de arcillas orgánicas de mediana y elevada plasticidad; considerados como suelos vulnerables a la saturación producido por eventos como lluvias o filtraciones de aguas subterráneas.

También se realizó los Ensayos de compactación (Proctor Modificado) y CBR, estos resultados se obtuvieron en laboratorio.

Tabla 7: Compactacion y CBR

CALICATAS		Profundidad	Compactación		CBR	
NUMERO	PROGRESIVA	(m)	MDS	OCH(%)	95%	100%
C - 01	136+500	1.50	1.66	19.0	2.2	1.9
C - 02	137+040	1.50	1.62	19.8	7.5	5.6
C - 03	137+520	1.50	1.64	20.1	4.6	3.0
C - 04	138+070	1.50	1.58	19.4	2.3	1.5
C - 05	138+500	1.50	1.72	20.2	10.3	6.0
C - 06	139+100	1.50	1.56	22.0	3.0	2.0
C - 07	139+550	1.50	1.50	24.7	2.4	1.8
C - 08	140+000	1.50	1.61	22.4	3.1	1.6

**Fuente:** Elaboración Propia

De la Tabla N° 14 se muestra una humedad promedio de 20.76% y una densidad seca promedio es de 1.62 gr/cm<sup>3</sup>, estos resultados se obtuvieron del terreno natural de la subrasante con la obtención de muestras de material natural de las 08 calicatas exploradas en la carretera.

También se puede determinar que los resultados de CBR promedio de 4.56%, se puede categorizar como S1: Subrasante pobre y es necesario para el diseño de pavimento flexible.

Con los ensayos realizados en laboratorio arrojaron valores y así determinar las propiedades mecánicas, llegando a determinar la solidez del suelo en que apoyaran las secciones del pavimento.



*Figura 12: Excavación de calicatas  
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 13: Laboratorio de suelos y pavimentos  
Fuente: Elaboración Propia*

## DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

Del estudio se pudo determinar y comprobar a lo largo del tramo existen quebradas pequeñas de poco flujo de agua. Se encontraron 02 alcantarillas a lo largo del tramo y la estación pluviométrica que se utilizara para determinar el caudal y que se encuentra más próxima al tramo está ubicada en la ciudad de Huancabamba, donde nos proporcionara los datos de precipitación necesarios que permitan estimar el caudal de diseño y posterior a realizar el diseño de obras que constituyen el sistema de drenaje.

Con los resultados del cálculo de estimación de caudal máximos para cunetas y alcantarillas de alivio que fueron cada 200 metros se utilizó el método racional, los periodos e recurrencia adoptados fueron de 20 años para las cunetas y 55 años para alcantarillas de alivio.

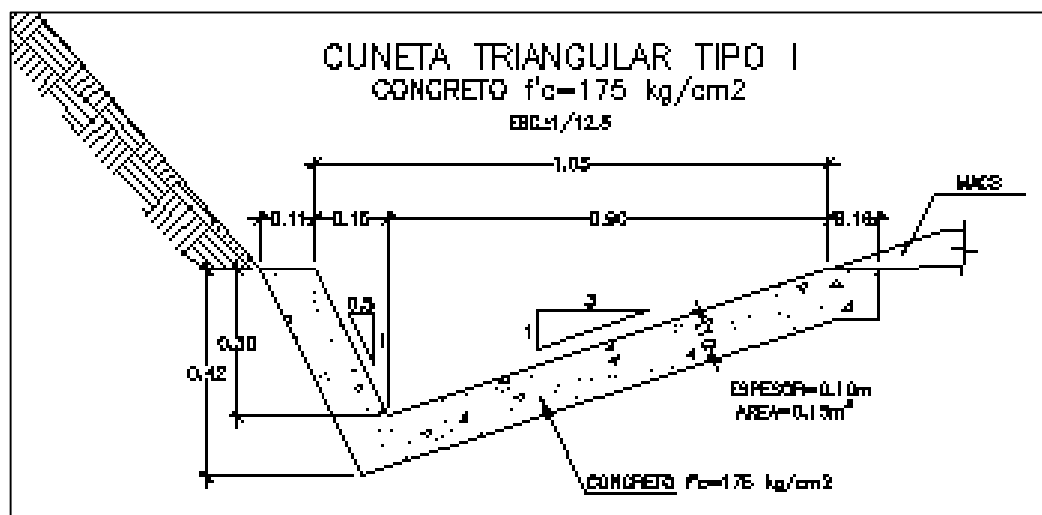


Figura 14: Laboratorio de suelos y pavimentos  
Fuente: Elaboración Propia

## DEL DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Respecto al diseño de pavimento flexible para el tramo de carretera Desvío Canchaque a Huancabamba se analizaron las definiciones del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, con los resultados de las cargas ESAL y el CBR y utilizando el método AASHTO 93.

Tabla 8: Calculo de Variables para Diseño de Pavimento

VARIABLES DE DISEÑO		
Cargas de tráfico vehicular impuestos al pavimento	ESAL (W18)	1,860,002.82
Suelo de la Subrasante	CBR	4.42
Módulo de resiliencia de la subrasante $Mr(psi) = 2555 * CBR^{0.64}$	Mr (psi)	6,618.19
Tipo de tráfico	Tipo	TP6
Numero de etapas	Etapas	1
Nivel de confiabilidad	Conf.	85
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal	ZR	-1.036
Desviación estándar combinado	So	0.45
Índice de serviciabilidad inicial según rango de trafico	Pi	4.00
Índice de serviciabilidad final según rango de trafico	Pt	2.00
Diferencial de serviciabilidad según rango de trafico	$\Delta PSI$	2.00

**Fuente:** Elaboración Propia

Se obtuvo un tipo de tráfico es de **Tp6** donde la confiabilidad es de R=85% y se obtuvo un  $Z_r = -1.036$ , el cual será una parte de la ecuación principal.

Para el **Módulo de Resiliencia (Mr)** se eligió un CBR promedio igual a 4.42% para la subrasante. La cual se encuentra en una categoría de Subrasante Pobre y así determinar el Modulo de Resiliencia.

Los valores obtenidos de las variables se reemplazaron en la ecuación y se obtuvo como resultado un Numero Estructural requerido de 3.731

Ecuación de diseño de Pavimento flexible

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07 \dots (1)$$

**Fuente:** Elaboración propia

Para encontrar los resultados de la ecuación básica del diseño, se utilizará como guía el Manual de Carreteras, con los resultados de ESAL y el CBR obtenidos de los ensayos de laboratorio

Resolviendo se obtiene:

Log  $W_{18} = 6.269$

Y resolviendo la ecuación se obtiene = 6.269, cumpliéndose según el proceso de cálculo de igualdad.

Por medio de la iteración se obtuvo  $SN_3 = 3.731$

También se realizó el cálculo con el programa de Ecuación de AASHTO 93, para verificar los resultados.

Figura 15: Numero estructural de la Subrasante ( $SN_3$ ) - Ecuación AASHTO 93  
Fuente: Software de Ecuación AASHTO 93

Luego se procedió a calcular el Numero Estructural Resultado (SNR) de la ecuación  $SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$

Tabla 9: Coeficientes estructurales de las capas

<b>CAPA SUPERFICIAL</b>	<b>BASE</b>	<b>SUBBASE</b>
<b><math>a_1</math></b>	<b><math>a_2</math></b>	<b><math>a_3</math></b>
0.19	0.052	0.047

Fuente: Elaboración Propia

Los coeficientes de drenaje asumidos para Base y Subbase granulares de acuerdo al tiempo que el pavimento está expuesto a la humedad es de 5% - 25% y se asumió como “Bueno” y los valores son:

Tabla 10: Coeficientes de drenaje

BASE	SUBBASE
$m_2$	$m_2$
<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración Propia

Una vez obtenidos los resultados de los coeficientes estructurales de las capas y coeficientes de drenaje para base y subbase se procede a asumir valores de los espesores obteniendo:

Tabla 11: Espesores de las capas

$D_1$	$D_2$	$D_3$
<b>7.5 cm</b>	<b>15 cm</b>	<b>33 cm</b>
<b>Capa superficial</b>	<b>Base</b>	<b>Subbase</b>

Fuente: Elaboración Propia

Después de asumir los espesores se verifica si se cumple la condición de que SRN de resultado sea mayor SRN requerido.

Tabla 12: Verificación si cumple la condición

SN (Requerido)	3.731	SN (Resultado) > SN (Requerido)
SN (Resultado)	3.756	<b>SI CUMPLE</b>

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente se obtuvieron los espesores finales de la estructura de pavimento

Tabla 13: Calculo de espesores de Pavimento

Tipo vía	CBR utilizado	Módulo de resiliencia	ZR	$\Delta PSI$	Capas del pavimento	Espesor
TP6	4.42 %	6,618.19	-1.036	2.00	Espesor de carpeta	7.5 cm
					Base	15 cm
					Subbase	33 cm
<b>TOTAL DE ESPESOR DE PAVIMENTO</b>						<b>55.5 cm</b>

Fuente: Elaboración Propia

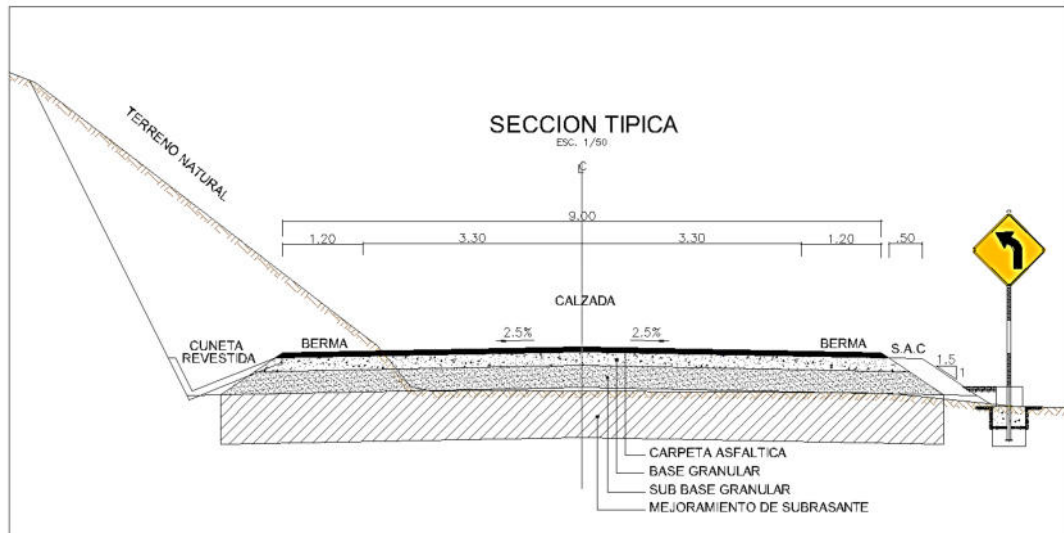


Figura 16: Sección típica final  
Fuente: Elaboración Propia

Como el suelo se encontró tramos con CBR por debajo del 6%, se realizó la estabilización de suelos inadecuados por la sustitución de suelo con material con material con  $CBR \geq 10\%$ . Según lo indicado en el manual del MTC.

## PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

Tabla 14: Costo y presupuesto del proyecto

<b>Costo directo</b>	<b>S/. 9,120,924.41</b>
Gastos generales (14.76%)	S/. 1,346,248.44
Utilidad (10%)	S/. 912,092.44
	-----
<b>Sub total</b>	<b>S/. 11,379,265.29</b>
Impuesto (IGV 18%)	S/. 2,048,267.75
<b>Total de presupuesto</b>	<b>S/. 13,427,533.04</b>

Fuente: Elaboración Propia



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 15: Matriz de Leopold para clasificar Impactos Ambientales

			FASE DE CONSTRUCCION																				FACTORES MAS IMPACTADOS	TOTAL
			ACTIVIDADES																					
			OBRAS PRELIMINARES				CONSTRUCCION								ABANDONO DE AREAS AUXILIARES		OPERACION		FASE DE CIERRE CONCEPTUAL					
			MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	DESBRUCE Y LIMPIEZA	ACCESO E INSTALACION DE CANTERAS, DNE ; (disposicion de material excedente), PLANTA CHANCADORA, PLANTA DE MEZCLA ASFALTICA Y FUENTES DE AGUA	OPERACION DE MAQUINARIAS MOVILES, TRANSPORTE PERSONAL Y MATERIALES	OPERACION DE LAS INTALACIONES AUXILIARES	EXPLOTACION DE CANTERAS Y DISPOSICION DE MATERIAL EXCEDENTE	MOVIMIENTO DE TIERRAS	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES	COLOCACION DE BASE Y SUB-BASE	COLOCACION DE CARRETA ASFALTICA	CONSTRUCCION DE OBRAS DE ARTE Y DRENAJE	DESAMANTELLAMIENTO Y LIMPIEZA DE INSTALACIONES AUXILIARES	REVEGETACION DE AREAS AFECTADAS	FUNCIONAMIENTO DE LA VIA	MANUTENIMIENTO DE LA VIA Y OBRAS DE ARTE	DEMOLICION DE OBRAS DE ARTE	ELIMINACION DE RESIDUOS SOLIDOS	TRANSPORTE Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	NIVELACION Y ADECUACION DE TERRENO			
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	1. SUELO	ECOSISTEMA SUELO	-1	-1	-1	1		-2	-1	-1	-2	-1	-3			1	1	2	2	2	2	-2	6	
		RELIEVE Y FORMA	-1	-1	-1	1											1	1	2	2	2	2	-1	
		USO DEL SUELO															1	1	2	2	2	2	9	
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	2. AGUA	2.1. AGUA SUPERFICIAL																				0	5	
		DISPONIBILIDAD															1	1					1	
		USO			-1												1	1					2	
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	3. AIRE	CALIDAD																				1	1	
		AFLUENTE			-1												1	1					1	
		CALIDAD (PARTICULAS)			-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			1	1	-1	-1	-1	-1	3	-8
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	4. FLORA	NIVEL DE POLVO			-1											1	1					-1	-9	
		NIVEL DE RUIDOS			-1	-2		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			1	1	-1	-1	-1	-1	3	-8
		ARBOLES Y ARBUSTOS CULTIVOS			-1	-1		-1									1	1	1	1	1	1	2	-2
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	5. FAUNA	AVES			-1											1	1	1	1	1	1	2	-4	
		ANIMALES TERRESTRES			-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			1	1	1	1	1	1	3	-4
		INSECTOS			-1	-1		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1			1	1	1	1	1	1	2	-4
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	5. FAUNA	OTROS			-1											1	1	1	1	1	1	2	7	
		6.1 SERVICIOS																						
		ACTIVIDADES DE RECREACION																						
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	6. POBLACION	NUCLEOS URBANOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	
		SISTEMAS DE TRANSPORTE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
		REDES DE ABASTECIMIENTOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	6. POBLACION	TRANSPORTE URBANO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	
		6.2 ASPECTOS HUMANOS																						
		CALIDAD DE VIDA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	6. POBLACION	SEGURIDAD Y SALUD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	24
		6.3 POBLACIONALES																						
		ESTRUCTURA OCUPACIONAL	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2			1	1	1	1	1	1	1	27
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	6. POBLACION	ACEPTABILIDAD SOCIAL DE LA POBLACION	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	46	
		RECREACION																						
		TURISTICO															1	1	1	1	1	1	1	6
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	6. POBLACION	DENSIDAD DE POBLACION	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	
		6.4 EDUCACIONALES																						
		OBTENCION DE CONOCIMIENTOS		1				1	1	1	1	1	1	1			2	2	1	1	1	3		18
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	6. POBLACION	6.5 ECONOMIA																						
		GENERACION DE EMPLEO	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3		30
		ACTIVIDADES COMERCIALES	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	3		30
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	7. PAISAJE	ESTETICA E INTERES HUMANO			-1											1	1	1	1	2	1	1	8	
		VISTAS ESCENICAS Y PANORAMICAS			-1												1	1	1	2	1	1	1	9
		CUALIDADES NATURALES			-1												1	1	1	2	1	1	1	6
CONDICIONES CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS	7. PAISAJE	CUALIDADES DE ESPACIO ABIERTO			1											1	1	2	1	1	1	2	6	
		ACTIVIDADES MAS IMPACTANTES:	10	-1	2	13	13	11	1	6	6	6	7	3	14	14	36	36	30	27	27	53	4	314

Fuente: Elaboración Propia

- A lo largo de la ejecución de la carretera se presentarán impactos ambientales directamente sobre el entorno los cuales requerirán un adecuado control y manejo con una planificación antes de su construcción con la finalidad de evitar los impactos negativos que se generen por consecuencia de la construcción.
- Del estudio de impacto ambiental según la matriz de Leopold se obtuvo como resultado impactos positivos, con la realización de este proyecto conllevará a adquirir personal de la zona generando empleos y así mismo se generarán ingresos económicos y con la culminación de la construcción del pavimento se mejorarán los tiempos de transporte y disminución en precios de pasajes y los principales beneficiarios serán los usuarios de esta vía.
- Los impactos negativos generados son muy bajos y se verán subsanados al momento del cierre del proyecto, pero se llevará un control y monitoreo mensual de estos impactos.

# CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

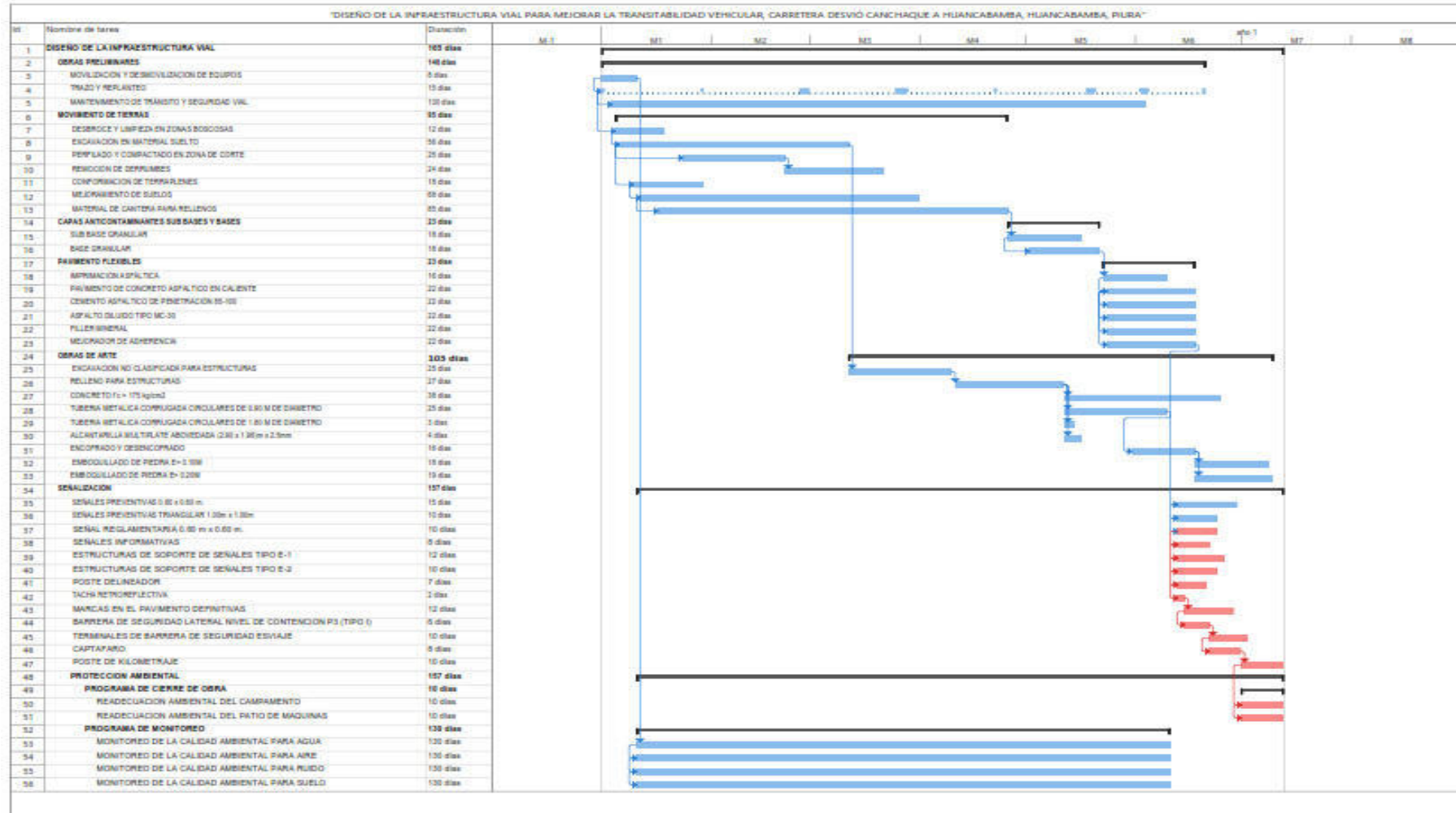


Figura 17: Cronograma de Ejecución de proyecto  
Fuente: Elaboración Propia

Se ha elaborado la Programación de Obra, donde se considera un tiempo de ejecución de Obra de 06 meses (165 días).

Así mismo se muestra las actividades de la ruta crítica están en función de cada una de la duración de las tareas y sus dependencias e identifica que tareas son críticas, así como se visualizan en el diagrama de Gantt, las actividades que se encuentra son: Movilización y desmovilización, trazo y replanteo, excavación de material suelto, conformación de terraplenes, mejoramiento de suelos, material de cantera, subbase, base granular y pavimento concreto asfáltico.

## V. DISCUSIÓN

### ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Del levantamiento topográfico del terreno de la zona del proyecto se determinó que la longitud del tramo de 4 km y se obtuvo lo siguiente:

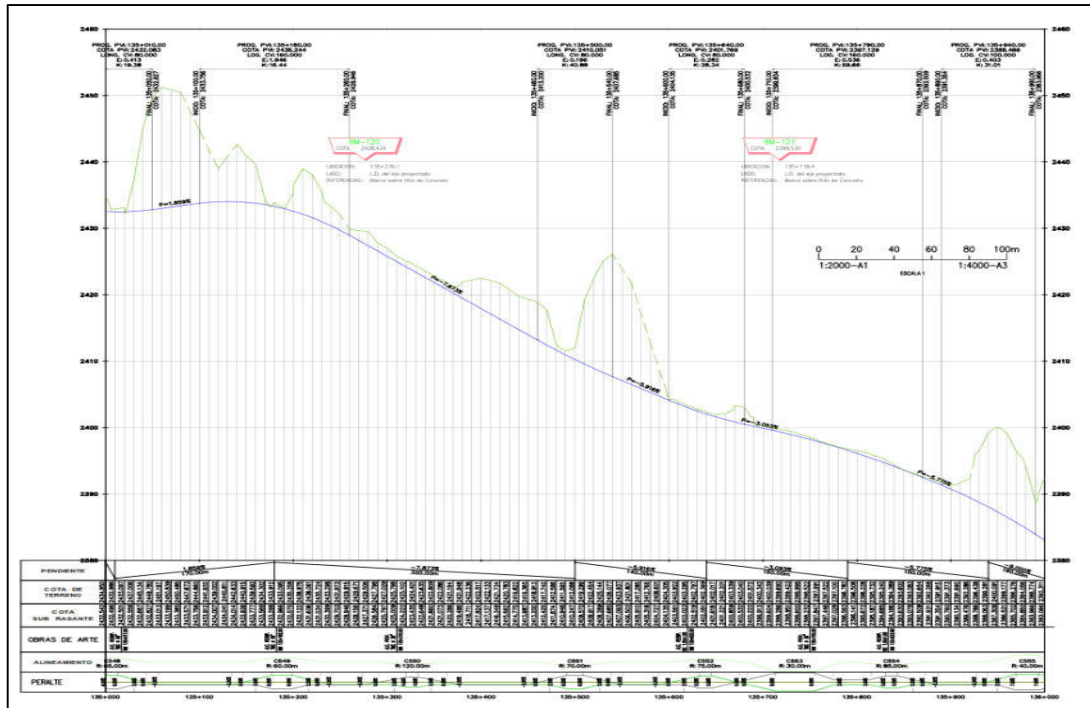


Figura 18: Plano de perfil de Carretera

La rasante del terreno existente tiene pendientes altas mayores a 9% hasta 12% el diseño propone reducir estas pendientes al menos hasta el valor máximo de 9% y pendiente mínimas de 0.5%.

También se propone curvas verticales con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 400m (Curvas convexas), y con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 240m (Curvas cóncavas).

De la sección típica el ancho a considerar es de 6.60m, con bermas de 1.20m. El bombeo será de 2.5% tanto en la calzada como en la berma.

- ❖ Si se revisa la investigación de Esquivel (2017), su levantamiento topográfico realizó encontró pendientes de 6% y 8% a lo largo del tramo existente y según su diseño geométrico mejorado obteniendo una pendiente máxima de 10%.

Esta investigación no se concuerda con su diseño ya que en vez de mantener y mejorar la pendiente de rasante lo está aumentando a 10% el cual no es lo correcto porque al realizar un estudio la condición es mejorar las pendientes para una transitabilidad adecuada.

- ❖ Si se revisa la investigación de Campo (2018), el estudio topográfico realizado por el investigador es una avenida de una ciudad de la costa el cual tiene una topografía ligeramente plana con pendientes máximos de 3%.

Sus resultados no concuerdan ya que su topografía es plana en zonas de costa, pero si realiza el mismo procediendo de cálculo manteniendo las pendientes mínimas para que el sistema de drenaje no colapse.

## ESTUDIO DE TRÁFICO

Sobre realizar el estudio de Tráfico correspondiente de la zona de estudio, se obtuvo lo siguiente.

*Tabla 16: Resultados de Estudio de trafico*

<b>Numero de ejes equivalentes (ESAL)</b>		
Vehículos por día	IMDA	337
Numero de ejes equivalentes	EE (dia- carril)	268.24
Numero de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	ESAL	<b>1,860,002.82</b>

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Se pudo apreciar el alto flujo de vehículos livianos y un IMDA de 337 Veh/día y un Numero de ejes equivalentes (ESAL) de diseño proyectado a 20 años es de **1,860,002.82 Veh/día.**

- ❖ Si se revisa la investigación de Veramendi (2018) al realizar su estudio de trafico menciona el IMDA de 200 veh/día, donde el autor calcula el número de repeticiones de ejes equivalentes por día (Nrep EE 8.2 tn) obteniendo un ESAL de 940,662.419 veh/día.

Esta investigación concuerda porque las dos investigaciones pertenecen a carreteras de tercer orden, interconectando pequeños pueblos en crecimiento y el flujo de vehículos por día son similares. Ambas son muy importantes porque se diseñaron con el fin de conectar una ciudad a otra.

- ❖ Por otro lado, la investigación realizada por Del Castillo (2018) donde menciona que su IMDA es de 821 Veh/día y un ESAL de diseño proyectado a 20 años de 265,379.44 Veh/día.

Esta investigación no concuerda porque su estudio de tráfico es diseñado para una vía local a pesar de tener un elevado IMDA su ESAL es un tipo de tráfico  $T_{P1}$  menor a los 300,000 EE

## ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Sobre realizar el estudio de mecánica de suelos correspondiente de la zona de estudio, se muestra.

*Tabla 17: Resultados de Estudio de tráfico*

CALICATAS		Profundidad (m)	Compactación		CBR	
NUMERO	PROGRESIVA		MDS	OCH(%)	95%	100%
C - 01	136+500	1.50	1.66	19.0	2.2	1.9
C - 02	137+040	1.50	1.62	19.8	7.5	5.6
C - 03	137+520	1.50	1.64	20.1	4.6	3.0
C - 04	138+070	1.50	1.58	19.4	2.3	1.5
C - 05	138+500	1.50	1.72	20.2	10.3	6.0
C - 06	139+100	1.50	1.56	22.0	3.0	2.0
C - 07	139+550	1.50	1.50	24.7	2.4	1.8
C - 08	140+000	1.50	1.61	22.4	3.1	1.6

**Fuente:** *Elaboración Propia*

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron de las muestras extraídas en los sectores evaluados, el parámetro de CBR = 4.42% a una compactación del 100% y se ha podido determinar que los mismos corresponden a suelos de subrasante pobre e inadecuada. De acuerdo al manual de suelos y geología 2014, menciona que, si el CBR de la subrasante es menor a 6% deberá de

estabilizarse, por lo que se propone realizar una estabilización por medio de sustitución de material con  $CBR \geq 10\%$ .

- ❖ Si se revisa la investigación realizada por Vega (2018), donde menciona del estudio de suelos obtuvo un  $CBR = 6\%$  a una compactación de 95%, considerando características originales de subrasante.

Esta investigación concuerda porque los resultados de CBR promedio para la subrasante se encuentran en una categoría de Subrasante Pobre e inadecuada por tal motivo se deberá estabilizarse.

- ❖ Si se revisa la investigación realizada por Herrera Uribe Nader (2014), donde menciona sobre su estudio de suelo realizado obtuvo como resultado un  $CBR = 10.9\%$ .

Esta investigación no concuerda porque los resultados de CBR obtenido indican que se trata de un suelo adecuado con capacidad de soporte alta.

## PAVIMENTO FLEXIBLE

Sobre realizar el diseño de pavimento flexible correspondiente de la zona de estudio, se muestra.

*Tabla 18: Calculo de espesores de Pavimento*

<i>Tipo vía</i>	<i>CBR utilizado</i>	<i>Módulo de resiliencia</i>	<i>ZR</i>	<i><math>\Delta PSI</math></i>	<i>Capas del pavimento</i>	<i>Espesor</i>
TP6	4.56 %	6,749.64	-1.036	2.00	Espesor de carpeta	7.5 cm
					Base	15 cm
					Subbase	33 cm
<b>TOTAL DE ESPESOR DE PAVIMENTO</b>						<b>55.5 cm</b>

**Fuente:** *Elaboración Propia*

Al realizar el diseño de la superficie de rodadura con ayuda de estudio de tráfico y estudio de suelos, se puede determinar los siguientes espesores (Carpeta Asfáltica = 7.5 cm, Base = 15 cm, Subbase = 33 cm) haciendo un espesor total de 55.5 cm.

- ❖ Si se revisa la investigación de Torres Terrones (2018), con resultados obtenidos de Estudio de tránsito y resultados de las propiedades de suelos



se procedió a calcular el pavimento utilizando AASHTO el autor obtuvo como resultados los espesores (Carpeta rodadura = 5.06 cm, Base = 20 cm y Subbase = 20 cm.), haciendo un total de 45.06 cm.

Esta investigación concuerda porque los resultados de su diseño de pavimento flexible se realizaron tomando la metodología AASHTO 93 y siguiendo los cálculos de las variables y realizando los mismos estudios requeridos por este método.

- ❖ Por otro lado, si se revisa la investigación de Fontalba Gallardo (2015), con resultados obtenidos de Estudio de tráfico y resultados de estudio de suelos se procedió a calcular el pavimento utilizando la Metodología AASHTO 93 obteniendo como resultado los siguientes espesores (Carpeta Asfáltica = 7.00 cm, Base = 10 cm y Subbase = 20 cm.), haciendo un total de 37.00 cm. Esta investigación no concuerda porque los resultados de su estudio de suelos el CBR es de 13% la que se califica como una subrasante buena pero su diseño de pavimento flexible se realizó tomando la metodología AASHTO 93 y realizando los mismos estudios requeridos por este método.

## VI. CONCLUSIONES

Con el estudio topográfico se concluye que la rasante de la vía existente tiene pendientes altas mayores a 9% hasta 12% se propone mejorar con pendientes máximas de 8% y pendientes mínimas de 0.5%.

Por otra parte, del diseño geométrico se tuvo como resultado una carretera de segunda clase con una velocidad de diseño de 30 km./h. Las curvas verticales con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 400m (Curvas convexas), y con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 240m (Curvas cóncavas).

Del estudio de tráfico se obtuvo como resultado para el diseño de la vía un IMD de la estación 01 con un flujo de 337 Veh/día considerándose como una vía de tercera clase.

Las muestras de suelos obtenidos en las calicatas presentan estratos arcillosos con material orgánico, de suelos pobres e inadecuados para la subrasante, de consistencia media humedad, clasificación según SUCS: SC, OH, CH.

Con resultados de estudio de tráfico y la obtención de las propiedades de terreno se llega a diseñar el pavimento flexible basado a normativas vigentes y utilizando metodología de AASHTO 93, los espesores de las capas estructurales nos arrojan una carpeta asfáltica de 7.5 cm, una Base de 15 cm y una Subbase de 33 cm.

Los tramos con material de subrasante inadecuado se estabilizará por sustitución de suelos con un material de CBR  $\geq 10\%$  según lo indicado en el manual del MTC.

El presupuesto del proyecto de S/. 13,427,533.04 soles, y un cronograma de ejecución con un tiempo de 165 días.

La información obtenida se tiene que tener en cuenta los factores ambientales de la zona de estudio se tienen que monitorear evitando alteraciones causado por los impactos en el proceso de ejecución.

Del estudio ambiental del tramo Canchaque a Huancabamba se utilizó la Matriz de Leopold para clasificar Impactos Ambientales donde salió como resultado el valor de 314 de las actividades más impactantes, lo cual es un impacto positivo.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Al realizar el estudio de tráfico de la carretera de mi proyecto de diseño de infraestructura vial se debe conseguir cálculos de IMDA actual y proyectado a 20 años, utilizando la normativa vigente de Conteo Vehicular del Ministerio de transportes y comunicaciones.

En los levantamientos topográficos tanto para estudios como replanteo de proyectos se recomienda usar parámetros topográficos detallados y completos, así como levantamiento de Zonas urbanas detalladas, ubicación de interferencias y ubicación de los BMs.

Para evaluar el nivel de servicio vehicular se recomienda establecer la cantidad máxima de vehículos que transitaran en un tiempo futuro de 20 años para posterior a ello determinar el nivel de servicio en base al Manual de carreteras: Diseño geométrico DG 2018

Para el diseño de pavimento flexible se recomienda obtener datos reales y los más cercanos, porque de estos datos obtenidos en campo depende el diseño tanto como la obtención de muestras de suelo como la cantidad de tráfico real.

Según el diseño de pavimento se recomienda estabilizar los suelos de los tramos con subrasante inadecuada respetando las alturas calculadas mediante el manual de transportes y comunicaciones con la técnica de sustitución de suelo con material de  $CBR \geq 10\%$ .

Por otro lado, del estudio de impacto ambiental el proyecto todo proyecto tendrán impactos que se generarán al transcurso de cada actividad proyectada, se recomienda realizar un control detallado durante el proceso de ejecución.

Se recomienda tomar precios de mercado actuales para los insumos como costo de mano de obra, materiales, equipos y maquinaria, Para realizar los costos y presupuestos, y tomando los rendimientos en base a la zona a emplear en cada partida.

## REFERENCIAS

- FONTALBA Gallardo, Erwin. Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación sector guacamayo 1°etapa. Chile, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2015.
- HERRERA Uribe, Nader. Estudio del pavimento de las vías del barrio salacalle, perteneciente a la parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, provincia de Cotopaxi y su incidencia en la calidad de vida de los habitantes. Ecuador, Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2014
- SALAMANCA Niño, María y ZULUAGA Bautista, Santiago. 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 cesar. Colombia, Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería, 2014.
- VEGA Pérrigo, Daniel. Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al Nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a 2+000). Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2018.
- VERAMENDI Ocaña, José Proyecto de pavimento flexible de la vía Paltay – Lucma, del distrito de Taricá, Huaraz – Áncash. Huaraz, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018.
- ESQUIVEL Jurado, Karen. Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Chulite – Rayambara – la soledad, distritos de Quiruvilca y Santiago de chuco, provincia de Santiago de Chuco – departamento la Libertad. Trujillo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018.
- TORRES Terrones, Jorman. Elaboración del expediente técnico de la carretera departamental puerto Eten – C.P Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- DEL CASTILLO Cueva, Max. Diseño del pavimento flexible y veredas en el pueblo joven Villa Hermosa 5to sector, distrito José Leonardo Ortiz – Lambayeque. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2018.

- MONTENEGRO Vallejos, Jose. Diseño de infraestructura vial para transitabilidad del tramo la vega – Cabra Chica, Pucara, Jaén, Cajamarca-2018. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- RIMARACHIN Rimarachin, Geremias. Diseño de la infraestructura vial tramo caserío Lingan Pata – caserío Samana – Caserío Pampa la Laguna, Distrito de Chota –Cajamarca. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras, Diseño Geométrico (DG-2018), 2018, Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos, Lima, 2014.
- ESPIRITU Bulnes, Gilbert M., SANDOVAL Damian, Deyvis. Diseño de la trocha carrozable del centro poblado Culebreros – Pueblo Nuevo de Maray, distrito de Santa Catalina de Mossa, provincia de Morropón, departamento de Piura. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- ANGULO Orozco, Kevin Ulises, HUAYAMIS Zuñiga, Joel Eduardo. Creación de la vía de acceso Cascabamba, anexo La Cruz – anexo El Paccho, distrito y provincia de Contumazá, región Cajamarca. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- GUEVARA Lozada, Jorge Humberto. Diseño de la carretera del caserío La Tranca – Nuevo Progreso – Casa Quemada, del distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- TORRES Terrones, Jorman Martin. Elaboración del expediente técnico de la carretera departamental Puerto Eten – C.P Lagunas, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- SANCHEZ Pinedo, Wilder Alex. ZAMORA Diaz, John Denis. Diseño de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas de Tinyayoc - Rambrán, distrito

- y provincia de Cutervo, Cajamarca. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- RISCO Gutierrez, Pedro Guillermo Diseño de la carretera para unir el distrito de Llama con el caserío San Antonio, distrito de Llama – provincia de Chota – Cajamarca. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
  - ARONI Espinoza, Vanessa Lisbeth. Diseño de la carretera Buenos Aires – Unión Quilagan – Succha Alta – La Palma, distrito de Querocotillo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
  - BERROSPI Novoa, Stephano Fabrizzio. Diseño de la carretera Aramango - San Francisco - sector La fila - Buenos Aires - Chinganza, distrito de Aramango, provincia de Bagua, departamento de Amazonas. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
  - MIL Sanchez, Manuel Cristhian. TAVARA Cancino, Víctor Manuel. Diseño definitivo de la carretera Barrio Nuevo – López – Señor de los Milagros – Ricardo Palma, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
  - QUENAYA Uceda, Xenia Xyomara. TARRILLO Mendoza, Frank Edgar. Diseño de infraestructura vial para accesibilidad del tramo C.P.U. capote km 0+000 al C.P.R. pancal km 7+000, Picsi, Lambayeque. Chiclayo, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
  - SANCHEZ Caro, Jhordin Enderson. Diseño definitivo de la Carretera La Primavera - Simón Bolívar, distrito de Nueva Cajamarca, provincia de Rioja, región San Martín. Chiclayo, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2019.
  - ZUÑIGA Chepe, Oscar Eduardo. Diseño de la estructura de pavimento flexible de las calles comprendidas dentro del perímetro de la ca. VRHT, ca. La Paz, ca. Pachacutec y av. Gran Chimú del distrito de la Victoria – Chiclayo – Lambayeque. Chiclayo, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, 2019.

- ARUQUIPA Velazco, Erika Crismerly; HUANCO Ramos, Paul. Estudio definitivo de la carretera prolongación Uchumayo, a partir del km 13+900 de La Variante de Uchumayo al km 14+600 de la autopista Arequipa La Joya. Arequipa, Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería Civil, 2017.
- MARCELIANO Sifuentes, Marco Antonio. PAZ Burgos, Ingry Jair. Diseño del pavimento de la av. Los paújiles aplicando el método AASHTO 93 - Trujillo - La Libertad. Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2020.
- RAMÍREZ Vergaray, Angel Omar. LOPEZ Bacilio, Jose Alejandro. Diseño estructural del pavimento flexible y drenaje pluvial del sector Mampuesto barrio 2 – El Porvenir – Trujillo. Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2020.
- BAZAN Tuesta, Cristian. VARGAS Guevara, Oscar Alberto. Diseño estructural de pavimentos para mejorar la transitabilidad de las calles Las Margaritas, 7 de Julio y Ricardo Palma del Barrio 1 en el Centro Poblado Alto Trujillo. Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2020.
- TUNJAR Saavedra, Jersson Michel. Diseño de la infraestructura vial, tramo Copallín- Palo Grande- Cruce La Caña- Sector El Roble- La Palma, Distrito de Copallín, Bagua, Amazonas. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2021.
- AMANQUI Apaza, Gerson A. PAUCA Paredes, Solange R. Diseño de infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular carretera Madrigal - Lari km 0+000 al 5+890.35 Caylloma, Arequipa. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2021.
- BUSTAMANTE Castro, Lenin G. VÁSQUEZ Peltroche, Wilder G. Diseño de la carretera Choros - La Sacilia, distrito de Toribio Casanova - Cutervo, Cajamarca. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- DIAZ Vergara, José Edwin. Diseño de infraestructura vial en las comunidades La Floresta Shumba Alto-Ayabaquita-Pueblo Nuevo y cruce

San Agustín Huabal, distrito de Bellavista, Jaén. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2021.

- ARISTA Gamarra, Lorenza Jesús. Diseño de infraestructura vial entre los caseríos Vista Alegre – Empalme CA-570, caserío Llaucan-Hualgayoc-Cajamarca. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- GALVEZ Villanueva, Jose. Diseño de un pavimento flexible usando polvo de neumático en el tramo: empalme carretera Fernando Belaunde Terry km. 707+310 Caserío San José – CP. Carhuapoma. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019.
- MONTTOYA Chuquibala, Henry Florencio. Diseño de la infraestructura vial entre el anexo de Izcuchaca y caserío Buena Vista, distrito de Molinopampa, región Amazonas. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- TAFUR Edquen, Neiver. Torres Vera, Oscar. Diseño de infraestructura vial tramo Guadalupe- Casa Blanca – Jorge Chávez – Mariscal Castilla – San Felipe – Distrito Guadalupe, Provincia Pacasmayo – Departamento Libertad. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- MILLAN Inoñan, José A. VALDIVIA Araujo, N. Diseño de infraestructura vial tramo caserío Ticungue – Centro Poblado Rosario de Chingama, Distrito Bellavista, Jaén –Cajamarca. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- CIEZA Torres, Reyle. Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio tramo Maino - Sispuco km 0+000 – 7+656.21, Chachapoyas – Amazonas. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- FERNÁNDEZ Vargas, Limber Eli. Diseño de la infraestructura vial del Sector 2, Zona Nor Este, distrito Cayalti-Chiclayo-Lambayeque. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2021.
- VALENTIN Castro, Renee R. LUNAREJO Robles, Aldo M. Optimo diseño estructural del pavimento flexible en el tramo cruce del centro poblado el Castillo hasta el kilómetro 15+000 sector bajo canal, centro poblado Cascajal



Santa Ancash. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2019.

- GARCIA Tuesta, Robinson. MONTENEGRO Pilco, Katty. Diseño de la infraestructura vial para mejorar la serviciabilidad vehicular tramo km0+000 - km10+000 Picsi - Tumán, departamento de Lambayeque. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- ABANTO Rojas, Eckner. Diseño de infraestructura vial, para el acceso vecinal, de centros poblados el Porvenir – Cangrejal, distrito de Florida Pomacochas, Bongará, Amazonas. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- HUAMAN Rojas, Jamer. Diseño de la infraestructura vial PE. Km 00+07 Huaytapampa –CC. PP Granero, distrito del Tingo provincia Luya- Amazonas. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- HERRERA Vargas, Cristian J. HERRERA Vargas, Elmer Y. Diseño de infraestructura vial para el mejoramiento de la transitabilidad de los caseríos Buenos Aires – Succhuran, Distrito de Querocotillo, Cutervo. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- DELGADO Aguilar, Annye M. MUNDACA Ordinola, Junior R. Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular de carretera Mórrope– Cartagena Km 0+000 al Km 11+165, Lambayeque. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- CASTILLO Rodriguez, Vania Julissa. Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, caseríos: Puente Machuca – San Luis, Km 0+000 al 6+616.08, Pacora-Lambayeque. Chiclayo, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- SANCHEZ Cordova, Cristhian Jordy. Diseño de pavimento flexible para mejorar la actividad comercial de la carretera Carhuaz – Maya, Huaraz. Huaraz, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.
- QUISPE Cabello, Luis Alberto. Diseño vial con los métodos AASHTO-93 y SHELL para mejorar la transitabilidad en el Distrito del Tambo – Huancayo. Lima, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2020.

**ANEXOS**  
**Anexo 1: Variables y Operacionalización**

*Operacionalización de Variable Independiente*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Infraestructura vial</b>	La estructura de un pavimento es el traslado de los vehículos de manera segura de un lugar a otro. La infraestructura abarca todos los detalles existentes en una vía y que en conjunto aseguran la circulación de vehículos y la seguridad de peatones, estas características son normadas por el ministerio de transportes y comunicaciones dependiendo el tipo de carretera y las especificaciones según diseño. (ZELADA ROJAS, 2019)	Pavimentos flexibles es parte de la estructura de pavimento y que están conformados por secciones apoyada en la sub-rasante, compuesta por capas granulares y una superficie de rodadura resistente para transmitir los esfuerzos por acción de la transitabilidad de vehículos	Estudios básicos	Topografía	Razón
				Hidrología	
				Mecánica de suelos	
				Estudio de tráfico	
				Impacto ambiental	
			Diseños	Diseño geométrico	Razón
				Diseño del drenaje	
				Diseño del pavimento	
				Diseño de señalización	
			Costo	Análisis de costos unitario	Razón
				Metrados	
				Presupuesto	
				Fórmula polinómica	
				Especificaciones técnicas	
Tiempo	Cronograma de obra	Razón			
	Cronograma de adquisición de materiales				

**Fuente:** *Elaboración Propia*

*Operacionalización de Variable Dependiente*

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>Transitabilidad vehicular</b>	Es el beneficio que ofrece una vía a los diferentes tipos de tránsito que circular asegurando un buen estado la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo.	Se refiere a las óptimas condiciones que debe alcanzar la infraestructura vial el cual permite un desarrollo continuo de flujo vehicular.	Clasificación de la carretera	Clasificación por demanda	Ordinal
				Clasificación por orografía	Ordinal
			Viabilidad	Proyección de un sistema de drenaje	Nominal
				Control vehicular y mejor transitabilidad	Nominal

*Fuente: Elaboración Propia*

## **Anexo 2: MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA ZONA DE ESTUDIO**

### **1. Generalidades**

El diseño de una estructura de pavimento es el procedimiento mediante el cual se define los espesores de cada una de las capas que compone la estructura y se definen las especificaciones que deben cumplir estos materiales.

La estructura de pavimento conserve durante su periodo de diseño un índice de servicio adecuado, para poder definir estos espesores hay que tener en cuenta todas las variables que involucra un diseño de pavimento principalmente el tránsito que representa la carga, la subrasante que representa la resistencia natural de terreno y todo el resto de las propiedades de los materiales involucrados en la estructura del pavimento.

### **2. Objetivo**

El objetivo del estudio es elaborar los Estudios necesarios para la elaboración de tesis Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura, con la finalidad de demostrar la rentabilidad de inversión requerida e indicar los parámetros para la ejecución de la obra.

### **3. Alcances**

Dentro de los alcances del presente proyecto, tenemos lo siguiente:

- Elaborar la memoria de cálculo del diseño de pavimento, proponiendo un diseño económico y duradero.
- Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental, planteando recomendaciones y medidas de mitigación para los impactos negativos que se pudiera originar durante la ejecución de las obras y una vez concluidas éstas.
- Realizar los estudios de ingeniería básica: Topografía, Trazo y Diseño Vial, Tráfico y Carga, Seguridad Vial, Suelos, Pavimentos, Hidrología e Hidráulica, Señalización, entre otros.
- Elaborar las Especificaciones Técnicas, Análisis de Precios Unitarios, Presupuesto y Programación de las obras.

### **4. Características generales de la zona de proyecto**

#### **4.1. Ubicación**

El proyecto se emplaza en el departamento de Piura, en la provincia de Huancabamba. La provincia de Huancabamba se encuentra ubicada en la sierra norte del Perú, 214 Km al sur oeste de la ciudad de Piura. Está conformada por ocho (8) distritos, siendo su capital la ciudad de Huancabamba.

#### **4.2. Clima**

El clima en la zona del proyecto es variable, mientras que en el valle de Huancabamba el clima es ligeramente húmedo y templado, en las partes altas es muy húmedo y frío acentuado. Las mayores precipitaciones suceden principalmente en el periodo Enero - Abril, siendo los otros meses del año frecuentes y originando un clima templado.

#### **4.3. Temperatura**

El tramo en estudio se desarrolla en zona de sierra (con altitudes entre 800 msnm y 3250 msnm).

#### **4.4. Altitud**

En el trazo actual de la carretera, la variación de altitud fluctúa entre los 1170 y los 3250 msnm.

### **5. Topografía**

El objetivo del estudio topográfico, es realizar el levantamiento planimétricos y altimétricos para la elaboración de Tesis “Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura”, tiene como fin el de proyectar sobre la superficie obtenida nuestro diseño de pavimento y a la vez obtener los metrados de movimientos de tierras y de otras partidas que conformaran nuestro proyecto. El terreno de la zona en estudio presenta inclinaciones existente considerables de 9% hasta 13 % y presentando 4 curvas de vueltas a limitad de la vía.

#### **5.1. Metodología del trabajo**

##### **5.2.1. Trabajos de Campo Realizados.**

En función a la importancia de los estudios a ejecutarse; se han empleado una metodología apropiada para este tipo de trabajo acompañado como parte importante de este trabajo equipos electrónicos de alta precisión.

Para los trabajos del levantamiento topográfico se siguió el siguiente procedimiento:

- Apoyados en los vértices y a las poligonales de control (PB's, AZ's, BM's y P's), tomando puntos con perfiles en sentido longitudinal y transversal en la cantidad necesaria para poder representar la topografía del terreno actual.
- En este proceso se incluyeron todas las singularidades de la faja, terrenos de cultivo, postes, cercos, canales, cruces, buzones, detalles urbanos, viviendas, etc. El levantamiento de la franja ha considerado los siguientes puntos:
  - ✓ Eje de la calzada actual.
  - ✓ Bordes de caminos.

- ✓ Bordes de veredas o calles en zonas urbanas.
  - ✓ Obras de saneamiento.
  - ✓ Borde superior e inferior de cortes y terraplenes.
  - ✓ Puntos representativos del terreno en el área comprometida con obras de saneamiento y expropiaciones.
- La faja de levantamiento topográfico, abarca un ancho suficiente que permite proyectar las obras complementarias como: cunetas de coronación, zanjas de drenaje, bajadas de aliviaderos, obras de arte, etc.
  - Toda la información obtenida se ha procesado en Excel, para luego ser exportada al software AUTOCAD CIVIL 3D.
  - Estos trazos que generan los planos, han sido procesados en dibujos sectorizados en AutoCAD CIVIL 3D archivos están en unidades métricas, los puntos son controlados en tres tipos de información básica (número de punto, norte, este elevación y descripción).

## **5.2. Relación De Levantamientos Topográficos**

### **5.2.1. Levantamiento de Quebradas Mayores y Menores.**

Los trabajos de topografía incluyeron el levantamiento topográfico de todas las quebradas mayores y menores ubicadas a lo largo del tramo en estudio, en donde se proyectarán estructuras mayores de drenaje transversal y badenes. Estos trabajos fueron realizados en coordinación con el Especialista en Hidrología y Drenaje y el de Geología y Geotecnia.

### **5.2.2. Levantamiento de emplazamientos de estructuras.**

Como parte de los trabajos de levantamiento topográfico, se han realizado el inventario y levantamiento de las estructuras existentes, tales como: alcantarillas, muros, canales y pontones existentes, con la finalidad de cuantificar los volúmenes de demolición.

### **5.2.3. Levantamiento de Terrenos y Viviendas Afectadas**

Como parte de los trabajos de topografía se han realizado el levantamiento de predios asentados a lo largo del derecho de vía de la carretera, tanto de edificaciones (viviendas), como de terrenos de cultivo, canales de riego, caminos de herradura, cercos, muros, entre otros elementos que delimiten predios.

### **5.2.4. Levantamiento De Centros Poblados**

El levantamiento topográfico de las zonas urbanas se realizó de tal forma que permitieron alcanzar puntos ocultos, de accesos y boca calles. Estos trabajos incluyeron el levantamiento al detalle de la toponimia existente: postes del

sistema eléctrico, de telefonía, tapas de buzones, cruces de canales, sistema de agua potable, veredas y límites de propiedad.

**Tabla N° 25:** Ubicación de Centros Poblados

PROGRESIVA		CENTROS POBLADOS
136+400	136+800	QUISPAMPA ALTO
137+240	137+360	SONDORILLO
139+200	139+550	CORAZON DE JESUS
140+450	140+550	QUISPAMPA

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.2.5. Levantamiento De Intersecciones y Accesos

El levantamiento topográfico de las intersecciones se realizó de tal forma que permitieron alcanzar longitud de intervención de las intersecciones y accesos.

**Tabla N° 26:** Ubicación de Centros Poblados

N°	Progresiva (Km.)	Lado	Destino
01	135+990	Izquierdo	C.P Quispampa Alto
02	137+356	Derecho	C.P Sondorillo
14	139+440	Izquierdo	Mirador Turístico Corazón de Jesús
03	140+550	Derecho	C.P Quispampa

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.2.6. Sistema de coordenadas UTM y altimetría

Para obtener las coordenadas UTM correspondientes a los vértices de la poligonal definitiva, se toman como referencia los puntos de coordenadas obtenidos a través de un GPS Navegable, los que se usaran como puntos definidos por posicionamiento satelital. Luego se procedió a realizar el cierre de la poligonal y compensaciones para llevarlos a coordenadas UTM mediante un GPS.

### 5.2.7. Nivelación

Para los tramos de la carretera del proyecto en estudio, se realizó una nivelación con cierres en un recorrido de ida y vuelta en 500m y se colocaron

BMS en lugares fijos cerca al eje de la carretera y en lugares donde no se encontró roca fija se monumentaron los BMS.

#### **5.2.8. Seccionamiento**

Las secciones se trazaron en todas las progresivas del eje de la vía, también se han tomado las secciones transversales del terreno cada 20m a cada lado del eje, Además se obtuvo secciones de puntos críticos a lo largo del tramo, así como: alcantarillas existentes, quebradas, etc.



## Anexo 3: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

### 1. Generalidades

El diseño de una estructura de pavimento es el procedimiento mediante el cual se define los espesores de cada una de las capas que compone la estructura y se definen las especificaciones que deben cumplir estos materiales.

La estructura de pavimento conserve durante su periodo de diseño un índice de servicio adecuado, para poder definir estos espesores hay que tener en cuenta todas las variables que involucra un diseño de pavimento principalmente el tránsito que representa la carga, la subrasante que representa la resistencia natural de terreno y todo el resto de las propiedades de los materiales involucrados en la estructura del pavimento.

### 2. Ubicación

Región: Piura

Provincia: Huancabamba

Distrito: Huancabamba

### 3. Diseño Estructural del Pavimento

Para el diseño estructural del pavimento de éste estudio en particular, se diseñará una estructura de pavimento flexible por el Método AASHTO 1993. Estos métodos se basan en la resistencia a la fatiga y deformación.

Mediante la fórmula (1) se calculará el número estructural que se requiere para soportar las cargas impuestas por el tráfico de diseño sobre un suelo que tiene un determinado módulo resiliente y que además permita al pavimento tener un nivel de serviciabilidad adecuado.

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07 \dots (1)$$

**Dónde:**

$W_{18}$ : Número estimado de ejes simples equivalentes de 8.2 t.

$Z_R$ : Confiabilidad

$S_0$ : Desviación estándar

$\Delta$  PSI: Perdida de serviciabilidad

$P_t$ : Serviciabilidad final

$M_R$ : Módulo resiliente de la subrasante

$$SNR = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

**Siendo:**

$a_1, a_2, a_3$ : **Coefficientes de capa**

$m_2, m_3$ : **Coefficientes de drenaje**

$D_1, D_2, D_3$ : **Espesor de capa**

**1) Módulo de resiliencia ( $M_r$ )**

El Módulo de Resiliencia es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para su cálculo se empleará la ecuación, que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG (Mechanistic Empirical Pavement Design Guide):

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

Reemplazando se obtuvo:

$$M_r (psi) = 2555 * 4.56^{0.64}$$

MODULO DE RESILINENCIA	<b><math>M_r (psi) = 6,749.64</math></b>
------------------------	--

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

## 2) Nivel de Confiabilidad (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su período de diseño, de acuerdo con lo previsto.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar ( $Z_R$ ).

Para el diseño propuesto para la investigación, primero se determinó el tipo de tráfico y lo elegimos en función al Numero de ejes equivalentes (ESAL) y al número de etapas de ejecución, que en este caso se tomó 1 etapa.

ESAL obtenido = 1'922,371

Tipo de tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE	Nivel de confiabilidad (%R)
$T_{P6}$	$> 1,500,001$ $\leq 3,000,000$	85%

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

## 3) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )

El coeficiente estadístico de desviación Estándar Normal ( $Z_R$ ) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

El coeficiente de desviación estándar normal se encuentra con el tipo de tráfico obtenido del cual se obtuvo lo siguiente:

Tipo de tráfico pesado expresado en EE	Rangos de tráfico pesado expresado en EE	Desviación estándar normal ( $Z_R$ )
$T_{P6}$	$> 1,500,001$ $\leq 3,000,000$	-1.036

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

#### 4) Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ )

La Desviación Estándar 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 AASTHO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de  $S_o$  comprendidos entre 0.40 y 0.50.

En la etapa de diseño del pavimento flexible se recomienda el valor de  **$S_o = 0.45$** .

#### 5) Serviciabilidad (PSI)

La medida fundamental de la serviciabilidad, tal como fue establecida en el Experimento Vial de la AASTHO, es el Índice de Serviciabilidad Presente (PSI- Present Serviciability Index), que varía entre 0 (camino intransitable) a 5 (camino perfecto).

**El Índice de serviciabilidad Inicial ( $P_0$ )** está en función del rango de tráfico, para el presente proyecto adoptaremos el valor de  **$P_0 = 4.0$**

**El Índice de serviciabilidad Final ( $P_t$ )**, está en función del rango de tráfico, de acuerdo a los términos de referencia del estudio, la serviciabilidad final debe ser  **$P_t = 2.0$**

Por lo tanto, los valores de serviciabilidad empleados para el diseño de pavimento flexible se resumen en el siguiente cuadro:

SERVICIABILIDAD	
CONDICIÓN	(PSI)
Inicial	4.0
final	2.0

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

**Perdida o disminución de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ )**

( $\Delta PSI$ ) es la diferencia entre la Serviciabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

$$\Delta PSI = P_0 - P_t$$

Donde:

$\Delta PSI$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado

$P_0$  = Índice de servicio inicial

$P_t$  = Índice de servicio final

$$\Delta PSI = 4.0 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.0$$

## 6) Drenaje

El drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa y se estima en función del porcentaje de tiempo que la estructura esta próxima a la saturación y de acuerdo a la calidad del drenaje.

En base a las condiciones climáticas, y a las condiciones particulares donde se desarrolla el tramo en estudio, así como la habilidad de las capas granulares para drenar el agua; se estima que el tiempo de exposición de la estructura a nivel de humedad próxima a la saturación es 25%, considerando la calidad de drenaje bueno.

<b>Características del drenaje</b>	<b>Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación</b>			
	<b>Menos del 1%</b>	<b>1 - 5%</b>	<b>5 - 25%</b>	<b>Más del 25%</b>
<i>Excelente</i>	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
<i>Bueno</i>	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
<i>Mediano</i>	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
<i>Malo</i>	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
<i>Muy malo</i>	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

En base a estas estimaciones se ha determinado que los coeficientes de drenaje para las capas de Sub Base y Base son:

$$m1 = 1.0 \text{ y } m2 = 1.0$$

## 7) Numero Estructural Requerido (SN)

Calculamos de la ecuación el Numero estructural requerido, el cual se obtiene lo siguientes:

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

$$\text{SNR} = 3.731$$

## 8) Numero Estructural Resultado (SNR)

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASTHO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a 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 de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

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

**Donde:**

$a_1, a_2, a_3$ : **Coefficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.**

$m_2, m_3$ : **Coefficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.**

$D_1, D_2, D_3$ : **Espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.**

### Coefficientes estructurales de Capa

Los coeficientes de capa fueron estimados a partir de las correlaciones que la guía AASHTO-93 presenta y las ecuaciones indicadas a continuación:

$$a_2 = 0.249(\text{Log}(E_{BS})) - 0.977$$

$$a_3 = 0.227(\text{Log}(E_{SB})) - 0.839$$

**Cuadro N° 3.7**  
Coeficiente de capa

Capa	CBR (%)	M <sub>R</sub> (psi)	Coef. Estructural (1/pulg)
Carpeta asfáltica	-	430,000	0.49 = 0.17 cm
Base granular	100	29,810	0.14 = 0.052 cm
Sub base	40	16,670	0.12 = 0.47 cm

Los valores de los coeficientes estructurales considerados en el manual de carreteras de suelos y pavimentos son:

Coeficientes estructurales de las capas:

<i>CAPA SUPERFICIAL</i>	<i>BASE</i>	<i>SUBBASE</i>
<i>a<sub>1</sub></i>	<i>a<sub>2</sub></i>	<i>a<sub>3</sub></i>
<b>0.19</b>	<b>0.052</b>	<b>0.047</b>

Coeficientes de drenaje para Base y SubBase granulares no tratadas en pavimentos flexibles:

<i>BASE</i>	<i>SUBBASE</i>
<i>m<sub>2</sub></i>	<i>m<sub>2</sub></i>
<b>1</b>	<b>1</b>

Calculo de espesores de las capas

<i>d<sub>1</sub></i>	<i>d<sub>1</sub></i>	<i>d<sub>1</sub></i>
<b>7.5 cm</b>	<b>15 cm</b>	<b>33 cm</b>
<b>Capa superficial</b>	<b>Base</b>	<b>Subbase</b>

CARPETA ASFALTICA	BASE GRANULAR	SUB BASE
$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} = 4.89 \text{ pulg}$	$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1}{a_2 m_2} = 3.73 \text{ pulg}$	$D_3 \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3} = 2.90 \text{ pulg}$
<b>SN1 = 2.15</b>	<b>SN2 = 2.67</b>	<b>SN3 = 3.73</b>
D1 = 5.00 Pulg	D2 = 4.00 Pulg	D3 = 3.00 Pulg
SN1* = 2.20	SN2* = 1.18	
a1 = 0.44 /pulg	a2 = 0.14 /pulg	a3 = 0.12 /pulg
	m2 = 1.00	m3 = 1.00

Por lo tanto se verifica si cumple la condición

SNR (Requerido)	3.731	Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)
SNR (Resultado)	3.756	<b>SI CUMPLE</b>

### 9) Diseño de espesores

Concreto asfaltico = 7.5 cm

Base Granular = 15 cm

Subbase Granular = 33 cm



## **Anexo 04: ESTUDIO TOPOGRAFICO**

### **1. Generalidades**

El objetivo del estudio topográfico, es realizar el levantamiento planimétricos y altimétricos para la elaboración de Tesis “Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura”, tiene como fin el de proyectar sobre la superficie obtenida nuestro diseño de pavimento y a la vez obtener los metrados de movimientos de tierras y de otras partidas que conformaran nuestro proyecto.

### **2. Ubicación**

Región: Piura

Provincia: Huancabamba

Distrito: Huancabamba

### **3. Topografía de la zona de estudio**

El terreno de la zona en estudio presenta inclinaciones existente considerables de 9% hasta 13 % y presentando 4 curvas de vueltas a limitad de la vía.

### **4. Metodología del trabajo**

#### **4.1. Trabajos de Campo Realizados**

En función a la importancia de los estudios a ejecutarse; se han empleado una metodología apropiada para este tipo de trabajo acompañado como parte importante de este trabajo equipos electrónicos de alta precisión.

Para los trabajos del levantamiento topográfico se siguió el siguiente procedimiento:

- Apoyados en los vértices y a las poligonales de control (PB's, AZ's, BM's y P's), tomando puntos con perfiles en sentido longitudinal y transversal en la cantidad necesaria para poder representar la topografía del terreno actual.
- En este proceso se incluyeron todas las singularidades de la faja, terrenos de cultivo, postes, cercos, canales, cruces, buzones, detalles urbanos,

viviendas, etc. El levantamiento de la franja ha considerado los siguientes puntos:

- ✓ Eje de la calzada actual.
  - ✓ Bordes de caminos.
  - ✓ Bordes de veredas o calles en zonas urbanas.
  - ✓ Obras de saneamiento.
  - ✓ Borde superior e inferior de cortes y terraplenes.
  - ✓ Puntos representativos del terreno en el área comprometida con obras de saneamiento y expropiaciones.
- La faja de levantamiento topográfico, abarca un ancho suficiente que permite proyectar las obras complementarias como: cunetas de coronación, zanjas de drenaje, bajadas de aliviaderos, obras de arte, etc.
  - Toda la información obtenida se ha procesado en Excel, para luego ser exportada al software AUTOCAD CIVIL 3D.
  - Estos trazos que generan los planos, han sido procesados en dibujos sectorizados en AutoCAD CIVIL 3D archivos están en unidades métricas, los puntos son controlados en tres tipos de información básica (número de punto, norte, este elevación y descripción).

## **5. Relación De Levantamientos Topográficos**

### **5.1. Levantamiento de Quebradas Mayores y Menores.**

Los trabajos de topografía incluyeron el levantamiento topográfico de todas las quebradas mayores y menores ubicadas a lo largo del tramo en estudio, en donde se proyectarán estructuras mayores de drenaje transversal y badenes. Estos trabajos fueron realizados en coordinación con el Especialista en Hidrología y Drenaje y el de Geología y Geotecnia.

### **5.2. Levantamiento de emplazamientos de estructuras.**

Como parte de los trabajos de levantamiento topográfico, se han realizado el inventario y levantamiento de las estructuras existentes, tales como:

alcantarillas, muros, canales y pontones existentes, con la finalidad de cuantificar los volúmenes de demolición.

### 5.3. Levantamiento de Terrenos y Viviendas Afectadas

Como parte de los trabajos de topografía se han realizado el levantamiento de predios asentados a lo largo del derecho de vía de la carretera, tanto de edificaciones (viviendas), como de terrenos de cultivo, canales de riego, caminos de herradura, cercos, muros, entre otros elementos que delimiten predios.

### 5.4. Levantamiento De Centros Poblados

El levantamiento topográfico de las zonas urbanas se realizó de tal forma que permitieron alcanzar puntos ocultos, de accesos y boca calles. Estos trabajos incluyeron el levantamiento al detalle de la toponimia existente: postes del sistema eléctrico, de telefonía, tapas de buzones, cruces de canales, sistema de agua potable, veredas y límites de propiedad.

**Tabla N° 25:** Ubicación de Centros Poblados

PROGRESIVA		CENTROS POBLADOS
136+400	136+800	QUISPAMPA ALTO
137+240	137+360	SONDORILLO
139+200	139+550	CORAZON DE JESUS
140+450	140+550	QUISPAMPA

*Fuente: Elaboración Propia*

### 5.5. Levantamiento De Intersecciones y Accesos

El levantamiento topográfico de las intersecciones se realizó de tal forma que permitieron alcanzar longitud de intervención de las intersecciones y accesos.

**Tabla N° 26:** Ubicación de Centros Poblados

N°	Progresiva (Km.)	Lado	Destino
01	135+990	Izquierdo	C.P Quispampa Alto
02	137+356	Derecho	C.P Sondorillo
14	139+440	Izquierdo	Mirador Turístico Corazón de Jesús
03	140+550	Derecho	C.P Quispampa

*Fuente: Elaboración Propia*

### **5.6. Sistema de coordenadas UTM y altimetría**

Para obtener las coordenadas UTM correspondientes a los vértices de la poligonal definitiva, se toman como referencia los puntos de coordenadas obtenidos a través de un GPS Navegable, los que se usaran como puntos definidos por posicionamiento satelital. Luego se procedió a realizar el cierre de la poligonal y compensaciones para llevarlos a coordenadas UTM mediante un GPS.

### **5.7. Nivelación**

Para los tramos de la carretera del proyecto en estudio, se realizó una nivelación con cierres en un recorrido de ida y vuelta en 500m y se colocaron BMS en lugares fijos cerca al eje de la carretera y en lugares donde no se encontró roca fija se monumentaron los BMS.

### **5.8. Seccionamiento**

Las secciones se trazaron en todas las progresivas del eje de la vía, también se han tomado las secciones transversales del terreno cada 20m a cada lado del eje, Además se obtuvo secciones de puntos críticos a lo largo del tramo, así como: alcantarillas existentes, quebradas, etc.

## 6. Equipos utilizados

- 01 Estación Total TRIMBLE SERIES 3600 (3605R)
- 01 Nivel de TOPCON
- 02 Prismas
- 01 GPS Navegador GARMIN 76
- 01 Wincha Metálica de 30m
- 01 Wincha de Lona 50m
- 02 Equipos de radiocomunicación KENWOOD

## 7. Verificación de puntos de control

Para gestionar la topografía en Estudios y Construcción de carreteras se necesita entender la diferencia entre los conceptos de Exactitud y Precisión que no son sinónimos y Valor Verdadero.

- ✓ **Exactitud:** el término general "**exactitud**" se utiliza para describir la cercanía de una medición al **Valor Verdadero**, la **exactitud** depende de la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real. El valor exacto de una magnitud física es un concepto utópico, ya que es imposible conocerlo sin incertidumbre alguna.
- ✓ **Precisión:** se define como la proximidad entre valores medidos de un mismo mesurado, obtenidos en mediciones repetidas, bajo condiciones especificadas; la precisión es el grado de proximidad de las observaciones al valor medio de éstas.
- ✓ **Valor Verdadero:** Valor real del mesurado. Este es un valor que se obtendría por una medición perfecta. Los valores verdaderos son por naturaleza indeterminados. Es el Valor atribuido a una magnitud particular y **aceptada por convención**.

Un sistema de medición se considera válido si se comporta de ambas maneras: Exacta y Precisa.

Para el inicio de los trabajos de topografía, en un Estudio o Construcción de carretera, los sistemas de referencia son definidos por el IGN por medio de

coordenadas rectangulares ( $X_{ign}$ ,  $Y_{ign}$ ,  $Z_{ign}$ ), y son asumidas como **“Valores Verdaderos”**. Por otro lado, la exactitud y el rango de precisión son establecidos por el MTC-Provias.

El proceso de verificación de coordenadas de los puntos de control horizontal y vertical del Estudio en la etapa de Construcción, consiste en comprobar que estos datos se encuentran dentro del rango de precisión exigidos por MTC-Provias; si se verifica que los datos cumplen, debe tomarse los valores del Estudio como **“Valores Verdaderos”** para la medición y cálculo de nuevas coordenadas y replanteo de las señaladas en el Estudio. Asumir otros valores para los puntos de control como “Valores Verdaderos”, se estaría contraviniendo a los puntos de control con los cuales se diseñaron los diversos elementos que conforman el Estudio.

En conclusión, las coordenadas ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) “exactas” de puntos de control horizontal y vertical del Estudio son imposibles de conocer. Para los trabajos de topografía, estas coordenadas se determinan por su **rango de precisión** y son inmutables, es decir se convierten en **“Valores Verdaderos”** si se encuentran dentro del **rango de precisión**.

## **8. Trabajo de Gabinete**

### **8.1. Procesamiento de la Información de Campo**

Luego de haber obtenido los puntos de la carretera, esta información fue almacenada en la memoria de la Estación Total, para luego descargar los datos hacia el computador a través de un cable de transferencia y exportarlo al software.

Para adecuación de la información se hizo uso de programas de diseño, así como AutoCAD y AutoCAD Civil 3D.

### **8.2. Cálculo de coordenadas Planas UTM de las poligonales básicas**

Con los azimuts planos, una vez realizado los ajustes por cierre azimutal y una vez hechas las correcciones a los ángulos observados con sus respectivas

distancias horizontales se transformaron los valores esféricos a valores planos posteriormente al cálculo de las coordenadas planas.

### **8.3. Cálculo de Coordenadas Planas**

Para el cálculo de coordenadas planas UTM se requiere realizar las correcciones por factor de escala y la distancia de cuadrícula, previo a este cálculo se tiene que efectuar el ajuste de cierre angular de la poligonal para poder calcular el azimut de cada lado a partir del punto del BM, de acuerdo al procedimiento que anteriormente se ha descrito.

### **8.4. Trazo de la poligonal base de apoyo**

La poligonal base de apoyo es abierta, debido a que comienza y termina puntos diferentes y sus coordenadas son conocidas, el principal objetivo de esta poligonal es obtener las coordenadas de los puntos de intersección (PI) o vértices de la poligonal.

## 9. Elementos de curva

N° PI	S. I/D	ANGULO			Radio	Tan.	LC	E	PC	PI	PT	COORDENADAS PI		REPLANTEO		
		GRAD	MIN	SEG								NORTE	ESTE	P%	S/A	LT
C 01	D	33	11	46	70.000	5.288	10.557	0.199	136+082.96	136+088.249	136+093.517	9417253.221	670140.268	6.00	1.20	29.00
C 02	I	138	13	27	25.000	17.333	30.312	5.421	136+167.388	136+184.721	136+197.700	9417311.849	670260.857	8.00	2.80	38.00
C 03	D	171	7	49	20.000	25.11	35.928	12.102	136+280.734	136+305.845	136+316.662	9417268.266	670414.386	8.00	3.50	38.00
C 04	D	13	58	26	180.000	6.954	13.9	0.134	136+392.690	136+399.643	136+406.590	9417357.638	670220.235	3.50	0.60	17.50
C 05	I	21	57	29	110.000	6.084	12.156	0.168	136+494.271	136+500.356	136+506.428	9417294.400	670299.192	5.00	0.80	25.00
C 06	D	25	41	30	95.000	6.308	12.598	0.209	136+593.872	136+600.180	136+606.470	9417265.440	670395.515	5.00	0.90	25.00
C 07	I	127	30	16	30.000	21.088	36.761	6.67	136+682.132	136+703.220	136+718.893	9417177.313	670491.941	8.00	2.40	38.00
C 08	I	85	38	19	35.000	11.551	22.314	1.857	136+787.016	136+798.567	136+809.330	9417311.495	670503.494	7.50	2.10	37.50
C 09	D	80	20	24	40.000	13.527	26.088	2.225	136+921.682	136+935.209	136+947.770	9417335.716	670355.296	7.00	1.90	35.00
C 10	I	60	35	33	40.000	6.2	12.302	0.478	137+021.730	137+027.930	137+034.032	9417438.004	670354.622	7.00	1.90	35.00
C 11	D	85	34	33	30.000	7.558	14.807	0.937	137+158.161	137+165.718	137+172.968	9417509.223	670226.295	8.00	2.40	38.00
C 12	I	82	16	30	30.000	6.645	13.079	0.727	137+324.190	137+330.835	137+337.269	9417670.312	670300.066	8.00	2.40	38.00
C 13	D	18	11	24	135.000	6.434	12.859	0.153	137+429.158	137+435.593	137+442.018	9417729.516	670206.525	4.00	0.70	19.00
C 14	D	113	23	32	25.000	10.263	19.477	2.025	137+515.225	137+525.488	137+534.702	9417810.549	670139.775	8.00	2.80	38.00
C 15	I	18	0	21	135.000	6.217	12.425	0.143	137+607.416	137+613.633	137+619.841	9417839.443	670239.962	4.00	0.70	19.00
C 16	D	33	10	46	75.000	6.734	13.432	0.302	137+692.523	137+699.257	137+705.954	9417887.974	670311.662	5.50	1.10	27.50
C 17	I	114	2	26	55.000	48.479	79.471	18.316	137+780.666	137+829.145	137+860.137	9417890.413	670464.596	6.00	1.40	29.00
C 18	I	30	50	14	80.000	6.543	13.057	0.267	137+970.574	137+977.117	137+983.631	9418061.208	670385.119	5.50	1.10	27.50
C 19	D	31	42	34	80.000	7.156	14.275	0.319	138+051.913	138+059.069	138+066.188	9418108.036	670316.236	5.50	1.10	27.50
C 20	D	54	8	28	55.000	11.134	21.972	1.116	138+235.782	138+246.916	138+257.753	9418282.274	670238.361	6.50	1.40	32.50
C 21	I	18	35	24	135.000	6.907	13.802	0.177	138+332.261	138+339.168	138+346.063	9418364.551	670285.977	4.00	0.70	19.00
C 22	I	13	36	12	180.000	6.371	12.736	0.113	138+438.815	138+445.186	138+451.551	9418468.804	670307.129	3.50	0.60	17.50
C 23	I	96	10	38	50.000	29.924	53.93	8.271	138+540.619	138+570.543	138+594.549	9418605.758	670302.026	6.50	1.50	32.50
C 24	D	106	3	4	30.000	13.595	25.528	2.936	138+720.318	138+733.912	138+745.846	9418577.769	670110.429	8.00	2.40	38.00
C 25	D	94	41	37	30.000	10.154	19.581	1.672	138+881.132	138+891.285	138+900.713	9418756.565	670134.730	8.00	2.40	38.00
C 26	I	102	53	59	30.000	12.612	23.878	2.543	139+028.482	139+041.094	139+052.360	9418719.827	670301.360	8.00	2.40	38.00
C 27	D	169	28	12	25.000	44.893	53.134	26.385	139+175.574	139+220.467	139+228.709	9418564.583	670302.623	8.00	2.80	38.00
C 28	I	169	2	16	25.000	29.944	43.757	14.008	139+333.698	139+363.642	139+377.455	9418502.316	670291.572	8.00	2.80	38.00
C 29	D	82	38	26	40.000	14.428	27.694	2.523	139+504.875	139+519.303	139+532.569	9418884.203	670438.364	7.00	1.90	35.00
C 30	D	10	43	1	220.000	5.576	11.15	0.071	139+676.186	139+681.763	139+687.337	9418843.994	670603.728	3.00	0.50	15.00
C 31	I	57	28	35	60.000	15.421	30.189	1.95	139+825.237	139+840.659	139+855.427	9418777.212	670751.061	6.00	1.30	29.00
C 32	D	32	57	4	120.000	19.68	39.013	1.603	139+956.232	139+975.912	139+995.245	9418853.429	670868.009	4.50	0.80	22.50



10. Panel fotográfico



*Figura N° 14: Inspección de la vía en estudio*



*Figura N° 15: Inspección de la vía centro poblado Quispampa*



*Figura N° 16: Levantamiento topográfico progresiva km. 138+500*



*Figura N° 17: Levantamiento topográfico progresiva km. 140+200*

## **Anexo 05: ESTUDIO DE TRÁFICO**

### **1. Generalidades**

Mediante el estudio de tráfico, se obtendrá la carga vehicular estimada a futuro, en base a las mediciones realizadas por estación ubicada en un cierto tramo de la carretera; ya que el tráfico es un factor muy importante en el diseño de pavimento, a partir de esto mediante la selección de un tiempo de vida de la carretera, se estimará la carga vehicular proyectada para poder definir los espesores de las capas que conformarán el pavimento.

### **2. Ubicación**

El área de estudio de tráfico de la carretera Desvió Canchaque a Huancabamba y se ubica geográficamente en la región de Piura, Provincia de Huancabamba, distrito de Huancabamba, conecta con los centros poblados de Quispampa Alto, Sondorillo, Corazón de Jesús y Quispampa.

### **3. Objetivo**

El estudio de tráfico, está orientado a proporcionar información básica para determinar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular) de la carretera Desvió de Canchaque a Huancabamba km 136+000 al km 140+000.

Los objetivos específicos son:

- ✓ Realizar conteos de tráfico vehicular en una estación, durante 7 días consecutivos, a fin de estimar el tráfico en la carretera.
- ✓ Estimar el tráfico que generará el proyecto.
- ✓ Estimar los volúmenes de tráfico sin y con proyecto.

### **4. Actividades Preliminares**

#### **4.1. Desarrollo del estudio de tráfico**

Para determinar la demanda de tráfico en la vía de estudio, se realizó mediante recolección de aforo vehicular teniendo como punto de estación (E) ubicado en el km 140+000 en el centro poblado de Corazón de Jesús, es decir al final

de la vía en estudio, para este trabajo se realizó mediante el conteo manual, teniendo en cuentas las dos direcciones de la vía.

Teniendo en cuenta diversos estudios con similitud, la recolección de aforo se realizó durante un periodo de 7 días continuos, cada día en un tiempo de 12 horas, de 7:00 am. a 7:00 pm.

#### **4.2. Personal de recolección de aforo**

Para la recolección de aforo se buscó a 2 personas de la zona, con estudios de secundaria concluida, a la cual se les brindo su debida capacitación, estas se turnaron cada 6 horas para el adecuado cumplimiento de las actividades correspondientes.

### **5. Metodología**

#### **5.1. IMDA (Índice medio diario anual)**

Para conocer la carga vehicular que transitará durante el periodo de vida de la carretera, es necesario conocer el flujo actual vehicular proveniente del sentido Canchaque a Huancabamba, Huancabamba a Canchaque. De esta manera se puede conocer el flujo vehicular de la carretera canchaque a Huancabamba, y los posibles cambios que se pueda generar en un punto de conexión para el comercio.

El índice medio diario anual (IMDA) es el valor numérico estimado de tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo que se recopila durante una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías. Se obtiene haciendo uso de la siguiente fórmula:

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} * \text{FCE}$$

Donde:

- IMDS: representa el índice medio diario semanal
- FCE: representa el factor de corrección estacional

$$\text{IMDS} = \frac{V_{Do} + V_{Lu} + V_{Ma} + V_{Mi} + V_{Ju} + V_{Vi} + V_{Sa}}{7}$$























$V_{Do} + V_{Lu} + V_{Ma} + V_{Mi} + V_{Ju} + V_{Vi} + V_{Sa}$  : Son volúmenes de tráfico registrados durante la semana.

Para el cálculo del Índice Medio Diario Anual, se tomó un factor de Corrección Estacional del Peaje de LOMA LARGA BAJA, siendo el mismo valor tanto para el tránsito pesado como livianos.

Transito Liviano FCE: 1.27280























Tránsito Pesado FCE: 1.08808

Tabla N° 27: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE CARRETERA		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		ESTACION		CORAZON DE JESUS		
SENTIDO		AMBOS																		CODIGO DE ESTACION		E - 1		
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		DIA Y FECHA	DOMINGO	25	02	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL	
																								
00:0-01:0		1	1				2			1													5	
01:0-02:0							2			2													4	
02:0-03:0		1								2													3	
03:0-04:0		1																					1	
04:0-05:0	1	1	3		1					1													7	
05:0-06:0	1	3	3		3		1																11	
06:0-07:0	2	6	1		7				1		2												19	
07:0-08:0	2	5	2		6	1	2			1													19	
08:0-09:0	2	2	4	1	6		1																16	
09:0-10:0	3	2	5		5		1																16	
10:0-11:0	1	3	1		3																		8	
11:0-12:0		3	1		4				2														10	
12:0-13:0		2	3		4		1		2														12	
13:0-14:0		2	3		4	1	2																12	
14:0-15:0		5	5		4		2		1														17	
15:0-16:0		5	4	1	4		2		1														17	
16:0-17:0	1	4	3		4	1																	13	
17:0-18:0	1	2	6		4	1	2																16	
18:0-19:0	1	3	7	2	3		1		1														18	
19:0-20:0		2	6	1	3		1																13	
20:0-21:0		2	5		1		1		3	1													13	
21:0-22:0		2	1						2														5	
22:0-23:0			1						1														2	
23:0-24:0		1	1				1																3	
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>5</b>	<b>66</b>	<b>4</b>	<b>22</b>			<b>19</b>	<b>3</b>	<b>2</b>											<b>260</b>	























FUENTE : Conteos realizados por el Consultor

Tabla N° 28: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE CARRETERA		DESIVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		ESTACION		CORAZON DE JESUS		
SENTIDO		AMBOS																		CODIGO DE ESTACION		E - 1		
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		DIA Y FECHA	LUNES	26	02	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER					TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP 	PANEL 	C. RURAL 		2E 	3E 	4E 	2E 	3E 	4E 	T2S1 	T2S2 	T2S3 	T3S1 	T3S2 	T3S3 	C2R2 	C2R3 	C3R2 		C3R3 	
00:0-01:0			1				1																2	
01:0-02:0										1													1	
02:0-03:0							3			1		1											5	
03:0-04:0			1				2																3	
04:0-05:0	1	4	4		5				2	1													17	
05:0-06:0		2	3		5		1		2		1												14	
06:0-07:0		10	2		8				3														23	
07:0-08:0	2	9	1		10	2	1		4		2												31	
08:0-09:0		3	3		2		2		1														11	
09:0-10:0	1	3	1		9				2	1													17	
10:0-11:0		7	3		4				3														17	
11:0-12:0		3	7	3	6				1														20	
12:0-13:0	1	4	2		4																		11	
13:0-14:0		3	3		3	2	1		2	1													15	
14:0-15:0	1	8	6	1	6		2		1														25	
15:0-16:0		6	3		7		1		3		1												21	
16:0-17:0	1	5	5		6	1			3														21	
17:0-18:0	1	3	5		6		1																16	
18:0-19:0		5	6		4	1	1																17	
19:0-20:0		3	5	1	1				1														11	
20:0-21:0	1	2	2		1				1														7	
21:0-22:0		3			3				2														8	
22:0-23:0		1	2						1														4	
23:0-24:0		1	2																				3	
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>85</b>	<b>67</b>	<b>5</b>	<b>90</b>	<b>6</b>	<b>16</b>		<b>34</b>	<b>3</b>	<b>5</b>												<b>320</b>	

FUENTE : Conteos realizados por el Consultor























Tabla N° 29: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE CARRETERA		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		ESTACION		CORAZON DE JESUS		
SENTIDO		AMBOS																		CODIGO DE ESTACION		E - 1		
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		DIA Y FECHA	MARTES	27	02	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP 	PANEL 	C. RURAL 		2E 	3E 	4E 	2E 	3E 	4E 	T2S1 	T2S2 	T2S3 	T3S1 	T3S2 	T3S3 	C2R2 	C2R3 	C3R2 	C3R3 		
00:0-01:0			1				1																2	
01:0-02:0							1			1													2	
02:0-03:0		1																					1	
03:0-04:0									2														2	
04:0-05:0	1		1																				2	
05:0-06:0	1	2	4		1				1														9	
06:0-07:0		4	5		5	1			1	1	2												19	
07:0-08:0	2	7	3		7		2		1	1	1												24	
08:0-09:0	3	5	4		5		1		1	1													20	
09:0-10:0	3	3	7		4																		17	
10:0-11:0		3	5		1				1	1													11	
11:0-12:0		3	4		4				1														12	
12:0-13:0		3	5		5		1																14	
13:0-14:0	1	2	4	1	4		1		1														14	
14:0-15:0	2	6	5	1	5		2		1														22	
15:0-16:0	2	4	4		5		2																17	
16:0-17:0	3	1	7		2	1	1																15	
17:0-18:0	3	4	5		2	1	2		2		1												20	
18:0-19:0	1	1	7	2	1																		12	
19:0-20:0	1	2	3		3				2														11	
20:0-21:0	2	1	1						1														5	
21:0-22:0			2		1																		3	
22:0-23:0			1						1														2	
23:0-24:0	1		1						1														3	
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>52</b>	<b>79</b>	<b>4</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>14</b>		<b>18</b>	<b>4</b>	<b>4</b>												<b>251</b>	

FUENTE : Conteos realizados por el Consultor

























Tabla N° 30: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE CARRETERA		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		ESTACION		CORAZON DE JESUS		
SENTIDO		AMBOS																		CODIGO DE ESTACION		E - 1		
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		DIA Y FECHA	MIERCOLES	28	02	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP 	PANEL 	C. RURAL 		2E 	3E 	4E 	2E 	3E 	4E 	T2S1 	T2S2 	T2S3 	T3S1 	T3S2 	T3S3 	C2R2 	C2R3 	C3R2 	C3R3 		
00:0-01:0			1							2														3
01:0-02:0	1									3														4
02:0-03:0			1				1																	2
03:0-04:0							1																	1
04:0-05:0										2														2
05:0-06:0		2	6		1	1			5	1														16
06:0-07:0	1	4	3		6		1		2															17
07:0-08:0	4	8	3	2	6	1	1		5		1													31
08:0-09:0	1	1	5		4		1		3															15
09:0-10:0	1	2	7		7				2		1													20
10:0-11:0	1	2	4		4				2	1														14
11:0-12:0		3	6		5				1															15
12:0-13:0	1	3	5		3																			12
13:0-14:0	2	1	4		4	1	1		1															14
14:0-15:0	2	10	5	1	6		2																	26
15:0-16:0	1	7	3	1	3		1		2															18
16:0-17:0	3	10	6	1	5		1		1															27
17:0-18:0	1	5	5		3		1		1															16
18:0-19:0	1	3	7	1	1	1				1														15
19:0-20:0	2	2	4						1															9
20:0-21:0	1	1	5	1	1	1			3															13
21:0-22:0			2	1			1		2	1														7
22:0-23:0	1	3	2																					6
23:0-24:0		1	1																					2
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	<b>68</b>	<b>85</b>	<b>8</b>	<b>59</b>	<b>5</b>	<b>12</b>		<b>38</b>	<b>4</b>	<b>2</b>													<b>303</b>







FUENTE : Conteos realizados por el Consultor

Tabla N° 31: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																									
TRAMO DE CARRETERA		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		ESTACION		CORAZON DE JESUS			
SENTIDO		AMBOS																		CODIGO DE ESTACION		E - 1			
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		DIA Y FECHA		JUEVES	01	03	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP 	PANEL 	C. RURAL 		2E 	3E 	4E 	2E 	3E 	4E 	T2S1 	T2S2 	T2S3 	T3S1 	T3S2 	T3S3 	C2R2 	C2R3 	C3R2 	C3R3 			
00:0-01:0			1				1			1													3		
01:0-02:0							2																2		
02:0-03:0		1					1			1													3		
03:0-04:0	1				1																		2		
04:0-05:0		1	1		1																		3		
05:0-06:0		1	5	1	2	1																	10		
06:0-07:0	2	3	1	1	4				2	1	1												13		
07:0-08:0	2	8	1		6	2	1		3	1													23		
08:0-09:0	1	2	3		5		1		6														18		
09:0-10:0	3	3	5		5																		16		
10:0-11:0	2	2	3		2				2														11		
11:0-12:0	1	4			4																		9		
12:0-13:0		1	3		4	1	1																10		
13:0-14:0	1	3	3		3		1		1														12		
14:0-15:0		5	5		3		2				1												15		
15:0-16:0		5	2		4				1														12		
16:0-17:0	3	2	5		5		1		1														17		
17:0-18:0		2	6		3	1	1		1														14		
18:0-19:0	2	3	7		3				3		1												18		
19:0-20:0		1	6	1	2				2														12		
20:0-21:0	1	3	2		1	1			2	1													11		
21:0-22:0		1	1		1				1														4		
22:0-23:0			1						1														2		
23:0-24:0	1			1					1														3		
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>51</b>	<b>61</b>	<b>4</b>	<b>59</b>	<b>6</b>	<b>12</b>		<b>29</b>	<b>1</b>													<b>243</b>		























FUENTE : Conteos realizados por el Consultor

Tabla N° 32: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																								
TRAMO DE CARRETERA		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		ESTACION		CORAZON DE JESUS		
SENTIDO		AMBOS																		CODIGO DE ESTACION		E - 1		
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		DIA Y FECHA	VIERNES	02	03	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL	
			PICK UP	PANEL	C. RURAL		2E	3E	4E				T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3		
00:0-01:0			2				1																3	
01:0-02:0		1					2																3	
02:0-03:0		1							1														2	
03:0-04:0		1	2						1		1												5	
04:0-05:0	1	2	1		1																		5	
05:0-06:0		2	2		3	1				1													9	
06:0-07:0		4	3		8																		15	
07:0-08:0	3	9			6	1	1																20	
08:0-09:0	2	4	4	1	8																		19	
09:0-10:0	1	3	7	2	2				3														18	
10:0-11:0	1	3	2		2						1												9	
11:0-12:0		3	1	1	4				3														12	
12:0-13:0		3	2		1					2													8	
13:0-14:0		4	3		7		3																17	
14:0-15:0	1	4	2		4		3		1														15	
15:0-16:0	2	2	4		3		2		1														14	
16:0-17:0	2	4	5	1	1																		13	
17:0-18:0	1	2	4		7	1																	15	
18:0-19:0		7	7	1	2	2	2				1												22	
19:0-20:0	1	1	7	1					3														13	
20:0-21:0	1	1	3			1																	6	
21:0-22:0		2	1		2				3														8	
22:0-23:0		1	1																				2	
23:0-24:0							1				1												2	
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>64</b>	<b>63</b>	<b>7</b>	<b>61</b>	<b>6</b>	<b>15</b>		<b>18</b>	<b>1</b>	<b>4</b>												<b>255</b>	

FUENTE : Conteos realizados por el Consultor

Tabla N° 33: Índice Medio Diario Semanal

FORMATO RESUMEN DEL DIA - CLASIFICACION VEHICULAR ESTUDIO DE TRAFICO																									
TRAMO DE CARRETERA		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																			ESTACION		CORAZON DE JESUS		
SENTIDO		AMBOS																			CODIGO DE ESTACION		E - 1		
UBICACIÓN DE ESTACION		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																			DIA Y FECHA	SABADO	03	03	2021
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL		
			PICK UP 	PANEL 	C. RURAL 		2E 	3E 	4E 	2E 	3E 	4E 	T2S1 	T2S2 	T2S3 	T3S1 	T3S2 	T3S3 	C2R2 	C2R3 	C3R2 	C3R3 			
00:0-01:0	1						2			2													5		
01:0-02:0		1					1																2		
02:0-03:0																									
03:0-04:0			2		1					1													4		
04:0-05:0	1	3	1		1					7													13		
05:0-06:0	1	2	3		1		1			2	1												11		
06:0-07:0	1	3	1	1	2					2		2											12		
07:0-08:0	1	2	1		5	2	2			5													18		
08:0-09:0	4	2	5		3					3	1	1											19		
09:0-10:0	1	3	7		3	1				1													16		
10:0-11:0	2	1	2	2	8					4													19		
11:0-12:0	2	1	3		3																		9		
12:0-13:0	1	2	1		4																		8		
13:0-14:0		2	3		5	1	2			1													14		
14:0-15:0	1	1			6		1			2													11		
15:0-16:0	1	3	2		3					1													10		
16:0-17:0			3		3		2			1		1											10		
17:0-18:0	1	3	5				1			2													12		
18:0-19:0		2	4	1	1																		8		
19:0-20:0		3	4							1													8		
20:0-21:0		1	5		1					1													8		
21:0-22:0			1				1																2		
22:0-23:0		1								3													4		
23:0-24:0		1	1				1			1													4		
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>37</b>	<b>54</b>	<b>4</b>	<b>50</b>	<b>4</b>	<b>14</b>			<b>40</b>	<b>2</b>	<b>4</b>											<b>223</b>		

FUENTE : Conteos realizados por el Consultor

## 5.2. Cálculo de Índice medio diario anual (IMDA)

Como se aprecia en el cuadro N° 34, el mayor volumen de tránsito es día lunes (320 Veh/día), ya que ahí es cuando los habitantes de los centros poblados que circulan por esa vía, salen a la ciudad a realizar sus compras, paseo o algún otro tipo de actividades. Siendo el vehículo con mayor tránsito los Combi Rural con 90 veh/día. Las horas puntas de circulación vehicular es de 7:00 am – 10: 00 am, en las tardes: 3: 00 pm a 4: pm, y de 5: 00 pm a 6: 00 pm.

Una vez calculado el Índice Medio Diario Semanal junto con el factor de corrección que fue sacado del Peaje de Chulucanas, al año 2020 estacional se calcular el IMDA.

**Tabla N° 34: Índice Medio Diario Anual**

<b>INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)</b>																													
<b>TRAMO DE CARRETERA</b>		DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA																		<b>ESTACION</b>				CORAZON DE JESUS					
<b>SENTIDO</b>		AMBOS																		<b>CODIGO DE ESTACION</b>				E - 1					
<b>UBICACIÓN DE ESTACION</b>		CENTRO POBLADO CORAZON DE JESUS (km 140+000)																		<b>DIA Y FECHA</b>		SEMANTAL		04		03		2021	
<b>Factor de corrección estacional</b>		Veh. Livianos		FCE:		1.27280																							
		Veh. Pesados		FCE:		1.088081																							
Dia	AUTO	SW	CAMIONETAS			MICRO M3	BUS			CAMION			SEMITRAYLER						TRAYLER				TOTAL						
			PICK UP	PANEL	C. RURAL		2E	3E	4E	2E	3E	4E	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	C2R2	C2R3	C3R2	C3R3							
Domingo	15	58	66	5	66	4	22			19	3	2											260						
Lunes	9	85	67	5	90	6	16			34	3	5											320						
Martes	26	52	79	4	55	3	14			18		4											255						
Miercoles	24	68	85	8	59	5	12			38	3	2											304						
Jueves	20	51	61	4	59	6	12			29	1												243						
Viernes	16	64	63	7	61	6	15			18	1	3											254						
Sabado	18	37	54	4	50	4	14			40	2	4											227						
IMDs	18	59	68	5	63	5	15			28	2	3											266						
IMDA	23.27	75.46	86.37	6.73	80.00	6.18	16.32			30.47	2.02	3.11											330						
2021	24	76	87	7	81	7	17			31	3	4											337						

**Fuente:** Elaboración propia

## 6. Factor de carga equivalente

De acuerdo a la metodología de la AASHTO, es necesario homologar las cargas provenientes de ejes con diferentes magnitudes y número de repeticiones, ya que es necesario estandarizar el efecto producido sobre la estructura del pavimento. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>.

Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Los factores de ejes equivalentes se obtuvieron aplicando las fórmulas simplificadas respecto a las cargas máximas que tendrían los diferentes tipos de camiones.

A partir de esto, se elaboró factores de carga equivalente por tipo de eje que se va analizar (EALF: Equivalent Axle Load Factors), para poder comparar el daño causado por las diversas magnitudes a un formato estándar.

**Tabla N° 35: EALF para pavimentos flexibles**

TIPO DE EJE	CARGA POR EJE (TON)	CARGA POR EJE (KIPS)	EALF
SIMPLE	1	2.2	0.000527
SIMPLE	7	15.4	1.265367
SIMPLE	7+7	2(15.4)	1.265367
DUAL	11	24.2	3.238287
TANDEN	16	35.3	1.240746
TANDEN	18	39.7	1.987436
TRIDEM	23	50.7	1.508183
TRIDEM	25	55.1	1.706026

**Fuente:** American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO (1986). *Guide for design of pavement structures*. Washington D.C.:AASHTO

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento:

**Tabla N° 36: Cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos flexibles**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EES1 = $(P/6.6)^4$
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S2</sub> )	EES2 = $(P/8.2)^4$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	EETA1 = $(P/6.6)^4$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	EETA2 = $(P/15.16)^4$
Eje Tandem (2 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	EETR1 = $(P/20.7)^{3.9}$
Eje Tandem (3 ejesde ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	EETR2 = $(P/21.8)^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO

## 7. Factores equivalentes

Los factores de equivalencia se calculan de la multiplicación entre las cargas distribuidas por eje, según el tipo de vehículo, y su factor de carga equivalente, de acuerdo al tipo de pavimento que se va analizar.

**Tabla N° 37: Factores equivalentes**

TIPO DE VEHICULOS	IMDA	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	"f" P. FLEXIBLE	
VEHICULOS LIGEROS	Autos	24.54	SIMPLE	2	1	0.000527
		24.54	SIMPLE	2	1	0.000527
	Station Wagon	77.71	SIMPLE	2	1	0.000527
		77.71	SIMPLE	2	1	0.000527
	Pick up	88.96	SIMPLE	2	1	0.000527
		88.96	SIMPLE	2	1	0.000527
	Panel	7.16	SIMPLE	2	1	0.000527
		7.16	SIMPLE	2	1	0.000527
	Rural	82.82	SIMPLE	2	1	0.000527
		82.82	SIMPLE	2	1	0.000527
	Micros	7.16	SIMPLE	2	1	0.000527
		7.16	SIMPLE	2	1	0.000527
OMNIBUS	2E	19.21	SIMPLE	2	7	1.265367
		19.21	SIMPLE	4	11	3.238287
CAMION	2E	35.03	TANDEN	2	7	1.265367
		35.03	TANDEN	4	11	3.238287
	3E	3.39	TANDEN	2	7	1.265367
		3.39	TANDEN	8	18	2.019214
	4E	4.52	TANDEN	2	7	1.265367
		4.52	TANDEN	10	23	1.508184

Fuente: Elaboración propia

## 8. Tránsito de diseño

Con la finalidad de estimar el número de ejes equivalentes (EE) de 8.2 toneladas acumuladas durante el periodo de servicio (ESAL), es necesario conocer el tránsito medio diario (ADT), el cual mediante el conteo vehicular y los factores LEF se puede obtener. De la misma manera, es necesario conocer los siguientes factores:

- Factor de distribución direccional
- Factor de distribución de carril
- Periodo de diseño
- Factor de crecimiento
- Porcentaje de camiones en el ADT
- Número de aplicaciones de carga de ejes de 18 Kip por camión

El ADT se obtiene de la multiplicación del número de repeticiones de vehículos obtenidos por las estaciones con su LEF, de acuerdo a la distribución de ejes, según el tipo de vehículo.

**Tabla N° 38: Ejes equivalentes por tipo de vehículo**

TIPO DE VEHICULOS	IMDA	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	"f" P. FLEXIBLE	EE (día-carril)	
VEHICULOS LIGEROS	Autos	24.54	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0129329
		24.54	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0129329
	Station Wagon	77.71	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0409542
		77.71	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0409542
	Pick up	88.96	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0468818
		88.96	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0468818
	Panel	7.16	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037721
		7.16	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037721
	Rural	82.82	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0436485
		82.82	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0436485
Micros	7.16	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037721	
	7.16	SIMPLE	2	1	0.000527	0.0037721	
OMNIBUS	2E	19.21	SIMPLE	2	7	1.265367	24.307027
		19.21	SIMPLE	4	11	3.238287	62.205787
CAMION	2E	35.03	TANDEN	2	7	1.265367	44.324579
		35.03	TANDEN	4	11	3.238287	113.43408
	3E	3.39	TANDEN	2	7	1.265367	4.2894754
		3.39	TANDEN	8	18	2.019214	6.844946
	4E	4.52	TANDEN	2	7	1.265367	5.7193007
	4.52	TANDEN	10	23	1.508184	6.8168024	
<b>TOTAL</b>						<b>268.24592</b>	



Fuente: *Elaboración propia*

El factor de distribución direccional (D) señala la cantidad de carriles que serán empleados en el diseño del pavimento. Para este caso, será considerado un valor de 0.5.

El factor de distribución de carril (L) depende de la cantidad de sentidos que serán utilizados para el diseño de la estructura. Según la Tabla 6.16 de la AASHTO, corresponde un valor de 1 (100%).

### **9. Tasa de crecimiento acumulado**

El factor de Crecimiento acumulado, para esto se tomó una tasa del Tránsito del 2%, del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, siendo este valor el mínimo, Se considera un periodo de diseño de 20 años ya que es una vía de gran importancia, al servir como medio de comunicación ente 2 ciudades, además de ser construido por el estado.

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

### **10. ESAL de Diseño**

A partir de la información obtenida, se tiene lo siguiente para el tipo de pavimento planteado.

Para calcular el ESAL, la AASHTO propone la siguiente formula que relaciona la información recolectada para el cálculo de los ejes equivalentes que transitarán por la carretera a lo largo de su tiempo de vida.

$$\#EE = 365 * (\Sigma f.IMDa) * Fd * Fc * Fca$$

**Tabla N° 39:** Resumen de información para el cálculo del ESAL

Numero de ejes equivalentes (ESAL)		
Tasa anual de crecimiento Vehiculos pesados	<b>r</b>	6.30%
Tiempo de vida util del pavimento (años)	<b>n</b>	20
Factor Fca vehiculos pesados $Fca = \frac{(r + 1)^n - 1}{r}$	<b>Fca</b>	37.99422622
N° de calzada, sentidos y carriles por sentidos		1 calzada, 2 sentidos, carril por sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	<b>Fd*Fc</b>	0.50
Numero de ejes equivalentes (ESAL) $\#EE = 365 * (\Sigma f. IMDa) * Fd * Fc * Fca$	<b>ESAL</b>	<b>1,860,002.82</b>

Fuente: Elaboración propia

## 11. Proyección del Trafico

La metodología para proyectar el tráfico futuro de vehículos de pasajeros y de carga (camiones), se basa en la proyección de los indicadores macro-económicos que corresponderá a Población, Per cápita y Producto Bruto Interno, de los principales orígenes-destinos, hallados en cada una de las encuestas origen-destino.

Por lo tanto, los indicadores Macroeconómicos adoptados, corresponderá en transporte de pasajeros a la tasa de crecimiento poblacional y en el transporte de carga al PBI de las Regiones de Piura, Lambayeque, Lima, especialmente en el transporte de pasajeros en ómnibus y de carga.

Las tasas de crecimiento anual del volumen de tráfico corresponden para el caso de vehículos ligeros, transporte de pasajeros de reducida capacidad (camioneta rural+microbús), ómnibus y vehículos de carga a las siguientes fórmulas:

$r_{VL} = r_{pob} \times p_{percápita} \times E_{VL}$
$r_{VO} = r_{PBI} \times E_{VO}$
$r_{VC} = r_{PBI} \times E_{VC}$

- $r_{VL}$  = Tasa de crecimiento anual de vehículos ligeros, camioneta rural y micros.
- $r_{Vo}$  = Tasa de crecimiento anual de ómnibus.
- $r_{pob}$  = 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.
- $r_{PBI}$  = Tasa de crecimiento del PBI.
- $E_{VL}$  = Elasticidad de la demanda del tráfico de vehículos ligeros, camioneta rural y micros.
- $E_{Vo}$  = Elasticidad de la demanda del tráfico de ómnibus.
- $E_{VC}$  = Elasticidad de la demanda del tráfico de vehículos de carga.

**Tabla N° 40: Elasticidad**

ELASTICIDAD ADOPTADA	2021-2040
Elasticidad de V. Ligeros y Ómnibus	1.0
Elasticidad vehículos de Carga	1.0

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

Para la proyección Regional, se aplicaron los Indicadores Macroeconómicos de población, Per-cápita y PBI.

**Tabla N° 41: Indicadores macroeconómicos según región - provincia**

INDICADORES MACROECONOMICOS SEGÚN REGION-PROVINCIA							
REGION	PIURA					LAMBAYEQUE	LIMA
PROVINCIA	AYABABACA	HUANCABAMB A	MORROPON	PAITA	PIURA		
POBLACION	-0.2%	-0.2%	-0.8%	1.9%	1.4%	0.8%	1.5%
PER-CAPITA	5.4%	5.4%	5.4%	5.4%	5.4%	4.6%	5.3%
PBI	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	6.3%	5.6%	6.7%

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla N° 42:** Tasa promedio de crecimiento anual adoptadas 2021 - 2040

TASAS PROMEDIO DE CRECIMIENTO ANUAL	VEH. LIGEROS	C.R.URAL + MICRO	ÓMNIBUS	CAMIÓN 2-3 EJES	ACOPLADO
Buenos Aires – Canchaque - DV. S.M. del Faique	2.2%	2.5%	6.3%	6.3%	6.3%
DV. S.M. del Faique - Huancabamba	1.2%	1.1%	6.3%	6.3%	6.3%

Fuente: Elaboración propia

Con las tasas promedio de crecimiento anual del cuadro 42, se calcularon las proyecciones, indicadas en los cuadros 43, siguiente:

**Tabla N° 43:** Proyecciones de transito 2021 - 2040

Estación:	Canchaque - Huancabamba						
Sentido:	Ambos						
ITEM	Veh. Lig.	C. Rural	Micro	Bus	C. Unitario	C. Acoplado	IMD
T.P. Crec 2021-2040	1.20%	1.10%	1.10%	6.30%	6.30%	6.30%	
Tráfico Inducido 2024	25	10	1	3	7	2	36
Tráfico Generado 2025	37	15	2	3	8	2	68
2021	176	77	6	19	42		320
2022	178	78	6	20	45		327
2023	180	79	6	21	47		334
2024	223	96	8	38	84	2	450
2025	248	106	9	45	102	3	512
2026	251	107	9	48	109	3	526
2027	254	108	9	51	115	3	540
2028	257	109	9	54	123	3	555
2029	260	110	9	58	130	3	571
2030	263	112	10	61	139	3	587
2031	266	113	10	65	147	4	605
2032	269	114	10	69	157	4	623
2033	273	115	10	73	167	4	642
2034	276	117	10	78	177	4	662
2035	279	118	10	83	188	5	683
2036	282	119	10	88	200	5	705
2037	286	121	10	94	213	5	729
2038	289	122	10	100	226	6	753
2039	293	123	11	106	240	6	779
2040	296	125	11	113	255	6	806

Fuente: Elaboración Propia

## 12. Panel fotográfico



*Figura 5.2: Conteo vehicular*



*Figura 5.3: Conteo vehicular*



**Figura 5.4:** *Conteo vehicular*



**Figura 5.5:** *Tráfico existente vía Desvió Canchaque a Huancabamba*



*Figura 5.6: Tráfico existente vía Desvío Canchaque a Huancabamba*



*Figura 5.7: Tráfico existente vía Desvío Canchaque a Huancabamba*

## Anexo 06: DISEÑO GEOMÉTRICO

### 1. GENERALIDADES

El estudio incluye la determinación de la Velocidad de diseño, la sección transversal: ancho de calzada, ancho de berma, bombeo, taludes de corte y relleno, peraltes y parámetros de diseño del alineamiento horizontal y vertical, distancia de visibilidad de parada, distancia de visibilidad de sobrepaso, el radio mínimo para el peralte máximo, el sobreancho, la longitud de transición y la pendiente máxima.

El diseño geométrico de la carretera en lo que se refiere al eje en planta, en perfil y secciones transversales incluyendo la sección con la caja de diseño de subrasante, se desarrollara según las normas de diseño geométrico de la carretera correspondientes al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2014), elaborado por el MTC y aprobado mediante RD N° 028-2014-MTC/14 del 30 de octubre del 2014.

### 2. NORMATIVIDAD

El diseño geométrico del presente estudio se ha desarrollado teniendo en cuenta la normatividad vigente, **Manual de Diseño Geométrico DG-2014**, las recomendaciones de las diversas especialidades y los criterios basados en las buenas prácticas de la Ingeniería.

### 3. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

Según la normatividad para el diseño de carreteras, una vía puede clasificarse según su demanda y según las condiciones orográficas. Dichas condiciones se muestran en los cuadros siguientes.

Clasificación por demanda (Sección 101 – DG-2014)

CLASIFICACION	IMDA
Autopistas de Primera Clase	> 6000 veh / día
Autopistas de Segunda Clase	De 4000 a 6000 veh / día
Carreteras de Primera Clase	De 2000 a 4000 veh / día
Carreteras de Segunda Clase	De 400 a 2000 veh / día



Carreteras de Tercera Clase	De 200 a 400 veh / día
Trochas Carrozables	< 200 veh / día

**Fuente:** MTC DG-2014

### Clasificación por orografía (Sección 102 – DG-2014)

CLASIFICACION		PENDIENTE TRANSVERSAL	PENDIENTE LONGITUDINAL
Terreno plano	Tipo 1	≤ 10%	≤ 3 %
Terreno ondulado	Tipo 2	De 10 a 50 %	De 3 a 6 %
Terreno accidentado	Tipo 3	De 50 a 100 %	De 6 a 8 %
Terreno escarpado	Tipo 4	> 100 %	> 8 %

**Fuente:** MTC DG-2014

### 3.1. Clasificación por Demanda

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. **(DG - 2014, pág. 13)**

La clasificación de la carretera en el estudio del presente proyecto, se diseñará con los parámetros establecidos para una CARRETERA DE TERCERA CLASE.

### 3.2. Clasificación por Orografía

Tiene pendientes longitudinales predominantes entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado. **(DG - 2014, pág. 14)**

La clasificación por Orografía de la carretera en estudio del presente proyecto, está considerada como TERRENO ACCIDENTADO (TIPO 3).

#### 4. CRITERIOS Y CONTROLES BÁSICOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO

##### 4.1. Vehículos de Diseño

Las características físicas la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las carreteras, son elementos clave en la definición geométrica. Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

De acuerdo a la DG-2014, al seleccionar un vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto de carreteras, el vehículo de diseño será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses) y de acuerdo a los resultados obtenidos del estudio de tráfico, el vehículo pesado de mayor incidencia es el C2.

Cuadro resumen con las dimensiones del Vehículo C2

Alto Total	Ancho Total	Vuelo Lateral	Ancho Ejes	Largo Total	Vuelo Delantero	Separación Ejes	Vuelo Trasero	Radio Min. Rueda Exterior
4,10	2,60	0,00	2,60	9,10	1,20	6,10	0,80	12,80

**Fuente:** MTC DG-2014

##### 4.2. Velocidad De Diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño. Esta velocidad, denominada Velocidad de Diseño del tramo homogéneo, es la base para la definición de las características de los elementos geométricos, incluidos en dicho tramo.

En el proceso de asignación de la velocidad de diseño, de acuerdo a la DG-2014 Sección 204, se deberá atender a lo siguiente:

- \* Se otorga máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios.
- \* Para garantizar la consistencia de la velocidad, debe identificar a lo largo de la ruta, tramos homogéneos a los que, por las condiciones topográficas, se les pueda asignar una misma velocidad.
- \* La Velocidad de Diseño está definida en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse.

Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño, se debe atender a los siguientes criterios:

- \* La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3,0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4,0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte Kilómetros por hora (60 y 120 km/h).
- \* La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h).
- \* No obstante lo anterior, si debido a un marcado cambio en el tipo de terreno en un corto sector de la ruta, es necesario establecer un tramo con longitud menor a la especificada, la diferencia de su Velocidad de Diseño con la de los tramos adyacentes no deberá ser mayor de diez kilómetros por hora (10 km/h).

Es necesario señalar que a lo largo del recorrido del presente tramo de la carretera se han encontrado sectores semiurbanos, evidenciados por la presencia de casa a ambos lados de la vía, así como la presencia de flujo peatonal tanto en el sentido longitudinal como transversal; por lo tanto, es necesario limitar la velocidad de operación de los vehículos en dicho sectores, para lo cual, se viene coordinando con el especialista de seguridad vial para la elección de la mejor alternativa de solución referente a la protección de los usuarios más vulnerables, como es el caso de los peatones.

A continuación, se presenta el cuadro de Velocidad de diseño por tramo. De acuerdo a la Clasificación la vía es una Carretera de Segunda Clase con Velocidad de Diseño de 30 kph de acuerdo a norma.

N°	TRAMO Homogéneo (T.H.)		OROGRAFIA	Velocidad de Diseño del T.H. (Km./h)
	Desde	Hasta		
1	136+000	140+000	Tipo 3	30 Km/h

## 5. DISEÑO GEOMÉTRICO

### 5.1. Sección Transversal Típica

El diseño geométrico de la sección transversal, consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, guardavías y otros), que se encuentran dentro del Derecho de Vía del proyecto.

#### a) Superficie de rodadura

El ancho de calzada está determinado en función de la clasificación de la carretera, tipo de orografía, IMDA y velocidad de diseño, cuya relación se encuentra definida en la Tabla 304.01 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2014).

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera				
Tráfico vehículos/día	4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase				
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño	30 km/h											6,00	6,00
	40 km/h								6,60	6,60	6,60	6,00	
	50 km/h			7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
	60 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
	70 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
	80 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
	90 km/h	7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
	100 km/h	7,20				7,20							
	110 km/h												
	120 km/h												
	130 km/h												

Notas:

- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4).
- En carreteras de Tercera Clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico.

Teniendo en cuenta la clasificación de la vía, la sectorización del tramo de acuerdo a la velocidad de diseño y la orografía predominante, los anchos de calzada para el presente tramo serían los siguientes:

### CUADRO RESUMEN DE CALZADA

N°	TRAMO Homogéneo (T.H.)		OROGRAFIA	Velocidad de Diseño del T.H. (Km./h)	Calzada
	Desde	Hasta			
1	136+000	140+000	Tipo 4	30 Km/h	6.60 m.

#### b) Bermas

El ancho de bermas está determinado en función de la clasificación de la carretera, tipo de orografía, IMDA y velocidad de diseño, cuya relación se encuentra definida en la Tabla 304.02 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG 2014).

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera				
Tráfico vehículos/día	4.000-2.001				2.000-400				< 400				
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase				
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño	30 km/h										0,50	0,50	
	40 km/h							1,20	1,20	0,90	0,50		
	50 km/h			2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	0,90	0,90	
	60 km/h	3,00		2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
	70 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
	80 km/h	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
	90 km/h	3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
	100 km/h	3,00				2,00							
	110 km/h												
	120 km/h												
	130 km/h												

Notas:

a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

b) Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1,50 m para Autopistas de Primera Clase y 1,20 m para Autopistas de Segunda Clase.

c) Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el Tópico 304.12, debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

#### CUADRO RESUMEN DE BERMAS

Nº	TRAMO Homogéneo (T.H.)		Velocidad de Diseño del T.H. (Km./h)	Berma
	Desde	Hasta		
1	136+000	140+000	30 Km/h	1.20 m.

#### c) Bombeo

El bombeo de la calzada está en función del tipo de superficie de la vía y del nivel de precipitación que registra la zona de proyecto, cuya relación se encuentra definida en la Tabla 304.03 de la Norma de DG – 2014.

En el presente estudio, en donde el tipo de superficie recomendada es un pavimento superior (carpeta asfáltica) y se registran precipitaciones superiores a 500mm/año, el bombeo recomendado para todo el tramo es de 2.5%.

#### d) Peralte

Haciendo el análisis, tenemos que el peralte de la calzada está en función del radio y la velocidad directriz, y es proyectado con la finalidad de contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo en conducción. De acuerdo a la Norma DG-2014, los valores de peralte recomendados han sido clasificados de acuerdo al tipo de zona en la que se desarrolla el proyecto.

Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0%	8,0%

Zona rural con peligro de hielo	8,0%	6,0%
---------------------------------	------	------

De acuerdo a la tabla anterior, por ser una zona rural con una orografía accidentada, tendrá como peralte máximo normal de 8%.

#### Peralte mínimo

Velocidad de diseño Km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5.000 \leq R < 3.500$
$40 \geq V < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

El peralte mínimo será del 2%, para los radios y velocidades de diseño indicadas en la Tabla N°59.

#### e) Talud

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. Los taludes para las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características geomecánicas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, según sea el caso. **(DG - 2014, pág. 222)**

#### Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V)

Clasificación de materiales de corte	Roca Fija	Roca Suelta	Material			
			Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas	
Altura de corte	< 5m	1:10	1:6 – 1:4	1:1 – 1:3	1:01	2:01
	5 – 10 m	1:10	1:4 – 1:2	1:01	1:01	*
	10m	1:08	1:02	*	*	*

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

\* Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad



Los taludes en zonas de relleno, variaran en función de las características del material con el cual está formado.

Valores referenciales para taludes en relleno (relación V: H)

Materiales	Talud ( V:H)		
	Altura (m)		
	< 5	5 – 10	10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

#### f) Cuneta

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento. (DG - 2014, pág. 228)

- La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea la seguridad vial; revestidas o sin revestir; abiertas o cerradas, de acuerdo a los requerimientos del proyecto.
- Las dimensiones de las cunetas se deducen a partir de cálculos hidráulicos, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, intensidad de precipitaciones pluviales, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros.
- Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0,2%, para cunetas revestidas y 0,5% para cunetas sin revestir.

## 6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente.

### 6.1. Diseño Geométrico En Planta

#### Radios Mínimos

El radio mínimo considerado en el diseño geométrico, está en función a la velocidad directriz, el mismo que ha sido determinado en base a la Tabla 302.02 de la DG-2014.

Para el presente tramo, los radios mínimos son los siguientes:

Ubicación de la Vía	Velocidad de diseño (Kph)	P máx%	f max	Radio Calculado (m)	Radio Redondeado (m)
Área Rural accidentado o escarpado	30	12,00	0.17	24.4	25
	40	12,00	0.17	43.4	45
	50	12,00	0.16	70.3	70
	60	12,00	0.15	105	105
	70	12,00	0.14	148.4	150
	80	12,00	0.14	193.8	195
	90	12,01	0.13	255.1	255
	100	12,02	0.12	328.1	330
	110	12,03	0.11	414.2	415
	120	12,04	0.09	539.9	540
	130	12,05	0.08	665.4	665

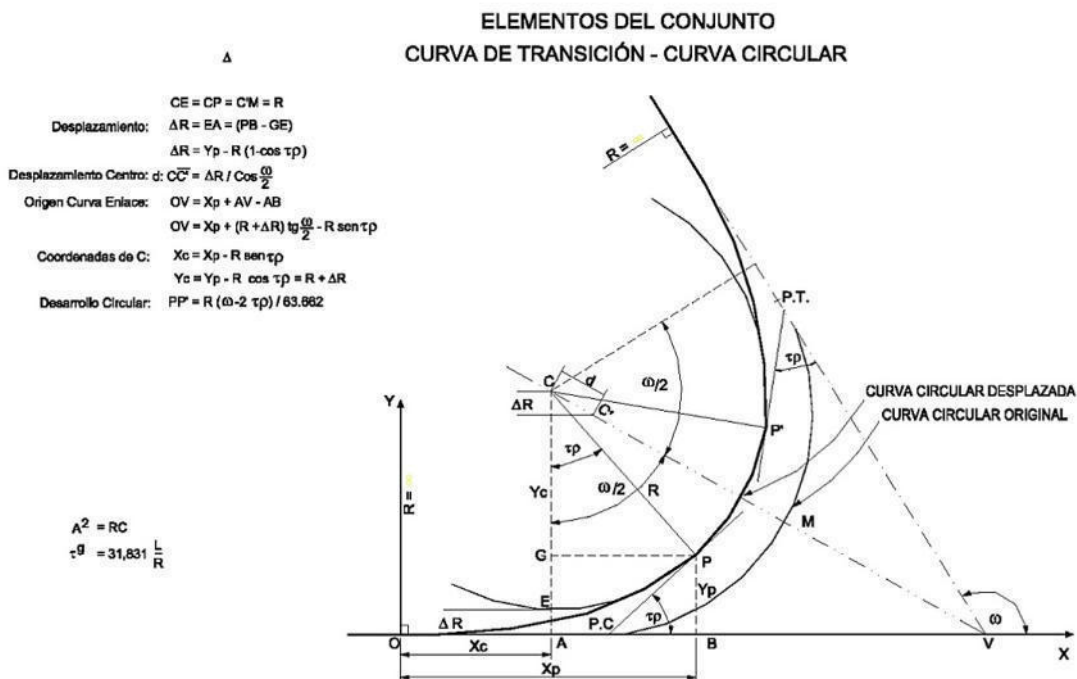
Nº	TRAMO Homogéneo (T.H.)		OROGRAFIA	Velocidad de Diseño del T.H. (Km./h)	Radio Mínimo
	Desde	Hasta			
1	136+000	140+000	Tipo 4	30 Km/h	25.00 m.

## Curvas de transición

Las curvas estarán dotadas de un parte circular y de una curva de transición (clotoide). Las curvas de transición, son espirales que tiene por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazo. Con la finalidad y a fin de pasar de la sección transversal con bombeo (Correspondiente a los tramos en tangente), a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobreebanco, es necesario intercalar un elemento de diseño, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se le conoce como longitud de transición.

Se deberá verificar que el peralte total requerido, se mantenga en una longitud al menos de  $V/3,6$  (m). (Manual de Diseño Geométrico (DG-2014) ítem. 304.06.02 Transición del bombeo al peralte) y la longitud mínima de la curva de transición por la tabla 302.10.

Los tramos correspondientes a Zonas urbanas o de centros poblados se exceptúan de dotar de curvas de transición porque trata de conservar el alineamiento existente.

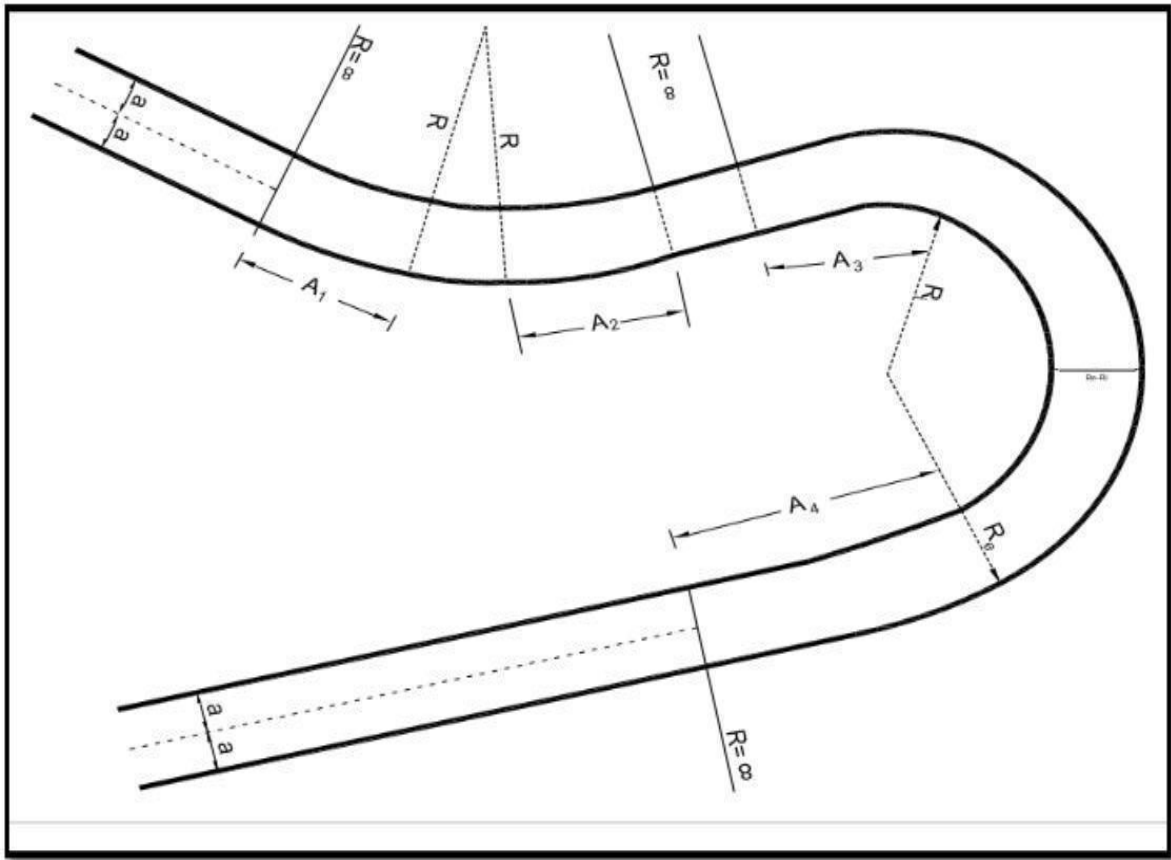


En la siguiente tabla 302.11 A se muestran los radios mínimos para prescindir de curva de transición:

RADIOS SOBRE LOS CUALES SE PUEDE PRESCINDIR DE LA CURVA DE TRANSICION												
V	(Kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R	(m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

### Curvas de Vuelta

Son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternos. Los valores de diseño se encuentran en la tabla 302.12 de la DG-2014.



Radio interior Ri (m)	Radio Exterior Minimo Re(m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.00	14.00	15.75	17.50
7.00	14.50	16.50	18.25
8.00	15.25	17.25	19.00
10.00	16.75*	18.75	20.50
12.00	18.25*	20.50	22.25
15.00	21.00*	23.25	24.75
20.00	26.00*	28.00	29.25

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

La tabla considera un ancho de 6m de calzada en tangente, en caso de que ella sea superior, Re deberá aumentarse consecuentemente hasta que  $Re - Ri =$  ancho normal de calzada

La tabla 302.12 contiene los valores de Ri y Re según las maniobras tipo de los vehículos que se indican a continuación:

T2S2: Un camión semirremolque describiendo la curva de retorno.

El resto del tránsito espera en la alineación recta.

C2: Un camión de dos ejes puede describir la curva simultáneamente con un vehículo ligero (automóvil o similar).

C2+C2: Dos camiones de dos ejes pueden describir la curva simultáneamente

Se presenta simulación de las curvas de vuelta:

### **Sobreancho**

El sobreancho se encuentra relacionado con la velocidad directriz, el radio de curvatura y el ancho de la calzada. Los valores de sobreancho considerados en el diseño geométrico se han calculado de acuerdo a lo establecido en el ítem. 302.09.02 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014.

El valor del sobreebanco varía en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calcula con la siguiente fórmula:

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

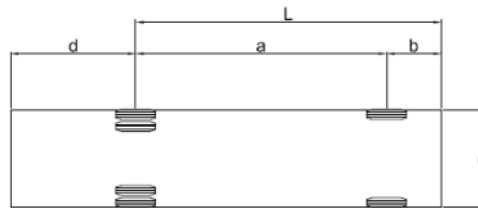
Sa: Sobreebanco (m)

N: Número de carriles (m)

R: Radio (m)

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

V. Velocidad de diseño (km/h)



Los valores de sobreebanco empleados en el diseño geométrico son múltiplos de 0.10 m, los mismos que se muestran en el cuadro de elementos de curva, en los planos de planta y perfil.

El valor mínimo para prescindir de sobreebanco es de 0.4 m.

## 6.2. Diseño Geométrico en Perfil

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas.

### 6.2.1. Consideraciones de diseño

- \* En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- \* Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.
- \* Deberán evitarse las rasantes de “lomo quebrado” (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si ellas son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsas apreciaciones de distancia y curvatura.

### 6.2.2. Pendiente

#### ❖ Pendiente mínima

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales.

#### ❖ Pendiente máxima

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la tabla siguiente, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares.

Clasificación	Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día	4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h											10.00	10.00
40 km/h								9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h			7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		

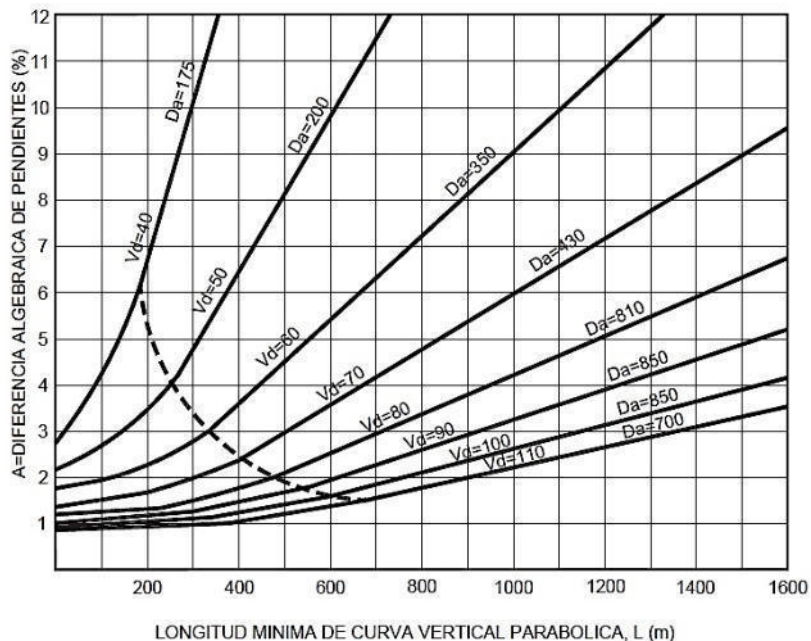
90 km/h	5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	5.00				6.00							
110 km/h												
120 km/h												
130 km/h												

De la tabla mostrada, para una velocidad de diseño de 30 Km/h, carretera de tercera clase y terreno accidentado (tipo3) se utilizó como pendiente máxima 10%.

### 6.2.3. Curvas Verticales

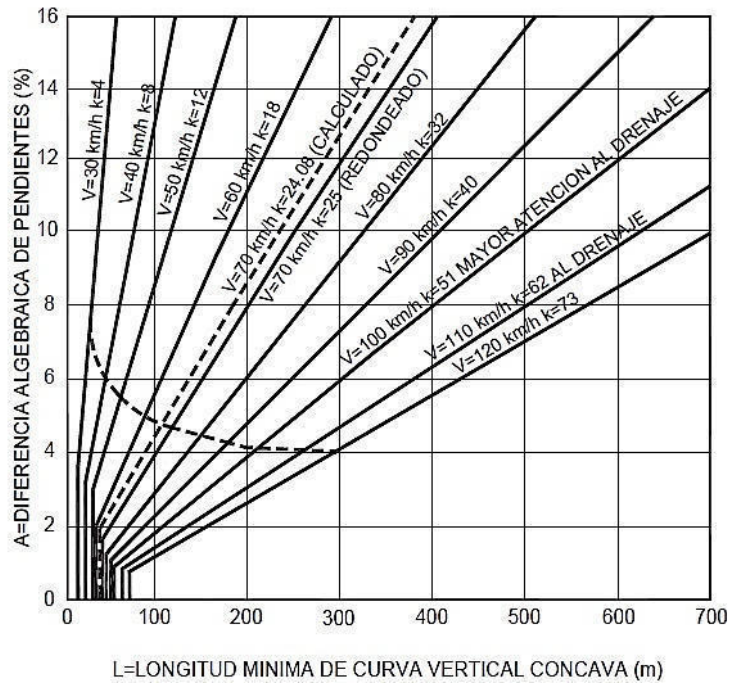
Las curvas verticales han sido proyectadas buscando que las mismas permitan desarrollar al menos la distancia de visibilidad mínima de parada, de acuerdo a lo establecido en la DG-2014. En el caso de curvas verticales con longitudes menores a la distancia de visibilidad de adelanto, se está considerando señalización de “prohibido adelantar” y la demarcación en el pavimento respectiva.

La longitud de las curvas verticales, se determina con los siguientes ábacos:

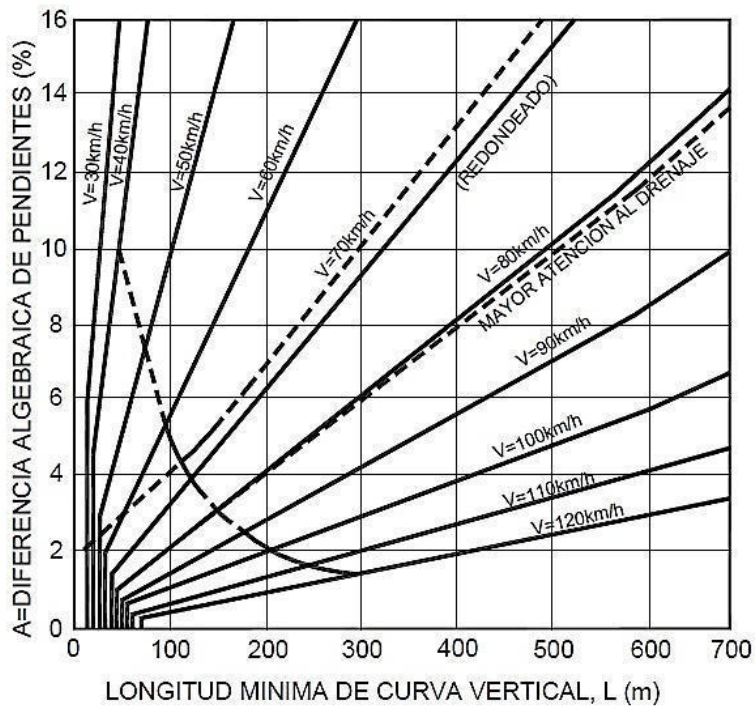


Longitud Mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso





Longitud Mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de parada



Longitud Mínima de curvas verticales cóncavas

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura  $K$ , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = \frac{L}{A}$$

**Donde:**

- $K$ : Parámetro de curvatura
- $L$ : Longitud de la curvatura
- $A$ : Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

## 7. Derecho de Vía o faja de dominio

Es la faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario.

La faja del terreno que conforma el Derecho de Vía es un bien de dominio público inalienable e imprescriptible, cuyas definiciones y condiciones de uso se encuentran establecidas en el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. **(DG - 2014, pág. 217)**

### 7.1. Ancho del Derecho de Vía

Para la determinación del Derecho de Vía, además de la sección transversal del proyecto, deberá tenerse en consideración la instalación de los dispositivos auxiliares y obras básicas requeridas para el funcionamiento de la vía.

Anchos mínimos de Derecho de Vía

<b>Clasificación</b>	<b>Anchos mínimos (m)</b>
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25

Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

*Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)*

## 8. DESARROLLO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

### 8.1. Descripción del Trazo Desarrollado

#### Planta

El sector inicia en el km. 136+000 al km. 141+000, con una sección tipo de berma de 1.20 m. Luego se considera aumentar su longitud de modo que se pueda minimizar la pendiente longitudinal al menos hasta el valor máximo de 9%; además, considera alejarse de la vía existente debido a la forzada geometría y fuerte pendiente, además de las viviendas y el colegio que se encuentran muy cerca de la vía existente.

#### Perfil

La rasante existente tiene pendientes altas mayores a 9% hasta 13% el diseño contempla reducir estas pendientes esto sectores con pendientes máximas (9%).

Las consideraciones en la sub-rasante de la vía a proyectar, son las siguientes:

- Pendientes máximas de 9%.
- Pendientes mínimas de 0.5%.
- Curvas verticales con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 400m (Curvas convexas), y con longitud mínima de 80m y longitud máxima de 240m (Curvas cóncavas).
- Diferencia algebraica de pendientes mínima de 0.5%.

#### Sección

El ancho de calzada a considerar, será de 6.60m, con bermas de 1.20m. El bombeo será de 2.5% tanto en la calzada como en la berma. Para las explanaciones de corte, se está proyectando cunetas triangulares con bermas de recepción de 0.60m. El valor de la inclinación de los taludes de corte son

de H:V = 1:2. Los taludes con altura mayor de 7m, se está considerando banquetas de 3m de ancho con bombeo de -2.0%. Para las explanaciones de relleno, se está proyectando un sobreancho de compactación (S.A.C) de 0.50m. El valor de la inclinación de los taludes de relleno son de H:V = 1.5:1.

## 8.2. Cuadro resumen de Consideraciones Geométricas

Las características geométricas de diseño han sido determinadas en base al Manual de Diseño de Carreteras (DG 2014), en función de la velocidad de diseño son:

### Consideraciones geométricas para el diseño

SECTOR	136+000 – 140+000
Índice Medio Diario Anual (IMDA)	735 veh / día (Canchaque – Huancabamba)
Clasificación por demanda	Carretera de Segunda Clase (400 < IMDA < 2000 veh / día)
Clasificación por orografía	Tipo 4
Velocidad De diseño	VD = 30 KPH
Ancho de Calzada	6.60 m
Ancho de Bermas	1.20 m a c/lado
Precipitación media total anual* (PMTA)	831.3 mm (Año 2021 – Fuente Senamhi)
Bombeo	2.50%
Radio mínimo	25.00 m
Sobreancho máximo	2.80
Peralte máximo	8%
Pendiente máxima	<12%
Pendiente mínima	0.5%
Talud de relleno	1.5H:1V
Talud de corte	Según clasificación de materiales

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG – 2014)

## **Anexo 07: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

### **1. Generalidades**

El presente estudio se ha llevado a cabo con la finalidad de determinar las características físicas y mecánicas del perfil del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ellas, el parámetro necesario para el Diseño estructural del pavimento flexible de la tesis “Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura”, los puntos de estudios se realizarán teniendo en cuenta el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014, con el fin de tener resultados veraces y confiables.

Entre los ensayos a realizar uno de los más importantes será hallar el valor del CBR de diseño y clasificar el suelo tanto por el sistema de AASHTO y SUCS.

El programa de exploración de campo llevado a cabo consistió en la ejecución de 8 calicatas excavadas en forma manual hasta 1.50 m de profundidad con respecto a la superficie actual del terreno.

### **2. Objetivos**

#### **2.1. Objetivos Generales**

El objetivo del Estudio de Suelos es conocer y evaluar las propiedades físicas mecánicas de los suelos de fundación del pavimento a proyectar. Identificar los suelos inadecuados de acuerdo a los criterios descritos en el desarrollo del presente documento, planteando las soluciones respectivas para cada caso.

El presente estudio corresponde al tramo: Km. 136+000 – 140+000.

#### **2.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar los tipos de suelos existentes, sectorizando la vía en función a las características de los suelos encontrados.
- ✓ Elaborar el Perfil Estratigráfico de los suelos estudiados.
- ✓ Establecer la capacidad de soporte del terreno, definiendo el CBR o CBR's de diseño, especificando así la condición de diseño que permita

calcular los espesores del pavimento, para los tramos o sectores identificados.

- ✓ Proyectar espesores de Mejoramientos, para los suelos inadecuados identificados en el Estudio.
- ✓ Plantear soluciones de estabilización de los suelos de fundación si fuera el caso.

### 3. Normatividad

El Estudio se basa en los siguientes documentos:

- ✓ Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras EM 2000.
- ✓ Manual Peruano de Carreteras Suelos, Geología, y Pavimentos del 2013, Revisado en abril del 2014 (Resolución Directoral 05-2013-MTC/14).
- ✓ Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción de Carreteras (EG-2013).

Y en donde se precise o se complemente con las normas AASHTO, ASTM u otras normas internacionales pertinentes.

### 4. Características de la subrasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo a la tabla 33.

Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	2 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

**Fuente:** *Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera*

## Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	N° M <sub>R</sub> y CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	✓ Cada 2 km se realizará un CBR

*Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera*

### 5. Exploración de campo

#### a) Trabajos Efectuados

El trabajo de campo se llevó a cabo en base al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos donde menciona que carreteras con un IMDA entre 400 – 201 veh/día, de una calzada de dos carriles, se debe realizar 2 calicata por kilómetro, como la vía a diseñar cuenta aproximadamente con 4 kilómetros, se realizó 8 calicatas (ver Tabla N° 35) ubicadas longitudinalmente y en forma alterna y de cada una realizar sus ensayos correspondientes de acuerdo a las normas del MTC.

#### b) Ejecución de calicatas

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de los Ensayos Destructivos, mediante calicatas a cielo abierto con fines de obtener el Perfil Estratigráfico en la franja de terreno que comprenda el eje proyectado hasta una profundidad de 1.50 m, muestreando las capas del pavimento, en el caso que coincida con el eje proyectado, y los suelos de la subrasante a fin de obtener las características físicas y mecánicas de los materiales de los diferentes estratos.

Las excavaciones de las calicatas, se realizaron empleando herramientas manuales, y en cada calicata se efectuó un registro de excavación indicando:

- Coordenadas UTM del elipsoide WGS 84.
- Espesores y descripción (tipo de material, color, humedad, etc.), en concordancia con la norma ASTM D-2488 de cada uno de los estratos encontrados.

- Vistas Fotográficas de cada la calicata, donde se aprecia los estratos encontrados y la profundidad de excavación.

Las muestras disturbadas de suelo, debidamente identificadas con el kilometraje y protegidas mediante recipientes adecuados (triple bolsa plástica), se trasladaron para realizar ensayos en el laboratorio de la Empresa Constructora Málaga Hnos. S.A.

Profundidad de muestras extraídas por Calicatas

Calicatas	Progresiva Km.	LADO	PROFUNDIDAD (m)
C - 01	136+500	Eje	1.50
C - 02	137+040	L/lzq.	1.50
C - 03	137+520	Eje	1.50
C - 04	138+070	Eje	1.50
C - 05	138+500	L/Der.	1.50
C - 06	139+100	L/lzq.	1.50
C - 07	139+550	L/Der.	1.50
C - 08	140+000	Eje	1.50

*Fuente: Elaboración propia.*

## 6. Ensayos de laboratorio

En el laboratorio se realizaron los ensayos y se verificó la clasificación de todas las muestras extraídas, fueron revisadas previamente en las normas de carretas de MTC DG – 2014 y el Manual de Ensayo de Materiales 2016.

Normativas de los ensayos de laboratorio.

TIPO DE ENSAYO	NORMAS		
	ASTM	AASHTO	MTC/NTP
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D 422	----	MTCE 107
Clasificación de los Suelos	ASTM D 2487	----	
Límites de Consistencia	ASTM D4318	----	NTP 339.129



			MTC E 110 MTC E 111
Contenido de Humedad Natural	ASTM D2216	AASHTO 265	MTC E 108 NTP 339.127
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D 1883	----	MTC E 132
Ensayo de Compactación (Proctor Modificado)	ASTM D 1557	----	MTC E 115

**Fuente:** *Elaboración Propia.*

Al final de este informe, en los anexos se verán los resultados de cada uno de los ensayos previamente certificados por un laboratorio.

## **7. Sistema de Clasificación de Suelos**

Los diferentes tipos de suelos son definidos por el tamaño de las partículas. Son frecuentemente encontrados en combinación de dos o más tipos de suelos diferentes.

Dentro del campo particular de las carreteras y pavimentaciones urbanas, los suelos se presentan con una variedad y complejidad prácticamente infinitas. Así, cualquier intento de sistematización científica, acompañada de la correspondiente tendencia generalizadora, debe ir precedido por otro, en que se procure clasificar a los suelos del modo más complejo posible.

La granulometría ofrece un medio sencillo y evidente para clasificar suelos. Aunque basta dividir un suelo en sus fracciones granulométricas para tenerlo “clasificado”, si previamente se conviene en dar una denominada particular a las diversas fracciones según se queden comprendidas en una determinada gama de tamaños.

Correlación de los dos sistemas de clasificación más difundidos, AASHTO y ASTM (SUCS).

## Correlación de tipos de suelos AASHTO - SUCS

CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO AASHTO M-145	CASIFICACION DE SUELOS SUCS ASTM - D2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	CH, MH, CH

*Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC*

### 7.1. Sistema AASHTO

La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras.

En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2, ..., A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices nº 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción que pasa por el tamiz nº 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz nº 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz nº 200).

La categoría de los suelos granulares; gravas, arenas y zahorras; está compuesta por los grupos A-1, A-2 y A-3, y su comportamiento en explanadas es, en general, de bueno a excelente, salvo los subgrupos A-2-6 y A-2-7, que se comportan como los suelos arcillosos debido a la alta plasticidad de los finos que contiene, siempre que el porcentaje de estos supere el 15%.

Correlación de tipos de suelos AASHTO - SUCS

CLASIFICACION GENERAL	MATERIALES GRANULARES (Igual o menor del 35% pasa el tamiz N°200)							MATERIALES LIMO-ARCILLOSOS (mas del 35% para el tamiz N°200)			
GRUPOS	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUBGRUPOS	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10	50 máx.										
N° 40	30 máx.	50 máx.	51 min								
N° 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	36 máx.	37 máx.	38 máx.	36 min	36 min	36 min	36 min
Características del Material que pasa el tamiz N° 40:											
Limite Liquido (LL)				40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 min	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice de Plasticidad (IP)	6 máx.	6 máx.	N.P.	10 máx.	10 máx.	11 máx.	11 máx.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.
Índice de Grupo	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
Tipos de Material	Fragmento de Piedra Grava o arena		Arena fina	Gravas, arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
				ML	MH	CL	CH	ML	MH	CL	CH
Terreno de Fundación	Excelente a bueno						Regular a deficiente				

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC

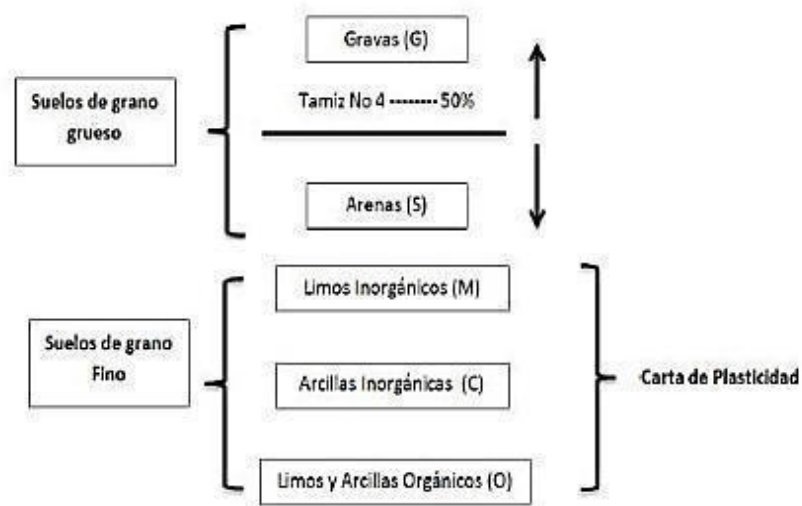
## 7.2. Sistema Unificado de clasificación de suelos SUCS

Este sistema agrupa a los suelos de acuerdo a su comportamiento como material para construcción en función de sus propiedades de granulometría y plasticidad.

Esta clasificación divide los suelos en:

- Suelos de grano grueso: más del 50% de sus partículas son retenidas en el tamiz No. 200.
- Suelos de grano fino: Más del 50% de sus partículas pasan el tamiz No.200.
- Suelos orgánicos.

Estos a su vez se subdividen en:



En el siguiente cuadro se mostrarán los prefijos y sufijos usados para la clasificación de suelos en el sistema SUCS.

Prefijos y sufijos usados para la clasificación de suelos

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien gradado	W
Arena	S	Pobremente gradado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Organico	O	Límite líquido alto (>50)	H
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	L

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC

## **8. Descripción de ensayos de laboratorio**

Los ensayos para determinar las propiedades físicas del suelo, son los siguientes:

### **8.1. Contenido de Humedad**

El contenido de agua o humedad es la suma de aguas libre, capilar e higroscópica, contenida en una masa de suelo que se determina en el laboratorio con una relación directa con el peso seco del suelo y expresado en porcentaje. La condición de suelo seco se consigue colocando éste en una estufa durante 24 horas a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , aunque hay suelos que necesitan más horas para secarse, por lo que es preferible secar las muestras hasta que no registre variación en su peso. Se dice que un suelo está saturado, si todos los huecos están completamente llenos de agua, por lo que el contenido de humedad puede ser 100% o más, como puede ser el caso de una arcilla saturada, un cieno o un suelo de turba.

### **8.2. Límites de consistencia**

Las propiedades de los suelos arcillosos y los suelos de grano fino, pueden ser estudiadas por medio de pruebas simples, siendo las más usuales los Límites de Consistencia o Límites de ATTERBERG. Entendiéndose por consistencia el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura. Los Límites de Consistencia de un suelo son: Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción; siendo este último de poco interés práctico, por lo que no se ha hecho su ensayo respectivo.

La determinación de estos Límites es un tanto arbitraria si se quiere, pero tiene la ventaja de dar una idea general acerca de las características físicas de un suelo, de ahí que su empleo se haya generalizado.

### Características de Índice de Consistencia

Índice de Consistencia	Caracterización
< 0.00	El suelo es líquido
0.00 – 0.25	Semi Líquido
0.25 – 0.50	Plástico muy blando
0.50 – 0.75	Plástico blando
0.75 – 1.00	Plástico Duro
> 1.00	Estado Sólido

**Fuente:** *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC*

#### 4.2.1. Limite Plástico

Es la frontera convencional entre los estados plástico y semi-sólido, donde un contenido de humedad por debajo de este límite se puede considerar un suelo como material no plástico.

Atterberg rotaba un fragmento de suelo hasta convertirlo en un cilindro de espesor no especificado; el agrietamiento y desmoronamiento del rollito, en cierto momento, indicaba que había alcanzado el límite plástico midiendo su contenido de humedad.

Si se construyen terraplenes o sub-bases, deberá evitarse compactar el material cuando su contenido de humedad sea igual o mayor a su Límite Plástico, es decir, la capacidad para soportar cargas aumenta rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por debajo del límite plástico y disminuye rápidamente cuando el contenido de humedad sobrepasa el límite plástico.

#### 4.2.2. Limite Líquido

El límite líquido de un suelo es aquel contenido de humedad bajo el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.

Es la frontera convencional entre los estados semi-líquido y plástico, que se le definió con una técnica de laboratorio, consistente en colocar el suelo moldeado en una cápsula y formando en él una ranura. Luego,

golpeando secamente la cápsula contra una superficie dura, el suelo tenía su límite líquido cuando los bordes inferiores de la ranura se tocaban sin mezclarse ante cierto número de golpes.

#### 4.2.3. Índice de Plasticidad

Es la diferencia numérica entre el L.L. y el L.P. El L.P. de un suelo es el campo de humedad, expresado como porcentaje del peso de suelo secado al horno, dentro del cual el suelo permanece plástico.

Cuando el L.L. o el L.P. no pueden determinarse, o cuando el L.P. es mayor que el L.L. el L.P. se incluirá como no plástico (NP).

Características de Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

*Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC*

#### 8.3. Granulometría

Tiene como finalidad determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo.

Las partículas de cada fracción se caracterizan porque su tamaño se encuentre comprendido entre un valor máximo y un valor mínimo en forma correlativa para las fracciones, de tal modo que el máximo de una fracción es el mínimo de lo que le sigue correlativamente.

La muestra de suelo se hace pasar sucesivamente a través de un juego de tamices de aberturas descendentes hasta la malla N° 200; los retenidos en cada malla se pesan y el porcentaje que representan con respecto al peso total de la muestra se suma a los porcentajes retenidos en todas las mallas de

mayor tamaño, el complemento a 100% de esa cantidad del porcentaje de suelo que es menor que el tamaño representado por la malla en cuestión. Así puede obtenerse una curva granulométrica.

### **Tipo de Análisis Granulométricos:**

#### **a) Análisis Granulométrico Método Mecánico**

Para partículas mayores de 0.074 mm, es decir que son retenidas en la malla N° 200.

#### **b) Análisis Granulométrico Método del Hidrómetro**

Cuando el suelo contiene un apreciable porcentaje de material fino que pasa la malla N° 200. Este tipo de Análisis es necesario cuando el porcentaje de suelo que pasa la malla 200 es bastante apreciable para esta tesis se consideró como mínimo un 75% que estipula el manual de pavimentos.

La cantidad de la muestra depende del tipo de suelo que se va a cribar, a continuación, se indican cuanto de porción de suelo que pasa la malla 200 se necesita para el ensayo.

Suelos Arenosos:	75 a 100 g
Limos y Arcillas:	50 a 60 g
Suelo Gravoso:	1 – 3 kg

### **Diámetros característicos:**

Se llaman así a los diámetros de la partícula correspondiente al 10%, 30% y 60% de material más fino en la Curva Granulométrica.

### **Coefficiente de uniformidad:**

Es la relación  $D_{60}/D_{10}$  es decir la relación entre el diámetro correspondiente al 60% y al 10% más fino, respectivamente, tomados de la Curva Granulométrica.

El Coeficiente de Uniformidad, es mayor de 4 en las gravas y mezclas gravo - arenosas, y mayor de 6 en los suelos arenosos o mezclas areno - gravosas, con poco o nada de material fino.



### **Coeficiente de curvatura**

Es la relación:

$$\frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Dónde:  $D_{10}$ ,  $D_{30}$  y  $D_{60}$  son los diámetros correspondientes al 10%, 30% y 60% de material más fino, respectivamente tomados de la Curva Granulométrica.

Cuando el suelo está bien gradado, el Coeficiente de Curvatura estará comprendido entre 1 y 3.

#### **8.4. Ensayo de compactación (Proctor Modificado)**

Es un proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación de los suelos; por lo general, el proceso implica una reducción más o menos rápida de los vacíos, como consecuencia de lo cual en los suelos ocurren cambios de volumen de importancia, fundamentalmente ligadas a pérdidas de volumen de aire, pues por lo general no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de compactación. No todo el aire sale del suelo, por lo que la condición de un suelo compactado es la de un suelo parcialmente saturado.

El objetivo general de la compactación es obtener un suelo de tal manera estructurado que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

A fin de que el material a compactarse alcance la mayor densidad posible en el terreno, deberá tener una humedad adecuada en el momento de la compactación. Esta humedad se llama HUMEDAD ÓPTIMA y la densidad obtenida se conoce con el nombre de MAXIMA DENSIDAD SECA DE UN SUELO. Se ha aplicado el Método Dinámico de PROCTOR MODIFICADO.

#### **8.5. Ensayo de Compactación C.B.R. (California Bearing Ratio)**

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR), llamado también Relación de Soporte de California, mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones

de humedad y densidad controladas en comparación con la resistencia que ofrece un material de piedra triturada estandarizado.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo con su “grado de alteración”, con su granulometría y sus características físicas, el método a seguir para determinar el CBR será diferente en cada caso, así se tiene:

- Determinación del CBR de suelos Perturbados y Remoldeados.
- Determinación del CBR de suelos alterados.
- Determinación del CBR in situ.

Para aplicación en el presente proyecto se usará el Método 1, dado que se contó con muestras alteradas. El método comprende tres pasos que son:

- Determinación de la Máxima Densidad Seca y Óptimo contenido de Humedad.
- Determinación de las Propiedades Expansivas del Material
- Determinación del CBR propiamente.

El índice C.B.R. está comprendido generalmente entre 0% y 100%. El suelo es regular por debajo de 12 y malo por debajo de 6.

Las especificaciones establecen, generalmente, que los materiales de préstamo para sub-base deben tener expansiones del 2% al cabo de 4 días. Así mismo, se recomienda que los materiales para base tengan expansiones menores del 1%. El método C.B.R. se aplica con frecuencia, a pesar que da lugar a muchas críticas.

#### Categorías de subrasante según CBR

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

**Fuente:** Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-MTC

Se ha visto que la resistencia del suelo depende de la proporción de agua: para terrenos de inhibición lenta, la duración de la prueba de 4 días puede ser insuficiente; para materiales muy finos serían preciso meses para la inhibición completa.

## 5. Interpretación de los Resultados

Se muestra una tabla resumen de los siguientes ensayos:

- Contenido de humedad.
- Análisis Granulométrico por el método mecánico.
- Límites de Atterberg.

Todos estos ensayos se realizaron en el laboratorio de Mecánica de suelos de CONSTRUCTORA MALAGA HNOS.

Resumen de Ensayos de laboratorio

CALICATAS		Clasificación de los Suelos		Límite de Consistencia			Humedad Natural
NUMERO	PROGRESIVA	AASHTO	SUCCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	%
C - 01	136+500	A-7-6 (13)	CH	51	23	29	18.67
C - 02	137+040	A-2-6 (1)	SC	32	16	16	14.26
C - 03	137+520	A-7-5 (10)	OH	54	38	16	12.03
C - 04	138+070	A-7-5 (19)	OH	66	34	32	20.25
C - 05	138+500	A-6 (1)	SC	40	25	14	7.57
C - 06	139100	A-7-5 (17)	OH	58	31	27	18.58
C - 07	139+550	A-7-5 (17)	OH	58	31	27	18.58
C - 08	140+000	A-7-5 (17)	OH	58	34	24	29.94

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 5.3. CBR y Proctor Modificado

Con los ensayos del Proctor Modificado se pudo definir las propiedades mecánicas, determinado así la resistencia del suelo o el comportamiento de estos frente a las sollicitaciones de las cargas. Una vez calculado la Máxima Densidad seca ( $\text{gr/cm}^3$ ) y la humedad optima, se calculó la capacidad portante del suelo, dato que permitirá el diseño del pavimento.

## CBR y Proctor modificado

CALICATAS		Profundidad (m)	Compactación		CBR	
NUMERO	PROGRESIVA		MDS	OCH(%)	100%	95%
C - 01	136+500	1.50	1.66	19.0	2.2	1.9
C - 02	137+040	1.50	1.62	19.8	7.5	5.6
C - 03	137+520	1.50	1.64	20.1	4.6	3.0
C - 04	138+070	1.50	1.58	19.4	2.3	1.5
C - 05	138+500	1.50	1.72	20.2	10.3	6.0
C - 06	139+100	1.50	1.56	22.0	3.0	2.0
C - 07	139+550	1.50	1.50	24.7	2.4	1.8
C - 08	140+000	1.50	1.61	22.4	3.1	1.6

*Fuente: Elaboración Propia.*

### 6. Descripción de las Calicatas

- **Calicata N° 01**

**C-01 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo arcillosas orgánicas, presentan alta plasticidad, con un 57.50% de finos que pasan la malla N°200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CH” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-7-6 (13)” y un contenido de humedad de 19.00%.

- **Calicata N° 02**

**C-02 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo arenas arcillosas, presentan plasticidad, con un 22.60% de finos que pasan la malla N°200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-2-6 (1)” y un contenido de humedad de 19.80%.

- **Calicata N° 03**

**C-03 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo de arcillas orgánicas, de plasticidad media, con un 62.10% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “OH” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-7-5 (10)” y un contenido de humedad de 20.10%.

- **Calicata N° 04**

**C-04 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo de arcillas orgánicas, de plasticidad media, con un 73.00% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "OH" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-7-5 (19)" y un contenido de humedad de 19.40%.

- **Calicata N°05**

**C-05 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo arenas arcillosas, presentan plasticidad, con un 36.50% de finos que pasan la malla N°200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "SC" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-6 (1)" y un contenido de humedad de 20.20%.

- **Calicata N°06**

**C-06 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo de arcillas orgánicas, de plasticidad media, con un 70.50% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "OH" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-7-5 (17)" y un contenido de humedad de 22.00%.

- **Calicata N°07**

**C-07 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo de arcillas orgánicas, de plasticidad media, con un 73.80% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "OH" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-7-5 (17)" y un contenido de humedad de 24.70%.

- **Calicata N° 08**

**C-08 (0.00 – 1.50 m.)** Suelo de arcillas orgánicas, de plasticidad alta, con un 84.00% de finos que pasan la malla N° 200. Clasificado en el sistema "SUCS" como un suelo "CH" y en el sistema "AASHTO" como un suelo "A-7-6 (20)" y un contenido de humedad de 22.40%.

### 6.1. Resumen de Calicatas y resultados de laboratorio

Se realizó el resumen de las 8 calicatas ejecutadas para el proyecto, con el propósito de mostrar sus características más resaltantes, las cuales se detallan a continuación:

Resultados de ensayos de Laboratorio

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO												
DATOS			Limites Cons. Malla #40			Clasificación		Humedad Natural	Proctor		CBR	
Numero	PROGRESIVA	LADO	L. L	L.P.	I P	SUCS	AASHTO		MDS	OCH(%)	100%	95%
C-01	136+500	Eje	51	23	29	CH	A-7-6 (13)	18.7	1.66025	19.0	2.2	1.9
C-02	137+040	L/Izq.	32	16	16	SC	A-2-6 (1)	14.3	1.61815	19.8	7.5	5.6
C-03	137+520	Eje	54	38	16	OH	A-7-5 (10)	12.0	1.64075	20.1	4.6	3.0
C-04	138+070	Eje	66	34	32	OH	A-7-5 (19)	20.3	1.58395	19.4	2.3	1.5
C-05	138+500	L/Der.	40	25	14	SC	A-6 (1)	7.6	1.721	20.2	10.3	6.0
C-06	139+100	L/Izq.	58	31	27	OH	A-7-5 (17)	18.6	1.555	22.0	3.0	2.0
C-07	139+550	L/Der.	58	34	24	OH	A-7-5 (17)	29.9	1.502	24.7	2.4	1.8
C-08	140+000	Eje	62	29	33	CH	A-7-6 (20)	34.7	1.614	22.4	3.1	1.6

**Fuente:** Elaboración Propia

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA

N° CALICATA : C - 01

N° MUESTRA : M- 1

T. MUESTRA : Km 136+500

Eje.

Tamaño máximo : 4.75 mm

P. Inicial (g.) : 701.1

PROF.(m) : -1.50 del NSR

Tamices	Abertura	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación	Datos de la Muestra
ASTM	en mm.						
3 1/2"	88.900						OBSERVACIONES  Método de Compact. <b>A</b>  Humedad Natural
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
4	4.750				100.0		Sb + Tara <b>3145.40</b>
8	2.360						Ss + Tara <b>2650.60</b>
10	2.000	29.7	4.2	4.2	95.8		Humedad (%) 18.7
16	1.180						D85
20	0.840	88.4	12.6	16.8	83.2		D50
30	0.600						D15
40	0.425	60.8	8.7	25.5	74.5		Descripción (SUCS):
50	0.300						Arcillas orgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas.
60	0.250	47.7	6.8	32.3	67.7		
80	0.177						Modulo de Fineza -
100	0.150	53.0	7.6	39.9	60.1		Grava 3" - Nº 4 :
200	0.075	18.4	2.6	42.5	57.5		Arena Nº4 - Nº 200 : 42.5
pasa		403.1	57.5	100.0			Finos < Nº 200 : 57.5

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Limite líquido (%)	51.33	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	1.660	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	22.57	Humedad óptima (%)	19.0	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	28.76	CBR.: al 100%	2.2 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS.	CH	CBR.: al 95%	1.9 %	Chatas y Alargadas
	AASHTO	A-7-6 (13)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)
<b>Cu</b>	<b>Cc</b>		Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)

CURVA GRANULOMETRICA



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES:

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-15  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 01

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1  
T. MUESTRA : Km 136+500 Eje.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

HUMEDAD NATURAL

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{cws}$	g	3145.40		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{cs}$	g	2650.6		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		494.8		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	2650.6		
Humedad w	%	18.7		
Promedio de Humedad	%		18.7	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-02  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 01

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 1  
T. MUESTRA : Km 136+500 Eje. TAMAÑO MAXIMO : N° 40  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

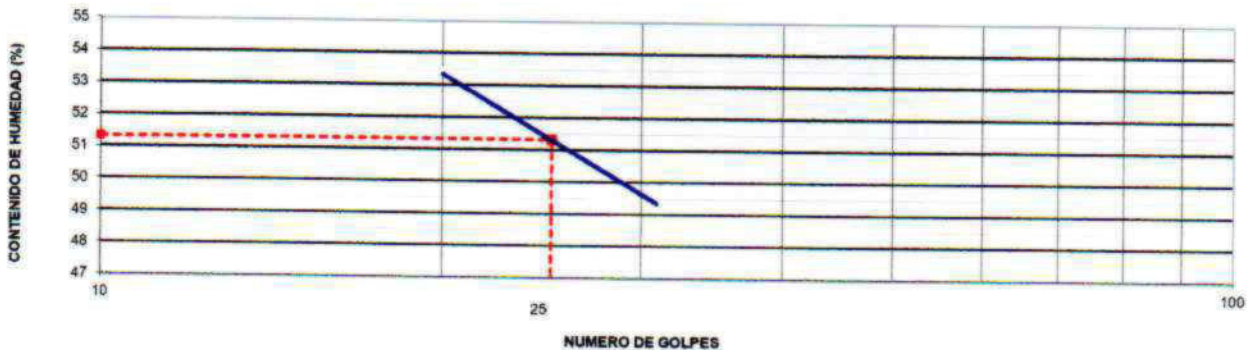
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		36	22	32
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	56.86	58.16	55.89
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	50.05	50.93	49.03
PESO DE AGUA	(g)	6.81	7.23	6.86
PESO DEL TARRO		36.27	36.93	36.18
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.8	14.0	12.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.4	51.6	53.4
NUMERO DE GOLPES		31	24	20

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		37	20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.22	24.55	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.64	24.04	
PESO DE AGUA	(g)	0.6	0.5	
PESO DEL TARRO	(g)	13.07	21.78	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.6	2.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.6	22.6	22.57

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	51.33
LIMITE PLASTICO	22.57
INDICE DE PLASTICIDAD	28.76

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-04  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° CALICATA** : C - 01

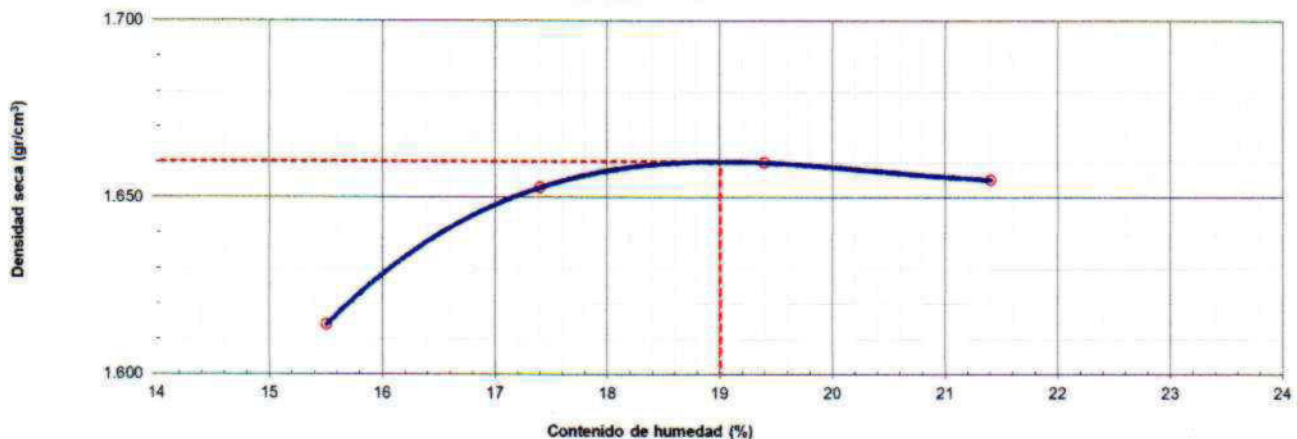
**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M-1  
**T. MUESTRA** : Km 136+500 Eje.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
CLASF. (SUCS) : CH  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (13)

METODO DE COMPACTACION : **A**

Peso suelo + molde	gr	6011	6083	6122	6148	
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1758.0	1830.0	1869.0	1895.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.864	1.941	1.982	2.010	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	561.0	586.9	555.2	576.7	
Peso del suelo seco + tara	gr	485.7	499.9	465.0	475.0	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	75.3	87.0	90.2	101.7	
Peso del suelo seco	gr	485.7	499.9	465.0	475.0	
Contenido de agua	%	15.50	17.40	19.40	21.41	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.614	1.653	1.660	1.655	
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )						1.660
Humedad óptima (%)						19.0

**RELACION HUMEDAD-DENSIDAD**



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-05  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA

N° CALICATA : C - 01 Km 000+000

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 1

CLASF. (SUCS) : CH

T. MUESTRA : Km 136+500 Eje.

CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (13)

PROF.(m) : -1.50 del NSR

**COMPACTACION**

Molde N°	13		14		15	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12702	13018	12508	12872	12335	12778
Peso de molde (g)	8505	8505	8524	8524	8572	8572
Peso del suelo húmedo (g)	4197	4513	3984	4348	3763	4206
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125	2125	2126	2126	2120	2120
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.975	2.124	1.874	2.046	1.775	1.979
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	536.40	539.90	539.90	561.60	546.30	590.40
Peso suelo seco + tara (g)	450.80	422.80	454.10	433.30	458.70	444.90
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	85.60	117.10	85.80	128.30	87.60	145.50
Peso de suelo seco (g)	450.80	422.80	454.10	433.30	458.70	444.90
Contenido de humedad (%)	18.99	27.70	18.89	29.61	19.10	32.70
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.660	1.663	1.576	1.578	1.490	1.495

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
31/10/2019	14:30	0	45.000	0.000	0.0	64.000	0.000	0.0	54.000	0.000	0.0
01/11/2019	14:30	24	229.000	4.674	3.9	322.000	6.553	5.4	418.000	9.246	7.6
02/11/2019	14:30	48	277.000	5.893	4.9	332.000	6.807	5.6	433.000	9.627	8.0
03/11/2019	14:30	72	290.000	6.223	5.1	340.000	7.010	5.8	443.000	9.881	8.2
04/11/2019	14:30	72	298.000	6.426	5.3	348.000	7.214	6.0	453.000	10.135	8.4

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 13				MOLDE N° 14				MOLDE N° 15			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.5	13.2			0.3	9.1			0.1	4.9		
1.270		0.7	17.3			0.6	15.3			0.3	9.1		
1.905		1.0	23.5			0.8	19.4			0.4	11.1		
2.540	70.5	1.3	29.7	29.6	2.2	1.1	25.6	26.1	1.9	0.7	17.3	17.3	1.3
3.170		1.4	31.8			1.3	29.7			0.9	21.4		
3.810		1.7	37.9			1.6	35.9			1.1	25.6		
5.080	105.7	2.5	54.5	49.1	2.4	2.2	48.3	45.0	2.2	1.5	33.8	32.4	1.6
7.620		2.9	62.7			2.7	58.6			2.0	44.1		
10.160		3.8	81.3			3.5	75.1			2.6	56.5		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

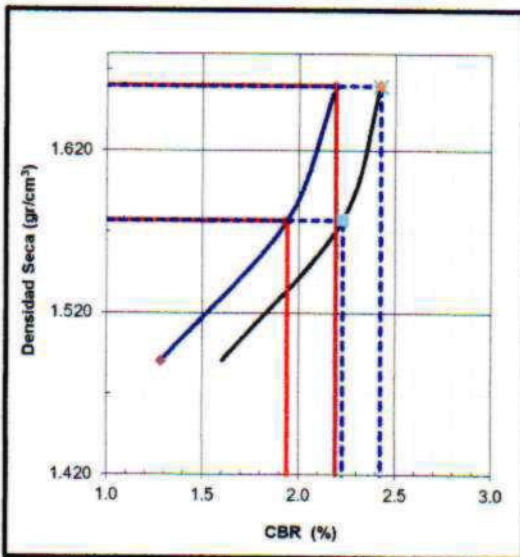
Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)  
(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 01 Km 000+000

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 1  
T. MUESTRA : Km 136+500 Eje.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

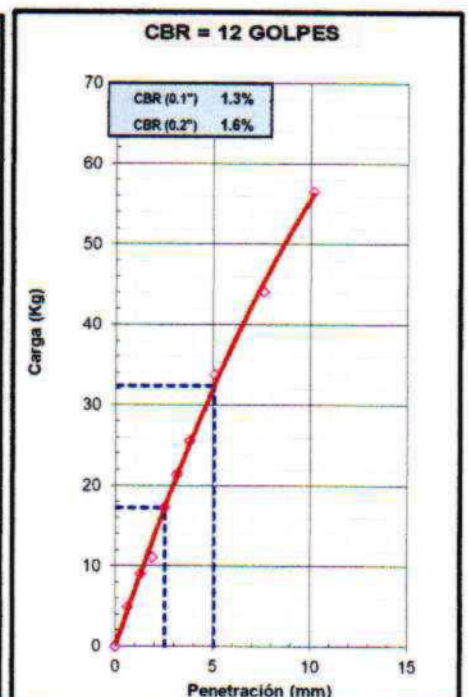
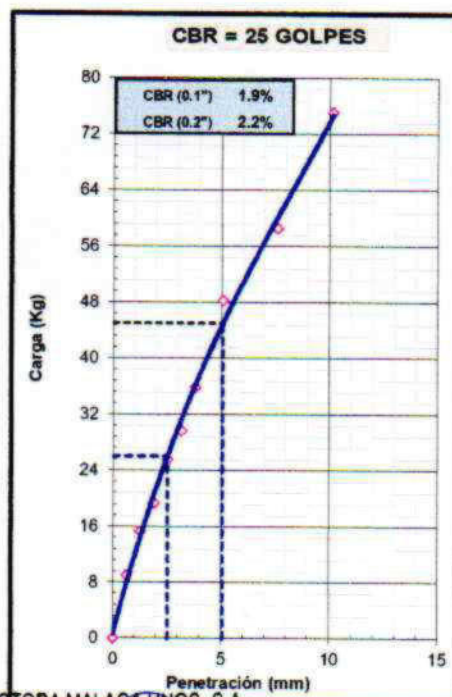
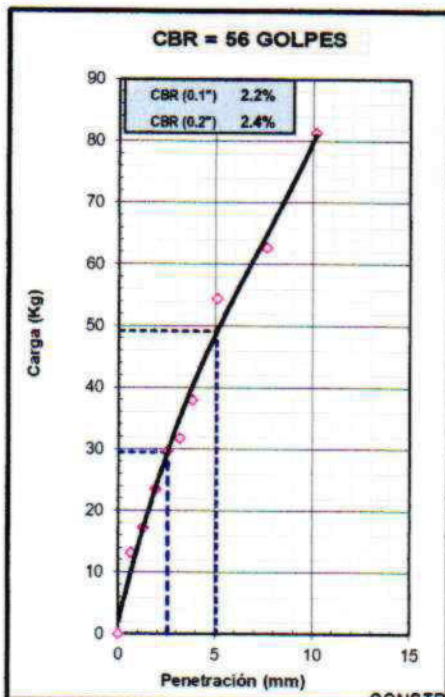


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.660  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 19.0  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.577

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	2.2	0.2":	2.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	1.9	0.2":	2.2

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	2.2	2.4
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	1.9	2.2

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 01

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 1  
T. MUESTRA : Km 136+500 Eje.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

**REGISTRO DE EXCAVACION**

OBRA : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TRAMO : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 PARTIDA : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
 N° CALICATA : C - 01

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 1  
 T. MUESTRA : Km 136+500 Eje.  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR

NIVEL FREATICO (m) : -

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactación Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	GRANULOMETRIA					L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.				

0.10		<p>Arcillas organicas de alta plasticidad, arcillas grasas.. color gris rosaceo. en estado medianamente húmedo . plasticidad altamente plástica. compacidad muy friable.</p>		CH	A-7-6 (13)	57.5	42.5	-	-	51.3	28.8	18.7
0.20												
0.30												
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90												
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												

OBSERVACIONES : Calicata Ejecutada a 1.50 m a nivel de la subrasante - plataforma completa.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° CALICATA** : C - 02  
**N° MUESTRA** : M- 2  
**T. MUESTRA** : Km 137+040 L/izq.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

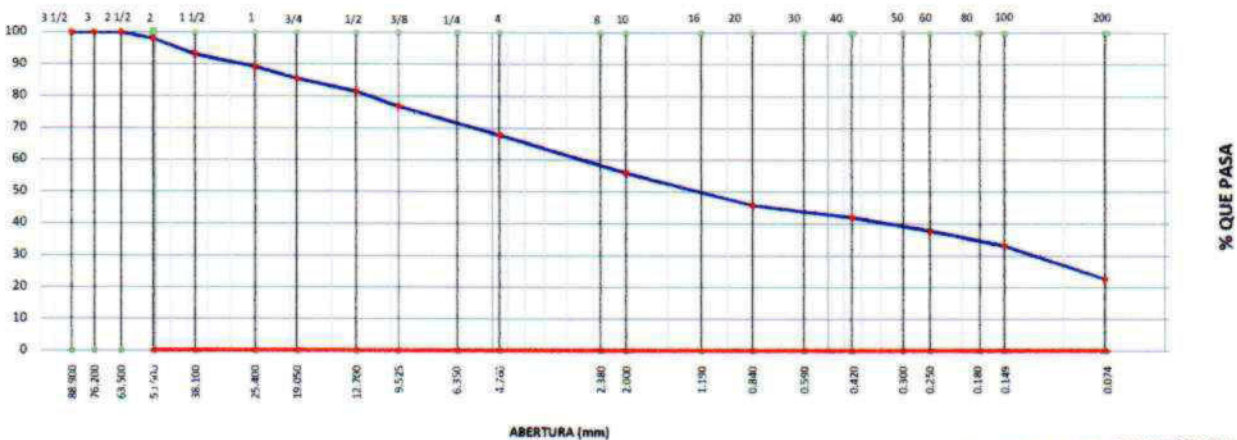
Tamaño máximo : **4.75 mm**  
P. Inicial (g.) : **26,410.0**  
Fracc. de finos (g.) : **761.2**

Tamices	Abertura	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación	Datos de la Muestra
ASTM	en mm.						
3 1/2"	88.900						OBSERVACIONES
3"	76.200						
2 1/2"	63.500				<b>100.0</b>		Método de Compact. <b>C</b>
2"	50.800	<b>528.0</b>	2.0	2.0	98.0		
1 1/2"	38.100	<b>1287.0</b>	4.9	6.9	93.1		
1"	25.400	<b>1047.0</b>	4.0	10.8	89.2		Humedad Natural
3/4"	19.050	<b>979.0</b>	3.7	14.5	85.5		
1/2"	12.700	<b>1058.0</b>	4.0	18.5	81.5		Sh + Tara
3/8"	9.525	<b>1232.0</b>	4.7	23.2	76.8		Ss + Tara
1/4"	6.350						Humedad (%)
4	4.750	<b>2403.0</b>	9.1	32.3	67.7		
8	2.360						D85
10	2.000	<b>131.6</b>	11.7	44.0	56.0		D50
16	1.180						D15
20	0.840	<b>114.8</b>	10.2	54.2	45.8		Descripción ( SUCS ) : Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla
30	0.600						
40	0.425	<b>42.5</b>	3.8	58.0	42.0		
50	0.300						
60	0.250	<b>48.5</b>	4.3	62.3	37.7		
80	0.177						Modulo de Fineza
100	0.150	<b>51.1</b>	4.5	66.9	33.1		Grava 3" - Nº 4 :
200	0.075	<b>118.5</b>	10.5	77.4	22.6		Arena Nº4 - Nº 200 :
pasa		<b>254.2</b>	22.6	100.0			Finos < Nº 200 :

**CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA**

Limite líquido (%)	32.35	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	1.618	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	16.07	Humedad óptima (%)	19.8	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	16.28	CBR: al 100%	7.5 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS.	SC	CBR: al 95%	5.6 %	Chatas y Alargadas
	AASHTO	A-2-6 (1)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)
<b>Cu</b>	<b>Cc</b>		Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)

**CURVA GRANULOMETRICA**



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES:

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
SOLICITANTE : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 02

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 2  
T. MUESTRA : Km 137+040 L/izq.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

HUMEDAD NATURAL

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{cws}$	g	4164.80		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{cs}$	g	3645.1		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		519.7		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	3645.1		
Humedad $w$	%	14.3		
Promedio de Humedad	%		14.26	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**UBICACIÓN** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**N° CALICATA** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° CALICATA** : C - 02

**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M- 2 **TAMAÑO MAXIMO** : N° 40  
**T. MUESTRA** : Km 137+040 L/ Izq.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

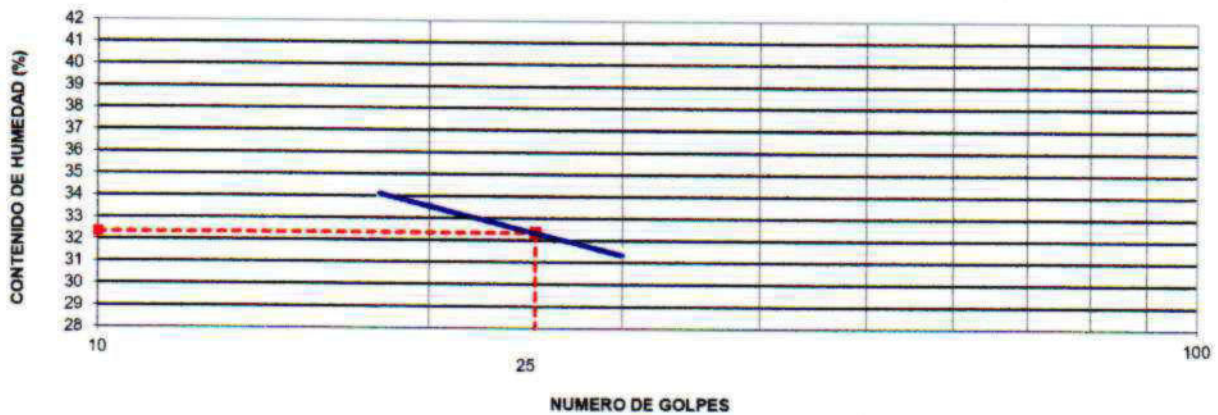
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		43	42	35
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.16	55.19	54.30
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	52.97	50.64	49.55
PESO DE AGUA	(g)	5.19	4.55	4.75
PESO DEL TARRO		36.46	36.52	35.65
PESO DEL SUELO SECO	(g)	16.5	14.1	13.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.4	32.2	34.2
NUMERO DE GOLPES		30	25	18

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		33	25	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.38	21.61	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.87	21.17	
PESO DE AGUA	(g)	0.5	0.4	
PESO DEL TARRO	(g)	12.71	18.42	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.2	2.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.1	16.0	16.07

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	32.35
LIMITE PLASTICO	16.07
INDICE DE PLASTICIDAD	16.28

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

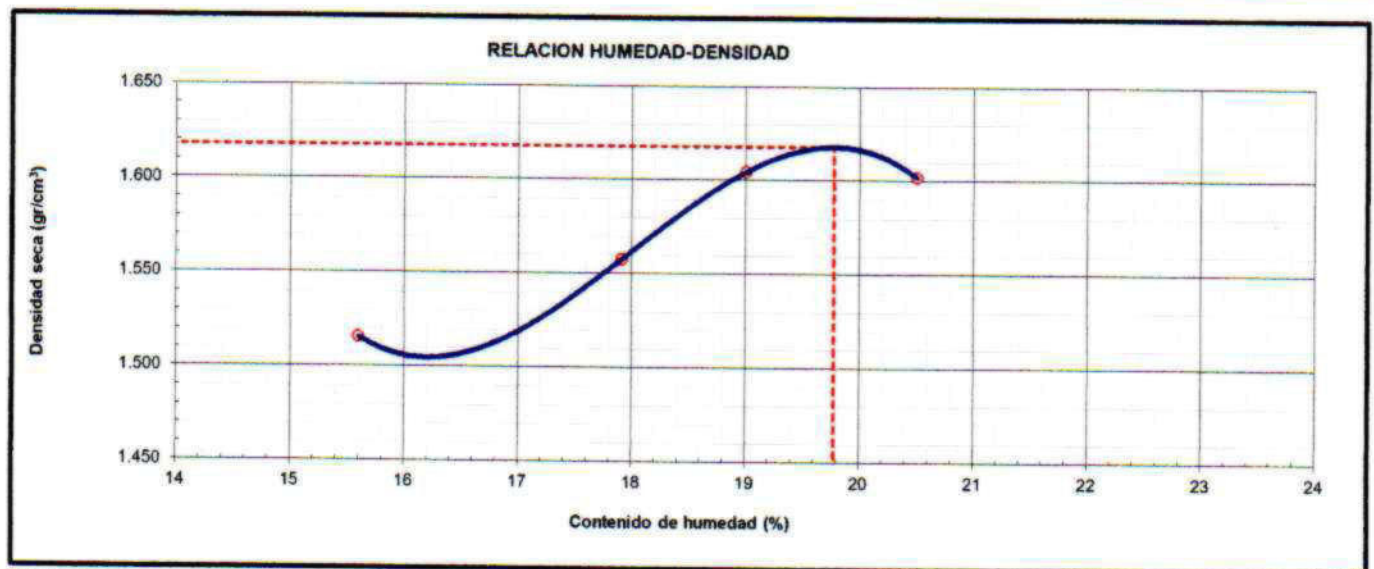
**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**UBICACIÓN** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**N° CALICATA** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° CALICATA** : C - 02

**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M- 2  
**T. MUESTRA** : Km 137+040 L/izq.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
**CLASF. (SUCS)** : SC  
**CLASF. (AASHTO)** : A-2-6 (1)

**METODO DE COMPACTACION** : C

Peso suelo + molde	gr	10270	10449	10603	10647	
Peso molde	gr	6564	6564	6564	6564	
Peso suelo húmedo compactado	gr	3706.0	3885.0	4039.0	4083.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2115	2115	2115	2115	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.752	1.837	1.910	1.930	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	520.3	490.4	522.8	601.2	
Peso del suelo seco + tara	gr	450.1	415.9	439.3	498.9	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	70.2	74.5	83.5	102.3	
Peso del suelo seco	gr	450.1	415.9	439.3	498.9	
Contenido de agua	%	15.60	17.91	19.01	20.51	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.516	1.558	1.605	1.602	
						<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
						<b>1.618</b>
						<b>Humedad óptima (%)</b>
						<b>19.8</b>



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Mejranu  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque Huancabamba, Piura"  
**UBICACIÓN** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**N° CALICATA** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° MUESTRA** : C - 02

**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M- 2  
**T. MUESTRA** : Km 137+040 L/Izq.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
**CLASF. (SUCS)** : SC  
**CLASF. (AASHTO)** : A-2-6 (1)

**COMPACTACION**

Moide N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12696	12855	12965	13290	11988	12425
Peso de molde (g)	8610	8610	9136	9136	8378	8378
Peso del suelo húmedo (g)	4086	4245	3829	4154	3610	4047
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2108	2108	2094	2094	2107	2107
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.938	2.014	1.829	1.970	1.713	1.920
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	513.20	555.90	564.60	603.70	546.60	589.70
Peso suelo seco + tara (g)	428.38	447.22	470.89	464.74	456.26	442.39
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	84.82	108.68	93.71	138.96	90.34	147.31
Peso de suelo seco (g)	428.38	447.22	470.89	464.74	456.26	442.39
Contenido de humedad (%)	19.80	24.30	19.90	29.90	19.80	33.30
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.618	1.620	1.525	1.527	1.430	1.441

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/11/2019	13:30	0	21.000	0.000	0.0	125.000	0.000	0.0	8.000	0.000	0.0
23/11/2019	13:30	24	77.000	1.422	1.2	188.000	1.600	1.3	146.000	3.505	2.9
24/11/2019	13:30	48	184.000	4.140	3.4	292.000	4.242	3.5	256.000	6.299	5.2
25/11/2019	13:30	72	185.000	4.166	3.4	293.000	4.267	3.5	257.000	6.325	5.2
26/11/2019	13:30	72	185.000	4.166	3.4	293.000	4.267	3.5	257.000	6.325	5.2

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.8	33.9			0.5	20.2			0.3	11.1		
1.270		1.0	43.1			0.7	29.4			0.5	20.2		
1.905		1.7	75.0			1.2	52.2			1.0	43.1		
2.540	70.5	2.4	107.0	101.3	7.5	1.8	79.6	73.5	5.4	1.5	65.9	62.2	4.6
3.170		2.8	125.2			2.0	88.7			1.7	75.0		
3.810		3.1	138.9			2.5	111.5			2.1	93.3		
5.080	105.7	4.5	202.8	191.7	9.5	3.0	134.4	136.5	6.7	2.9	129.8	118.7	5.9
7.620		6.0	271.1			4.2	189.1			3.5	157.2		
10.160		8.0	362.2			5.3	239.2			4.7	211.9		

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO

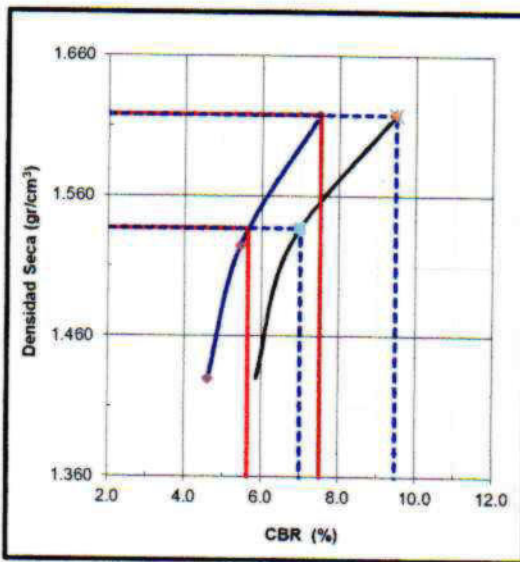
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 02

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 2  
T. MUESTRA : Km 137+040 L/izq.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

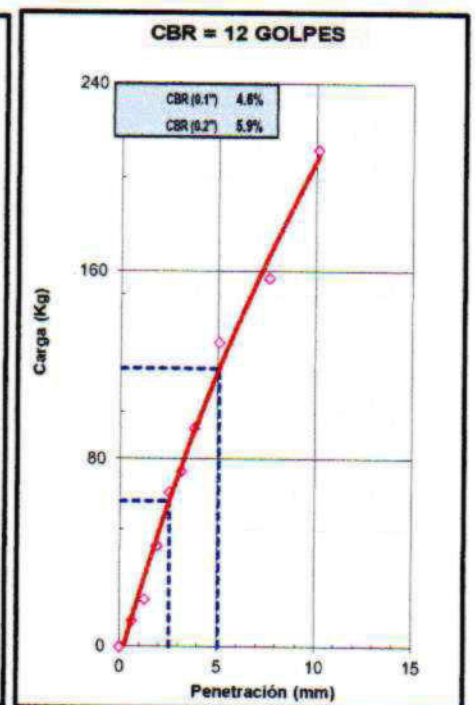
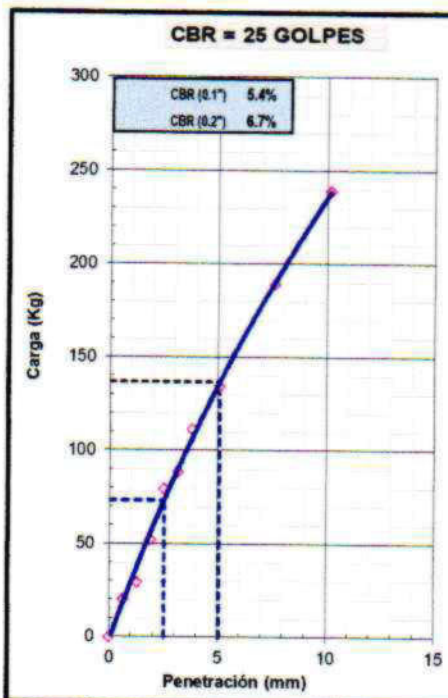
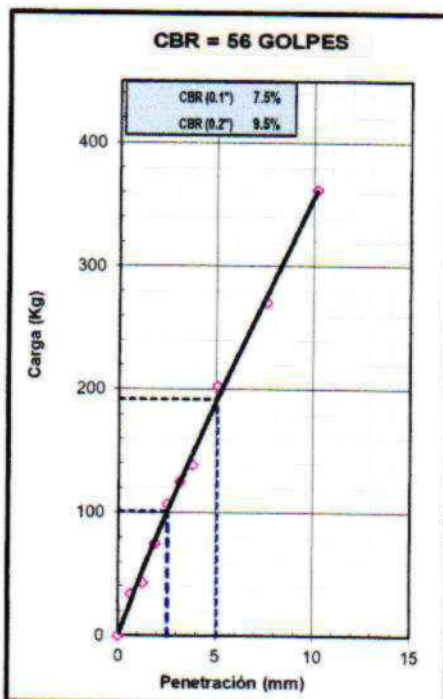


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.618  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 19.8  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.537

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	7.5	0.2":	9.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	5.6	0.2":	7.0

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	7.5	9.5
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	5.6	7.0

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO

PANEL FOTOGRAFICO

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
UBICACIÓN : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
N° CALICATA : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
: C - 02

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 2  
T. MUESTRA : Km 137+040 L/izq.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CYP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**REGISTRO DE EXCAVACION**

**OBRA** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**SOLICITANTE** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**TRAMO** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° CALICATA** : C - 02

**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M- 2  
**T. MUESTRA** : Km 137+040 L/izq.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactad Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos,	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	NIVEL FREATICO (m)				L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.			
0.10		Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. color marrón oscuro. en estado medianamente húmedo. plasticidad medianamente plástica. compactad medianamente compacta.		SC	A-2-6 (1)	22.6	45.1	32.3	-	32.4	16.3	14.3
0.15												
0.20												
0.25												
0.30												
0.35												
0.40												
0.45												
0.50												
0.55												
0.60												

**OBSERVACIONES** : \_\_\_\_\_

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC.CVP-RG-01  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA

**N° CALICATA** : C - 03

**N° MUESTRA** : M- 3

**T. MUESTRA** : Km 137+545

Eje

Tamaño máximo : 4.75 mm

P. Inicial (g.) : 560.5

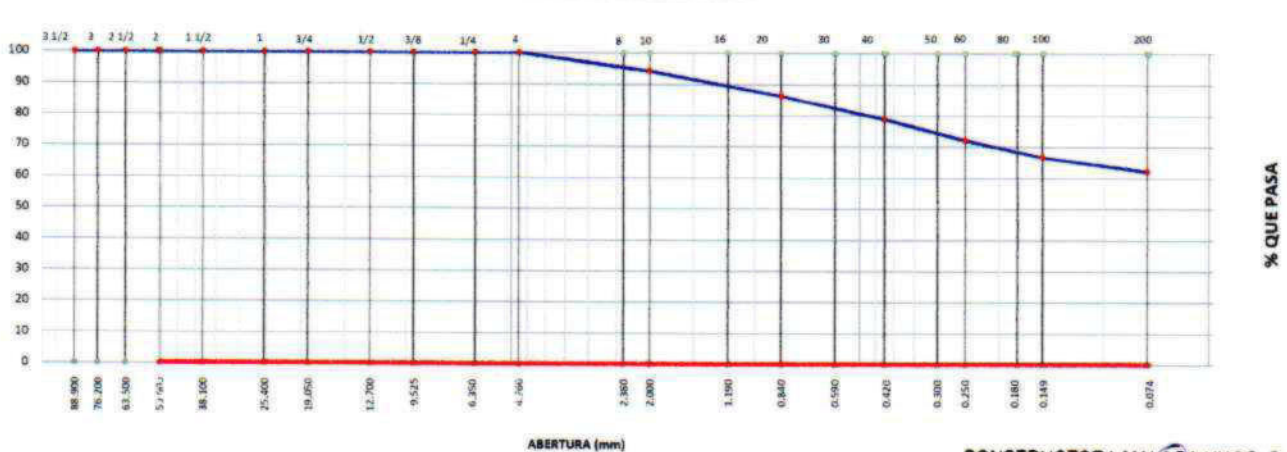
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación	Datos de la Muestra	
3 1/2"	88.900						OBSERVACIONES	
3"	76.200						Método de Compact. <b>A</b>	
2 1/2"	63.500						Humedad Natural	
2"	50.800						Sh + Tara	<b>3532.50</b>
1 1/2"	38.100						Ss + Tara	<b>3153.20</b>
1"	25.400						Humedad (%)	12.0
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350							
4	4.750				100.0			
8	2.360						D85	
10	2.000	<b>32.4</b>	5.8	5.8	94.2		D50	
16	1.180						D15	
20	0.840	<b>45.2</b>	8.1	13.8	86.2			
30	0.600						Descripción ( SUCS ):	
40	0.425	<b>40.7</b>	7.3	21.1	78.9		Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos organicos	
50	0.300						Modulo de Fineza	-
60	0.250	<b>38.6</b>	6.9	28.0	72.0		Grava 3" - Nº 4 :	
80	0.177						Arena Nº4 - Nº 200 :	37.9
100	0.150	<b>30.4</b>	5.4	33.4	66.6		Finos < Nº 200 :	62.1
200	0.075	<b>25.1</b>	4.5	37.9	62.1			
pasa		<b>348.1</b>	62.1	100.0				

**CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA**

Limite liquido (%)	54.09	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	1.641	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	37.85	Humedad óptima (%)	20.1	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	16.24	CBR: al 100%	4.6 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS.	OH	CBR: al 95%	Chatas y Alargadas	
	AASHTO	A-7-5 (10)	Expansión (%)	Peso Especifico (g./cc.)	
<b>Cu</b>	<b>Cc</b>		Equivalente de arena (%)	% de Absorción (%)	

**CURVA GRANULOMETRICA**



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES:

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-15  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 03

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 3  
T. MUESTRA : Km 137+545 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

HUMEDAD NATURAL

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{(w)}$	g	3532.50		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_s$	g	3153.2		
Tara $M_t$	g			
Peso de agua $M_w$		379.3		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	3153.2		
Humedad $w$	%	12.0		
Promedio de Humedad	%		12.0	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-02  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
 N° CALICATA : C - 03

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 3  
 T. MUESTRA : Km 137+545 Eje  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR  
 TAMAÑO MAXIMO : N° 40

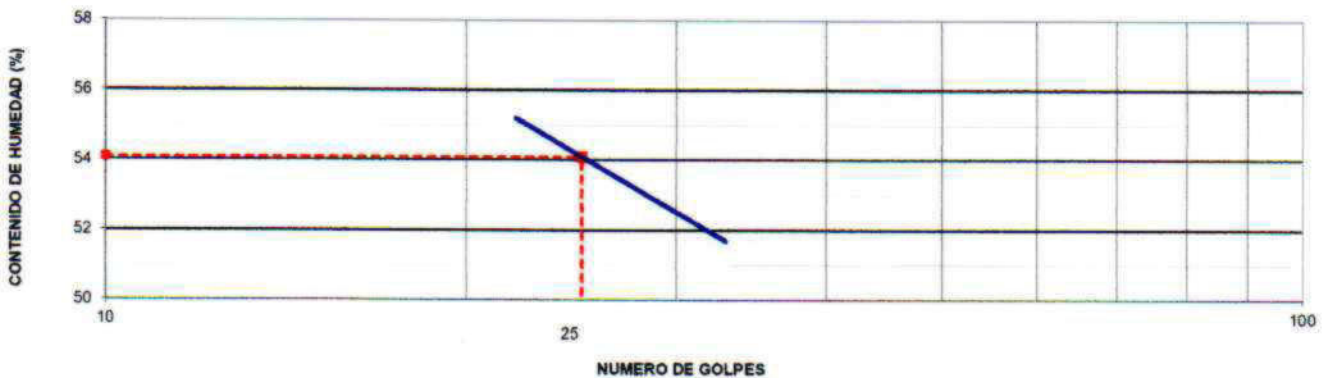
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		47	68	52	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	28.50	28.78	26.84	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.48	23.56	22.19	
PESO DE AGUA	(g)	5.02	5.22	4.65	
PESO DEL TARRO		13.76	13.81	13.76	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	9.7	9.8	8.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.6	53.5	55.2	
NUMERO DE GOLPES		33	27	22	19.0

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		23	43		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	24.06	15.08		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	23.31	14.53		
PESO DE AGUA	(g)	0.8	0.6		
PESO DEL TARRO	(g)	21.31	13.09		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.0	1.4		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.5	38.2		37.8

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	54.09
LIMITE PLASTICO	37.85
INDICE DE PLASTICIDAD	16.24

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-04  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

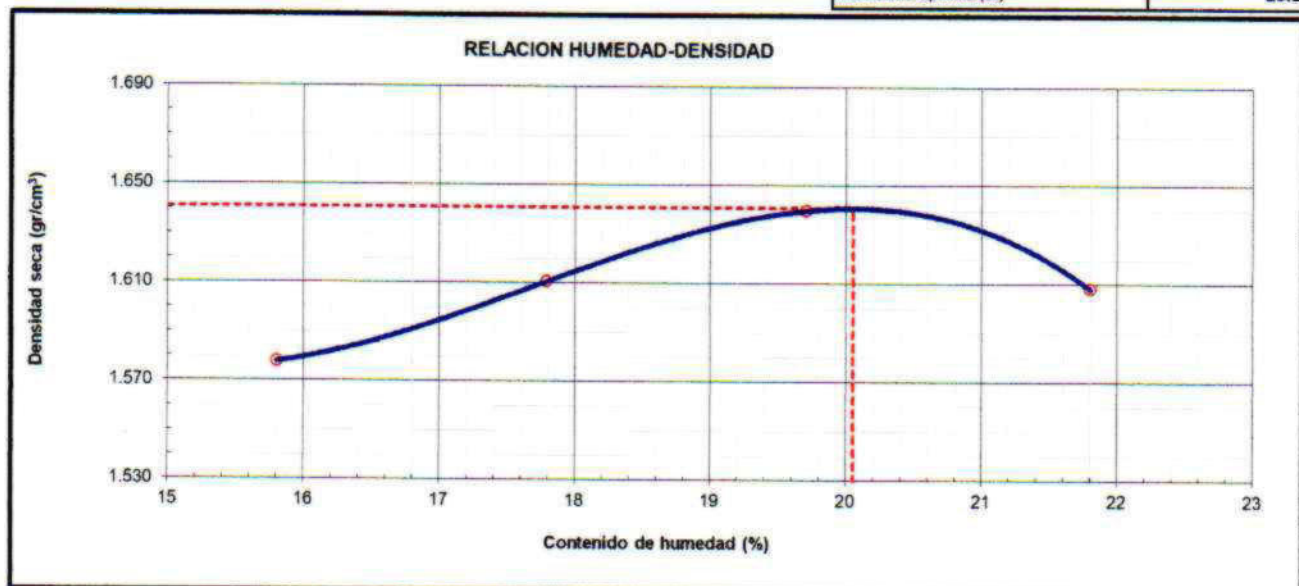
**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
**N° CALICATA** : C - 03

#### DATOS DE LA MUESTRA

**N° MUESTRA** : M- 3  
**T. MUESTRA** : Km 137+545 Eje  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
**CLASF. (SUCS)** : OH  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-5 (10)

METODO DE COMPACTACION : **A**

Peso suelo + molde	gr	5976	6042	6104	6100	
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1723.0	1789.0	1851.0	1847.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.827	1.897	1.963	1.959	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	536.4	572.7	562.5	571.5	
Peso del suelo seco + tara	gr	463.2	486.2	469.9	469.2	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	73.2	86.5	92.6	102.3	
Peso del suelo seco	gr	463.2	486.2	469.9	469.2	
Contenido de agua	%	15.80	17.79	19.71	21.80	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.578	1.611	1.640	1.608	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						<b>1.641</b>
<i>Humedad óptima (%)</i>						<b>20.1</b>



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-05  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvlió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA

N° CALICATA : C - 03

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 3

T. MUESTRA : Km 137+545

Eje

PROF.(m) : -1.50 del NSR

CLASF. (SUCS) : OH

CLASF. (AASHTO) : A-7-5 (10)

COMPACTACION

Moide N°	40		41		42	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12659	12855	12382	12682	12305	12617
Peso de molde (g)	8479	8479	8347	8347	8505	8505
Peso del suelo húmedo (g)	4180	4376	4035	4335	3800	4112
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2139	2139	2128	2128
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.971	2.063	1.886	2.044	1.786	1.939
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	537.40	589.30	526.90	566.60	568.30	572.90
Peso suelo seco + tara (g)	447.50	469.60	438.00	440.90	473.60	440.40
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	89.90	119.70	88.90	125.70	94.70	132.50
Peso de suelo seco (g)	447.50	469.60	438.00	440.90	473.60	440.40
Contenido de humedad (%)	20.09	25.49	20.30	28.51	20.00	30.09
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.641	1.644	1.568	1.577	1.488	1.485

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/12/2019	17:30	0	30	0.000	0.0	80	0.000	0.0	188	0.000	0.0
08/12/2019	17:30	24	150	3.048	2.5	190	2.794	2.3	289	2.565	2.1
09/12/2019	17:30	48	164	3.404	2.8	218	3.505	2.9	362	4.420	3.7
10/12/2019	17:30	72	250	5.588	4.6	309	5.817	4.8	456	6.807	5.6
11/12/2019	17:30	72	270	6.096	5.0	319	6.071	5.0	473	7.239	6.0

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 40				MOLDE N° 41				MOLDE N° 42			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.8	19.4			0.6	15.3			0.4	11.1		
1.270		1.6	35.9			1.3	29.7			0.6	15.3		
1.905		2.0	44.1			1.5	33.8			0.8	19.4		
2.540	70.5	2.9	62.7	61.7	4.6	1.7	37.9	43.1	3.2	1.0	23.5	24.9	1.8
3.170		3.5	75.1			2.0	44.1			1.2	27.6		
3.810		4.0	85.5			2.9	62.7			1.6	35.9		
5.080	105.7	4.7	99.9	102.2	5.0	3.7	79.3	72.4	3.6	2.3	50.3	47.6	2.4
7.620		6.2	131.0			4.2	89.6			3.2	68.9		
10.160		7.3	153.7			5.2	110.3			4.2	89.6		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

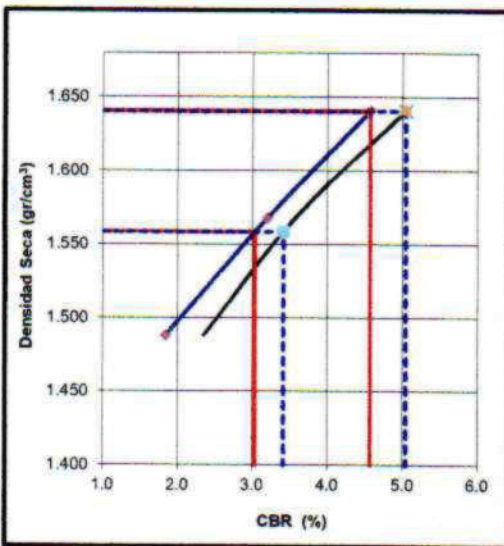
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 03

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 3  
T. MUESTRA : Km 137+545 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

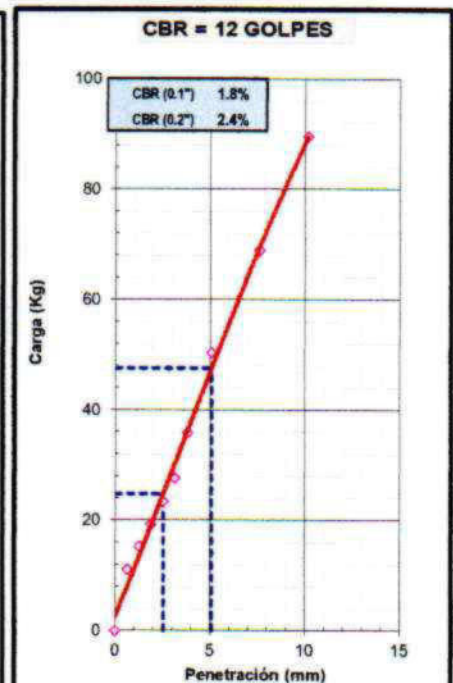
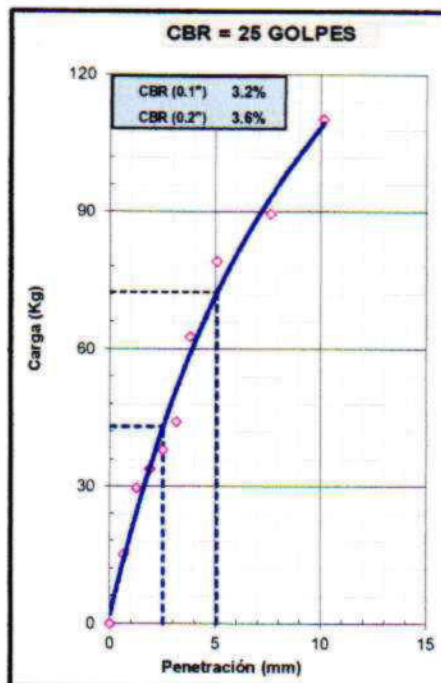
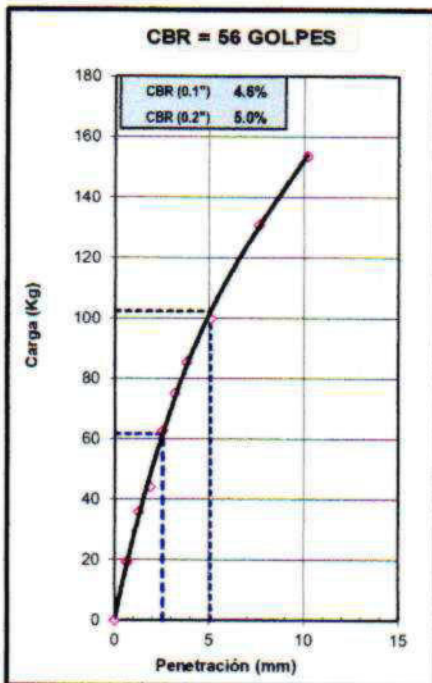


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.641  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 20.1  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.559

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	4.57	0.2":	5.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	3.03	0.2":	3.4

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	4.6	5.0
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	3.0	3.4

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

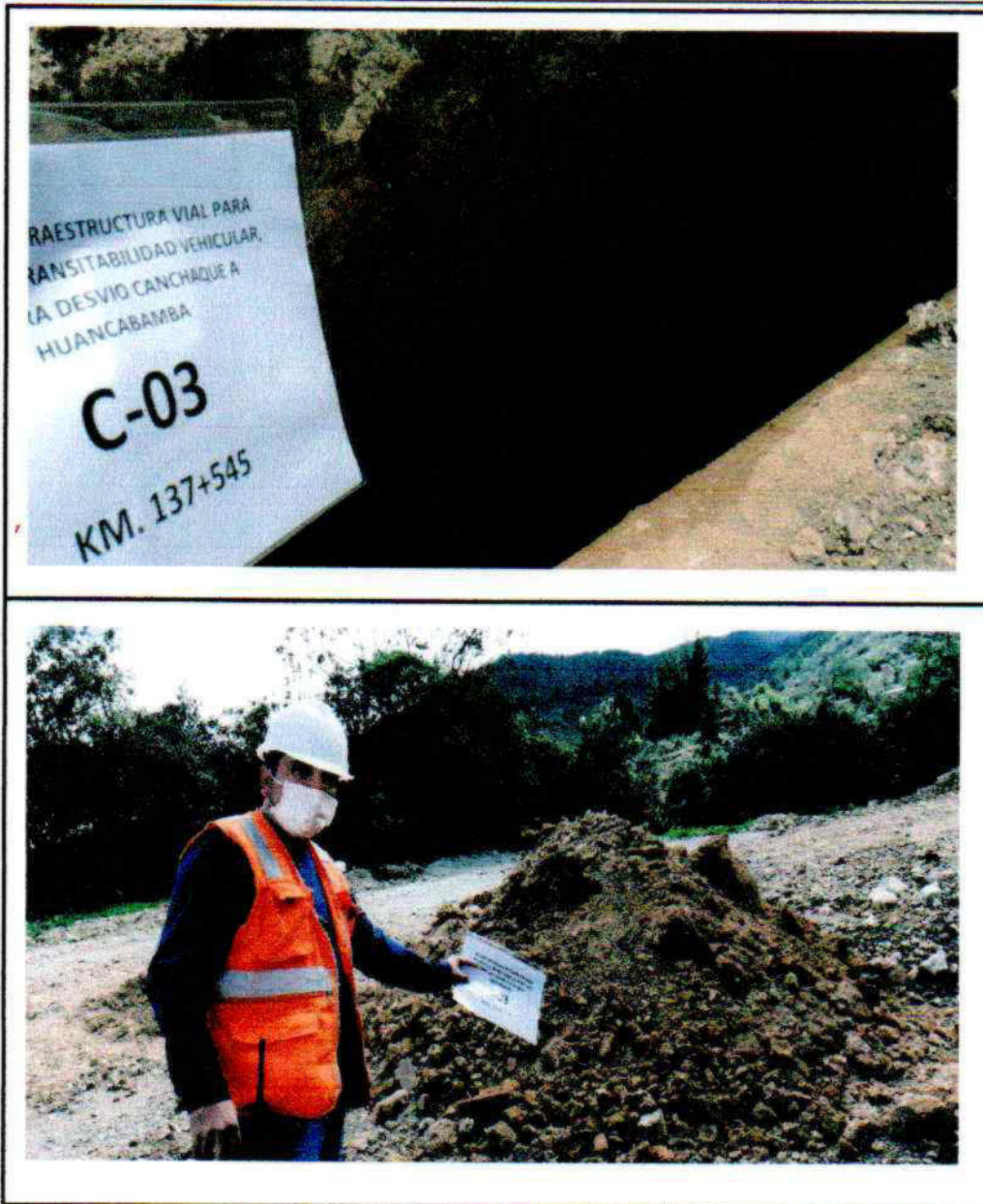
CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 03 Km 000+000

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M-3  
T. MUESTRA : Km 137+545 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

REGISTRO DE EXCAVACION

OBRA : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TRAMO : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
PARTIDA : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 03

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 3  
T. MUESTRA : Km 137+545 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactidad Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	GRANULOMETRIA					L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)	
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.					
0.10														
0.20														
0.30														
0.40														
0.50														
0.60														
0.70														
0.80														
0.90														
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50														
		Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos. color amarillo pardusco. en estado húmedo. plasticidad medianamente plástica. compacidad media.		OH	A-7-5 (10)	62.1	37.9	-	-	54.1	16.2	12.0		

OBSERVACIONES : Calicata Ejecutada a 1.50 m. a nivel de la subrasante

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC.CVP-RG-01  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : CANCHAQUE - HUANCABAMBA

**N° CALICATA** : C - 04

**N° MUESTRA** : M- 4

**T. MUESTRA** : Km 138+070

Eje

Tamaño máximo : **4.75 mm**

P. Inicial (g.) : **510.3**

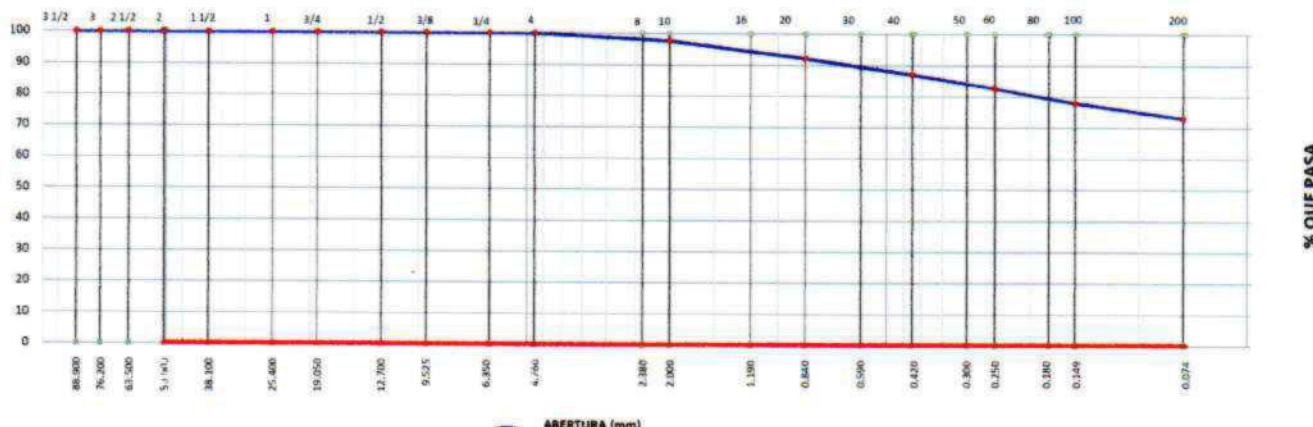
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación	Datos de la Muestra	
3 1/2"	88.900						OBSERVACIONES  Método de Compact. <b>A</b>  Humedad Natural	
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							
3/8"	9.525							
1/4"	6.350							
4	4.750				100.0		Sh + Tara	<b>2501.50</b>
8	2.360						Ss + Tara	<b>2080.20</b>
10	2.000	<b>12.1</b>	2.4	2.4	97.6		Humedad (%)	20.3
16	1.180						<b>D85</b>	
20	0.840	<b>28.3</b>	5.5	7.9	92.1		<b>D50</b>	
30	0.600						<b>D15</b>	
40	0.425	<b>26.1</b>	5.1	13.0	87.0		Descripción ( SUCS ) :	
50	0.300						Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos	
60	0.250	<b>22.2</b>	4.4	17.4	82.6		Modulo de Fineza	-
80	0.177						Grava 3" - Nº 4 :	
100	0.150	<b>24.6</b>	4.8	22.2	77.8		Arena Nº4 - Nº 200 :	27.0
200	0.075	<b>24.6</b>	4.8	27.0	73.0		Finos < Nº 200 :	73.0
pasa		<b>372.4</b>	73.0	100.0				

### CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Limite liquido (%)	66.49	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	1.584	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	34.00	Humedad óptima (%)	19.4	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	32.49	CBR.: al 100%	2.3 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS.	OH	CBR.: al 95%	1.5 %	Chatas y Alargadas
	AASHTO	A-7-5 (19)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)
<b>Cu</b>	<b>Cc</b>		Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)

### CURVA GRANULOMETRICA



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES:

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-15  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 04

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 4  
T. MUESTRA : Km 138+070 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

**HUMEDAD NATURAL**

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{ows}$	g	2501.50		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{cs}$	g	2080.2		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		421.3		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	2080.2		
Humedad w	%	20.3		
Promedio de Humedad	%	20.3		

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-02  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
 N° CALCATA : C - 04

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 4  
 T. MUESTRA : Km 138+070 Eje  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR  
 TAMAÑO MAXIMO : N° 40

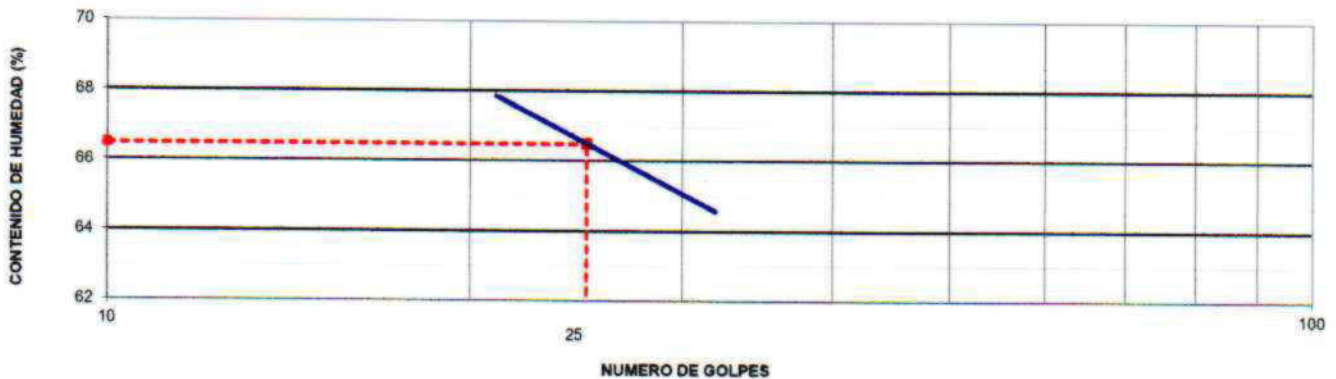
**LIMITE LIQUIDO**

N° TARRO		29	28	27	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	48.39	50.60	49.99	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	43.48	45.46	45.23	
PESO DE AGUA	(g)	4.91	5.14	4.76	
PESO DEL TARRO		35.87	37.71	38.21	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.6	7.8	7.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	64.5	66.3	67.8	
NUMERO DE GOLPES		32	26	21	19.0

**LIMITE PLASTICO**

N° TARRO		42	22		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	15.62	15.04		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.00	14.46		
PESO DE AGUA	(g)	0.6	0.6		
PESO DEL TARRO	(g)	13.17	12.76		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1.8	1.7		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.9	34.1		34.0

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	66.49
LIMITE PLASTICO	34.00
INDICE DE PLASTICIDAD	32.49

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
 JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-04  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 04

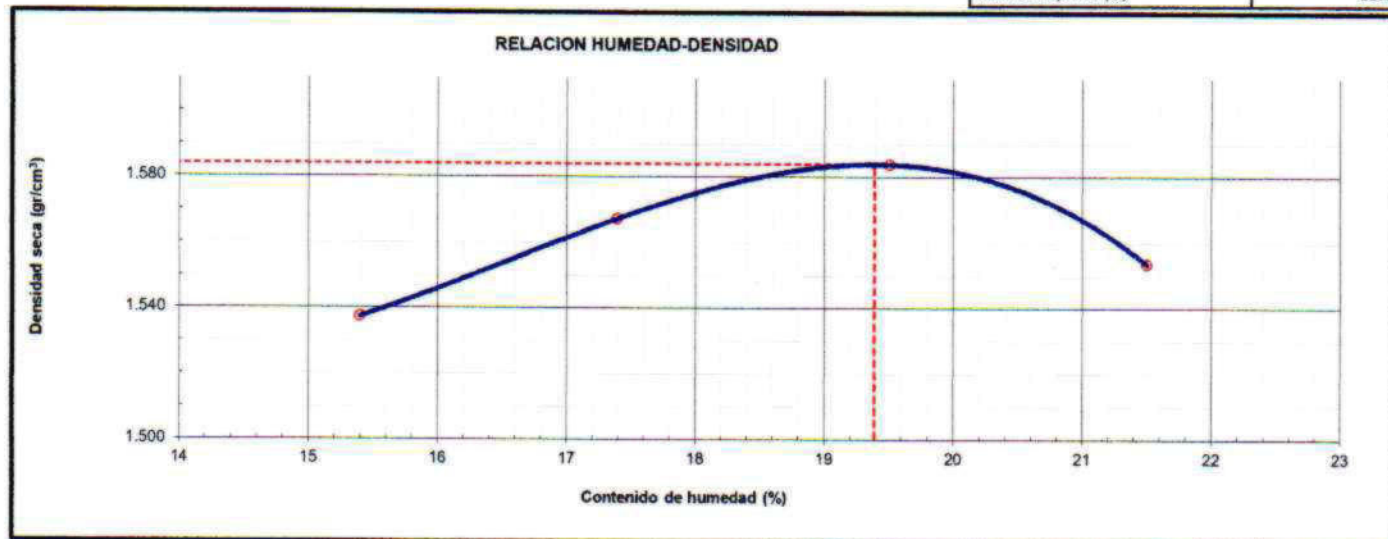
**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 4  
T. MUESTRA : Km 138+070  
PROF.(m) : -1.50 del NSR  
Eje  
CLASF. (SUCS) : OH  
CLASF. (AASHTO) : A-7-5 (19)

METODO DE COMPACTACION : **A**

Peso suelo + molde	gr	5926	5988	6038	6033
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253
Peso suelo húmedo compactado	gr	1673.0	1735.0	1785.0	1780.0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943
Peso volumétrico húmedo	gr	1.774	1.840	1.893	1.888
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	579.3	556.8	566.6	552.1
Peso del suelo seco + tara	gr	502.0	474.3	474.1	454.4
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso de agua	gr	77.3	82.5	92.5	97.7
Peso del suelo seco	gr	502.0	474.3	474.1	454.4
Contenido de agua	%	15.40	17.39	19.51	21.50
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.537	1.567	1.584	1.554

Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>) : **1.584**  
Humedad óptima (%) : **19.4**



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-05  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 04

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 4  
T. MUESTRA : Km 138+070 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR  
CLASF. (SUCS) : OH  
CLASF. (AASHTO) : A-7-5 (19)

COMPACTACION

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12609	12826	11618	12032	13315	13872
Peso de molde (g)	8601	8601	7820	7820	9788	9788
Peso del suelo húmedo (g)	4008	4225	3798	4212	3527	4084
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2123	2123	2123	2123	2123	2123
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.888	1.990	1.789	1.984	1.661	1.924
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	568.90	592.70	575.30	564.40	581.70	585.60
Peso suelo seco + tara (g)	477.30	472.30	481.40	425.00	486.40	421.30
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	91.60	120.40	93.90	139.40	95.30	164.30
Peso de suelo seco (g)	477.30	472.30	481.40	425.00	486.40	421.30
Contenido de humedad (%)	19.19	25.49	19.51	32.80	19.59	39.00
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.584	1.586	1.497	1.494	1.389	1.384

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/12/2019	17:30	0	52	0.000	0.0	54	0.000	0.0	54	0.000	0.0
08/12/2019	17:30	24	162	2.794	2.3	168	2.896	2.4	170	2.946	2.4
09/12/2019	17:30	48	225	4.394	3.6	245	4.851	4.0	278	5.690	4.7
10/12/2019	17:30	72	427	9.525	7.9	450	10.058	8.3	456	10.211	8.4
11/12/2019	17:30	72	428	9.550	7.9	453	10.135	8.4	459	10.287	8.5

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.6	15.3			0.2	7.0			0.1	4.9		
1.270		0.7	17.3			0.4	11.1			0.2	7.0		
1.905		0.9	21.4			0.5	13.2			0.4	11.1		
2.540	70.5	1.3	29.7	31.1	2.3	0.8	19.4	20.0	1.5	0.5	13.2	14.9	1.1
3.170		1.6	35.9			1.0	23.5			0.8	19.4		
3.810		2.0	44.1			1.3	29.7			0.9	21.4		
5.080	105.7	2.5	54.5	51.6	2.5	1.6	35.9	34.6	1.7	1.3	29.7	27.8	1.4
7.620		3.0	64.8			2.0	44.1			1.7	37.9		
10.160		3.8	81.3			2.5	54.5			2.3	50.3		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA

N° CALICATA : C - 04 Km 000+000

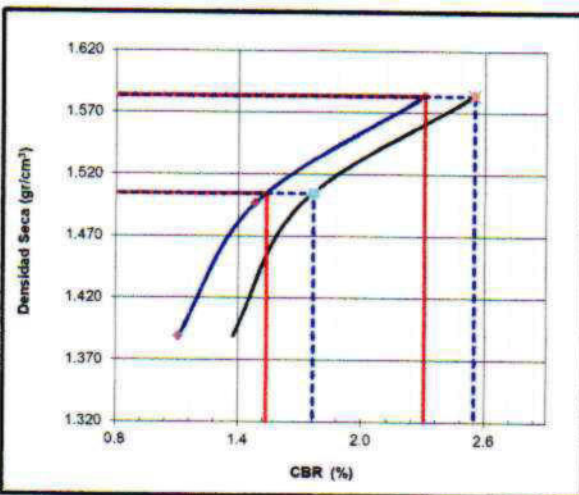
DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M - 4

T. MUESTRA : Km 138+070

Eje

PROF.(m) : -1.50 del NSR

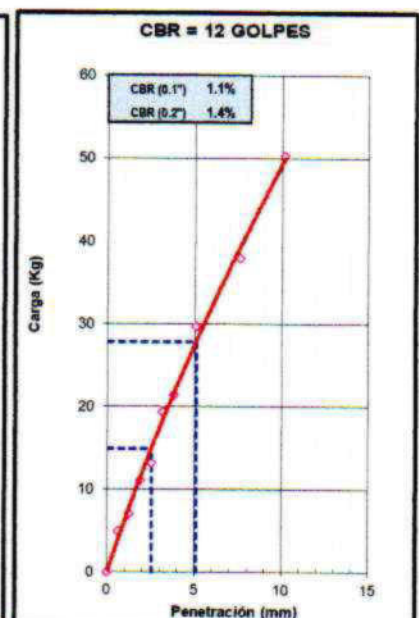
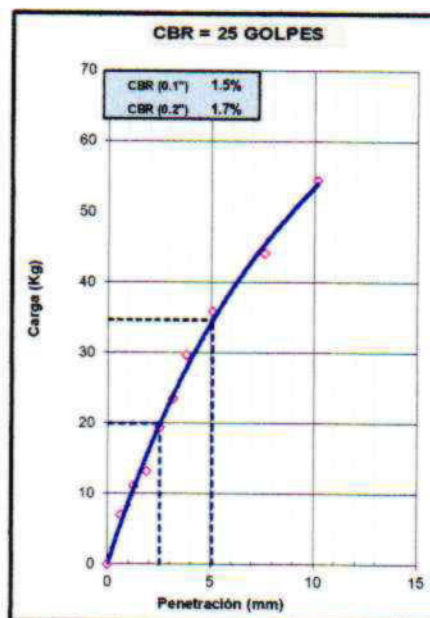
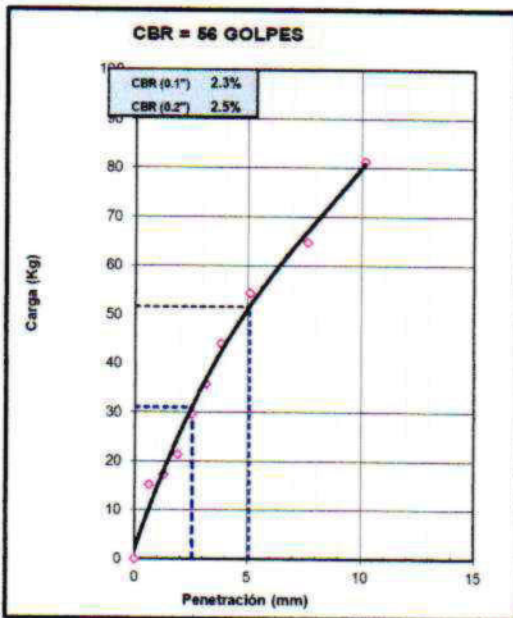


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.584  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 19.4  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.505

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	2.31	0.2":	2.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	1.54	0.2":	1.8

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	2.3	2.5
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	1.5	1.8

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 04

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 4  
T. MUESTRA : Km 138+070 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Meltrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

REGISTRO DE EXCAVACION

OBRA : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TRAMO : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
PARTIDA : CANCHAQUE - HUANCABAMBA  
N° CALICATA : C - 04

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 4  
T. MUESTRA : Km 138+070 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactación Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos, etc.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	GRANULOMETRIA				L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)	
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.				
0.10													
0.20													
0.30													
0.40													
0.50													
0.60													
0.70													
0.80		Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos. color marrón muy oscuro. en estado húmedo. plasticidad altamente plástica. compactación blanda.		OH	A-7-5 (19)	73.0	27.0	-	-	66.5	32.5	20.3	
0.90													
1.00													
1.10													
1.20													
1.30													
1.40													
1.50													

OBSERVACIONES

Calicata Ejecutada a 1.50 m

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Mediano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.01.21

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

**N° CALICATA** : C - 05

**N° MUESTRA** : M - 5

**T. MUESTRA** : Km 138+500 L/Der.

**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

Tamaño máximo : **4.75 mm**

P. Inicial (g.) : **8,423.0**

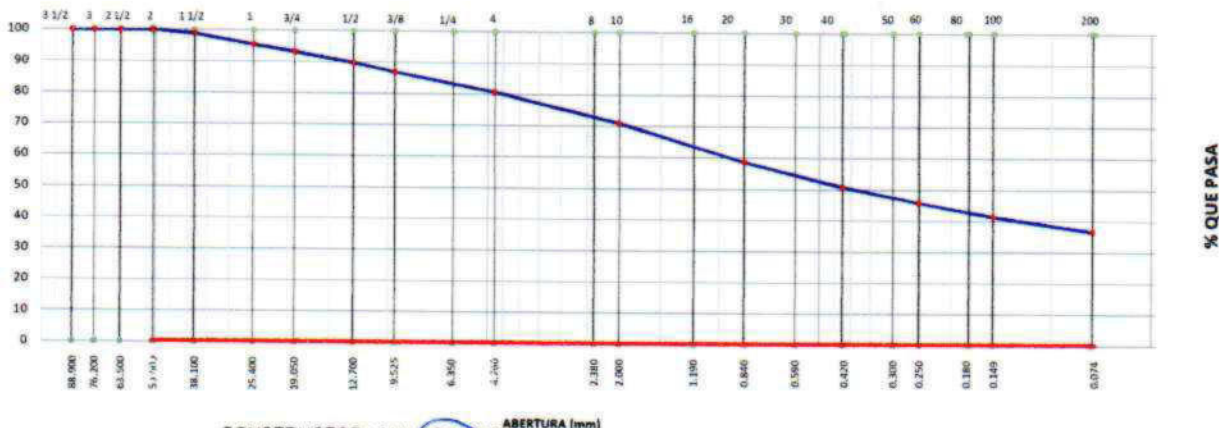
Fracc. de finos (g.) : **732.4**

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación		Datos de la Muestra	
3 1/2"	88.900							OBSERVACIONES	
3"	76.200								
2 1/2"	63.500								
2"	50.800				100.0			Método de Compact. <b>A</b>	
1 1/2"	38.100	97.0	1.2	1.2	98.8				
1"	25.400	288.0	3.4	4.6	95.4				
3/4"	19.050	187.0	2.2	6.8	93.2			Humedad Natural	
1/2"	12.700	292.0	3.5	10.3	89.7				
3/8"	9.525	237.0	2.8	13.1	86.9				
1/4"	6.350							Sh + Tara	4194.70
4	4.750	530.6	6.3	19.4	80.6			Ss + Tara	3899.50
8	2.360							Humedad (%)	7.6
10	2.000	89.4	9.8	29.2	70.8			D85	
16	1.180							D50	
20	0.840	110.4	12.2	41.4	58.6			D15	
30	0.600							Descripción (SUCS) : Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	
40	0.425	72.0	7.9	49.3	50.7				
50	0.300								
60	0.250	45.0	5.0	54.2	45.8			Modulo de Fineza	
80	0.177								
100	0.150	40.1	4.4	58.7	41.3				
200	0.075	44.0	4.8	63.5	36.5			Grava 3" - Nº 4 :	19.4
pasa		331.5	36.5	100.0				Arena Nº4 - Nº 200 :	44.1
								Finos < Nº 200 :	36.5

### CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Limite liquido (%)	39.58	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	1.721	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	25.25	Humedad óptima (%)	20.2	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	14.33	CBR.: al 100%	10.3 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS.	SC	CBR.: al 95%	6.0 %	Chatas y Alargadas
	AASHTO	A-6 (1)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)
Cu	Cc	Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)	-

### CURVA GRANULOMETRICA



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES:

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.01.21

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 05

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 5  
T. MUESTRA : Km 138+500 L/Der.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

**HUMEDAD NATURAL**

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{cws}$	g	4194.70		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{cs}$	g	3899.5		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		295.2		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	3899.5		
Humedad $w$	%	7.6		
Promedio de Humedad	%		7.6	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 05

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 5 TAMAÑO MAXIMO : N° 40  
T. MUESTRA : Km 138+500 L/Der.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

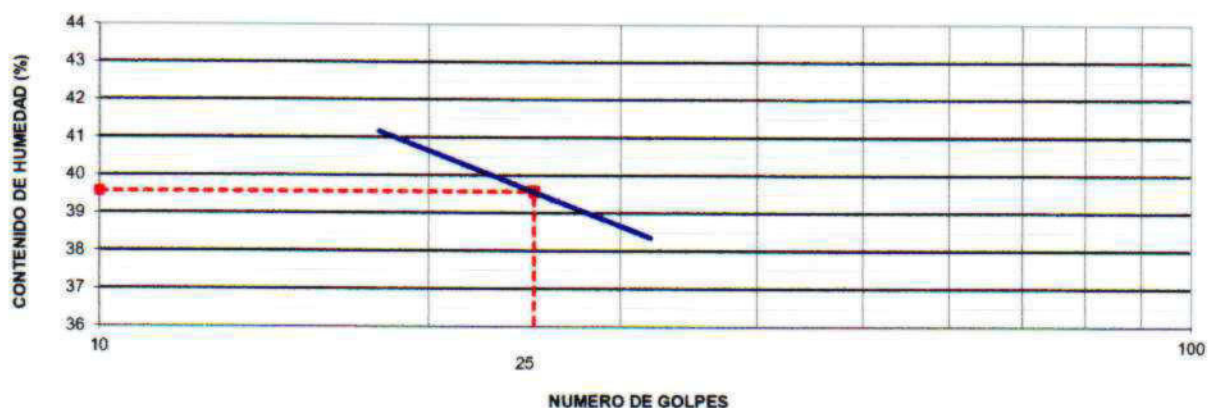
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		27	30	24	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	59.63	54.76	59.95	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	53.69	49.40	53.80	
PESO DE AGUA	(g)	5.94	5.36	6.15	
PESO DEL TARRO		38.23	35.82	38.88	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	15.5	13.6	14.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.4	39.5	41.2	
NUMERO DE GOLPES		32	25	18	

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		27	36		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	25.68	17.45		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	24.92	16.84		
PESO DE AGUA	(g)	0.8	0.6		
PESO DEL TARRO	(g)	21.89	14.44		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.0	2.4		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	25.1	25.4		25.25

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	39.58
LIMITE PLASTICO	25.25
INDICE DE PLASTICIDAD	14.33

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

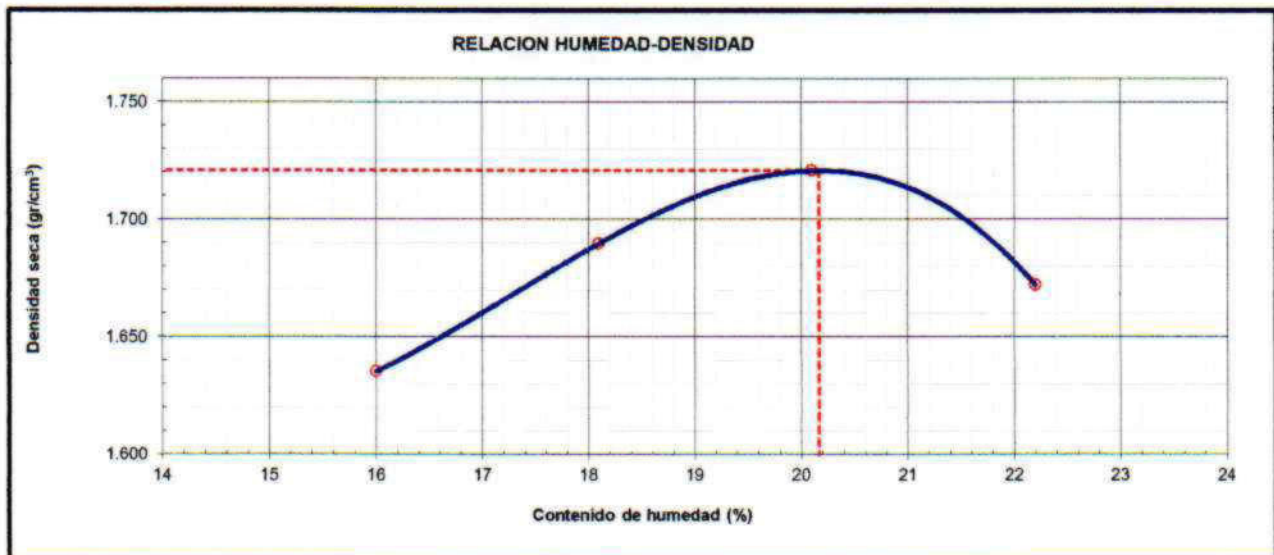
**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
**N° CALICATA** : C - 05

**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M- 5  
**T. MUESTRA** : Km 138+500 L/Der.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
CLASF. (SUCS) : SC  
CLASF. (AASHTO) : A-6 (1)

METODO DE COMPACTACION : **A**

Peso suelo + molde	gr	6042	6135	6202	6180	
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1789.0	1882.0	1949.0	1927.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.897	1.996	2.067	2.043	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	560.2	509.7	591.4	600.1	
Peso del suelo seco + tara	gr	482.9	431.6	492.4	491.1	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	77.3	78.1	99.0	109.0	
Peso del suelo seco	gr	482.9	431.6	492.4	491.1	
Contenido de agua	%	16.00	18.10	20.10	22.20	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.635	1.690	1.721	1.672	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.721
					Humedad óptima (%)	20.2



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.01.21

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

**N° CALICATA** : C - 05

**DATOS DE LA MUESTRA**

**N° MUESTRA** : M- 5

**T. MUESTRA** : Km 138+500 L/Der.

**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

**CLASF. (SUCS)** : SC

**CLASF. (AASHTO)** : A-6 (1)

**COMPACTACION**

Molde Nº	3		2		6	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11885	1186	13229	13401	12262	12500
Peso de molde (g)	7530	7530	9136	9136	8322	8322
Peso del suelo húmedo (g)	4355	-6344	4093	4265	3940	4178
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2107	2107	2094	2094	2143	2143
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.067	-3.011	1.955	2.024	1.839	1.983
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	362.50	289.30	401.20	352.50	372.90	381.70
Peso suelo seco + tara (g)	301.83	236.93	333.78	284.00	310.49	301.50
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	60.67	52.37	67.42	68.50	62.41	80.20
Peso de suelo seco (g)	301.83	236.93	333.78	284.00	310.49	301.50
Contenido de humedad (%)	20.10	22.10	20.20	24.12	20.10	26.60
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.721	-2.466	1.626	1.641	1.531	1.540

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/11/2001	15:00	0	57.000	0.000	0.0	155.000	0.000	0.0	321.000	0.000	0.0
08/11/2001	15:00	24	145.000	2.235	1.8	266.000	2.819	2.3	434.000	2.870	2.4
09/11/2001	15:00	48	236.000	4.547	3.8	376.000	5.613	4.6	552.000	5.867	4.8
10/11/2001	15:00	72	283.000	5.740	4.7	379.000	5.690	4.7	552.000	5.867	4.8
11/11/2001	15:00	72	288.000	5.867	4.8	385.000	5.842	4.8	552.000	5.867	4.8

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		1.8	40.0			0.8	19.4			0.6	15.3		
1.270		3.5	75.1			0.9	21.4			1.0	23.5		
1.905		3.9	83.4			1.6	35.9			1.4	31.8		
2.540	70.5	6.4	135.1	138.7	10.3	2.8	60.7	76.8	5.7	2.0	44.1	55.5	4.1
3.170		8.3	174.4			4.3	91.7			3.2	68.9		
3.810		9.3	195.2			7.4	155.8			4.3	91.7		
5.080	105.7	12.9	269.9	246.3	12.2	8.1	170.3	155.6	7.7	6.6	139.2	116.4	5.7
7.620		15.0	313.6			9.5	199.3			7.3	153.7		
10.160		19.7	411.5			13.6	284.5			10.3	215.9		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.01.21

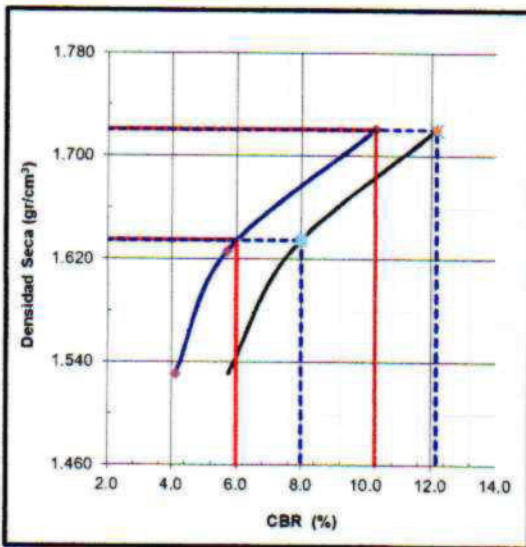
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 05

### DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 5  
T. MUESTRA : Km 138+500 L/Der.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

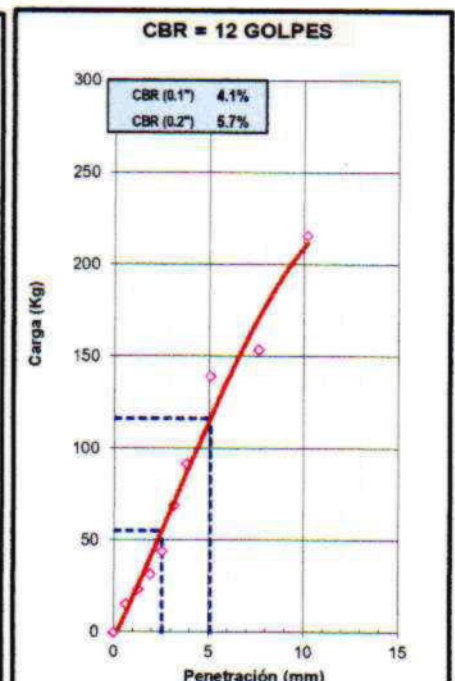
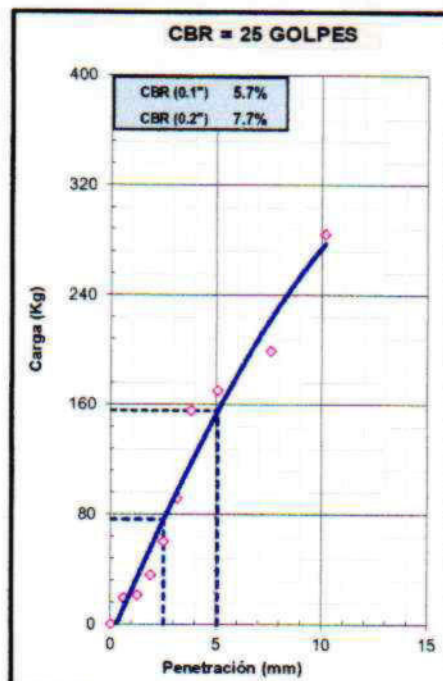
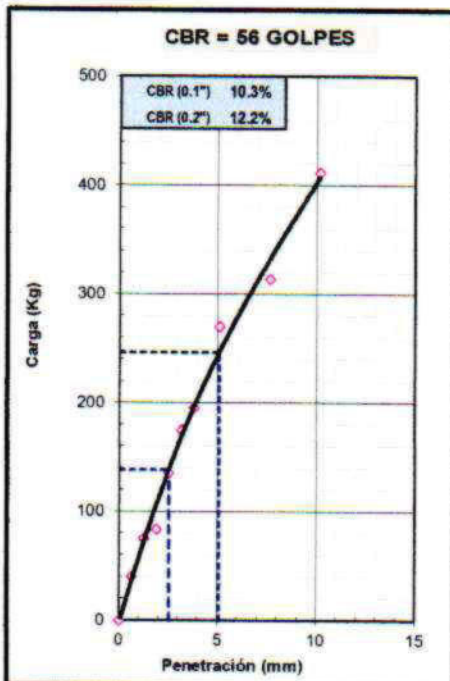


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.721  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 20.2  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.635

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	10.3	0.2":	12.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	6.0	0.2":	8.0

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	10.3	12.2
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	6.0	8.0

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 05

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 5  
T. MUESTRA : Km 138+500 L/Der.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

**REGISTRO DE EXCAVACION**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TESISISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
 N° CALICATA : C - 05

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 5  
 T. MUESTRA : Km 138+500 L/Der.  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR

NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactación Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos, etc.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	GRANULOMETRIA				L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)	
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.				
0.10													
0.20													
0.30													
0.40													
0.50													
0.60													
0.70													
0.80													
0.90													
1.00													
1.10													
1.20													
1.30													
1.40													
1.50													
				SC	A-6 (1)	36.5	44.1	19.4	-	39.6	14.3	7.6	

OBSERVACIONES : Calicata Ejecutada a 1.50 m a nivel de la subrasante.  
 CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
 JEFE DE LABORATORIO



# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC.CVP-RG-01  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

**N° CALICATA** : C - 06

### DATOS DE MUESTRA

**N° MUESTRA** : M- 6  
**T. MUESTRA** : Km 139+100 L/Izq.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
 Tamaño máximo : 4.75 mm  
 P. Inicial (g.) : 613.1

Tamices	Abertura	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación	Datos de la Muestra
ASTM	en mm.						
3 1/2"	88.900						OBSERVACIONES  Método de Compact. <b>A</b>  Humedad Natural
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
4	4.750				100.0		Sh + Tara
8	2.360						Ss + Tara
10	2.000	20.8	3.4	3.4	96.6		Humedad (%)
16	1.180						
20	0.840	29.9	4.9	8.3	91.7		
30	0.600						
40	0.425	29.7	4.8	13.1	86.9		Descripción ( SUCS ):
50	0.300						Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos organicos
60	0.250	25.4	4.1	17.3	82.7		
80	0.177						
100	0.150	28.6	4.7	21.9	78.1		Modulo de Fineza
200	0.075	46.6	7.6	29.5	70.5		Grava 3" - Nº 4 :
pasa		433.1	70.5	100.0			Arena Nº4 - Nº 200 :
							Finos < Nº 200 :

### CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Limite líquido (%)	57.88	Máx. Dens. Seca (gr/cc)	1.555	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	30.90	Humedad óptima (%)	22.0	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	26.98	CBR.: al 100%	3.0 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS. OH	CBR.: al 95%	2.0 %	Chatas y Alargadas	
	AASHTO A-7-5 (17)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)	
<b>Cu</b>	<b>Cc</b>	Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)	-

### CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-15  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 06

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 6  
T. MUESTRA : Km 139+100 L/izq.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

**HUMEDAD NATURAL**

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{cws}$	g	3464.40		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{cs}$	g	2921.6		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		542.8		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	2921.6		
Humedad w	%	18.6		
Promedio de Humedad	%		18.6	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-02  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
 N° CALICATA : C - 06

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 6 TAMAÑO MAXIMO : N° 40  
 T. MUESTRA : Km 139+100 L/izq.  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR

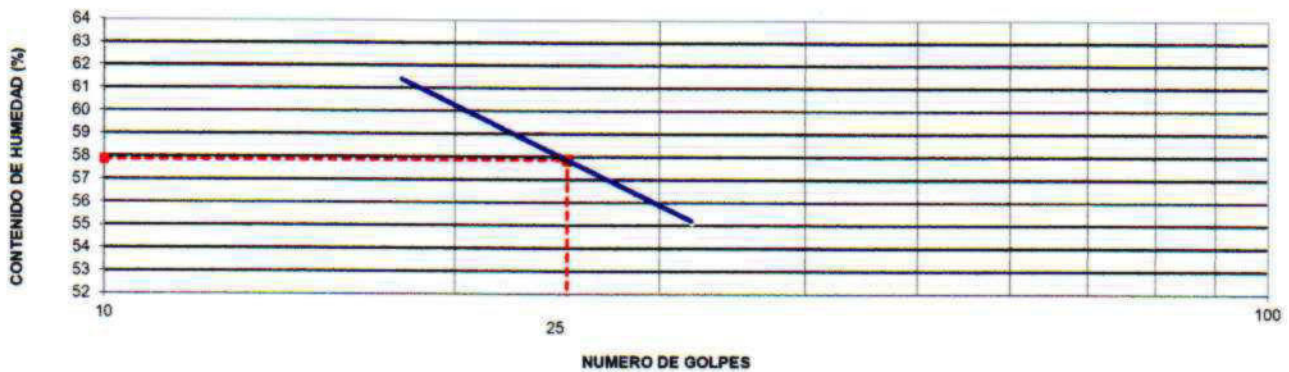
**LIMITE LIQUIDO**

Nº TARRO		34	31	28
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	50.05	51.33	55.79
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	43.90	45.51	48.92
PESO DE AGUA	(g)	6.15	5.82	6.87
PESO DEL TARRO		32.76	35.54	37.73
PESO DEL SUELO SECO	(g)	11.1	10.0	11.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	55.2	58.4	61.4
NUMERO DE GOLPES		32	24	18

**LIMITE PLASTICO**

Nº TARRO		38	31	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	16.11	16.80	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	15.31	16.07	
PESO DE AGUA	(g)	0.8	0.7	
PESO DEL TARRO	(g)	12.73	13.71	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	2.6	2.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.8	31.0	30.90

**CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	57.9
LIMITE PLASTICO	30.9
INDICE DE PLASTICIDAD	27.0

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
 JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-04  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

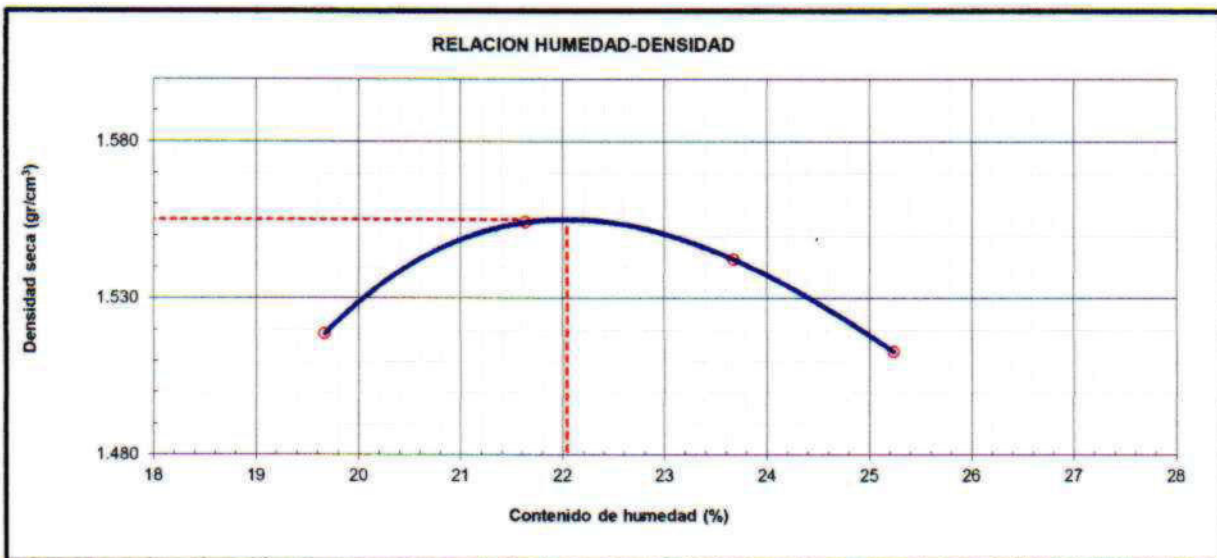
TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 06

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 6  
T. MUESTRA : Km 139+100 L/izq.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR  
CLASF. (SUCS) : OH  
CLASF. (AASHTO) : A-7-5 (17)

METODO DE COMPACTACION : **A**

Peso suelo + molde	gr	5967	6036	6052	6040	
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1714.0	1783.0	1799.0	1787.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.818	1.891	1.908	1.895	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	523.2	587.9	533.9	602.4	
Peso del suelo seco + tara	gr	437.2	483.3	431.7	481.0	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	86.0	104.6	102.2	121.4	
Peso del suelo seco	gr	437.2	483.3	431.7	481.0	
Contenido de agua	%	19.67	21.64	23.67	25.24	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.519	1.554	1.543	1.513	
					Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.555
					Humedad óptima (%)	22.0



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-05  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

**N° CALICATA** : C - 06

### DATOS DE LA MUESTRA

**N° MUESTRA** : M- 6

**CLASF. (SUCS)** : OH

**T. MUESTRA** : Km 139+100 L/Izq.

**CLASF. (AASHTO)** : A-7-5 (17)

**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

### COMPACTACION

Molde N°	10		11		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13180	13637	12368	12851	12749	13269
Peso de molde (g)	9182	9182	8510	8510	9165	9165
Peso del suelo húmedo (g)	3998	4455	3858	4341	3584	4104
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2115	2174	2174	2163	2354
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.890	2.106	1.775	2.052	1.657	1.940
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	58.60	566.80	60.70	539.10	65.00	586.80
Peso suelo seco + tara (g)	48.10	418.30	49.70	386.20	53.20	405.20
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	10.50	148.50	11.00	152.90	11.80	181.60
Peso de suelo seco (g)	48.10	418.30	49.70	386.20	53.20	405.20
Contenido de humedad (%)	21.83	35.50	22.13	39.59	22.18	44.82
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.552	1.555	1.453	1.430	1.356	1.204

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
31/10/2019	14:30	0	171.000	0.000	0.0	82.000	0.000	0.0	179.000	0.000	0.0
01/11/2019	14:30	24	460.000	7.341	6.1	380.000	7.569	6.3	596.000	10.592	8.8
02/11/2019	14:30	48	501.000	8.382	6.9	481.000	10.135	8.4	597.000	10.617	8.8
03/11/2019	14:30	72	570.000	10.135	8.4	490.000	10.363	8.6	599.000	10.668	8.8
04/11/2019	14:30	72	580.000	10.389	8.6	495.000	10.490	8.7	600.000	10.693	8.8

### PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 10				MOLDE N° 11				MOLDE N° 12			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.6	15.3			0.4	11.1			0.1	4.9		
1.270		0.9	21.4			0.5	13.2			0.2	7.0		
1.905		1.2	27.6			0.7	17.3			0.2	7.0		
2.540	70.5	1.7	37.9	40.4	3.0	0.9	21.4	23.4	1.7	0.4	11.1	11.7	0.9
3.170		2.2	48.3			1.2	27.6			0.5	13.2		
3.810		2.9	62.7			1.5	33.8			0.8	19.4		
5.080	105.7	3.3	71.0	71.3	3.5	2.5	54.5	49.2	2.4	1.3	29.7	27.1	1.3
7.620		4.3	91.7			3.3	71.0			1.9	42.1		
10.160		5.0	106.1			4.1	87.5			2.6	56.5		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-06  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

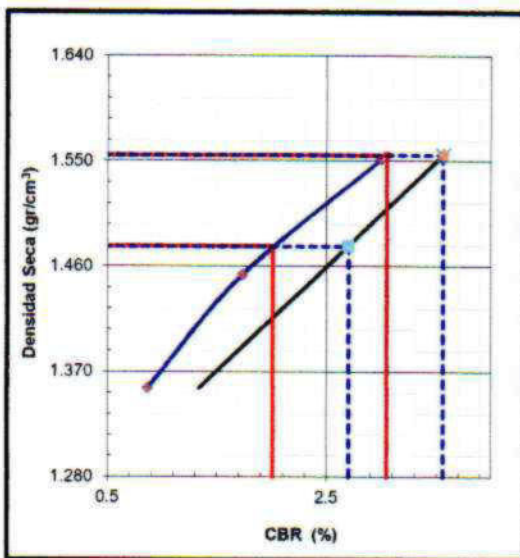
## RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
 N° CALICATA : C - 06

### DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 6  
 T. MUESTRA : Km 139+100 L/Izq.  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR

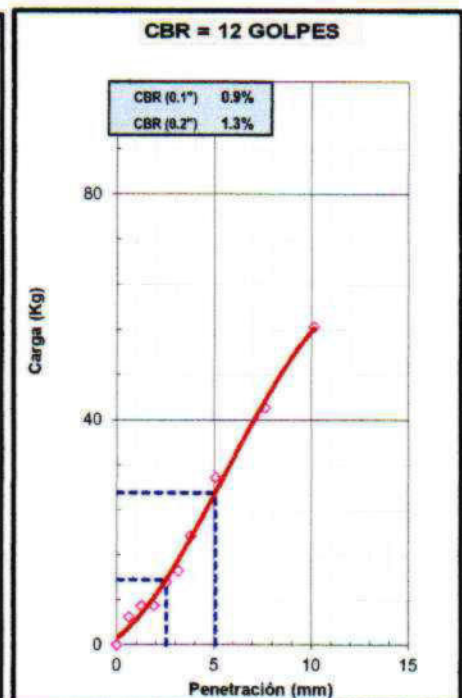
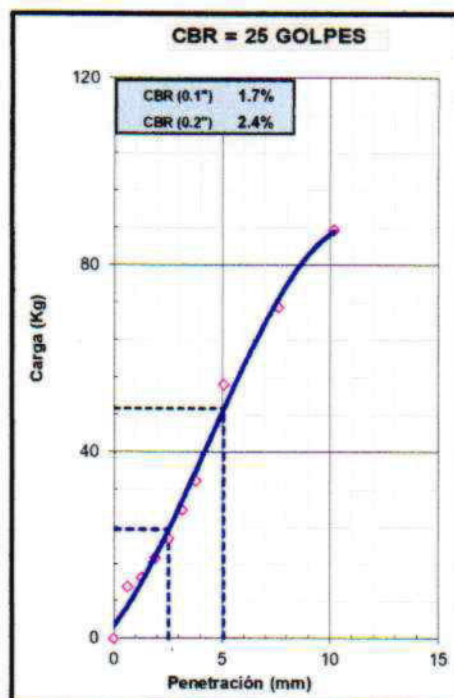
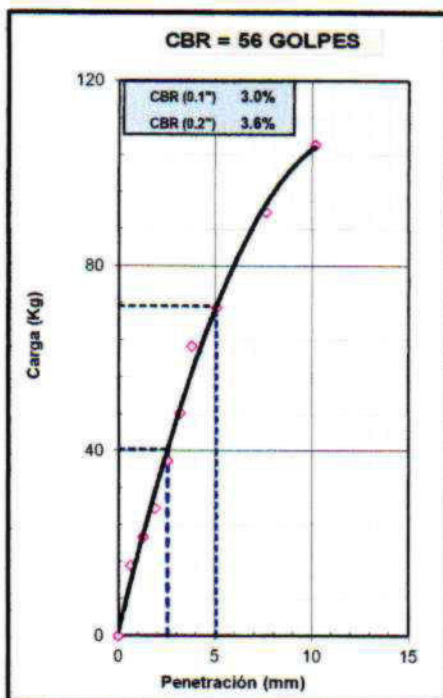


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.555  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 22.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.478

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	3.0	0.2":	3.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	2.0	0.2":	2.7

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	3.0	3.6
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	2.0	2.7

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
 JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 06  
DATOS DE MUEST :

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 6  
T. MUESTRA : Km 139+100 L/izq.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CYP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

### REGISTRO DE EXCAVACION

OBRA : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TRAMO : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 PARTIDA : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
 N° CALICATA : C - 06

#### DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 6  
 T. MUESTRA : Km 139+100 L/12q.  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactación Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	NIVEL FREATICO (m) :					L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)
						GRANULOMETRIA							
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.				

0.10		<p>Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos. color marrón oscuro con lentes de arcilla amarilla. en estado medianamente húmedo. plasticidad altamente plástica. compactación firme.</p>		OH	A-7-5 (17)	70.5	29.5	-	-	57.9	27.0	18.6
0.20												
0.30												
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90												
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES : Calicata Ejecutada a 1.50 m a nivel de la subrasante - estrato duro

Ing. Walter García Arones  
 JEFE DE LABORATORIO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

N° CALICATA : C - 07

N° MUESTRA : M- 7

T. MUESTRA : Km 139+550

L/Der.

Tamaño máximo : 4.75 mm

P. Inicial (g.) : 510.5

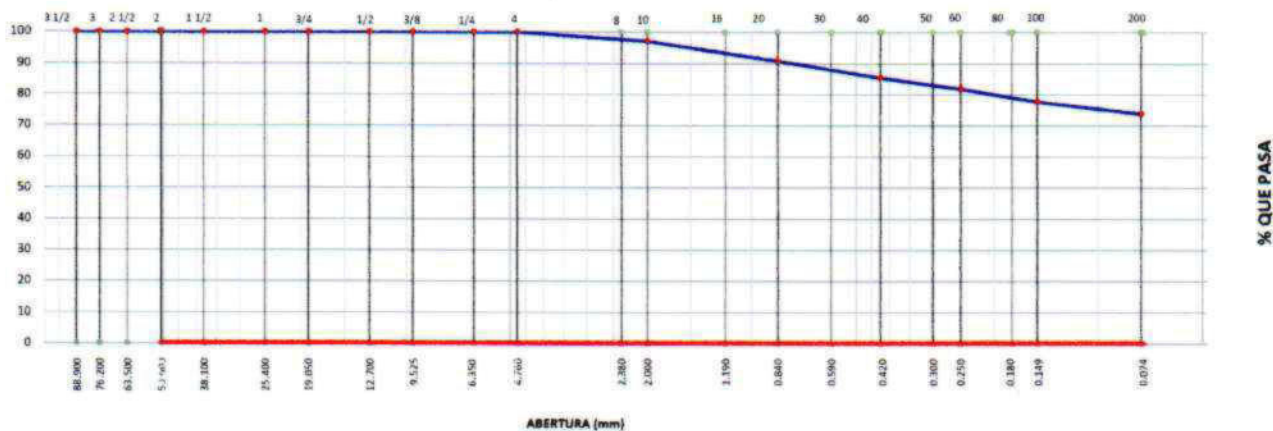
PROF.(m) : -1.50 del NSR

Tamices	Abertura	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido	% que pasa	Especificaciones Técnica	Datos de la Muestra
ASTM	en mm.	(gr)	Parcial	Acumulado		Gradación	
3 1/2"	88.900						OBSERVACIONES  Método de Compact. <b>A</b>  Humedad Natural
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
4	4.750				100.0		Sh + Tara <b>3637.30</b>
8	2.360						Ss + Tara <b>2799.20</b>
10	2.000	14.6	2.9	2.9	97.1		Humedad (%) 29.9
16	1.180						D85
20	0.840	32.5	6.4	9.2	90.8		D50
30	0.600						D15
40	0.425	27.5	5.4	14.6	85.4		Descripción ( SUCS ) : Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos
50	0.300						Modulo de Fineza -
60	0.250	18.0	3.5	18.1	81.9		Grava 3" - Nº 4 : -
80	0.177						Arena Nº4 - Nº 200 : 26.2
100	0.150	21.1	4.1	22.3	77.7		Finos < Nº 200 : 73.8
200	0.075	20.1	3.9	26.2	73.8		
pasa		376.7	73.8	100.0			

CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA

Limite líquido (%)	58.03	Máx. Dens. Seca (gr./cc)	1.502	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	34.02	Humedad óptima (%)	24.7	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	24.01	CBR.: al 100%	2.4 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS: OH	CBR.: al 95%	1.8 %	Chatas y Alargadas	
	AASHTO A-7-5 (17)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)	
Cu	Cc	Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)	-

CURVA GRANULOMETRICA



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

OBSERVACIONES:

Ing. Edgar Pepe Gúmez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-15  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 07

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 7  
T. MUESTRA : Km 139+550 L/Der.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

HUMEDAD NATURAL

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{cws}$	g	3637.30		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{cs}$	g	2799.2		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		838.1		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	2799.2		
Humedad $w$	%	29.9		
Promedio de Humedad	%		29.9	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO





# LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-02  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

## LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
**N° CALICATA** : C - 07 Km 000+000

### DATOS DE LA MUESTRA

**N° MUESTRA** : M- 7 **TAMAÑO MAXIMO** : N° 40  
**T. MUESTRA** : Km 139+550 L/Der.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

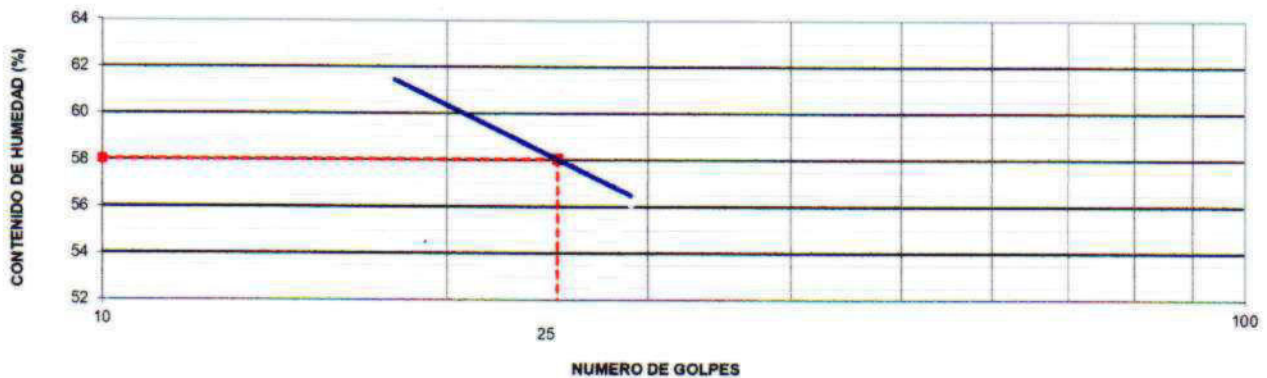
### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO	32	29	20	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	53.24	55.33	53.35	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	47.11	48.14	46.97	
PESO DE AGUA (g)	6.13	7.19	6.38	
PESO DEL TARRO	36.19	35.87	36.56	
PESO DEL SUELO SECO (g)	10.9	12.3	10.4	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	56.1	58.6	61.3	
NUMERO DE GOLPES	29	25	18	

### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	23	30		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	24.08	22.06		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	23.38	21.17		
PESO DE AGUA (g)	0.7	0.9		
PESO DEL TARRO (g)	21.31	18.57		
PESO DEL SUELO SECO (g)	2.1	2.6		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	33.8	34.2		34.02

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	58.0
LIMITE PLASTICO	34.0
INDICE DE PLASTICIDAD	24.0

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-04  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

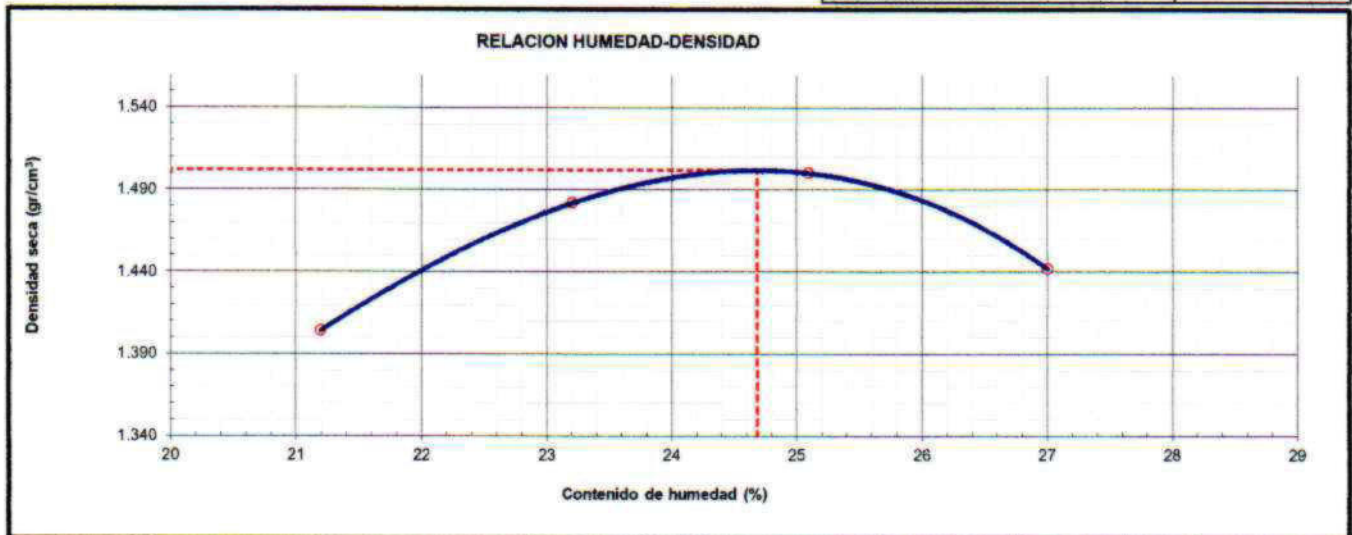
**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Plura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
**N° CALICATA** : C - 07

#### DATOS DE LA MUESTRA

**N° MUESTRA** : M- 7  
**T. MUESTRA** : Km 139+550 L/Der.  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
**CLASF. (SUCS)** : OH  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-5 (17)

**METODO DE COMPACTACION** : **A**

Peso suelo + molde	gr	5858	5975	6023	5980	
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1605.0	1722.0	1770.0	1727.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.702	1.826	1.877	1.831	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	511.2	602.1	586.7	546.5	
Peso del suelo seco + tara	gr	421.8	488.7	469.0	430.3	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	89.4	113.4	117.7	116.2	
Peso del suelo seco	gr	421.8	488.7	469.0	430.3	
Contenido de agua	%	21.19	23.20	25.10	27.00	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.404	1.482	1.500	1.442	
<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>						1.502
<i>Humedad óptima (%)</i>						24.7



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-05  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

N° CALICATA : C - 07

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 7

CLASF. (SUCS) : OH

T. MUESTRA : Km 139+550 L/Der.

CLASF. (AASHTO) : A-7-5 (17)

PROF.(m) : -1.50 del NSR

COMPACTACION

Molde Nº	10		11		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13143	13359	12355	12765	12750	13356
Peso de molde (g)	9182	9182	8510	8510	9165	9165
Peso del suelo húmedo (g)	3961	4177	3845	4255	3585	4191
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2115	2174	2174	2163	2163
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.873	1.975	1.768	2.012	1.657	1.982
Tara (Nº)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.30	632.20	521.40	526.40	511.70	579.80
Peso suelo seco + tara (g)	401.20	481.49	417.79	378.71	410.67	394.96
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	99.10	150.71	103.61	147.69	101.03	184.84
Peso de suelo seco (g)	401.20	481.49	417.79	378.71	410.67	394.96
Contenido de humedad (%)	24.70	31.30	24.80	39.00	24.60	46.80
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.502	1.504	1.417	1.408	1.330	1.320

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/11/2019	18:30	0	10.000	0.000	0.0	11.000	0.000	0.0	12.000	0.000	0.0
08/11/2019	18:30	24	171.000	4.089	3.4	192.000	4.597	3.8	200.000	4.775	3.9
09/11/2019	18:30	48	230.000	5.588	4.6	320.000	7.849	6.5	340.000	8.331	6.9
10/11/2019	18:30	72	321.000	7.899	6.5	352.000	8.661	7.2	385.000	9.474	7.8
11/11/2019	18:30	72	380.000	9.398	7.8	401.000	9.906	8.2	430.000	10.617	8.8

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 10				MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 12			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.6	15.3			0.4	11.1			0.2	7.0		
1.270		0.8	19.4			0.6	15.3			0.4	11.1		
1.905		1.0	23.5			0.8	19.4			0.6	15.3		
2.540	70.5	1.2	27.6	32.7	2.4	1.0	23.5	23.2	1.7	0.8	19.4	19.6	1.4
3.170		1.6	35.9			1.2	27.6			1.0	23.5		
3.810		2.2	48.3			1.4	31.8			1.2	27.6		
5.080	105.7	2.8	60.7	54.4	2.7	1.6	35.9	40.4	2.0	1.4	31.8	33.3	1.6
7.620		3.0	64.8			2.7	58.6			2.0	44.1		
10.160		3.8	81.3			3.0	64.8			2.3	50.3		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe/Gomez Meurano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

N° CALICATA : C - 07

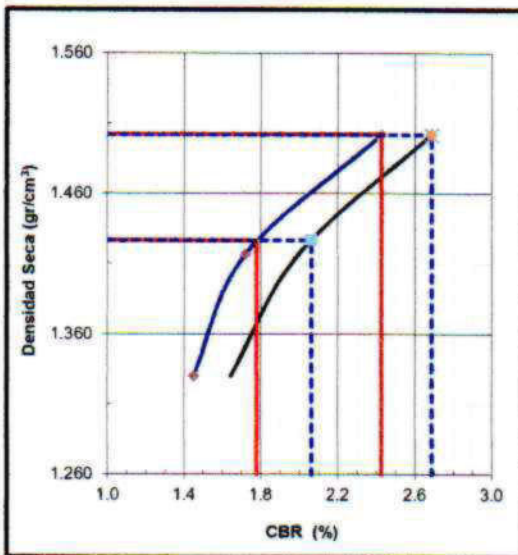
DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 7

T. MUESTRA : Km 139+550

L/Der.

PROF.(m) : -1.50 del NSR

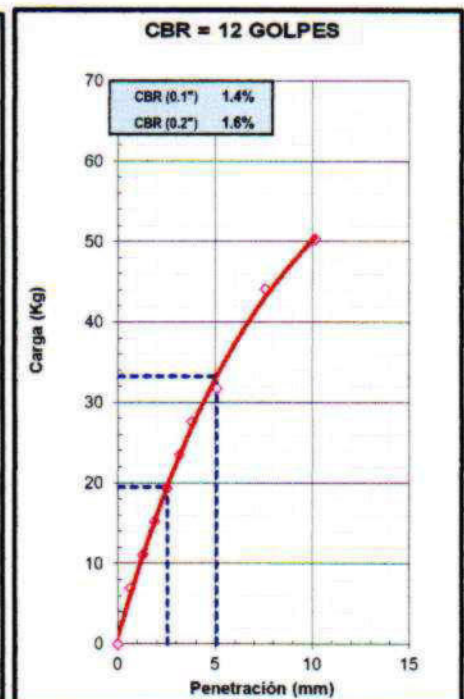
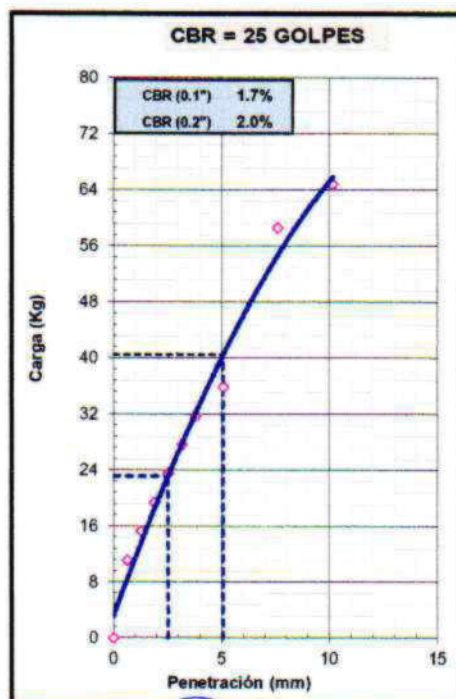
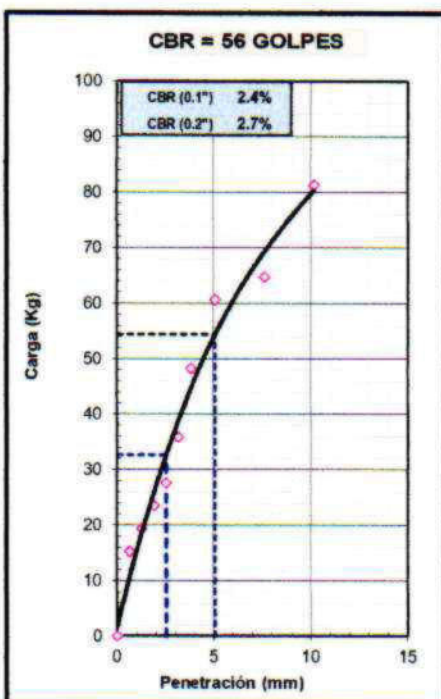


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.502  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 24.7  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.427

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	2.4	0.2":	2.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	1.8	0.2":	2.1

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	2.4	2.7
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	1.8	2.1

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 07

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 7  
T. MUESTRA : Km 139+550 L/Der.  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

**REGISTRO DE EXCAVACION**

OBRA : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TRAMO : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 PARTIDA : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
 N° CALICATA : C - 07

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 7  
 T. MUESTRA : Km 139+550 L/Der.  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR

NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad (índice de plasticidad ; grado de compactación Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	GRANULOMETRIA					L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)	
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.					
0.10														
0.20														
0.30														
0.40														
0.50														
0.60														
0.70														
0.80		Arcillas organicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos. color marrón oscuro, negro. en estado húmedo. plasticidad altamente plástica. compacidad suelta.		OH	A-7-5 (17)	73.8	26.2	-	-	58.0	24.0	29.9		
0.90														
1.00														
1.10														
1.20														
1.30														
1.40														
1.50														

OBSERVACIONES : Calicata Ejecutada a 1.50 m a nivel de la subrasante.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC.CVP-RG-01  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

(MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88)

**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

**N° CALICATA** : C - 08

**N° MUESTRA** : M- 8

**T. MUESTRA** : Km 140+000 Eje

**PROF.(m)** : -1.50 del NSR

Tamaño máximo : **4.75 mm**

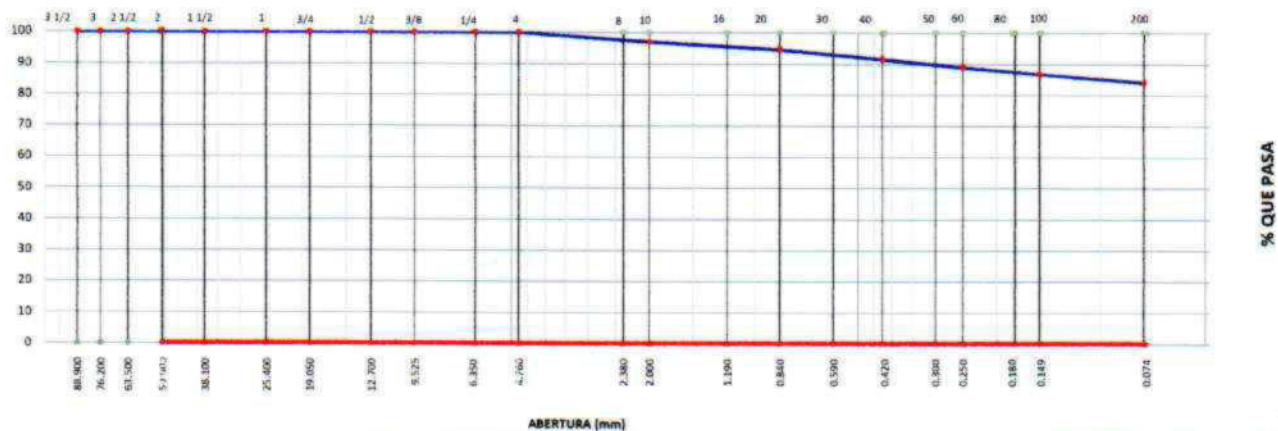
P. Inicial (g.) : **644.7**

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido (gr)	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones Técnica Gradación		Datos de la Muestra
3 1/2"	88.900							OBSERVACIONES  Método de Compact. <b>A</b>
3"	76.200							
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400							
3/4"	19.050							
1/2"	12.700							Humedad Natural
3/8"	9.525							Sh + Tara <b>2937.60</b>
1/4"	6.350							Ss + Tara <b>2180.60</b>
4	4.750				100.0			Humedad (%) <b>34.7</b>
8	2.360							D85
10	2.000	<b>20.1</b>	3.1	3.1	96.9			D50
16	1.180							D15
20	0.840	<b>15.2</b>	2.4	5.5	94.5			
30	0.600							Descripción ( SUCS ) :
40	0.425	<b>19.3</b>	3.0	8.5	91.5			Arcillas organicas de alta plasticidad, arcillas grasas.
50	0.300							
60	0.250	<b>16.5</b>	2.6	11.0	89.0			
80	0.177							Modulo de Fineza
100	0.150	<b>14.4</b>	2.2	13.3	86.7			-
200	0.075	<b>17.6</b>	2.7	16.0	84.0			Grava 3" - Nº 4 :
pasa		<b>541.6</b>	84.0	100.0				Arena Nº4 - Nº 200 : <b>16.0</b>
								Finos < Nº 200 : <b>84.0</b>

**CARACTERÍSTICA FÍSICA Y QUÍMICA DE LA MUESTRA**

Limite líquido (%)	61.97	Máx. Dens. Seca (gr/cc)	1.614	Abrasión (%)	-
Limite Plástico (%)	29.00	Humedad óptima (%)	22.4	Durabilidad Grava	-
Índice plástico (%)	32.97	CBR.: al 100%	3.1 %	Durabilidad Arena	-
Clasificación:	SUCS. CH	CBR.: al 95%	1.6 %	Chatas y Alargadas	-
	AASHTO A-7-6 (20)	Expansión (%)	-	Peso Especifico (g./cc.)	-
<b>Cu</b>	<b>Cc</b>	Equivalente de arena (%)		% de Absorción (%)	-

**CURVA GRANULOMETRICA**



OBSERVACIONES:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

*Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano*  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

*Ing. Walter Garcia Arones*  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-15  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

(NORMA MTC-E108, ASTM D 2216)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 08

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 8  
T. MUESTRA : Km 140+000 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR

HUMEDAD NATURAL

N° de Ensayo		1	2	OBSERVACIONES
Peso de Suelo Húmedo + Tara $M_{CWS}$	g	2937.60		
Peso de Suelo Seco + Tara $M_{CS}$	g	2180.6		
Tara $M_c$	g			
Peso de agua $M_w$		757.0		
Peso de Suelo Seco $M_s$	g	2180.6		
Humedad w	%	34.7		
Promedio de Humedad	%		34.7	

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-02
Versión: 01
Fecha: 25.02.21

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA MTC E-110, E111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Plura"
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,
N° CALICATA : C - 08

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 8 TAMAÑO MAXIMO : N° 40
T. MUESTRA : Km 140+000 Eje
PROF.(m) : -1.50 del NSR

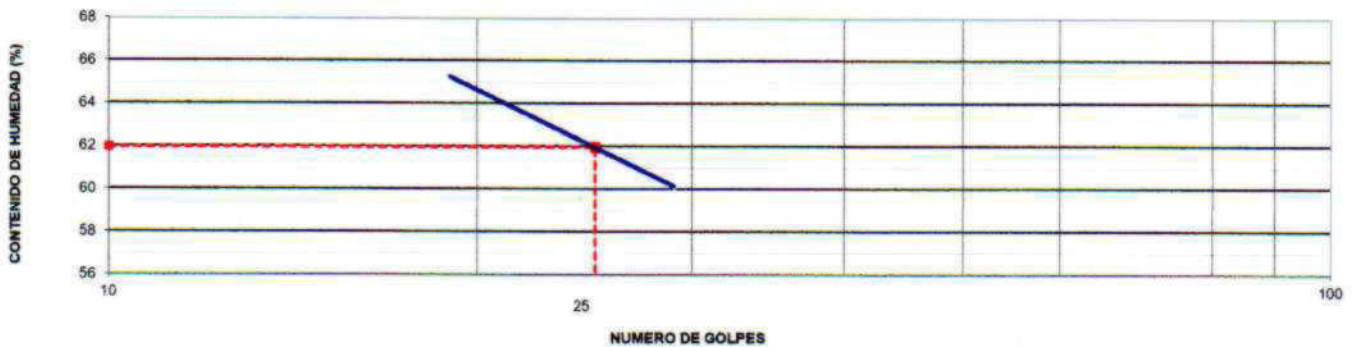
LIMITE LIQUIDO

Table with 4 columns: Nº TARRO, PESO TARRO + SUELO HUMEDO, PESO TARRO + SUELO SECO, PESO DE AGUA, PESO DEL TARRO, PESO DEL SUELO SECO, CONTENIDO DE HUMEDAD, NUMERO DE GOLPES. Rows show data for 30, 23, and 20 blows.

LIMITE PLASTICO

Table with 4 columns: Nº TARRO, PESO TARRO + SUELO HUMEDO, PESO TARRO + SUELO SECO, PESO DE AGUA, PESO DEL TARRO, PESO DEL SUELO SECO, CONTENIDO DE HUMEDAD. Shows data for 29 and 57 blows.

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

Table with 2 columns: Constante and Valor. Rows: LIMITE LIQUIDO (62.0), LIMITE PLASTICO (29.0), INDICE DE PLASTICIDAD (33.0).

Observaciones :

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones
JEFE DE LABORATORIO



## LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-04  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

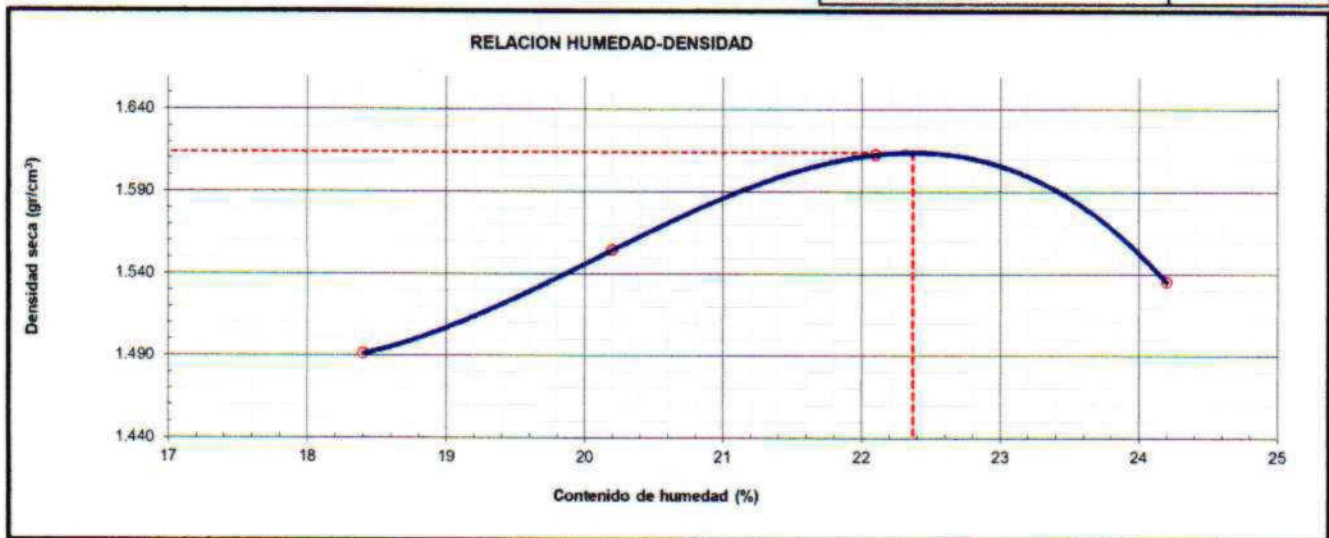
**TESIS** : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
**TESISTA** : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
**UBICACIÓN** : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
**N° CALICATA** : C - 08

#### DATOS DE LA MUESTRA

**N° MUESTRA** : M- 8  
**T. MUESTRA** : Km 140+000 Eje  
**PROF.(m)** : -1.50 del NSR  
**CLASF. (SUCS)** : CH  
**CLASF. (AASHTO)** : A-7-6 (20)

**METODO DE COMPACTACION** : **A**

Peso suelo + molde	gr	5918	6015	6110	6051	
Peso molde	gr	4253	4253	4253	4253	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1665.0	1762.0	1857.0	1798.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	943	943	943	943	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.766	1.869	1.969	1.907	
Recipiente N°		1	2	3	4	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	517.3	588.1	533.9	570.5	
Peso del suelo seco + tara	gr	436.9	489.3	437.3	459.3	
Tara	gr	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	gr	80.4	98.8	96.6	111.2	
Peso del suelo seco	gr	436.9	489.3	437.3	459.3	
Contenido de agua	%	18.40	20.20	22.10	24.20	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.491	1.554	1.613	1.535	
					<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<b>1.614</b>
					<i>Humedad óptima (%)</i>	<b>22.4</b>



Observaciones:

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gomez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter Garcia Arones  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

CC-CVP/RG-05  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 08

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 8  
T. MUESTRA : Km 140+000 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR  
CLASF. (SUCS) : CH  
CLASF. (AASHTO) : A-7-6 (20)

COMPACTACION

	4		5		6	
Molde N°						
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	13384	13499	13050	13430	12078	12944
Peso de molde (g)	9232	9232	9131	9131	8322	8322
Peso del suelo húmedo (g)	4152	4267	3919	4299	3756	4622
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2143	2309
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.972	2.027	1.862	2.042	1.753	2.196
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	544.20	611.10	532.60	521.20	587.10	577.10
Peso suelo seco + tara (g)	445.34	492.03	435.13	393.50	479.66	415.18
Peso de tara (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (g)	98.86	119.07	97.47	127.70	107.44	161.92
Peso de suelo seco (g)	445.34	492.03	435.13	393.50	479.66	415.18
Contenido de humedad (%)	22.20	24.20	22.40	32.45	22.40	39.00
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.614	1.632	1.521	1.542	1.432	1.440

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
07/11/2019	17:30	0	8.000	0.000	0.0	4.000	0.000	0.0	6.000	0.000	0.0
08/11/2019	17:30	24	165.000	3.988	3.3	181.000	4.496	3.7	191.000	4.699	3.9
09/11/2019	17:30	48	210.000	5.131	4.2	285.000	7.137	5.9	311.000	7.747	6.4
10/11/2019	17:30	72	298.000	7.366	6.1	340.000	8.534	7.1	375.000	9.373	7.7
11/11/2019	17:30	72	330.000	8.179	6.8	375.000	9.423	7.8	411.000	10.287	8.5

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 4				MOLDE N° 5				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.8	19.4			0.4	11.1			0.2	7.0		
1.270		1.1	25.6			0.3	9.1			0.1	4.9		
1.905		1.3	29.7			0.5	13.2			0.1	4.9		
2.540	70.5	1.7	37.9	41.7	3.1	0.7	17.3	19.0	1.4	0.2	7.0	7.4	0.5
3.170		2.1	46.2			0.9	21.4			0.3	9.1		
3.810		2.9	62.7			1.2	27.6			0.4	11.1		
5.080	105.7	3.4	73.1	71.0	3.5	2.1	46.2	39.2	1.9	0.9	21.4	20.2	1.0
7.620		4.2	89.6			2.4	52.4			1.5	33.8		
10.160		4.9	104.1			2.9	62.7			1.7	37.9		

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA ASSHTO T-193, ASTM D 1883)

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"

TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON

UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,

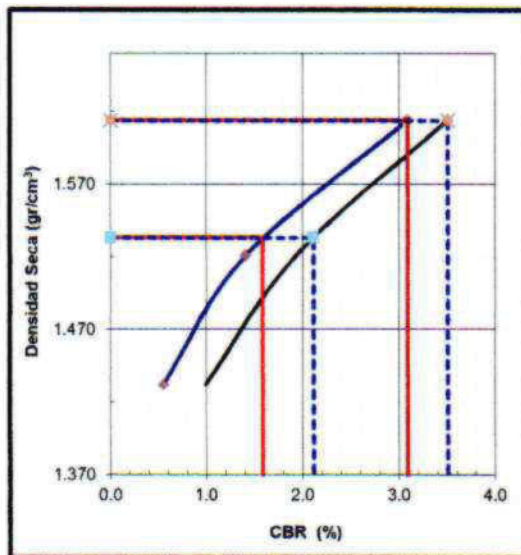
N° CALICATA : C - 08 Km 000+000

DATOS DE LA MUESTRA

N° MUESTRA : M- 8

T. MUESTRA : Km 140+000 Eje

PROF.(m) : -1.50 del NSR

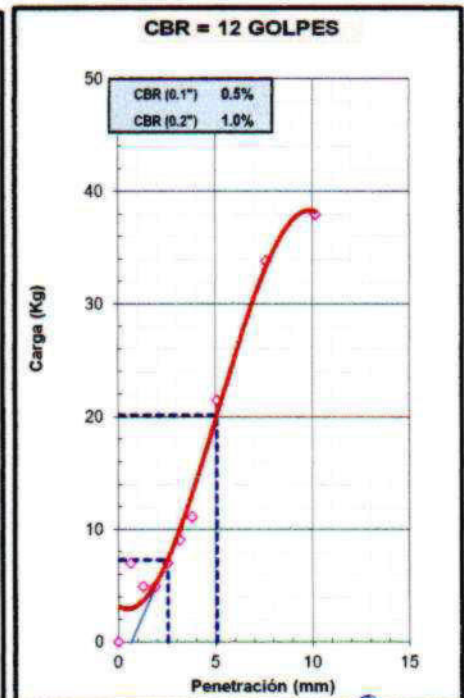
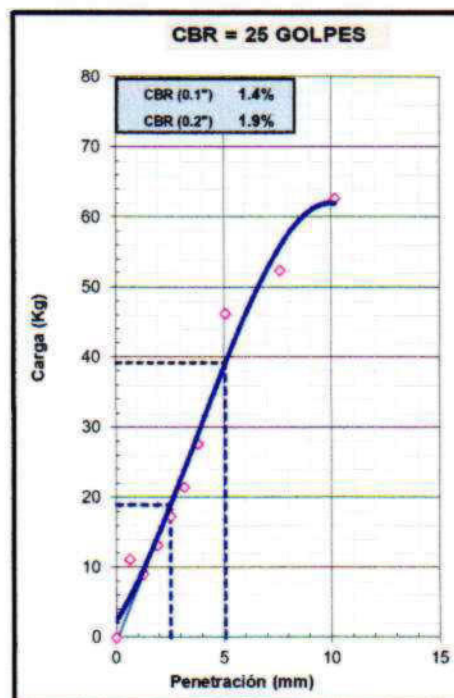
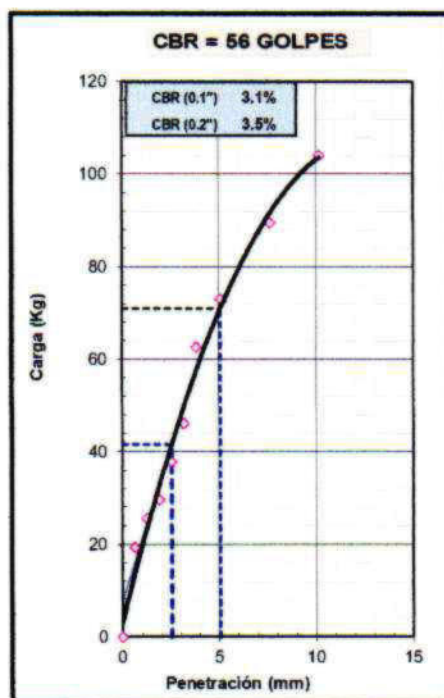


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.614  
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 22.4  
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.533

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	3.08	0.2":	3.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	1.58	0.2":	2.1

RESULTADOS:	1"	2"
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	3.1	3.5
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	1.6	2.1

OBSERVACIONES:



CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Meirano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

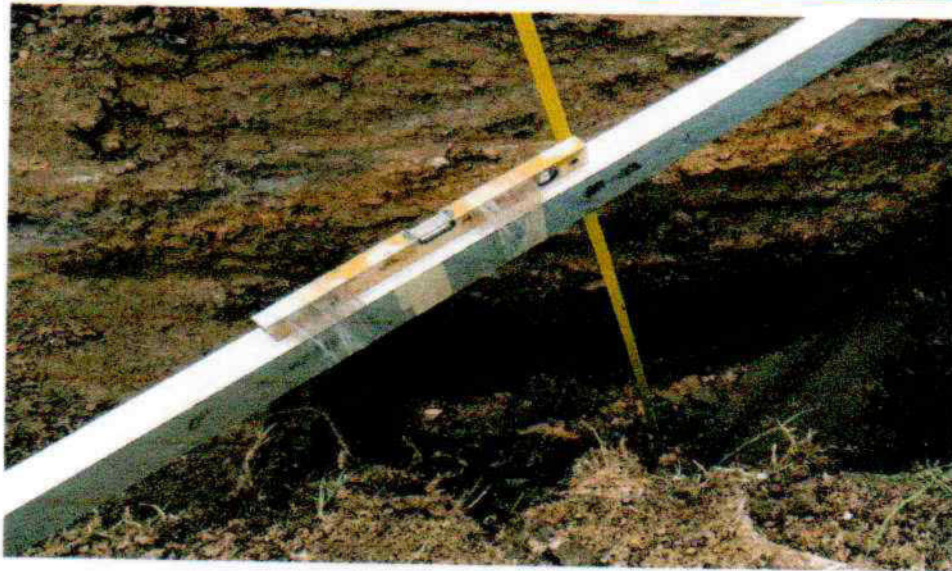
CC-CVP/RG-07  
Versión: 01  
Fecha: 25.02.21

**PANEL FOTOGRAFICO**

TESIS : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
TESISTA : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
UBICACIÓN : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
N° CALICATA : C - 08 Km 000+000

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M- 8  
T. MUESTRA : Km 140+000 Eje  
PROF.(m) : -1.50 del NSR



Observaciones

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. 55106

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETOS Y PAVIMENTOS**

CC.CVP/RG-03  
Versión : 01  
Fecha : 25.02.21

**REGISTRO DE EXCAVACION**

OBRA : "Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvío Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura"  
 TRAMO : EDER DILMER FERNANDEZ LEON  
 PARTIDA : DESVIO CANCHAQUE - HUANCABAMBA,  
 N° CALICATA : C - 08

**DATOS DE LA MUESTRA**

N° MUESTRA : M - 8  
 T. MUESTRA : Km 140+000 Eje  
 PROF.(m) : -1.50 del NSR  
 NIVEL FREATICO (m) :

PROF. (m.)	N° DE MUESTRA	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular ; color; contenido de humedad índice de plasticidad ; grado de compactidad Otros presencia de Oxidaciones y material orgánico porcentaje estimado de boleos/cantos.	SIMBOLOGIA	SUCS	AASHTO	GRANULOMETRIA					L.L. (%)	I.P. (%)	H.N. (%)
						< 0.075 mm.	0.075 mm - 4.750 mm	4.75mm - 76mm.	> a 76mm.				

0.10		<p>Arcillas organicas de alta plasticidad, arcillas grasas.. color negro oscuro. en estado saturado. plasticidad altamente plástica. compactidad suelto. material con presencia de lentes de arcilla de color amarillo.</p>	CH	SUCS	A-7-6 (20)	84.0	16.0	-	-	62.0	33.0	34.7
0.20												
0.30												
0.40												
0.50												
0.60												
0.70												
0.80												
0.90												
1.00												
1.10												
1.20												
1.30												
1.40												
1.50												

OBSERVACIONES : Calicata Ejecutada a 1.50 m a nivel de la subrasante.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

CONSTRUCTORA MALAGA HNOS. S.A.

Ing. Edgar Pepe Gómez Medrano  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.I.P. 55106

Ing. Walter García Arones  
JEFE DE LABORATORIO

## **Anexo 08: ESTUDIO HIDROLÓGICO**

### **1. Generalidades**

El área de estudio se encuentra ubicada en la provincia de Huancabamba del departamento de Piura, El presente documento del estudio ha identificado, como problemas de la vía asociados al drenaje deficiencia de drenaje, deformaciones superficiales (ahuellamientos y baches), falta de cunetas y filtraciones siendo este estudio básico para la justificación de la existencia de agua; este estudio tiene como fin evaluar la característica hidrológica y geomorfológica de la cuenca que intercepta la zona del proyecto.

Previa elaboración del diseño se realizó la identificación de estructuras existentes, estado del sistema de drenaje, zonas inestables por inundación, haciendo un inventario para desarrollar con mayor exactitud los diseños.

### **2. Diagnóstico del problema**

La carretera en estudio carece de obras de arte para su conservación y durabilidad, se observó que en varios tramos existen baches, zanjas, inundaciones, los cuales cada uno de ellos serán tratados de forma individual con el fin de proponer la construcción de las obras de drenaje necesarias para la correcta evacuación de las aguas.

### **3. Objetivo**

El objetivo del estudio hidrológico es la estimación de los caudales extremos, representativos de cada una de las cuencas del área del proyecto, considerando los períodos medios de recurrencia asociados al grado de riesgo aceptable y el período de vida útil aplicable a cada estructura, en función de su importancia.

### **4. Clima**

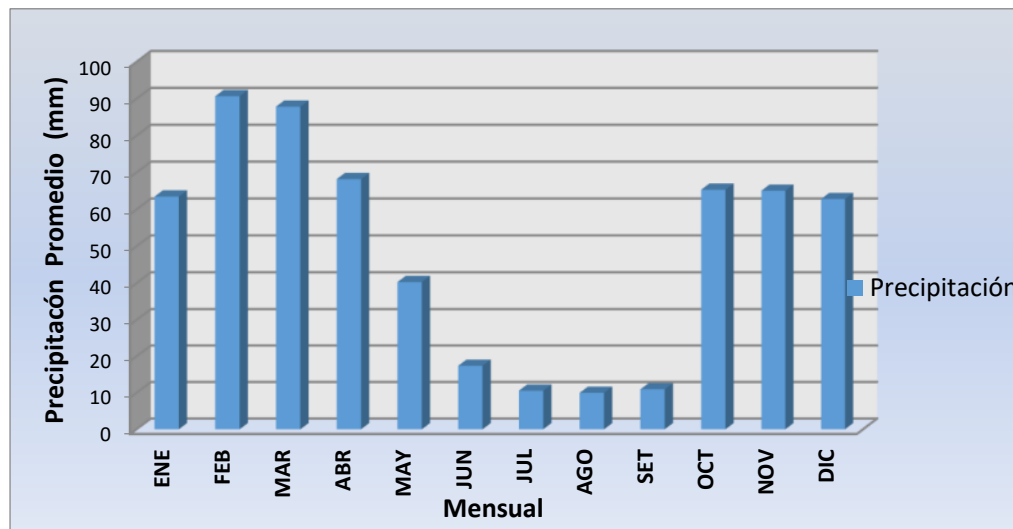
En las zonas altas se incrementa considerablemente la humedad y se registran bajas temperaturas. La precipitación mensual presenta períodos lluviosos de

octubre a mayo en la estación Huancabamba, con cuatro meses de precipitación escasa a nula.

Con respecto a registros climatológicos, en el área del proyecto, sólo se cuenta con registros disponibles en el SENAMHI, de precipitación total mensual en la estación Huancabamba y registros de humedad relativa y temperaturas en la estación Huancabamba.

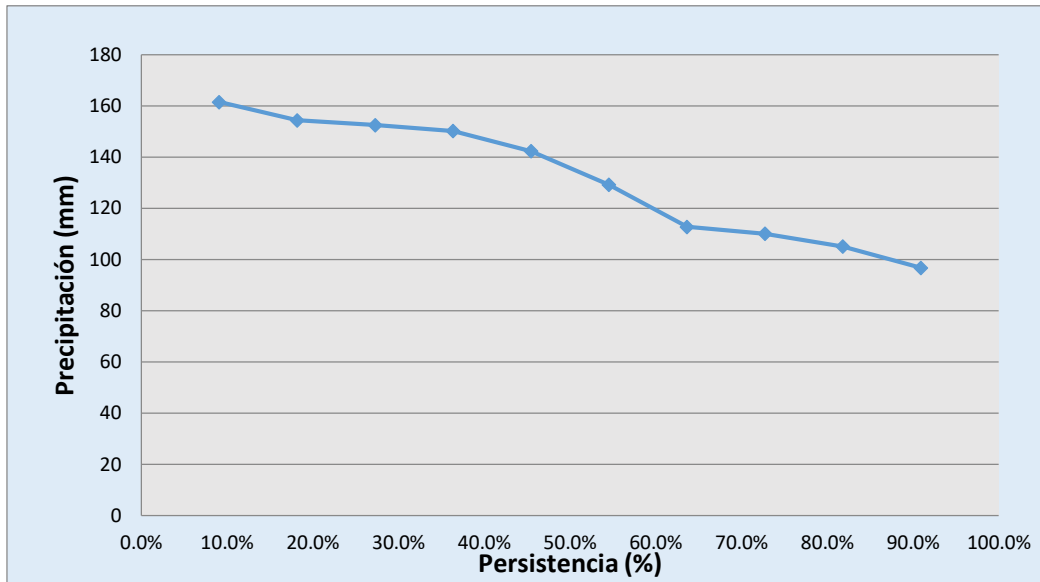
Las zonas altas, del sector, carecen de estaciones de registros meteorológicos.

En la estación Huancabamba, la precipitación total anual promedio varía entre 382.9 mm y 406.8 mm, con valor absoluto mensual de 161.6 mm (agosto) y mínimo absoluto mensual de 0.0 mm (marzo).



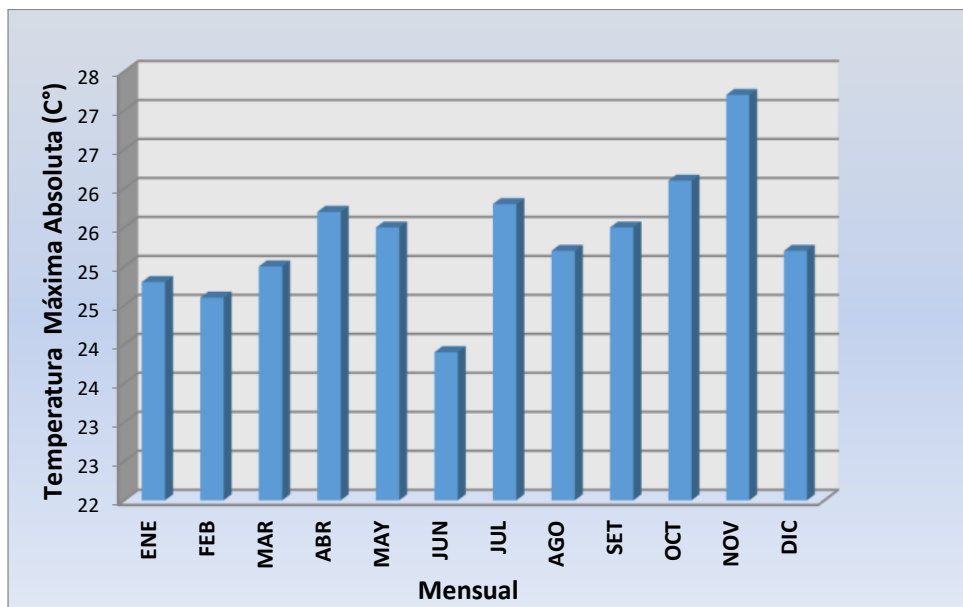
**FIGURA N° 1: PRECIPITACION PROMEDIO MENSUAL EN ESTACION HUANCABAMBA**



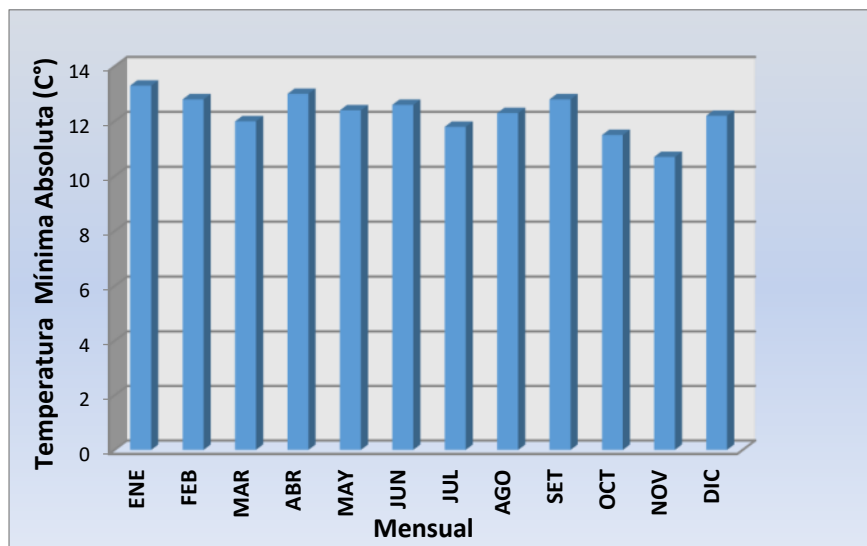


**FIGURA N° 2: PERSISTENCIA DE PRECIPITACION MENSUAL EN ESTACION HUANCABAMBA**

La temperatura máxima absoluta, en el período de registros, en la estación Huancabamba fue de 27.2 °C (noviembre) y la mínima absoluta de 10.7 °C, con promedios mensuales entre 18.2 °C y 19.1 °C.



**FIGURA N° 3: TEMPERATURA MAXIMA MENSUAL EN ESTACION HUANCABAMBA**



**FIGURA N° 4:** TEMPERATURA MINIMA MENSUAL EN ESTACION HUANCABAMBA

## 5. Cuencas de interés

Las cuencas de interés, son las generadoras de escorrentía en las quebradas que atraviesan la vía, así como las áreas de aporte que inciden en los sectores de ubicación de derrumbes, deslizamientos y hundimientos de la vía.

Las cuencas identificadas en el estudio de la carretera del tramo, desvió canchaque a Huancabamba, se trata de cuencas menores a 10 km<sup>2</sup>.

## 6. Estaciones meteorológicas.

Conforme al mapa de zonas hidrológicas, delimitadas en el Estudio de la Hidrología del Perú (Convenio IILA – SENAMHI – UNI – 1983), el área del proyecto se encuentra enmarcada en una zona hidrológica bien diferenciada, el sector comprendido entre la divisoria orográfica y la ciudad de Huancabamba, pertenece a la zona hidrográfica 5<sub>12</sub> que, por encontrarse en una zona de valles interandinos, está fuera del alcance de los efectos del fenómeno de El Niño.

En este sector se cuenta con las estaciones Huancabamba y Hacienda Shumaya. Por razones similares a las explicadas en el párrafo anterior, la estación Huancabamba ha sido seleccionada como más representativa del sector y considerada estación de base para los análisis hidrológicos respectivos.

## **7. Parámetros fisiográficos**

Se han calculado los parámetros fisiográficos de todas las cuencas principales, asociadas al área del proyecto, incluyendo el área, el perímetro, la pendiente del curso principal, el ancho medio de la cuenca, el coeficiente de Gravelius y el factor de forma.

En el Tabla N° 1 se detallan los valores de cada uno de los parámetros fisiográficos correspondientes a las cuencas del área del proyecto.

TABLA N° 01 PARÁMETROS FISIGRÁFICOS DE CUENCAS															
N°	CUENCA DEFINITIVO	PROGRESIVA DEFINITIVO	COORDENADAS UTM		ÁREA	PERÍMETRO CUENCA	LONGITUD DEL CAUCE	COTA SUPERIOR	COTA INFERIOR	COTA PROMEDIO	PENDIENTE DEL CAUCE	L <sub>CG</sub>	ANCHO MEDIO DE CUENCA	COEF. DE GRAVELIUS	FACTOR DE FORMA
		Km.	Este	Norte	Km <sup>2</sup>	Km.	Km.	(m.s.n.m.)	(m.s.n.m.)	(m.s.n.m.)	(m/m)	Km.	Km.	Kc	Kf
		01	C-1	137+511	670162	9417790	0.75	3.73	1.07	2400	2295	2347.50	0.10	0.76	0.70
02	C-2	138+737	670123	9418596	1.50	4.90	1.23	2500	2240	2370.00	0.21	0.94	1.22	1.12	0.99

## 8. Análisis de información

Los registros de precipitación máxima en 24 horas, de la estación pluviométrica de Huancabamba fueron evaluadas, mediante el modelo de Smirnov – Kolmogorov, a fin de establecer la distribución matemática a la que mejor se ajusten los registros de cada estación. Se incluyeron la distribución normal, log – normal, Pearson III, log Pearson III y Gumbel.

El estadístico Smirnov Kolmogorov  $D$  considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra  $P(x)$  de la función de probabilidades teórica, escogida  $P_0(x)$  tal que:

$$Dn = \max(P(x) - P_0(x))$$

La prueba requiere que el valor  $Dn$  calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado  $Dn$  para un nivel de probabilidad requerido

Esta prueba comprende las siguientes etapas:

Se fija el nivel de probabilidad  $\alpha$ ; valores de 0.05 y 0.01 son los más usuales.

El valor crítico  $D\alpha$  de la prueba debe ser obtenido del Tabla N° 3, en función del nivel de significancia  $\alpha$  y el tamaño de la muestra  $n$ .

Si el valor calculado  $Dn$  es mayor que el  $D\alpha$ , la distribución escogida se debe rechazar.

El nivel de significancia  $\alpha$  depende directamente del tamaño de la muestra, tal como se aprecia en el Tabla N° 2.

**TABLA N° 2**  
**VALORES CRITICOS DEL ESTADISTICO  $D_n$**

Tamaño muestral N	Nivel de significación $\alpha$				
	0.20	0.15	0.10	0.05	0.01
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.828
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.733
5	0.446	0.474	0.510	0.565	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.410	0.490
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.392
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.381
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.371
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.363
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.356
25	0.21	0.22	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.20	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.19	0.21	0.23	0.27
N > 35	1.07 $\sqrt{N}$	1.14 $\sqrt{N}$	1.22 $\sqrt{N}$	1.36 $\sqrt{N}$	1.63 $\sqrt{N}$

Fuente: Hidrología estadística, Máximo Villón Béjar (2002)

Mediante la prueba de ajuste, se determinó que la información histórica recopilada se ajusta mejor a las siguientes distribuciones, según el Tabla N° 3.

**TABLA N° 3**  
**DISTRIBUCIONES ADOPTADAS POR ESTACION**

Estación	Distribución adoptada
Huancabamba	Log normal

Para determinar la magnitud de eventos extremos cuando la distribución de probabilidades no es una función fácilmente invertible, se requiere conocer la variación de la variable respecto a la media. Chow, en 1951, propuso determinar esta variación a partir de un factor de frecuencia  $K_T$  que puede ser expresado, como:

$$X_T = \mu + K_T \sigma$$

Se puede estimar a partir de los datos, mediante la siguiente relación:

$$X_T = \bar{x} + K_T s$$

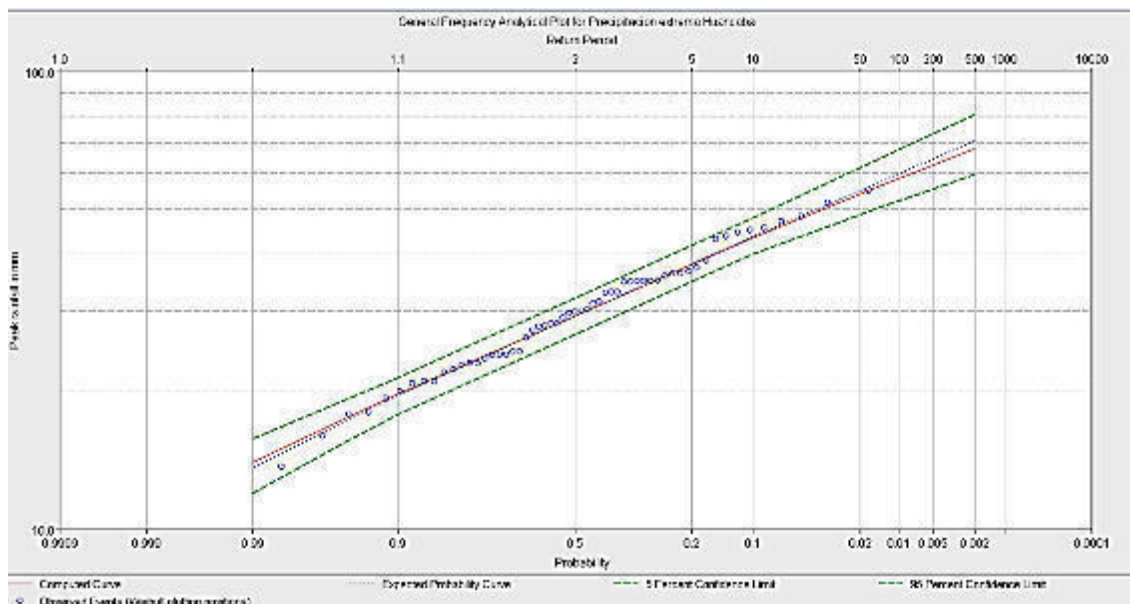
Para una distribución dada, puede determinarse una relación entre  $K_T$  y el período de retorno  $T_r$ . Esta relación puede expresarse en términos matemáticos o por medio del uso de una tabla.

El análisis de frecuencia consiste en determinar los parámetros de las distribuciones de probabilidad y determinar con el factor de frecuencia la magnitud del evento para un período de retorno dado.

Se efectuó un ajuste de los registros de precipitación máxima (mm), mediante la aplicación de las distribuciones: Normal, Log – Normal, Gumbel, Pearson y Log Pearson III, a las que se asocian comúnmente los valores extremos de fenómenos hidrológicos.

Los análisis de frecuencia se realizaron mediante el programa HEC SSP que, adicionalmente al análisis de distribuciones, propone un ajuste por factores no considerados, de acuerdo a lo previsto en el Bulletin 17B, del Hydraulic Engineering Service de los Estados Unidos de Norteamérica.

En la figura N° 5, se muestran las curvas de distribución de frecuencias de las estaciones comprendidas en el análisis.



**FIGURA N° 5: Curva de distribución de frecuencias – Estación Huancabamba**

## 9. Determinación de intensidad de pre diseño

Los valores de precipitación extrema, para periodos medios de retorno de 2 años, 5 años, 10 años, 20 años, 25 años, 50 años, 100 años y 200 años, obtenidos a partir de las respectivas curvas de frecuencias, fueron afectados del coeficiente 1.13, debido a la periodicidad diaria de las mediciones de precipitación, para tomar en cuenta la posibilidad que la precipitación registrada se hubiera registrado en dos días sucesivos.

**TABLA N° 4**  
**PRECIPITACIÓN EXTREMA EN ESTACIONES**

Estación	Periodo de retorno (años)	Precipitación extrema (mm)	Precipitación corregida (mm)
Huancabamba	200	83.0463	<b>93.84</b>
	100	73.9058	<b>83.51</b>
	50	65.4154	<b>73.92</b>
	25	57.4888	<b>64.96</b>
	20	55.0411	<b>62.20</b>
	10	47.6988	<b>53.90</b>
	5	40.6153	<b>45.90</b>
	2	30.9916	<b>35.02</b>

Toda vez que, como se indicara anteriormente, debido a la ubicación de las estaciones meteorológicas existentes, a su altura y al reducido número de las mismas, dentro de cada zona hidrológica homogénea, no es posible estimar la precipitación en cada una de las cuencas, mediante los métodos de promedio de registros, polígono de Thiessen, curvas isoyetas o IDW (Inversa de la Distancia al Cuadrado), se ha propuesto un modelo basado en los registros de una estación principal complementado con los patrones de precipitación media propuestos en el modelo regional del Estudio de la Hidrología del Perú (Convenio de Cooperación Técnica IILA-SENAMHI-UNI, 1983).

Mientras que, en el sector huancabamba (zona hidrológica 5<sub>12</sub>), el patrón de precipitación es:

$$P = 25 + 0.156 \times H \dots \text{en mm}$$



Donde:

H = cota sobre el nivel del mar (m).

Considerando como estación base a Huancabamba, cuya cota es de 1950 m.s.n.m., la precipitación en las cuencas del sector, en función de la precipitación en la estación Huancabamba, estaría definida por la expresión:

$$P_c = P_e \times \left( \frac{25 + 0.156 \times H_c}{25 + 0.156 \times 1950} \right) \dots \text{en mm}$$

Donde:

$P_c$  = Precipitación extrema en la cuenca (mm).

$P_e$  = Precipitación extrema en estación Huancabamba (mm).

$H_c$  = Altura sobre el nivel del mar de la cuenca (mm).

**TABLA N° 5**  
**PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS, EN CUENCAS**  
**EN TIEMPO DE DURACIÓN DE LA TORMENTA**

Cuenca	Cota (msnm)	Período de recurrencia (años)			
		P <sub>10</sub>	P <sub>30</sub>	P <sub>35</sub>	P <sub>71</sub>
C-1	2347.5	10.38	12.77	13.11	14.64
C-2	2370.0	10.46	12.86	13.20	14.75

#### 10. Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Se calcularon las curvas de Intensidad–Duración–Frecuencia (IDF), para las estacione Huancabamba.

El análisis fue realizado mediante el método de Frederich-Bell, estimándose la precipitación extrema de 10 años de recurrencia y una hora de duración, utilizando la fórmula de Yance Tueros.

Las figuras N° 6, muestran las curvas IDF resultantes, para cada una de las dos estaciones analizadas.

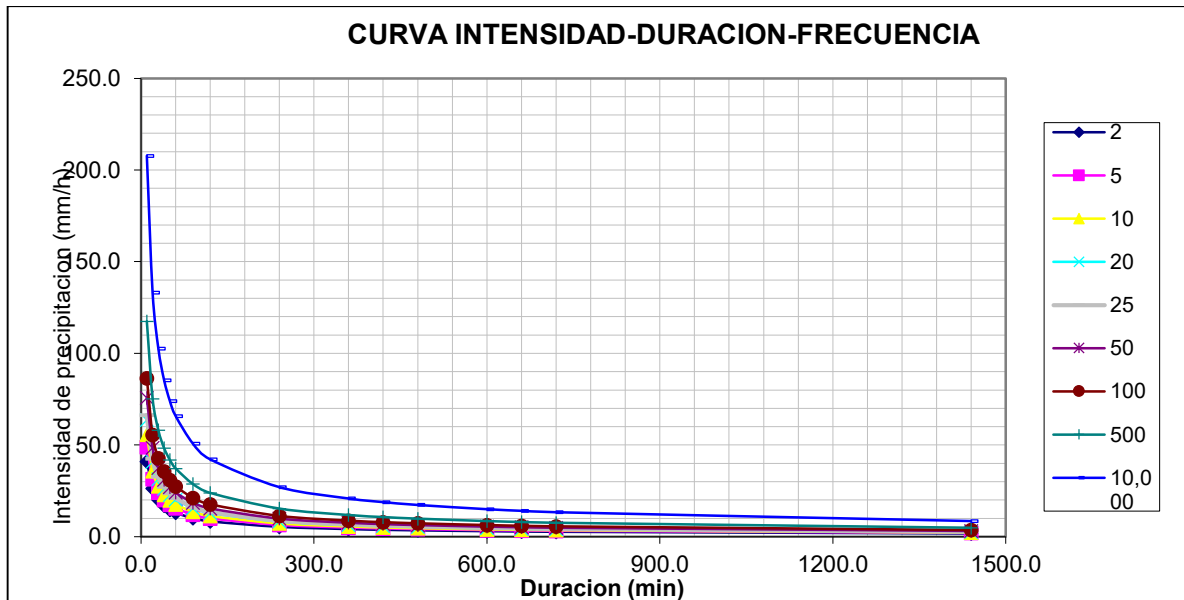
Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración.

**INTENSIDADES DE DISEÑO PARA DURACIONES MENORES A 24 HORAS  
METODO DE BELL  
(mm/hr)**

$$I = \frac{10^K * T^m}{t^n}$$

K =	2.20
m =	0.19
n =	0.64

DURACIÓN		PERÍODO DE RETORNO (años)									
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	500	1000	10,000
0.17	10.00	41.02	48.84	55.74	63.60	66.36	75.72	86.41	117.39	133.95	207.66
0.33	20.00	26.30	31.32	35.74	40.78	42.55	48.55	55.40	75.27	85.89	133.15
0.50	30.00	20.28	24.15	27.56	31.44	32.81	37.44	42.72	58.04	66.23	102.67
0.67	40.00	16.87	20.08	22.91	26.15	27.28	31.13	35.52	48.26	55.07	85.37
0.83	50.00	14.62	17.40	19.86	22.66	23.64	26.98	30.79	41.83	47.73	73.99
1.00	60.00	13.00	15.48	17.67	20.16	21.04	24.00	27.39	37.21	42.46	65.83
1.50	90.00	10.03	11.94	13.62	15.55	16.22	18.51	21.12	28.69	32.74	50.76
2.00	120.00	8.34	9.93	11.33	12.93	13.49	15.39	17.56	23.86	27.23	42.21
4.00	240.00	5.35	6.37	7.26	8.29	8.65	9.87	11.26	15.30	17.46	27.06
6.00	360.00	4.12	4.91	5.60	6.39	6.67	7.61	8.68	11.80	13.46	20.87
7.00	420.00	3.73	4.45	5.07	5.79	6.04	6.89	7.87	10.69	12.19	18.90
8.00	480.00	3.43	4.08	4.66	5.31	5.55	6.33	7.22	9.81	11.19	17.35
10.00	600.00	2.97	3.54	4.04	4.61	4.81	5.48	6.26	8.50	9.70	15.04
11.00	660.00	2.79	3.33	3.80	4.33	4.52	5.16	5.89	8.00	9.13	14.15
12.00	720.00	2.64	3.15	3.59	4.10	4.28	4.88	5.57	7.56	8.63	13.38
24.00	1440.00	1.69	2.02	2.30	2.63	2.74	3.13	3.57	4.85	5.53	8.58



**FIGURA N° 6: Curvas IDF – Estación Huancabamba .**

En nuestro país, debido a la escasa cantidad de información pluviográfica con que se cuenta, difícilmente pueden elaborarse estas curvas. Ordinariamente solo se cuenta con lluvias máximas en 24 horas, por lo que el valor de la Intensidad de la precipitación pluvial máxima generalmente se estima a partir de la precipitación máxima en 24 horas, multiplicada por un coeficiente de duración; en la Tabla N° 06 se muestran coeficientes de duración, entre 1 hora y 48 horas, los mismos que podrán usarse, con criterio y cautela para el cálculo de la intensidad, cuando no se disponga de mejor información.

TABLA N° 06: Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora

DURACION DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50

6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

Se puede establecer como un procedimiento lo siguiente:

1. Seleccionar las lluvias mayores para diferentes tiempos de duración.
2. Ordenar de mayor a menor
3. Asignar a cada valor ordenado una probabilidad empírica.
4. Calcular el tiempo de retorno de cada valor.
5. Graficar la curva intensidad-frecuencia-duración.

## 11. Tiempo de Concentración

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración  $t_c$ . El tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del

suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área.

El tiempo de concentración en un sistema de drenaje pluvial es:

$$t_c = t_o + t_f$$

Donde:

t<sub>o</sub>: tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

t<sub>f</sub>: tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés =  $\sum L_i / V_i$ .

Las ecuaciones para calcular el tiempo de concentración se muestran en la Tabla N° 07.

**TABLA N° 07:** Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración

METODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t <sub>c</sub> (minutos)	OBSERVACIONES
<b>Kirpich (1940)</b>	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t <sub>c</sub> por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
<b>California Culverts Practice (1942)</b>	$t_c = 0.0195 \left( \frac{L^2}{H} \right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
<b>Izzard (1946)</b>	$t_c = \frac{525(0.0000276i + c)L^{0.53}}{S^{0.333} i^{0.667}}$ <p>i = Intensidad de lluvia, mm/h c = coeficiente de retardo L = longitud de la trayectoria de flujo, m. S = pendiente de la trayectoria de flujo, m/m.</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0.0070 para pavimentos muy lisos hasta 0.012 para pavimentos de concreto y 0.06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser ≤ 3500.
<b>Federal Aviation Administration (1970)</b>	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$ <p>C = coeficiente de escorrentía del método racional. L = longitud del flujo superficial, m. S = pendiente de la superficie, m/m</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en problemas de drenaje de aeropuertos pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.

<p><b>Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965)</b></p> <p><b>Aron y Erborge (1973)</b></p>	$t_c = \frac{7.L^{0.6}.n^{0.6}}{I^{0.4}.S^{0.3}}$ <p>L = longitud del flujo superficial, m.  n = coeficiente de rugosidad de Manning.  I = intensidad de lluvia, mm/h.  S = pendiente promedio del terreno-m/m.</p>	<p>Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas; el método requiere iteraciones debido a que tanto I (Intensidad de lluvia) como t<sub>c</sub> son desconocidos, la superposición de una curva de intensidad – duración – frecuencia da una solución gráfica directa para t<sub>c</sub>.</p>
<p><b>Ecuación de retardo SCS (1973)</b></p>	$t_c = \frac{0.0136.L^{0.8}\left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$ <p>L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo), m.  CN = Número de curva SCS  S = pendiente promedio de la cuenca, m/m.</p>	<p>Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 800 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que t<sub>c</sub> = 1.67 x retardo de la cuenca.</p>

Fuente: \* SCS Soil Conservation Service

## 12. Precipitación total y efectiva

El exceso de precipitación o precipitación efectiva (Pe), es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo. Después de fluir a través de la superficie de la cuenca, el exceso de precipitación se convierte en escorrentía directa a la salida de la cuenca bajo la suposición de flujo superficial hortoniano. Las gráficas de exceso de precipitación vs. el tiempo o hietograma de exceso de precipitación es un componente clave para el estudio de las relaciones lluvia-escorrentía. La diferencia entre el hietograma de lluvia total y el hietograma de exceso de precipitación se conoce como abstracciones o pérdidas. Las pérdidas son primordialmente agua absorbida por filtración con algo de interceptación y almacenamiento superficial.

El hietograma de exceso de precipitación puede calcularse a partir del hietograma de precipitación en una o dos formas, dependiendo de si existe o no información de caudales disponibles para la tormenta.

### **13. Determinación de número de curva y coeficiente de escorrentía**

El valor del parámetro CN fue estimado, conforme a la calidad del suelo y la vegetación observada en cada tramo de la vía mediante la tabla de números de curva de escorrentía, contenida en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los números de curva han sido tabulados por el Soil Conservation Service con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra. Se definen cuatro grupos de suelos:

- Grupo A: Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- Grupo B: Suelos pocos profundos depositados por el viento, marga arenosa.
- Grupo C: Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.
- Grupo D: Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Los valores de CN para varios tipos de uso de la tierra en estos tipos de suelos se muestran en la Tabla N° 08. Para una cuenca hecha de varios tipos de suelos y con diferentes usos de la tierra, se puede calcular un CN compuesto.

**TABLA N° 8**  
**TABLA DE VALORES DE CURVA NÚMERO**

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada <sup>1</sup> : sin tratamientos de conservación con tratamiento de conservación	72 62	81 71	88 78	91 81
Pastizales: condiciones pobres condiciones óptimas	68 39	79 61	86 74	89 80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas, cubierta buena <sup>2</sup>	45 25	66 55	77 70	83 77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc. óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	39 49	61 69	74 79	80 84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial <sup>3</sup> :				
Tamaño promedio del lote      Porcentaje promedio impermeable <sup>4</sup>				
1/8 acre o menos                      65	77	85	90	92
1/4 acre                                      38	61	75	83	87
1/3 acre                                      30	57	72	81	86
1/2 acre                                      25	54	70	80	85
1 acre                                        20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. <sup>5</sup>	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados <sup>5</sup>	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

- 1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la tierra, remitirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap.9.
- 2 Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.
3. Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los sucesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.
4. Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.
5. En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva.  
(Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow))



Para la selección de los valores del parámetro CN, se consideró la existencia de suelos semipermeables (grupo C) y condiciones de humedad II.

Los valores estimados del parámetro CN, se detallan en el Tabla N° 9.

**TABLA N° 9  
VALORES DE CURVA NÚMERO “CN” ESTIMADOS**

Progresivas	Descripción	CN	
		Parciales	Ponderado
136+000 – 140+000	Tierra cultivada con tratamiento de conservación/pastizales condiciones pobres	82 - 77	79

El valor del parámetro “Coeficiente de Escorrentía” (C), fue estimado conforme a la calidad del suelo y a la vegetación observada en cada tramo de la vía mediante la tabla de valores contenida, para la aplicación del método racional, en el libro “Hidrología Aplicada” de Ven Te Chow (1996) y en la Norma Técnica OS.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2006), la cual se observa a continuación:

**TABLA N° 10  
TABLA DE VALORES DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Luego, los valores estimados para los tramos del proyecto se detallan a continuación:

**TABLA N° 11**  
**VALORES DE COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA “C”**

Progresivas	C
136+000 – 140+600	0.45

#### 14. Determinación de período de retorno

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años, se le denomina Período de Retorno “T”. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años.

Para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros.

Los períodos de retorno, fueron estimados en base de los niveles de riesgo y los períodos de vida útil propuestos en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, versión 2012, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por:

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

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la

probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. (Ver Figura N° 01)

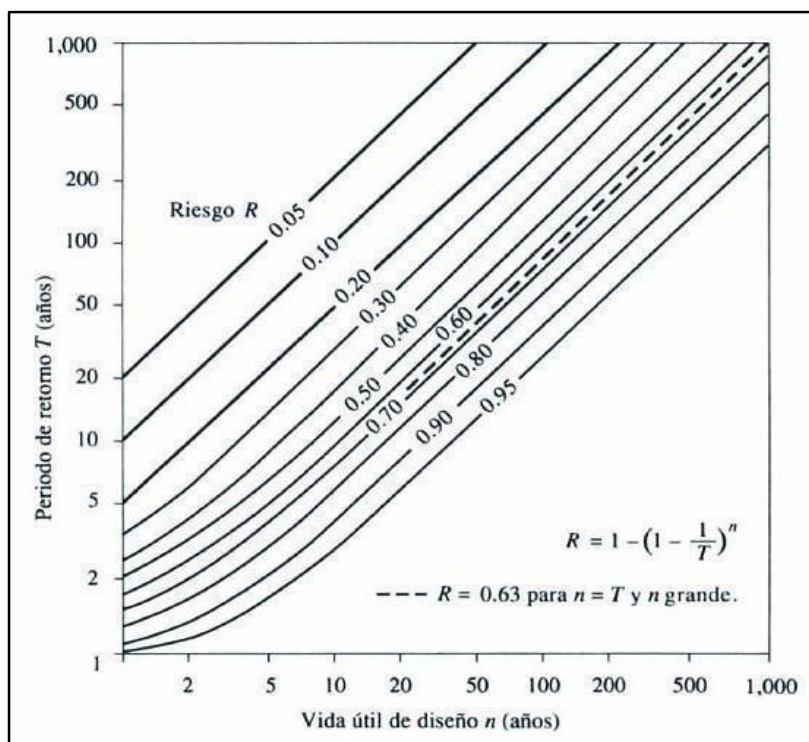


Figura N° 01: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil

(Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow)).

Los niveles de riesgo, períodos de vida útil y períodos de retorno utilizados se detallan a continuación:

**TABLA N° 12**  
**PERÍODOS DE RETORNO**

Estructura o parámetro	Riesgo de ocurrencia (%)	Período de vida útil (años)	Período de retorno (años)
Puentes	0.25	40	175 *
Defensas ribereñas	0.25	40	140
Alcantarillas mayores y badenes	0.30	25	71
Alcantarillas menores y de alivio	0.35	15	35
Cunetas y zanjas	0.40	15	30
Sub drenes	0.40	15	30
Socavación en puentes y defensas			500**

\*Valor incrementado por importancia de las estructuras asociadas

\*\* Valor típico previsto por el MTC.

## **15. Determinación de caudal de pre-diseño**

No se cuenta con registros hidrométricos en las quebradas que cruzan la vía en estudio, por lo que, para la estimación de los caudales extremos en las cuencas mayores respectivas, se aplicó, para las cuencas mayores a 10 km<sup>2</sup>, el modelo de Hidrograma Sintético del Soil Conservation Service (SCS), mediante el programa computarizado HEC-HMS, del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica. El hidrograma, es un modelo precipitación - escorrentía, basado en las características fisiográficas de la cuenca.

La extensión de la cuenca colectora, lo mismo que la longitud máxima de la cuenca, se evaluó en base a la previa identificación de los límites de la cuenca en los planos topográficos, a escala 1:100 000, que cubren el área del Proyecto. La selección de la curva de pérdidas y demás parámetros requeridos para la determinación de la lluvia efectiva, fue realizada mediante las tablas desarrolladas, para el efecto por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos de Norteamérica, antes indicado.

Por otra parte, debido a la falta de información continua de precipitación (registros pluviográficos), para definir la distribución temporal de la precipitación total de la tormenta de diseño, se adoptaron las distribuciones típicas de las tormentas tipo I (vertiente del Pacífico) para el sector Canchaque-divisoria orográfica y tipo II (vertiente del Atlántico) para el sector divisoria orográfica-Huancabamba, propuestas por el Weather Bureau de los Estados Unidos de Norteamérica.

En el caso de las cuencas menores a 10 km<sup>2</sup>, los caudales extremos fueron estimados en base del modelo racional. Tomando en cuenta que las tormentas extremas, en la región, son de larga duración, se ha considerado un tiempo conservador de duración mínima de tormenta de 20 minutos para el cálculo de los caudales extremos.

A continuación, se resumen los valores de caudales extremos estimados para las cuencas analizadas, correspondientes a las recurrencias medias de 35 años y 71 años, asignadas a cada una de las cuencas evaluadas en la zona de proyecto.

Estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas,  $A < 10 \text{ Km}^2$ . Considerar que la duración de P es igual a tc.

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

**Donde:**

Q: Descarga máxima de diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

C: Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla N° 13)

I: Intensidad de precipitación máxima horaria ( $\text{mm}/\text{h}$ )

A: Área de la cuenca ( $\text{Km}^2$ ).

**TABLA N° 13: Coeficientes de escorrentía método racional**

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio.

En virtud a ello, los coeficientes de escorrentía variarán según dichas características.

**TABLA N°13 CAUDALES EXTREMOS EN CUENCAS**

<b>Cuenca</b>	<b>A (km<sup>2</sup>)</b>	<b>C</b>	<b>I (mm/hr)</b>	<b>Q<sub>td71años</sub> (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>C-01</b>	0.75	0.45	65.50	6.14
<b>C-02</b>	1.50	0.33	90.13	16.90

#### **16. Caudales en cunetas y alcantarillas de alivio**

Para la estimación de los caudales a ser conducidos por las cunetas y las alcantarillas de alivio, y se le asignó la precipitación correspondiente a la máxima altura del mismo.

Para efectos de estimación de caudales máximos en cada tramo, se utilizó el método racional y se consideró una franja de aporte de 150 m de ancho y longitudes de franja de 250 m.

La intensidad de precipitación, correspondió a la máxima intensidad horaria, obtenida para la lluvia extrema (máxima a la altura mayor del tramo en análisis) conforme al tipo de tormenta aplicable (tipo I para el sector I y tipo II para el sector II), los valores de intensidad horaria de la tormenta de diseño, fueron obtenidas mediante el módulo correspondiente del modelo SMADA.

Los períodos de recurrencia adoptados fueron de 20 años para las cunetas y 25 años para las alcantarillas de alivio.

A continuación, se detallan los valores de intensidad de precipitación y caudales, correspondientes al Tramo en estudio.

**TABLA N° 15**  
**CAUDALES EN CUNETAS Y ALCANTARILLAS DE ALIVIO**

Sector/Tramo	A (km <sup>2</sup> )	Caudal máximo cunetas Tr = 20 años (m <sup>3</sup> /s)	Caudal máximo alcantarilla de paso Tr = 25 años (m <sup>3</sup> /s)
Tramo I	0.0375	0.22	0.23

### 17. Determinación de bombeo

El área del proyecto se encuentra en el ámbito de influencia de la estación Huancabamba, cuyo nivel de precipitación anual son extremadamente disímiles, pero en ambos casos presentan extensas zonas en que la precipitación supera los 500 mm de lluvia anual.

Conforme a lo establecido en el Manual de diseño geométrico, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el bombeo del pavimento superior será de 2% cuando la precipitación total anual sea inferior a 500 mm y 2.5% en caso que dicha precipitación supere los 500 mm.

Dentro de este contexto, el bombeo requerido, conforme al criterio de selección antes mencionado, será de 2.5% a todo lo largo de la vía

### 18. Identificación de quebradas con capacidad de arrastre

Se han identificado dos quebradas sujetas a intenso transporte sólido, potencialmente por flujos hiperconcentrados.

Para el cálculo de las estructuras de cruce más convenientes, se ha considerado como caudal de diseño para el dimensionamiento de las mismas la suma obtenida de caudal sólido potencial y de caudal líquido para así permitir el paso del flujo hiperconcentrado que pudiera ocurrir en eventos extremos.

A continuación, se detallan las quebradas con arrastre significativo de sólidos y potencial geodinámico de generación de flujos hiperconcentrados.

**TABLA N° 16**  
**QUEBRADAS CON ARRASTRE DE SÓLIDOS**

Cuenca	Progresiva	ESTRUCTURA EXISTENTE			
		Tipo	Diámetro	b	h
	(km)		(Pulg)	(m)	(m)
C-01	137+511		48		
C-02	138+737			1.2	1.2

## 19. Diseños de estructuras de drenaje

Las obras de drenaje proyectadas tanto transversal como longitudinal se efectuó en la vía principal, intersecciones y accesos.

### 19.1. Drenaje Transversal

#### a) Alcantarillas mayores

En cruces con mayor caudal de descarga, se han considerado alcantarillas de tipo TMC abovedadas. Estas alcantarillas, contarán, con estructuras de entrada y salida tipo alas y con protección del fondo con una capa de concreto reforzado de 0.15 m de espesor, para contrarrestar la acción de eventuales descargas sólidas.

Asimismo para quebradas menores, se han considerado alcantarillas tipo TMC circulares de 60" y 70", las cuales al igual que las abovedadas, contarán con estructuras en la entrada y salida tipo alas.

El dimensionamiento de estas alcantarillas, se realizó mediante los modelos Culvert Master, de Haestad Methods, que cuenta con un módulo especial para el cálculo de alcantarillas abovedadas, analizando las condiciones de control aguas arriba y aguas abajo y, con el programa HY8, desarrollado por The Federal Highway Administration (FHWA) que también cuenta con un módulo para el análisis de alcantarillas abovedadas tomando en cuenta las condiciones a la entrada y a la salida de la estructura.

En el siguiente Tabla, se detallan los parámetros de las alcantarillas abovedadas y arcos de perfil bajo propuestas el tramo.



**TABLA N° 17  
ALCANTARILLA ABOVEDADA**

Cuenca	Dimensiones		Q <sub>diseño</sub>	Velocidad salida	Tirante normal
	b	h			
	(m)	(m)	m <sup>3</sup> /s	m/s	m
C-02	2.90	1.96	11.07	4.74	0.86

**b) Alcantarillas menores**

Se ha considerado alcantarillas menores a las de cruce de pequeñas quebradas, sin cuenca identificable, las de uso agrícola y las de alivio.

Para estas funciones se han propuesto alcantarillas de TMC con diámetros de 36" y 48".

Estas alcantarillas estarán provistas de cajas de ingreso o estructuras de ala, según sea la ubicación de las mismas y estructuras de descarga y protección.

Dentro de esta categoría, se incluyen las alcantarillas existentes, que deban ser reemplazadas, sea por su escasa capacidad de conducción, sus condiciones operativas inaceptables o la variación del trazo que las inutilice.

En los casos en que sea conveniente, se reforzará el fondo de las alcantarillas con una capa de concreto de 0.10 m de espesor, para contrarrestar la erosión por flujo sólido.

Las alcantarillas estarán espaciadas a no más de 250 m en los tramos 1 a 4 de cada sector y a no más de 200 m en los tramos 5 y 6 de cada sector.

En el Tabla N° 18, se detallan las características extremas de estas alcantarillas.

**TABLA N° 18  
ALCANTARILLAS TUBULARES TMC**

Diámetro	Caudal máximo de diseño (m <sup>3</sup> /s)	Tirante máximo de descarga (m)	Velocidad máxima de descarga (m/s)
36"	0.84	0.50	2.29
48"	1.67	0.64	2.72

También se han proyectado alcantarillas tipo MC de diferentes dimensiones proyectadas en su mayoría como estructuras de riego.

## 19.2. Drenaje longitudinal

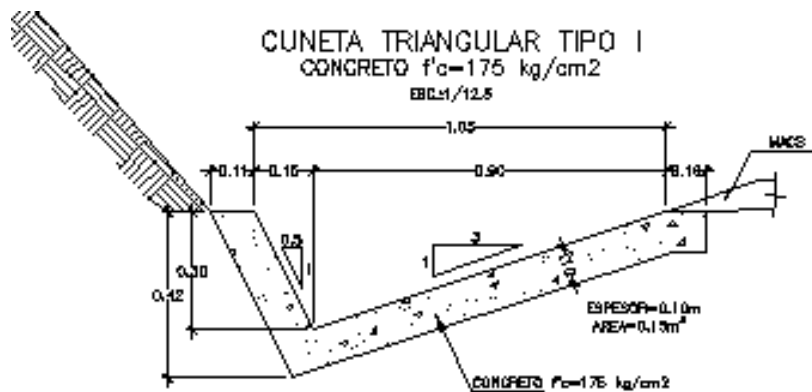
### a) Cunetas

La vía carece de cunetas adecuadas y en buen estado de conservación, lo que origina severos deterioros en la plataforma de la carretera.

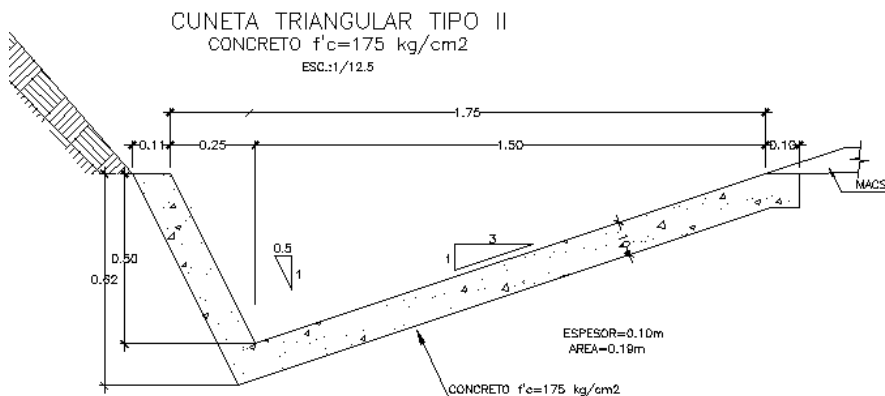
Se ha previsto la construcción de cunetas longitudinales, revestidas de concreto, en la totalidad de tramos a media ladera y a ambos lados en las zonas en corte cerrado.

Los tipos de cunetas considerados son los siguientes:

- Cuneta Triangular tipo I: para sectores no urbanos cuyas longitudes de descarga máxima sean de 250 m.



- Cuneta Triangular Tipo II: para sectores no urbanos cuyas longitudes de descarga máxima sean de 350 m.



**b) Subdren**

Se instalarán en los sectores de la vía sujetos a la acción de flujo sub superficial y en los taludes que requiera protección hídrica para su estabilización.

Los sub drenes, serán de tipo tubería perforada, en zanja rellena de grava y con cobertura externa de geotextil no tejido para evitar la pérdida de material del suelo circundante a través de los sub drenes.

**CUADRO 1: REGISTRO HISTÓRICO  
ESTACIÓN HUANCABAMBA**

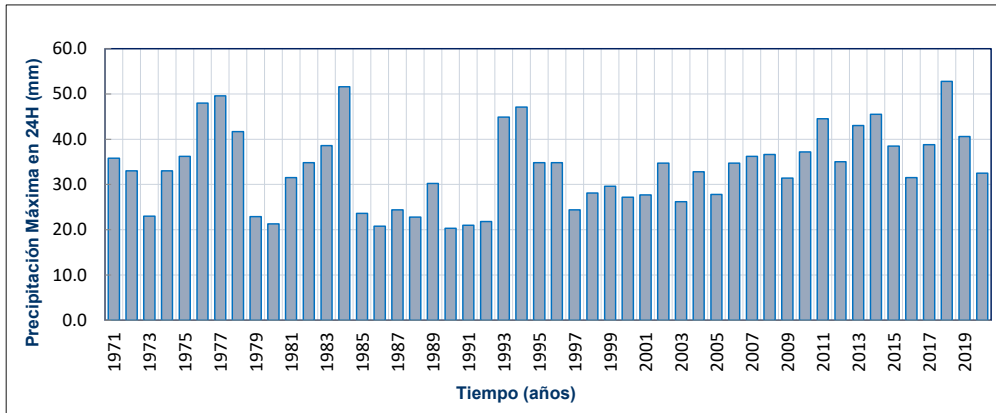
Estación :	HUANCABAMBA	Longitud	-79.454 "W"	Dpto.	PIURA
Parámetro :	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)	Latitud :	-5.2468 "S"	Prov.	HUANCABAMBA
Código :		Altitud :	1959 m.s.n.m.	Dist.	HUANCABAMBA

ANO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	MAXIMO
1971	29.2	19.8	35.8	22.2	6.6	11.6	0.6	8.8	11.6	10.6	5.6	6.1	35.8
1972	15.3	11.3	33.0	14.2	11.0	7.8	2.0	16.5	4.6	11.1	30.1	3.9	33.0
1973	10.0	16.4	14.5	21.7	6.5	6.6	23.0	8.5	6.3	16.5	11.7	15.9	23.0
1974	22.2	20.2	33.0	10.0	2.5	3.2	11.0	11.0	3.4	14.0	27.0	13.7	33.0
1975	7.2	21.5	27.3	29.3	13.0	5.0	12.0	30.0	7.0	24.0	36.2	1.5	36.2
1976	16.6	18.5	22.0	48.0	7.6	15.8	18.4	12.0	2.5	3.3	7.4	36.6	48.0
1977	29.8	20.2	49.6	24.4	7.4	12.2	3.8	6.2	11.5	8.0	7.8	9.3	49.6
1978	10.0	6.0	41.7	18.0	15.0	9.8	1.2	6.7	3.7	6.4	4.0	8.3	41.7
1979	16.0	3.9	22.9	S/D	S/D	0.7	0.0	3.1	21.4	6.2	6.5	2.7	22.9
1980	15.1	15.1	13.8	21.3	5.8	4.5	0.9	1.0	6.0	18.4	16.9	13.3	21.3
1981	9.1	29.9	31.5	7.4	5.4	5.4	3.1	6.0	0.0	15.8	5.5	9.6	31.5
1982	7.3	19.3	19.3	34.8	5.8	0.5	1.3	0.2	9.2	10.6	20.8	18.8	34.8
1983	38.6	26.6	21.8	9.3	5.4	2.2	1.6	2.0	2.2	13.5	15.2	18.3	38.6
1984	16.9	51.6	26.8	15.1	12.9	0.2	12.9	3.9	4.3	10.0	17.3	8.7	51.6
1985	8.4	3.3	3.0	21.3	10.4	1.9	2.2	9.8	1.7	23.6	2.9	9.8	23.6
1986	20.8	19.6	10.4	19.8	1.6	0.4	4.9	5.6	13.9	7.1	17.3	15.3	20.8
1987	10.3	8.9	16.9	24.2	10.7	0.8	14.5	24.4	1.6	10.8	7.1	3.6	24.4
1988	11.4	22.8	4.2	10.0	16.4	11.0	4.3	2.8	17.2	6.6	14.8	19.3	22.8
1989	17.3	17.8	24.3	11.2	7.4	6.7	0.3	1.2	2.8	30.2	0.9	3.0	30.2
1990	8.9	8.1	8.8	6.4	7.8	3.9	1.3	2.0	2.0	20.3	12.3	10.9	20.3
1991	10.7	10.7	12.6	S/D	S/D	S/D	0.0	21.0	0.3	3.4	17.0	10.0	21.0
1992	12.8	10.0	8.0	7.7	5.0	3.4	0.0	3.0	7.4	10.7	21.8	S/D	21.8
1993	19.6	32.8	44.9	39.6	16.8	0.4	8.1	0.8	7.3	20.6	21.8	34.8	44.9
1994	36.2	38.3	47.1	34.5	18.6	6.8	2.7	22.2	13.5	4.5	32.8	9.6	47.1
1995	16.4	6.4	20.4	29.7	12.7	1.3	14.7	1.9	2.6	5.3	34.8	13.6	34.8
1996	18.9	20.4	34.8	10.2	4.8	2.8	3.3	3.7	3.2	15.8	6.1	7.2	34.8
1997	12.8	14.6	6.9	8.8	3.8	1.6	4.0	0.3	10.2	21.8	24.4	13.9	24.4
1998	23.1	12.4	28.1	17.1	12.2	6.2	3.2	0.2	2.1	16.0	12.7	8.1	28.1
1999	17.2	23.1	29.6	14.1	24.3	9.4	5.8	3.1	19.7	20.6	19.8	21.6	29.6
2000	14.1	22.0	27.2	18.0	25.4	11.6	1.0	4.8	23.0	1.4	1.2	9.5	27.2
2001	18.8	21.8	27.7	17.3	5.3	15.2	15.3	2.9	11.3	11.3	20.1	23.5	27.7
2002	8.9	34.7	28.3	31.7	17.5	0.7	7.3	0.0	1.8	27.3	8.8	11.2	34.7
2003	10.0	22.1	26.2	13.4	7.6	19.5	5.3	0.9	1.8	5.2	16.1	9.5	26.2
2004	32.8	2.7	15.0	29.0	18.2	4.1	4.3	0.2	3.0	22.8	22.8	17.7	32.8
2005	7.7	25.5	19.6	27.8	10.2	1.9	0.3	0.0	8.5	10.0	9.4	26.9	27.8
2006	8.0	23.8	19.2	26.3	12.3	5.2	1.3	0.4	4.8	34.7	26.5	25.7	34.7
2007	30.7	5.3	16.0	36.2	6.5	19.4	2.1	5.3	2.5	28.0	34.1	22.0	36.2
2008	15.2	S/D	36.6	15.9	13.6	2.6	6.8	5.6	1.7	22.8	13.9	2.5	36.6
2009	19.3	28.0	31.4	14.0	3.6	5.8	4.8	5.0	3.7	3.5	9.3	9.0	31.4
2010	37.2	34.8	16.0	21.4	8.5	7.0	5.0	13.0	4.8	23.5	20.4	15.0	37.2
2011	8.3	40.0	14.0	44.5	14.8	10.0	11.5	3.0	21.0	13.0	25.0	26.0	44.5
2012	20.3	34.5	35.0	9.5	12.5	8.5	1.8	6.6	1.5	28.8	21.0	17.3	35.0
2013	13.0	12.5	9.5	7.0	20.8	1.3	9.5	2.0	3.5	43.0	0.5	S/D	43.0
2014	9.6	16.6	45.5	4.5	26.0	4.5	1.0	5.5	1.6	15.0	14.5	12.7	45.5
2015	24.2	8.5	38.5	12.2	3.5	7.3	5.0	0.5	1.0	15.6	5.4	2.5	38.5
2016	14.7	17.0	22.0	31.5	3.5	6.2	5.5	2.8	18.5	1.5	9.5	21.6	31.5
2017	22.7	27.0	38.8	17.5	8.4	0.0	0.2	2.8	4.2	20.0	9.3	19.1	38.8
2018	15.7	22.4	22.8	10.0	26.0	6.8	1.4	0.2	3.9	9.3	52.8	8.8	52.8
2019	10.7	33.1	33.7	40.6	3.1	2.2	8.9	2.9	1.4	10.4	11.3	23.8	40.6
2020	32.5	21.1	11.2	0.0	0.0	0.0	1.8	8.0	3.1	10.2	15.1	19.9	32.5
<b>PROMEDIO</b>	17.4	20.1	24.5	20.0	10.5	5.8	5.2	5.8	6.5	14.9	16.1	14.0	<b>33.7</b>
<b>DESV. EST.</b>	8.6	10.6	11.8	11.3	6.7	5.0	5.3	6.7	6.2	9.1	10.7	8.3	<b>8.7</b>
<b>MÁXIMO</b>	38.6	51.6	49.6	48.0	26.0	19.5	23.0	30.0	23.0	43.0	52.8	36.6	<b>52.8</b>
<b>MÍNIMO</b>	7.2	2.7	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.5	1.5	<b>20.3</b>
<b>N° Datos</b>	49	49	50	48	48	49	50	50	50	50	50	48	<b>50</b>

N/A: Dato No Medido

FUENTE: SENAMHI.

### HISTOGRAMA DEL REGISTRO HISTÓRICO ESTACIÓN HUANCABAMBA



**REGISTRO HISTÓRICO**  
**Cuadro 2. DATOS DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS**  
**ESTACIÓN HUANCABAMBA**

Nº	AÑO	ORDEN	P24	log(P24)
1	1971	19	35.8	1.5539
2	1972	26	33.0	1.5185
3	1973	43	23.0	1.3617
4	1974	27	33.0	1.5185
5	1975	17	36.2	1.5587
6	1976	4	48.0	1.6812
7	1977	3	49.6	1.6955
8	1978	10	41.7	1.6201
9	1979	44	22.9	1.3598
10	1980	47	21.3	1.3284
11	1981	30	31.5	1.4983
12	1982	21	34.8	1.5416
13	1983	13	38.6	1.5866
14	1984	2	51.6	1.7126
15	1985	42	23.6	1.3729
16	1986	49	20.8	1.3181
17	1987	40	24.4	1.3874
18	1988	45	22.8	1.3579
19	1989	33	30.2	1.4800
20	1990	50	20.3	1.3075
21	1991	48	21.0	1.3222
22	1992	46	21.8	1.3385
23	1993	7	44.9	1.6522
24	1994	5	47.1	1.6730
25	1995	22	34.8	1.5416
26	1996	23	34.8	1.5416
27	1997	41	24.4	1.3874
28	1998	35	28.1	1.4487
29	1999	34	29.6	1.4713
30	2000	38	27.2	1.4346
31	2001	37	27.7	1.4425
32	2002	24	34.7	1.5403
33	2003	39	26.2	1.4183
34	2004	28	32.8	1.5159
35	2005	36	27.8	1.4440
36	2006	25	34.7	1.5403
37	2007	18	36.2	1.5587
38	2008	16	36.6	1.5635
39	2009	32	31.4	1.4969
40	2010	15	37.2	1.5705
41	2011	8	44.5	1.6484
42	2012	20	35.0	1.5441
43	2013	9	43.0	1.6335
44	2014	6	45.5	1.6580
45	2015	14	38.5	1.5855
46	2016	31	31.5	1.4983
47	2017	12	38.8	1.5888
48	2018	1	52.8	1.7226
49	2019	11	40.6	1.6085
50	2020	29	32.5	1.5119

<b>Numero de datos n</b>	50	50
<b>Suma <math>\Sigma</math></b>	1684.8	75.6610
<b>Máximo</b>	52.8	1.7226
<b>Mínimo</b>	20.3	1.3075
<b>Media <math>\bar{x}</math></b>	33.7	1.5132
<b>Varianza</b>	75.4	
<b>Desviación estándar s</b>	8.6837	0.1137
<b>Coefficiente asimetría Cs</b>	0.3400	-0.1278
<b>Cs/6 k</b>	0.0567	-0.0213

**PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (Método Water Resources Council)**

n = 50 N° de datos

$K_n = 2.768$  \*

*$K_n$ : valor recomendado, varía según el valor de n  
(significancia:10%)*

→ Umbral de datos dudosos **altos** ( $x_H$ : unid. logaritmicas)

$$x_H = \bar{x} + K_n \cdot s \quad x_H = 1.83$$

Precipitación máxima aceptada

$$PH = 10^{x_H} \quad PH = 67.3 \quad \text{mm}$$

→ Umbral de datos dudosos **bajos** ( $x_L$ : unid. logaritmicas)

$$x_L = \bar{x} - K_n \cdot s \quad x_L = 1.20$$

Precipitación mínima aceptada

$$PL = 10^{x_L} \quad PL = 15.8 \quad \text{mm}$$

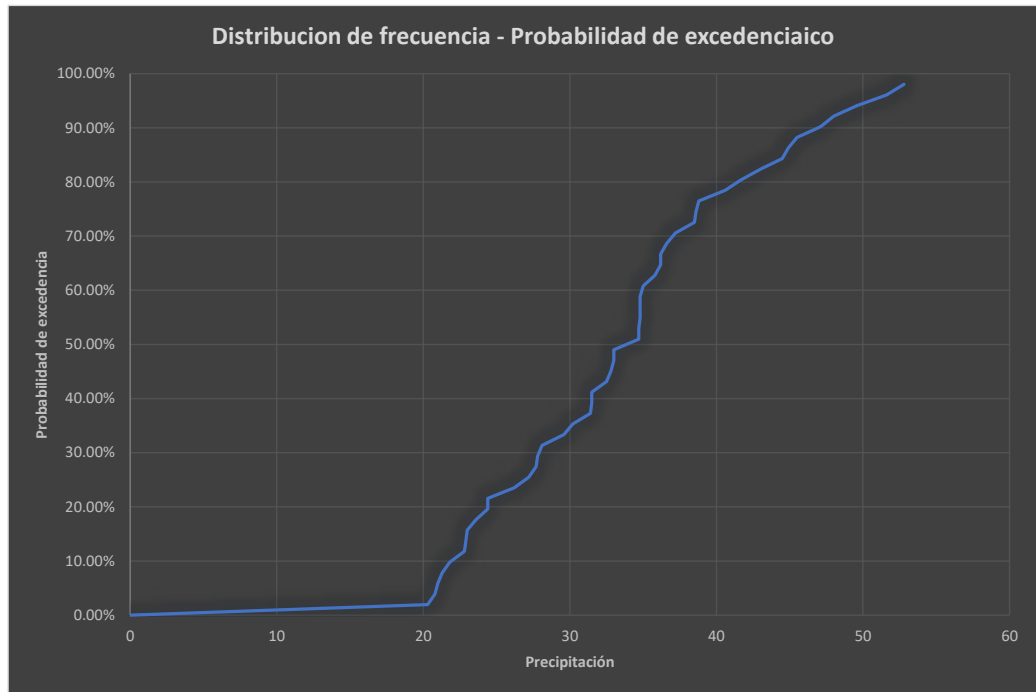
**Nota:** Se observa que todos los valores ' P24 ' están dentro de los límites PH y PL, es decir se encuentran entre 76.7 y 13.5 mm. **No existen datos dudosos.**

\* Referencia: Tabla 12.5.3 - Hidrología Aplicada, Ven Te Chow

**DISTRIBUCION DE FRECUENCIA - PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA**

m	x	P(x)
0	0	0
1	20.3	0.019608
2	20.8	0.039216
3	21	0.058824
4	21.3	0.078431
5	21.8	0.098039
6	22.8	0.117647
7	22.9	0.137255
8	23	0.156863
9	23.6	0.176471
10	24.4	0.196078
11	24.4	0.215686
12	26.2	0.235294
13	27.2	0.254902
14	27.7	0.27451
15	27.8	0.294118
16	28.1	0.313725
17	29.6	0.333333
18	30.2	0.352941
19	31.4	0.372549
20	31.5	0.392157
21	31.5	0.411765
22	32.5	0.431373
23	32.8	0.45098
24	33	0.470588
25	33	0.490196
26	34.7	0.509804
27	34.7	0.529412
28	34.8	0.54902
29	34.8	0.568627
30	34.8	0.588235
31	35	0.607843
32	35.8	0.627451
33	36.2	0.647059
34	36.2	0.666667
35	36.6	0.686275
36	37.2	0.705882
37	38.5	0.72549
38	38.6	0.745098
39	38.8	0.764706
40	40.6	0.784314
41	41.7	0.803922
42	43	0.823529
43	44.5	0.843137
44	44.9	0.862745
45	45.5	0.882353
46	47.1	0.901961
47	48	0.921569
48	49.6	0.941176
49	51.6	0.960784
50	52.8	0.980392

n	50
---	----





m	P=X(mm)	P(X)=m/n+1	Z=X-Xm/S	F(X <sub>m</sub> ) Normal	F <sub>o</sub> (X <sub>m</sub> )-F(X <sub>m</sub> )  Normal	m	X	Y=LnX	P(X)	F(X <sub>m</sub> ) LogNormal	F <sub>o</sub> (X <sub>m</sub> )-F(X <sub>m</sub> )  LogNormal
1	20.3	0.0196	-1.5427	0.0615	0.0418	1	20.3	3.01062	0.0196	0.035172	0.01556
2	20.8	0.0392	-1.4851	0.0688	0.0295	2	20.8	3.03495	0.0392	0.043014	0.00380
3	21	0.0588	-1.4620	0.0719	0.0130	3	21	3.04452	0.0588	0.046462	0.01236
4	21.3	0.0784	-1.4275	0.0767	0.0017	4	21.3	3.05871	0.0784	0.051977	0.02645
5	21.8	0.0980	-1.3699	0.0854	0.0127	5	21.8	3.08191	0.0980	0.062105	0.03593
6	22.8	0.1176	-1.2548	0.1048	0.0129	6	22.8	3.12676	0.1176	0.085971	0.03168
7	22.9	0.1373	-1.2432	0.1069	0.0304	7	22.9	3.13114	0.1373	0.088624	0.04863
8	23	0.1569	-1.2317	0.1090	0.0478	8	23	3.13549	0.1569	0.091327	0.06554
9	23.6	0.1765	-1.1626	0.1225	0.0540	9	23.6	3.16125	0.1765	0.108556	0.06791
10	24.4	0.1961	-1.0705	0.1422	0.0539	10	24.4	3.19458	0.1961	0.134171	0.06191
11	24.4	0.2157	-1.0705	0.1422	0.0735	11	24.4	3.19458	0.2157	0.134171	0.08151
12	26.2	0.2353	-0.8632	0.1940	0.0413	12	26.2	3.26576	0.2353	0.201868	0.03343
13	27.2	0.2549	-0.7481	0.2272	0.0277	13	27.2	3.30322	0.2549	0.244510	0.01039
14	27.7	0.2745	-0.6905	0.2449	0.0296	14	27.7	3.32143	0.2745	0.266880	0.00763
15	27.8	0.2941	-0.6790	0.2486	0.0455	15	27.8	3.32504	0.2941	0.271424	0.02269
16	28.1	0.3137	-0.6444	0.2597	0.0541	16	28.1	3.33577	0.3137	0.285186	0.02854
17	29.6	0.3333	-0.4717	0.3186	0.0148	17	29.6	3.38777	0.3333	0.356128	0.02279
18	30.2	0.3529	-0.4026	0.3436	0.0093	18	30.2	3.40784	0.3529	0.385081	0.03214
19	31.4	0.3725	-0.2644	0.3957	0.0232	19	31.4	3.44681	0.3725	0.443027	0.07048
20	31.5	0.3922	-0.2529	0.4002	0.0080	20	31.5	3.44999	0.3922	0.447828	0.05567
21	31.5	0.4118	-0.2529	0.4002	0.0116	21	31.5	3.44999	0.4118	0.447828	0.03606
22	32.5	0.4314	-0.1377	0.4452	0.0139	22	32.5	3.48124	0.4314	0.495310	0.06394
23	32.8	0.4510	-0.1032	0.4589	0.0079	23	32.8	3.49043	0.4510	0.509314	0.05833
24	33	0.4706	-0.0802	0.4681	0.0025	24	33	3.49651	0.4706	0.518573	0.04798
25	33	0.4902	-0.0802	0.4681	0.0221	25	33	3.49651	0.4902	0.518573	0.02838
26	34.7	0.5098	0.1156	0.5460	0.0362	26	34.7	3.54674	0.5098	0.594244	0.08444
27	34.7	0.5294	0.1156	0.5460	0.0166	27	34.7	3.54674	0.5294	0.594244	0.06483
28	34.8	0.5490	0.1271	0.5506	0.0016	28	34.8	3.54962	0.5490	0.598502	0.04948
29	34.8	0.5686	0.1271	0.5506	0.0180	29	34.8	3.54962	0.5686	0.598502	0.02987
30	34.8	0.5882	0.1271	0.5506	0.0377	30	34.8	3.54962	0.5882	0.598502	0.01027
31	35	0.6078	0.1502	0.5597	0.0482	31	35	3.55535	0.6078	0.606944	0.00090
32	35.8	0.6275	0.2423	0.5957	0.0317	32	35.8	3.57795	0.6275	0.639717	0.01227
33	36.2	0.6471	0.2884	0.6135	0.0336	33	36.2	3.58906	0.6471	0.655478	0.00842
34	36.2	0.6667	0.2884	0.6135	0.0532	34	36.2	3.58906	0.6667	0.655478	0.01119
35	36.6	0.6863	0.3344	0.6310	0.0553	35	36.6	3.60005	0.6863	0.670804	0.01547
36	37.2	0.7059	0.4035	0.6567	0.0492	36	37.2	3.61631	0.7059	0.692959	0.01292
37	38.5	0.7255	0.5532	0.7099	0.0155	37	38.5	3.65066	0.7255	0.737443	0.01195
38	38.6	0.7451	0.5647	0.7139	0.0312	38	38.6	3.65325	0.7451	0.740664	0.00443
39	38.8	0.7647	0.5878	0.7217	0.0431	39	38.8	3.65842	0.7647	0.747018	0.01769
40	40.6	0.7843	0.7951	0.7867	0.0024	40	40.6	3.70377	0.7843	0.799092	0.01478
41	41.7	0.8039	0.9217	0.8217	0.0177	41	41.7	3.73050	0.8039	0.826522	0.02260
42	43	0.8235	1.0714	0.8580	0.0345	42	43	3.76120	0.8235	0.854925	0.03140
43	44.5	0.8431	1.2442	0.8933	0.0501	43	44.5	3.79549	0.8431	0.882738	0.03960
44	44.9	0.8627	1.2902	0.9015	0.0388	44	44.9	3.80444	0.8627	0.889330	0.02659
45	45.5	0.8824	1.3593	0.9130	0.0306	45	45.5	3.81771	0.8824	0.898613	0.01626
46	47.1	0.9020	1.5436	0.9387	0.0367	46	47.1	3.85227	0.9020	0.920097	0.01814
47	48	0.9216	1.6472	0.9502	0.0287	47	48	3.87120	0.9216	0.930301	0.00873
48	49.6	0.9412	1.8315	0.9665	0.0253	48	49.6	3.90399	0.9412	0.945566	0.00439
49	51.6	0.9608	2.0618	0.9804	0.0196	49	51.6	3.94352	0.9608	0.960313	0.00047
50	52.8	0.9804	2.2000	0.9861	0.0057	50	52.8	3.96651	0.9804	0.967274	0.01312

Media (X)	<b>33.6960</b>	Δmáx	<b>0.0735</b>
S	<b>8.6837</b>	Δmáx < Δtabular	<b>Si se ajusta</b>
CS	<b>0.3400</b>		
n	50		1
Δmáx	<b>0.0735</b>		
Δtabular	<b>0.1923</b>		

Media	<b>3.4843</b>	Δmáx	<b>0.0844</b>
S	<b>0.2618</b>	Δmáx < Δtabular	<b>Si se ajusta</b>
CS	<b>-0.1278</b>		
n	50		3
Δmáx	<b>0.0844</b>		
Δtabular	<b>0.1923</b>		

## PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV

m	X	P(X)	(X-X0)	Ln (X-X0)	F(x <sub>m</sub> ) Pearson III	F <sub>o</sub> (x <sub>m</sub> )-F(x <sub>m</sub> )  Pearson III	m	X	Ln X	P(X)	Ln(X)-X0	F(x <sub>m</sub> ) LogPearson III	F <sub>o</sub> (x <sub>m</sub> )-F(x <sub>m</sub> )  LogPearson III
1	20.3	0.0196	37.6824	3.62919	0.05000	0.03040	1	20.3	3.01062	0.01961	3.6241	0.031229052	0.011621
2	20.8	0.0392	38.1824	3.64237	0.05769	0.01847	2	20.8	3.03495	0.03922	3.6484	0.039006329	0.000209
3	21	0.0588	38.3824	3.64760	0.06099	0.00217	3	21	3.04452	0.05882	3.6580	0.042457135	0.016366
4	21.3	0.0784	38.6824	3.65538	0.06619	0.01224	4	21.3	3.05871	0.07843	3.6722	0.048009447	0.030422
5	21.8	0.0980	39.1824	3.66823	0.07555	0.02249	5	21.8	3.08191	0.09804	3.6954	0.058291076	0.039748
6	22.8	0.1176	40.1824	3.69343	0.09693	0.02072	6	22.8	3.12676	0.11765	3.7402	0.082808776	0.034838
7	22.9	0.1373	40.2824	3.69591	0.09926	0.03799	7	22.9	3.13114	0.13725	3.7446	0.085552784	0.051702
8	23	0.1569	40.3824	3.69839	0.10164	0.05522	8	23	3.13549	0.15686	3.7490	0.088349705	0.068513
9	23.6	0.1765	40.9824	3.71314	0.11667	0.05980	9	23.6	3.16125	0.17647	3.7747	0.10623162	0.070239
10	24.4	0.1961	41.7824	3.73247	0.13880	0.05728	10	24.4	3.19458	0.19608	3.8081	0.132922197	0.063156
11	24.4	0.2157	41.7824	3.73247	0.13880	0.07689	11	24.4	3.19458	0.21569	3.8081	0.132922197	0.082764
12	26.2	0.2353	43.5824	3.77465	0.19709	0.03820	12	26.2	3.26576	0.23529	3.8792	0.203580025	0.031714
13	27.2	0.2549	44.5824	3.79734	0.23422	0.02069	13	27.2	3.30322	0.25490	3.9167	0.247949551	0.006952
14	27.7	0.2745	45.0824	3.80849	0.25391	0.02060	14	27.7	3.32143	0.27451	3.9349	0.271145141	0.003365
15	27.8	0.2941	45.1824	3.81071	0.25793	0.03619	15	27.8	3.32504	0.29412	3.9385	0.275850158	0.018267
16	28.1	0.3137	45.4824	3.81732	0.27015	0.04357	16	28.1	3.33577	0.31373	3.9492	0.290079957	0.023646
17	29.6	0.3333	46.9824	3.84977	0.33439	0.00106	17	29.6	3.38777	0.33333	4.0013	0.363008749	0.029675
18	30.2	0.3529	47.5824	3.86246	0.36125	0.00831	18	30.2	3.40784	0.35294	4.0213	0.392552613	0.039611
19	31.4	0.3725	48.7824	3.88737	0.41623	0.04368	19	31.4	3.44681	0.37255	4.0603	0.451280289	0.078731
20	31.5	0.3922	48.8824	3.88942	0.42086	0.02870	20	31.5	3.44999	0.39216	4.0635	0.456121498	0.063965
21	31.5	0.4118	48.8824	3.88942	0.42086	0.00910	21	31.5	3.44999	0.41176	4.0635	0.456121498	0.044357
22	32.5	0.4314	49.8824	3.90967	0.46732	0.03595	22	32.5	3.48124	0.43137	4.0947	0.503804888	0.072432
23	32.8	0.4510	50.1824	3.91566	0.48126	0.03028	23	32.8	3.49043	0.45098	4.1039	0.517798094	0.066818
24	33	0.4706	50.3824	3.91964	0.49053	0.01994	24	33	3.49651	0.47059	4.1100	0.527033549	0.056445
25	33	0.4902	50.3824	3.91964	0.49053	0.00033	25	33	3.49651	0.49020	4.1100	0.527033549	0.036837
26	34.7	0.5098	52.0824	3.95283	0.56808	0.05828	26	34.7	3.54674	0.50980	4.1602	0.602006381	0.092202
27	34.7	0.5294	52.0824	3.95283	0.56808	0.03867	27	34.7	3.54674	0.52941	4.1602	0.602006381	0.072595
28	34.8	0.5490	52.1824	3.95474	0.57254	0.02352	28	34.8	3.54962	0.54902	4.1631	0.606198188	0.057179
29	34.8	0.5686	52.1824	3.95474	0.57254	0.00391	29	34.8	3.54962	0.56863	4.1631	0.606198188	0.037571
30	34.8	0.5882	52.1824	3.95474	0.57254	0.01570	30	34.8	3.54962	0.58824	4.1631	0.606198188	0.017963
31	35	0.6078	52.3824	3.95857	0.58141	0.02644	31	35	3.55535	0.60784	4.1688	0.614503092	0.006660
32	35.8	0.6275	53.1824	3.97373	0.61622	0.01123	32	35.8	3.57795	0.62745	4.1914	0.646641372	0.019190
33	36.2	0.6471	53.5824	3.98122	0.63317	0.01389	33	36.2	3.58906	0.64706	4.2025	0.66204175	0.014983
34	36.2	0.6667	53.5824	3.98122	0.63317	0.03350	34	36.2	3.58906	0.66667	4.2025	0.66204175	0.004625
35	36.6	0.6863	53.9824	3.98866	0.64978	0.03649	35	36.6	3.60005	0.68627	4.2135	0.676984859	0.009290
36	37.2	0.7059	54.5824	3.99971	0.67402	0.03187	36	37.2	3.61631	0.70588	4.2298	0.698530403	0.007352
37	38.5	0.7255	55.8824	4.02325	0.72343	0.00207	37	38.5	3.65066	0.72549	4.2641	0.741606185	0.016116
38	38.6	0.7451	55.9824	4.02504	0.72704	0.01806	38	38.6	3.65325	0.74510	4.2667	0.744715897	0.000382
39	38.8	0.7647	56.1824	4.02860	0.73418	0.03052	39	38.8	3.65842	0.76471	4.2719	0.750848873	0.013857
40	40.6	0.7843	57.9824	4.06014	0.79330	0.00898	40	40.6	3.70377	0.78431	4.3172	0.800963175	0.016649
41	41.7	0.8039	59.0824	4.07893	0.82473	0.02081	41	41.7	3.73050	0.80392	4.3440	0.827287334	0.023366
42	43	0.8235	60.3824	4.10070	0.85733	0.03380	42	43	3.76120	0.82353	4.3747	0.854525326	0.030996
43	44.5	0.8431	61.8824	4.12524	0.88908	0.04595	43	44.5	3.79549	0.84314	4.4090	0.881223786	0.038087
44	44.9	0.8627	62.2824	4.13168	0.89655	0.03380	44	44.9	3.80444	0.86275	4.4179	0.887562098	0.024817
45	45.5	0.8824	62.8824	4.14127	0.90700	0.02464	45	45.5	3.81771	0.88235	4.4312	0.896498958	0.014146
46	47.1	0.9020	64.4824	4.16639	0.93078	0.02882	46	47.1	3.85227	0.90196	4.4658	0.917258093	0.015297
47	48	0.9216	65.3824	4.18025	0.94180	0.02023	47	48	3.87120	0.92157	4.4847	0.927173092	0.005604
48	49.6	0.9412	66.9824	4.20443	0.95776	0.01658	48	49.6	3.90399	0.94118	4.5175	0.942110648	0.000934
49	51.6	0.9608	68.9824	4.23385	0.97231	0.01152	49	51.6	3.94352	0.96078	4.5570	0.956723938	0.004060
50	52.8	0.9804	70.1824	4.25110	0.97875	0.00165	50	52.8	3.96651	0.98039	4.5800	0.963719089	0.016673

$\alpha$	<b>34.5989</b>	$\Delta_{\text{máx}}$	<b>0.0769</b>
$\beta$	<b>1.4763</b>	$\Delta_{\text{máx}} < \Delta_{\text{tabular}}$	<b>SI se ajusta</b>
X0	<b>-17.3824</b>		2
n	50		
$\Delta_{\text{máx}}$	<b>0.0769</b>		
$\Delta_{\text{tabular}}$	<b>0.1923</b>		

$\alpha$	245.0802	$\Delta_{\text{máx}}$	<b>0.0922</b>
$\beta$	0.0167	$\Delta_{\text{máx}} < \Delta_{\text{tabular}}$	<b>SI se ajusta</b>
X0	-0.6135		4
n	50		
$\Delta_{\text{máx}}$	<b>0.0922</b>		
$\Delta_{\text{tabular}}$	<b>0.1923</b>		

m	X	P(X)	F(x <sub>m</sub> ) Gumbel	F <sub>o</sub> (x <sub>m</sub> )-F(x <sub>m</sub> )  Gumbel	m	LnX	P(X)	F(x <sub>m</sub> ) Gumbel	F <sub>o</sub> (x <sub>m</sub> )-F(x <sub>m</sub> )  Gumbel
1	20.3	0.01961	0.01723	0.002373	0.01162	3.01062	0.01961	0.00328	0.016326
2	20.8	0.03922	0.02301	0.016204	0.00021	3.03495	0.03922	0.00624	0.032975
3	21	0.05882	0.02568	0.033142	0.01637	3.04452	0.05882	0.00787	0.050949
4	21.3	0.07843	0.03010	0.048332	0.03042	3.05871	0.07843	0.01090	0.067530
5	21.8	0.09804	0.03862	0.059415	0.03975	3.08191	0.09804	0.01772	0.080322
6	22.8	0.11765	0.06038	0.057267	0.03484	3.12676	0.11765	0.03926	0.078386
7	22.9	0.13725	0.06292	0.074338	0.05170	3.13114	0.13725	0.04205	0.095202
8	23	0.15686	0.06552	0.091342	0.06851	3.13549	0.15686	0.04496	0.111899
9	23.6	0.17647	0.08256	0.093913	0.07024	3.16125	0.17647	0.06495	0.111523
10	24.4	0.19608	0.10901	0.087066	0.06316	3.19458	0.19608	0.09806	0.098015
11	24.4	0.21569	0.10901	0.106673	0.08276	3.19458	0.21569	0.09806	0.117623
12	26.2	0.23529	0.18288	0.052410	0.03171	3.26576	0.23529	0.19428	0.041010
13	27.2	0.25490	0.23093	0.023970	0.00695	3.30322	0.25490	0.25571	0.000809
14	27.7	0.27451	0.25633	0.018182	0.00336	3.32143	0.27451	0.28729	0.012779
15	27.8	0.29412	0.26150	0.032622	0.01827	3.32504	0.29412	0.29363	0.000488
16	28.1	0.31373	0.27715	0.036577	0.02365	3.33577	0.31373	0.31266	0.001070
17	29.6	0.33333	0.35765	0.024315	0.02968	3.38777	0.33333	0.40611	0.072778
18	30.2	0.35294	0.39023	0.037293	0.03961	3.40784	0.35294	0.44187	0.088929
19	31.4	0.37255	0.45467	0.082126	0.07873	3.44681	0.37255	0.50927	0.136716
20	31.5	0.39216	0.45996	0.067802	0.06396	3.44999	0.39216	0.51461	0.122449
21	31.5	0.41176	0.45996	0.048194	0.04436	3.44999	0.41176	0.51461	0.102841
22	32.5	0.43137	0.51172	0.080345	0.07243	3.48124	0.43137	0.56551	0.134137
23	32.8	0.45098	0.52679	0.075814	0.06682	3.49043	0.45098	0.57988	0.128900
24	33	0.47059	0.53671	0.066126	0.05645	3.49651	0.47059	0.58923	0.118640
25	33	0.49020	0.53671	0.046519	0.03684	3.49651	0.49020	0.58923	0.099032
26	34.7	0.50980	0.61624	0.106439	0.09220	3.54674	0.50980	0.66131	0.151502
27	34.7	0.52941	0.61624	0.086831	0.07259	3.54674	0.52941	0.66131	0.131895
28	34.8	0.54902	0.62063	0.071613	0.05718	3.54962	0.54902	0.66515	0.116127
29	34.8	0.56863	0.62063	0.052005	0.03757	3.54962	0.56863	0.66515	0.096519
30	34.8	0.58824	0.62063	0.032397	0.01796	3.54962	0.58824	0.66515	0.076911
31	35	0.60784	0.62931	0.021466	0.00666	3.55535	0.60784	0.67270	0.064855
32	35.8	0.62745	0.66264	0.035192	0.01919	3.57795	0.62745	0.70124	0.073793
33	36.2	0.64706	0.67847	0.031414	0.01498	3.58906	0.64706	0.71456	0.067497
34	36.2	0.66667	0.67847	0.011806	0.00462	3.58906	0.66667	0.71456	0.047889
35	36.6	0.68627	0.69374	0.007465	0.00929	3.60005	0.68627	0.72726	0.040982
36	37.2	0.70588	0.71559	0.009707	0.00735	3.61631	0.70588	0.74521	0.039329
37	38.5	0.72549	0.75867	0.033181	0.01612	3.65066	0.72549	0.77995	0.054455
38	38.6	0.74510	0.76175	0.016652	0.00038	3.65325	0.74510	0.78240	0.037299
39	38.8	0.76471	0.76781	0.003102	0.01386	3.65842	0.76471	0.78721	0.022507
40	40.6	0.78431	0.81666	0.032344	0.01665	3.70377	0.78431	0.82565	0.041334
41	41.7	0.80392	0.84184	0.037919	0.02337	3.73050	0.80392	0.84530	0.041377
42	43	0.82353	0.86755	0.044016	0.03100	3.76120	0.82353	0.86537	0.041843
43	44.5	0.84314	0.89239	0.049253	0.03809	3.79549	0.84314	0.88494	0.041805
44	44.9	0.86275	0.89824	0.035492	0.02482	3.80444	0.86275	0.88959	0.026850
45	45.5	0.88235	0.90645	0.024097	0.01415	3.81771	0.88235	0.89617	0.013820
46	47.1	0.90196	0.92538	0.023422	0.01530	3.85227	0.90196	0.91161	0.009647
47	48	0.92157	0.93436	0.012790	0.00560	3.87120	0.92157	0.91911	0.002458
48	49.6	0.94118	0.94781	0.006629	0.00093	3.90399	0.94118	0.93069	0.010487
49	51.6	0.96078	0.96089	0.000106	0.00406	3.94352	0.96078	0.94254	0.018248
50	52.8	0.98039	0.96714	0.013256	0.01667	3.96651	0.98039	0.94850	0.031895

α	6.7707	Δmáx	<b>0.1067</b>	α	0.2041	Δmáx	<b>0.1515</b>
μ	29.7883	Δmáx < Δtabular	<b>SI se ajusta</b>	μ	3.3665	Δmáx < Δtabular	<b>SI se ajusta</b>
n	50		5	n	50		6
Δmáx	<b>0.1067</b>			Δmáx	<b>0.1515</b>		
Δtabular	<b>0.1923</b>			Δtabular	<b>0.1923</b>		

## PRECIPITACIONES MAXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

**NOMBRE DE CUENCA:** Q1 y Q2

**ESTACION:** HUANCABAMBA

**DISTRIBUCION TEORICA ELEGIDA:** HYDROGNOMON

Factor de ajuste

**1.13**

Numero de observaciones por dia =

1

Estación	Periodo de retorno (años)	Precipitación extrema (mm)	Precipitación corregida (mm)
Huancabamba	500	62.2873	<b>70.38</b>
	200	58.8223	<b>66.47</b>
	100	56.0374	<b>63.32</b>
	50	53.0706	<b>59.97</b>
	25	49.8649	<b>56.35</b>
	10	45.0927	<b>50.95</b>
	5	40.8244	<b>46.13</b>
	2	33.2048	<b>37.52</b>

De acuerdo al organismo mundial de meteorología estos datos tienen que ser corregidos por un factor de corrección de 1.13

## PRUEBA SMIRNOV-KOLGOMOROV

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
GEV-Min (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	98.63%	0.06411
GEV-Min	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	97.73%	0.0673
Normal (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.92%	0.0695
EV3-Min (Weibull)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	96.55%	0.07037
EV3-Min (Weibull, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.93%	0.07169
GEV-Max (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.50%	0.07255
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.00%	0.07349
Pareto (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.35%	0.07462
GEV-Max	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.45%	0.07607
<b>Pearson III</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>ACCEPT</b>	<b>92.90%</b>	<b>0.07689</b>
Galton	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	92.52%	0.07745
Pareto	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.62%	0.08
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	90.52%	0.08012
GEV-Min (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	87.23%	0.08399
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	86.81%	0.08444
GEV-Min (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	84.55%	0.08681
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	81.46%	0.08983
EV1-Max (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	65.31%	0.10389
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	62.16%	0.10653
EV1-Min (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	53.29%	0.11412
EV1-Min (Gumbel, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	48.92%	0.11801
GEV-Max (kappa specified, L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	25.00%	0.14413
EV2-Max (L-Momments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	16.49%	0.15796
Exponential	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.27%	0.16248
Exponential (L-Moments)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.48%	0.16422
GEV-Max (kappa specified)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.39%	0.16443
EV2-Max	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	9.43%	0.17476

**ECUACIÓN DE CURVA INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA  
ESTACIÓN HUANCABAMBA**

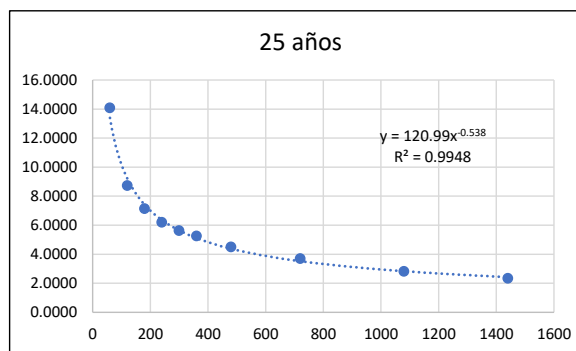
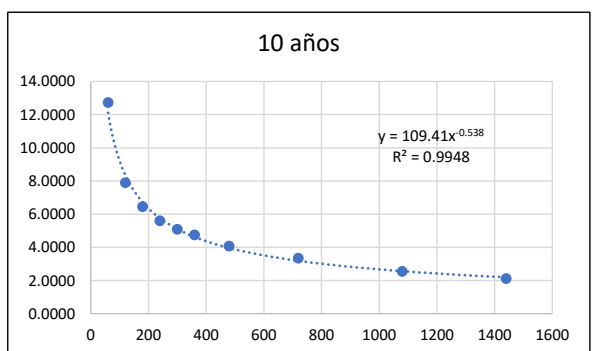
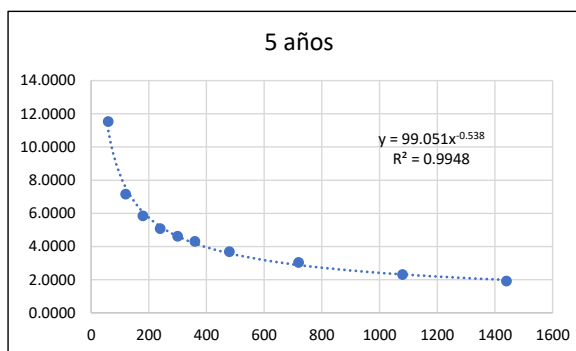
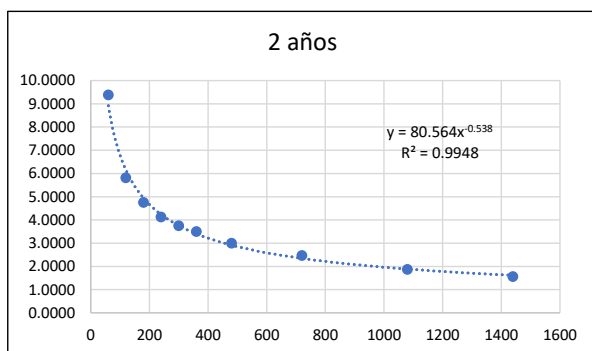
DURACION	FACTOR DE REDUCCION	(mm/hr) para diferentes tiempos de duración Sg. Periodo de retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	1.00	37.5214	46.1316	50.9548	56.3473	59.9698	63.3223	66.4692	70.3846
18 hr	0.90	33.7693	41.5184	45.8593	50.7126	53.9728	56.9900	59.8223	63.3462
12 hr	0.79	29.6419	36.4439	40.2543	44.5144	47.3761	50.0246	52.5107	55.6039
8 hr	0.64	24.0137	29.5242	32.6110	36.0623	38.3807	40.5262	42.5403	45.0462
6 hr	0.56	21.0120	25.8337	28.5347	31.5545	33.5831	35.4605	37.2228	39.4154
5 hr	0.50	18.7607	23.0658	25.4774	28.1737	29.9849	31.6611	33.2346	35.1923
4 hr	0.44	16.5094	20.2979	22.4201	24.7928	26.3867	27.8618	29.2464	30.9692
3 hr	0.38	14.2581	17.5300	19.3628	21.4120	22.7885	24.0625	25.2583	26.7462
2 hr	0.31	11.6316	14.3008	15.7960	17.4677	18.5906	19.6299	20.6055	21.8192
1 hr	0.25	9.3804	11.5329	12.7387	14.0868	14.9924	15.8306	16.6173	17.5962

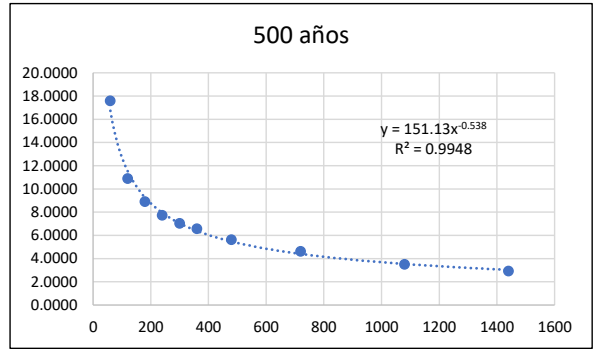
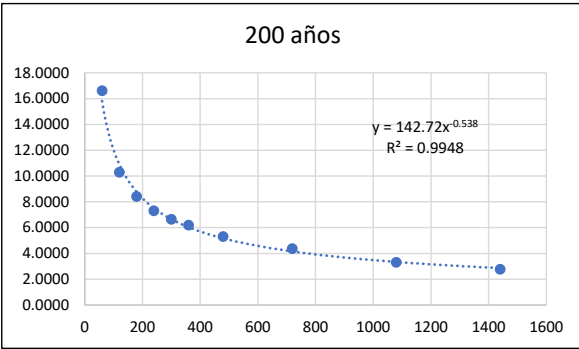
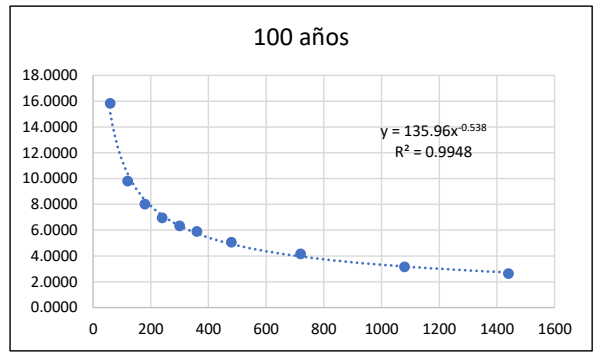
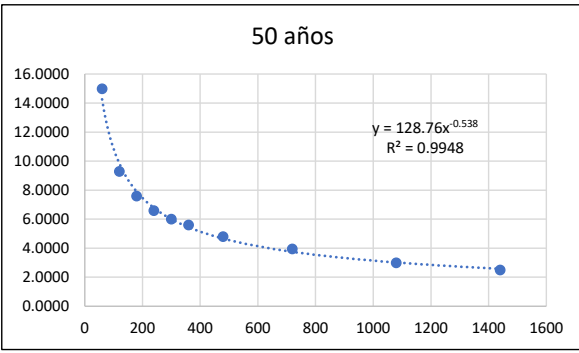
Lluvias máximas (mm/hora)

$$i = \frac{P}{Td}$$

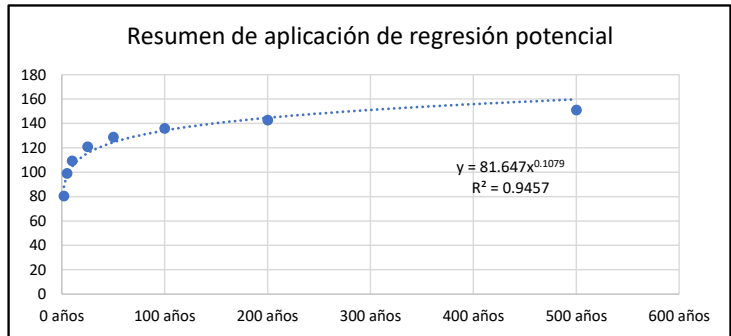
TIEMPO DE DURACION		Intensidad de lluvia (mm/hora) según el periodo de retorno							
Horas	Minutos	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
24 hr	1440	1.5634	1.9221	2.1231	2.3478	2.4987	2.6384	2.7695	2.9327
18 hr	1080	1.8761	2.3066	2.5477	2.8174	2.9985	3.1661	3.3235	3.5192
12 hr	720	2.4702	3.0370	3.3545	3.7095	3.9480	4.1687	4.3759	4.6337
8 hr	480	3.0017	3.6905	4.0764	4.5078	4.7976	5.0658	5.3175	5.6308
6 hr	360	3.5020	4.3056	4.7558	5.2591	5.5972	5.9101	6.2038	6.5692
5 hr	300	3.7521	4.6132	5.0955	5.6347	5.9970	6.3322	6.6469	7.0385
4 hr	240	4.1274	5.0745	5.6050	6.1982	6.5967	6.9654	7.3116	7.7423
3 hr	180	4.7527	5.8433	6.4543	7.1373	7.5962	8.0208	8.4194	8.9154
2 hr	120	5.8158	7.1504	7.8980	8.7338	9.2953	9.8150	10.3027	10.9096
1 hr	60	9.3804	11.5329	12.7387	14.0868	14.9924	15.8306	16.6173	17.5962

$$y = \alpha * X^\beta \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum \log y = \log \alpha * N + \beta * \sum \log x \\ \sum \log x * \log y = \log \alpha * \sum \log x + \beta * \sum (\log x)^2 \end{array} \right.$$





Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de retorno	Coef. De regresión	Exp. de regresión
2 años	80.564	-0.538
5 años	99.051	-0.538
10 años	109.41	-0.538
25 años	120.99	-0.538
50 años	128.76	-0.538
100 años	135.96	-0.538
200 años	142.72	-0.538
500 años	151.13	-0.538
<b>Promedio</b>	<b>121.073125</b>	<b>-0.538</b>



Finalmente se tiene la ecuación de intensidad válida para la cuenca

**Ecuación para generar curva intensidad - duración - frecuencia**

$$I = \frac{K T^m}{t^n} \quad (17)$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

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

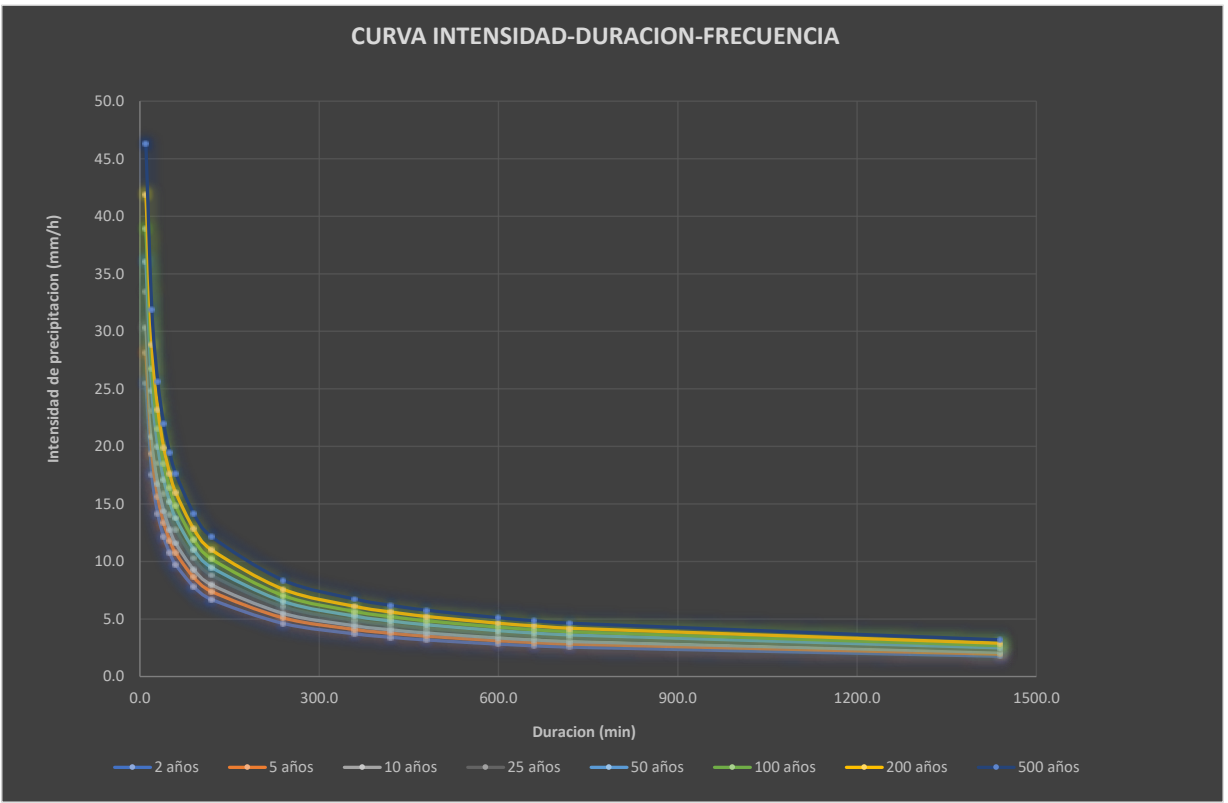
T = periodo de retorno en años

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

$$I = \frac{81.647 \cdot T^{0.1079}}{t^{0.538}}$$

**Intensidad - Duración - Frecuencia**

TABLA DE INTENSIDAD - TIEMPO DE DURACIÓN - PERIODO DE RETORNO									
DURACION		FRECUENCIA (T años)							
Horas	Minutos	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	200 años	500 años
0.17	10	25.4930	28.1423	30.3278	33.4794	36.0794	38.8813	41.9007	46.2550
0.33	20	17.5577	19.3823	20.8875	23.0581	24.8488	26.7785	28.8581	31.8570
0.50	30	14.1166	15.5836	16.7938	18.5390	19.9787	21.5302	23.2023	25.6134
0.67	40	12.0924	13.3491	14.3857	15.8807	17.1140	18.4430	19.8753	21.9407
0.83	50	10.7245	11.8390	12.7583	14.0842	15.1780	16.3567	17.6269	19.4587
1.00	60	9.7225	10.7328	11.5663	12.7683	13.7599	14.8284	15.9800	17.6406
1.50	90	7.8170	8.6293	9.2995	10.2659	11.0631	11.9222	12.8481	14.1833
2.00	120	6.6961	7.3920	7.9660	8.7938	9.4768	10.2127	11.0058	12.1495
4.00	240	4.6118	5.0910	5.4864	6.0565	6.5269	7.0337	7.5800	8.3677
6.00	360	3.7079	4.0933	4.4111	4.8695	5.2477	5.6552	6.0944	6.7277
7.00	420	3.4128	3.7675	4.0601	4.4820	4.8300	5.2051	5.6094	6.1923
8.00	480	3.1762	3.5063	3.7786	4.1713	4.4952	4.8443	5.2205	5.7630
10.00	600	2.8169	3.1097	3.3512	3.6994	3.9867	4.2963	4.6299	5.1111
11.00	660	2.6761	2.9542	3.1837	3.5145	3.7874	4.0816	4.3985	4.8556
12.00	720	2.5537	2.8191	3.0381	3.3538	3.6142	3.8949	4.1974	4.6336
<b>24.00</b>	<b>1440</b>	<b>1.7588</b>	<b>1.9416</b>	<b>2.0924</b>	<b>2.3098</b>	<b>2.4892</b>	<b>2.6825</b>	<b>2.8908</b>	<b>3.1912</b>





## ESTIMACION DE CAUDAL MAXIMO METODO RACIONAL

Cauce	Quebrada 01
Area	0.75 km <sup>2</sup>
Longitud del cauce principal	1.07 km
Cota máxima del cauce	2,400.00 msnm
Cota mínima del cauce	2,295.00 msnm

### 1. Tiempo de concentración

**Kirpich** (en Wanielista, 1997, modificada a unidades métricas):

$$t_c = 3,98 \cdot \left( \frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77} \quad (2) \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} t_c = \text{tiempo de concentración (minutos)} \\ L = \text{longitud del cauce (km.)} \\ S = \text{pendiente media (m/m)} \end{array}$$

Metodo: Kirpich

Cauce	L (Km)	S (m/m)	Tc (hr)	Tc
Quebrada 01	1.07	0.10	0.17	10.25 minutos

### 2. Coeficiente de escorrentia

Cobertura Vegetal: pastos vegetación ligera

Tipo de suelo: Semi Permeable

Pendiente: Media

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Coeficiente de escorrentia	0.45
----------------------------	------

### 3. Intensidad - Duración - Frecuencia

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

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

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

T = periodo de retorno en años

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

T =	25 años
t =	10.25 minutos
K =	81.65
m =	0.1079
n =	0.5380

Intensidad maxima	33.04 mm/hr
-------------------	-------------

### 4. Determinacion del caudal maximo

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C : Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla N° 08)

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

Datos:

Area de la cuenca 0.75 km<sup>2</sup>

Coeficiente de escorrentia 0.45

Intensidad máxima 33.04 mm/hr

Caudal maximo del cauce	3.10 m <sup>3</sup> /s
-------------------------	------------------------

## ESTIMACION DE CAUDAL MAXIMO METODO RACIONAL

Cauce	Quebrada 02
Area	1.50 km <sup>2</sup>
Longitud del cauce principal	0.94 km
Cota máxima del cauce	2,500.00 msnm
Cota mínima del cauce	2,240.00 msnm

### 1. Tiempo de concentración

**Kirpich** (en Wanielista, 1997, modificada a unidades métricas):

$$t_c = 3,98 \cdot \left( \frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77} \quad (2) \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} t_c = \text{tiempo de concentración (minutos)} \\ L = \text{longitud del cauce (km.)} \\ S = \text{pendiente media (m/m)} \end{array}$$

Metodo: Kirpich

Cauce	L (Km)	S (m/m)	Tc (hr)	Tc
Quebrada 01	0.94	0.28	0.10	6.22 minutos

### 2. Coeficiente de escorrentia

Cobertura Vegetal: pastos vegetación ligera

Tipo de suelo: Semi Permeable

Pendiente: Media

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Coeficiente de escorrentia	0.45
----------------------------	------

### 3. Intensidad - Duración - Frecuencia

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

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

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

T = periodo de retorno en años

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

T =	15 años
t =	6.22 minutos
K =	81.65
m =	0.1079
n =	0.5380

Intensidad maxima	40.89 mm/hr
-------------------	-------------

### 4. Determinacion del caudal maximo

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C : Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla N° 08)

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>).

Datos:

Area de la cuenca 1.50 km<sup>2</sup>

Coeficiente de escorrentia 0.45

Intensidad máxima 40.89 mm/hr

Caudal maximo del cauce	7.67 m <sup>3</sup> /s
-------------------------	------------------------

## CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS

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

$$R = A / P$$

$$Q = VA$$

Donde:

$Q$ : Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$V$ : Velocidad media de flujo (m/s)

$A$ : Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

$P$ : Perímetro mojado (m)

$R$ : Radio hidráulico (m)

$S$ : Pendiente de fondo (m/m)

$n$ : Coeficiente de Manning (Ver Tabla N° 09)

### CALCULO HIDRAULICO PARA CUNETAS

ITEM	UBICACIÓN	Pendiente	TALUD			TALUD				Velocidad	CAUDAL
	km		Diametro	Tirante	Angulo	n	Perimetro mojado	Radio hidráulico	Área hidráulica		Total (m <sup>3</sup> /s)
1	137+511.40	2.00	1.80	1.44	253.74	0.15	3.99	1.0619	4.23	9.81	4.154
2	138+737.30	2.00	3.50	2.80	253.74	0.15	7.75	1.0619	8.23	9.81	8.077

### CALCULO DE CAUDALESDE APOORTE PARA CUNETAS

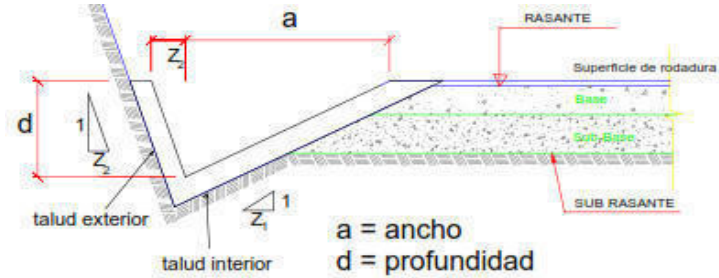
ITEM	UBICACIÓN		TRAMO	TALUD				PAVIMENTO				Q 1 (m3/s)	Q 2 (m3/s)	CAUDAL Total (m3/s)
	DESDE	HASTA		Longitud (m)	Area (km2)	C	Intensidad Maxima	Longitud (m)	Area (km2)	C	Intensidad Maxima			
1	136+000.00	136+333.40	Tramo 1	333.40	0.027	0.25	13.0220		0.0000	0.83	13.0220	0.024	0.000	0.024
2	136+333.40	136+592.00	Tramo 2	258.60	0.021	0.25	13.0220	258.60	0.0012	0.83	13.0220	0.019	0.003	0.022
3	136+592.00	136+840.00	Tramo 3	248.00	0.020	0.25	13.0220	248.00	0.0011	0.83	13.0220	0.018	0.003	0.021
4	136+840.00	137+147.00	Tramo 4	307.00	0.025	0.25	13.0220	307.00	0.0014	0.83	13.0220	0.022	0.004	0.026
5	137+147.00	137+365.00	Tramo 5	218.00	0.017	0.25	13.0220	218.00	0.0010	0.83	13.0220	0.016	0.003	0.019
6	137+365.00	137+511.40	Tramo 6	146.40	0.012	0.25	13.0220	146.40	0.0007	0.83	13.0220	0.011	0.002	0.013
7	137+511.40	137+710.00	Tramo 7	198.60	0.016	0.25	13.0220	198.60	0.0009	0.83	13.0220	0.014	0.003	0.017
8	137+710.00	137+818.00	Tramo 8	108.00	0.009	0.25	13.0220	108.00	0.0005	0.83	13.0220	0.008	0.001	0.009
9	137+818.00	138+060.00	Tramo 9	242.00	0.019	0.25	13.0220	242.00	0.0011	0.83	13.0220	0.018	0.003	0.021
10	138+060.00	138+310.00	Tramo 10	250.00	0.020	0.25	13.0220	250.00	0.0011	0.83	13.0220	0.018	0.003	0.021
11	138+310.00	138+540.00	Tramo 11	230.00	0.018	0.25	13.0220	230.00	0.0010	0.83	13.0220	0.017	0.003	0.020
12	138+540.00	138+620.00	Tramo 12	80.00	0.006	0.25	13.0220	80.00	0.0004	0.83	13.0220	0.006	0.001	0.007
13	138+620.00	138+737.30	Tramo 13	117.30	0.009	0.25	13.0220	117.30	0.0005	0.83	13.0220	0.008	0.002	0.010
14	138+737.30	139+010.00	Tramo 14	272.70	0.022	0.25	13.0220	272.70	0.0012	0.83	13.0220	0.020	0.004	0.023
15	139+010.00	139+263.30	Tramo 15	253.30	0.020	0.25	13.0220	253.30	0.0011	0.83	13.0220	0.018	0.003	0.022
16	139+263.30	139+760.00	Tramo 16	310.00	0.025	0.25	13.0220	310.00	0.0014	0.83	13.0220	0.022	0.004	0.027
17	139+760.00	139+920.00	Tramo 17	160.00	0.013	0.25	13.0220	160.00	0.0007	0.83	13.0220	0.012	0.002	0.014

## CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS

DIMENSIONES MINIMAS DE CUNETA TRIANGULAR TIPICA

REGION	PROFUNDIDAD (d) mts.	ANCHO (a) mts.
Seca (<400mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000mm/año)	0.30*	1.20

\* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30m



## CALCULO HIDRAULICO PARA CUNETAS

ITEM	UBICACIÓN		TRAMO	Pendiente	TALUD				TALUD				CAUDAL Total (m3/s)
	DESDE	HASTA			Z1	Z2	Altura (H)	Ancho	n	Area hidraulica	Perimetro mojado	Radio hidraulico	
1	136+000.00	136+333.40	Tramo 1	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
2	136+333.40	136+592.00	Tramo 2	7.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.069
3	136+592.00	136+840.00	Tramo 3	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
4	136+840.00	137+147.00	Tramo 4	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
5	137+147.00	137+365.00	Tramo 5	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
6	137+365.00	137+511.40	Tramo 6	6.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.063
7	137+511.40	137+710.00	Tramo 7	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
8	137+710.00	137+818.00	Tramo 8	7.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.069
9	137+818.00	138+060.00	Tramo 9	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
10	138+060.00	138+310.00	Tramo 10	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
11	138+310.00	138+540.00	Tramo 11	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
12	138+540.00	138+620.00	Tramo 12	5.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.058
13	138+620.00	138+737.30	Tramo 13	7.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.069
14	138+737.30	139+010.00	Tramo 14	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
15	139+010.00	139+263.30	Tramo 15	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078
16	139+263.30	139+760.00	Tramo 16	8.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.073
17	139+760.00	139+920.00	Tramo 17	9.00	3.00	0.50	0.30	0.90	0.15	0.16	1.28	0.1227	0.078

**CALCULO DE CAUDALESDE APORTE PARA CUNETAS**

ITEM	HASTA	TRAMO	TALUD				TALUD				Q 1	Q 2	CAUDAL
			Longitud (m)	Area (km2)	C	Intensidad Maxima	Longitud (m)	Area (km2)	C	Intensidad Maxima	(m3/s)	(m3/s)	Total (m3/s)
1	136+333.40	Tramo 1	150.00	0.012	0.45	13.240	150.00	0.0007	0.83	13.2404	0.020	0.002	0.022
2	136+592.00	Tramo 2	200.00	0.016	0.45	13.240	200.00	0.0009	0.83	13.2404	0.026	0.003	0.029
3	136+840.00	Tramo 3	210.00	0.017	0.45	13.240	210.00	0.0009	0.83	13.2404	0.028	0.003	0.031
4	137+147.00	Tramo 4	212.00	0.017	0.45	13.240	212.00	0.0010	0.83	13.2404	0.028	0.003	0.031
5	137+365.00	Tramo 5	185.00	0.015	0.45	13.240	185.00	0.0008	0.83	13.2404	0.024	0.003	0.027
6	137+511.40	Tramo 6	146.40	0.012	0.45	13.240	146.40	0.0007	0.83	13.2404	0.019	0.002	0.021
7	137+710.00	Tramo 7	198.60	0.016	0.45	13.240	198.60	0.0009	0.83	13.2404	0.026	0.003	0.029
8	137+818.00	Tramo 8	108.00	0.009	0.45	13.240	108.00	0.0005	0.83	13.2404	0.014	0.001	0.016
9	138+060.00	Tramo 9	210.00	0.017	0.45	13.240	210.00	0.0009	0.83	13.2404	0.028	0.003	0.031
10	138+310.00	Tramo 10	200.00	0.016	0.45	13.240	200.00	0.0009	0.83	13.2404	0.026	0.003	0.029
11	138+540.00	Tramo 11	230.00	0.018	0.45	13.240	230.00	0.0010	0.83	13.2404	0.030	0.003	0.034
12	138+620.00	Tramo 12	80.00	0.006	0.45	13.240	80.00	0.0004	0.83	13.2404	0.011	0.001	0.012
13	138+737.30	Tramo 13	117.30	0.009	0.45	13.240	117.30	0.0005	0.83	13.2404	0.016	0.002	0.017
14	139+010.00	Tramo 14	230.00	0.018	0.45	13.240	230.00	0.0010	0.83	13.2404	0.030	0.003	0.034
15	139+263.30	Tramo 15	225.00	0.018	0.45	13.240	225.00	0.0010	0.83	13.2404	0.030	0.003	0.033
16	139+760.00	Tramo 16	225.00	0.018	0.45	13.240	225.00	0.0010	0.83	13.2404	0.030	0.003	0.033
17	139+920.00	Tramo 17	160.00	0.013	0.45	13.240	160.00	0.0007	0.83	13.2404	0.021	0.002	0.023



## CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS

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

$$R = A / P$$

$$Q = VA$$

Donde:

$Q$ : Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$V$ : Velocidad media de flujo (m/s)

$A$ : Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

$P$ : Perímetro mojado (m)

$R$ : Radio hidráulico (m)

$S$ : Pendiente de fondo (m/m)

$n$ : Coeficiente de Manning (Ver Tabla N° 09)

### CALCULO HIDRAULICO PARA ALCANTARILLAS DE ALIVIO

ITEM	UBICACIÓN	Pendiente	TALUD			TALUD				Velocidad	CAUDAL Total (m3/s)
	km		Diametro	Tirante	Angulo	n	Perimetro mojado	Radio hidraulico	Area hidraulica		
1	136+333.40	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
2	136+592.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
3	136+840.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
4	137+147.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
5	137+365.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
6	137+710.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
7	137+818.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
8	138+060.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
9	138+310.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
10	138+540.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
11	138+620.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
12	139+010.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
13	139+263.30	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
14	139+760.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077
15	139+920.00	2.00	0.90	0.72	253.74	0.15	1.99	1.0619	2.12	9.81	2.077

## **Anexo 09: ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **1 Generalidades**

La Evaluación de Impacto Ambientales es un proceso que comprende un conjunto de técnicas y procedimientos, destinados a prever e informar sobre los efectos que la vía puede ocasionar sobre el medio ambiente al ser mejorada. El término Impacto Ambiental, en general se refiere a cualquier cambio, modificación o alteración permanente de los elementos del medio ambiente o de las relaciones entre ellos, causadas por las actividades de la obra en las etapas:

Preliminar, de Construcción y Operación de la carretera.

Los impactos potenciales originados por el Mejoramiento de la Carretera, son analizados respecto a los elementos del medio Físico tales como: Agua, suelo, aire, vegetación y aspectos socioeconómicos de la población y se presentan medidas complementarias al planeamiento de la obra, orientadas al control o mitigación de los mismos, en el Plan de Manejo Ambiental.

Los impactos ambientales potenciales han sido evaluados considerando su condición de adversos y favorables, así como su significancia y probabilidad de ocurrencia, adicionalmente se ha considerado la mitigabilidad y la significación del impacto ha sido determinada sobre la base de la magnitud, duración y extensión del impacto.

### **2 Diagnóstico Situacional**

Actualmente en la carretera, los vehículos transitan con dificultad y a una velocidad moderada, debido a que la superficie de rodadura se encuentra en mal estado, con presencia de huecos, pendientes muy pronunciadas, piedras, etc.

Generando gran dificultad para el normal tránsito del transporte de personas y sus diferentes productos agrícolas y ganaderos, que son las principales actividades económicas que se practican en la zona, disminuyendo así el flujo comercial.

Así mismo, la vía en evaluación tiene un ancho promedio que varía entre 3.5 m a 4m, y cuenta con una longitud total de 04+000 km, de los cuales el tramo que abarca los caseríos de Quispampa bajo – Sondorillo – Quispampa, se encuentra deteriorado, debido principalmente a la falta de mantenimiento y los insuficientes sistemas de drenaje.

### **3 Marco Legal**

- Ley del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Ley N° 26410, del 0212-94.
- Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales DL N° 613, del 0709-1990.
- Ley General de Aguas DL N°17752, del 24-07-1969.
- Ley General de Expropiación Ley N° 27117.
- Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada D Ley N°757 del 13-11-91.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Ley N° 27779.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre, ley N°27308, del 07-07-2000.
- Dirección General de Asuntos Socioeconómicos, El D.S N°041 – 2002 – MTC del 22.
- Constitución Política del Perú.
- Ley General de Aguas D.L N°17752, del 24-07-1969.
- Registro de Entidades Autorizadas para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental en el Sub-sector Transportes R.M.N°116-2003MTC/02.
- Ley General de Residuos Sólidos Ley N°27314, del 21-07-2000.
- Ley Orgánica de Municipalidades. Ley N°27972, del 06-05-2003.
- Código Penal – Delitos contra la Ecología D. Ley N°635, del 08-04-91.
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades. Ley N°26786, del 13-05-1997.
- Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Ley N°27446, del 23-04-2001.

- Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Decreto Supremo N°041-2002-MTC, del 22 de agosto del 2002.
- Aprovechamiento de canteras de materiales de construcción D.S.N°03796-EM, del 25-11-1996.

#### **4 Caracterización del área de Influencia del proyecto**

##### **Área de Influencia**

El área de influencia, viene a ser toda la superficie que abarca el proyecto (4+000 km).

#### **5 Componentes Ambientales que podrían sufrir Impactos**

Consiste en conocer y seleccionar las principales actividades del proyecto y el conjunto de elementos ambientales del entorno físico, biológico, socio – económico y cultural que intervienen en dicha interacción.

##### **Del medio físico**

- Afectación de la Calidad del Aire
- Afectación de la calidad del Agua
- Afectación de la calidad del Suelo

##### **Del medio biológico**

- Perdida de Cobertura Vegetal
- Fragmentación o Eliminación de Hábitats
- Desplazamiento de especies
- Afectación de especies amenazadas

##### **Del Ambiente de Interés Humano**

- Afectación de Zonas Arqueológicas
- Afectación de Zonas Culturales y Eco turísticas

## **6 Fuentes de Impacto Ambiental**

### **Etapas preliminares**

- Movilización de equipos y herramientas.
- Construcción del campamento y patio de máquinas.
- Desbroce y limpieza del terreno

### **Etapas de Construcción de la Carretera**

- Movimiento de tierras: Excavación en material suelto, excavación en roca fija (Uso Explosivo), mejoramiento de la Subrasante.
- Corte en material suelto
- Perfilado y compactación en zonas de corte
- Relleno con material propio, excelente y de cantera
- Afirmado
- Obras de arte y drenaje
- Limpieza de alcantarillas
- Relleno para estructuras
- Construcción de alcantarillas
- Badenes
- Relleno de afirmado
- Construcción de badenes
- Muros de contención
- Zanjas de Drenaje y Subdrenes
- Zanja de Derivación
- Señalización
- Construcción de Señales Informativas

### **Etapas de Cierre o Abandono**

Las actividades están referidas al abandono de las instalaciones provisionales e instalaciones auxiliares, así como:

- Circulación de Maquinaria de Construcción
- Explotación Canteras
- Transporte de Material
- Funcionamiento de campamento y patio de maquinas
- Abandono de Instalaciones Provisionales
- Depósito de Material Excedente

### **Etapas de Operación y Mantenimiento**

- Funcionamiento de la carretera

## **7 Impactos Ambientales Potenciales**

Se han conjugado acciones propias del proyecto, separando las etapas:

Preliminar, de construcción y operación, de acuerdo al orden metodológico

esquemático y secuencial para predecir y evaluar los posibles Impactos

Ambientales.

### **7.1 Etapa Preliminar**

#### **IMPACTOS NEGATIVOS**

##### **a. Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y Ruido**

El probable deterioro de la calidad del aire, causado por la producción de material particulado en suspensión, es uno de los impactos potenciales negativos que podría ocurrir durante la Etapa Preliminar, ocasionados por la Movilización y Desmovilización de Equipos y Herramientas, Movimientos de Tierras durante las operaciones de Limpieza del Terreno, y durante la Construcción del Campamento y patio de Maquinas.

La afectación de la calidad del aire está determinada por la naturaleza e intensidad de las operaciones; habiendo sido valorados para dichas actividades como de baja

significancia, por su baja magnitud y corta duración. Un aspecto favorable es la posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

#### **b. Afectación de la Calidad del Suelo por el Riesgo de Compactación**

Durante la etapa preliminar, la calidad del Suelo podría verse alterada debido al riesgo de compactación durante la construcción del campamento y patio de máquinas.

La afectación de la calidad del suelo está determinada por la naturaleza e intensidad de las operaciones, habiendo sido valoradas para dichas actividades como de baja significancia, por su baja magnitud y corta duración.

Un aspecto favorable es la posibilidad de aplicar medidas de mitigación.

#### **c. Pérdida de la Cobertura Vegetal**

Es probable que, durante la etapa preliminar, la Cobertura Vegetal podría verse reducida debido a la construcción del campamento y patio de máquinas, así mismo por el desbroce y limpieza del terreno.

Considerando que en el área seleccionada para la ubicación del patio de máquinas luego de las lluvias, crece de manera espontánea pasto, se estima que la alteración de la cobertura vegetal solo será de baja magnitud, extensión puntual, corta duración, le confiere una baja significación Mitigable.

### **IMPACTOS POSITIVOS**

#### **a. Generación de Ingresos a la Población**

Debido a la comercialización e incremento de la demanda, asociado a las necesidades de abastecimiento durante las actividades de construcción de campamentos, patio de máquinas, etc. La economía será más dinámica generando un incremento del comercio local.

#### **b. Generación de Empleo**

Durante la ejecución del proyecto, actividades de construcción del campamento y patio de máquinas, desbroce y limpieza del terreno, se generará puestos de trabajo.

Los pueblos, se verán beneficiados directamente considerando que se dará preferencia a la mano de obra.

Entonces se estima que este impacto será de baja significancia, por su corta duración y baja magnitud debido a que el número de trabajadores requerido para estas actividades es pequeño.

## **7.2 Etapa de Construcción**

### **IMPACTOS NEGATIVOS**

#### **a. Riesgo de accidentes**

Durante la ejecución del proyecto, la mayor presencia de maquinaria, vehículo, trabajadores y transeúntes, podría incrementarse el riesgo de accidentes en desmedro de la integridad física de las personas.

#### **b. Riesgo de alteración de la calidad del Aire**

La calidad del aire es probable que sea afectado por la producción de polvo o material particulado, este impacto ocurrirá durante las actividades de eliminación de material, construcción de pavimentos, relleno con material propio, circulación de maquinaria, transporte de material, excedente de cantera, etc. Durante el mejoramiento de la carretera vecinal que une los caseríos de Chulite – Rayambara – La Soledad, se producirán emisiones de gases, ruidos, así como hidrocarburos, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), debido al funcionamiento de la maquinaria y vehículos diésel.

Debido a la pequeña envergadura de las obras proyectadas, el número de vehículos y maquinas será pequeño, además en el área no existen elementos bióticos frágiles, así como, ecosistemas especiales, que pueden ser vulnerados por estos contaminantes. Estos impactos han sido determinados de una magnitud baja – moderada, y su extensión es de influencia entre puntual – local, de corta duración, por lo tanto, significancia seria baja. (Mitigable)



### **c. Riesgo de Afectación de la Calidad del Agua**

La calidad del agua de los ríos existentes en la zona, podría verse afectado por la probable ocurrencia de derrames de combustibles, grasa y aceite durante la Etapa de Construcción.

La magnitud de los impactos para las actividades mencionadas, varían desde moderada a baja, su extensión va de puntual a Local, su duración es corta, su probabilidad de ocurrencia es baja, lo que determina una significancia baja, Mitigable y posible aplicar medidas de prevención.

### **d. Fragmentación o Eliminación de Hábitats**

Es probable que durante la eliminación de material orgánico producido por corte de suelo, funcionamiento de campamentos y patio de máquinas, pueden ocurrir impactos de baja, extensión puntual, de corta duración, de baja probabilidad de ocurrencia, lo que determina una baja significancia.

### **e. Pérdida de la Cobertura Vegetal**

Existe el riesgo de afectar la vegetación por la construcción de las obras de arte y drenaje, explotación de canteras y uso de los DME, quitando especies pastos nativos. Se estima de baja magnitud, extensión puntual, de corta duración, de baja y alta probabilidad de ocurrencia, por lo que se estima una baja significancia Mitigable.

### **f. Desplazamientos de Especies**

Debido a la ejecución de actividades tales como movimiento de tierras, señalización, construcción de obras de arte y drenaje, etc. Existe el riesgo de producir el desplazamiento de especies. De ocurrir estos impactos se estima que serán de magnitud baja, de extensión puntual, de duración corta, de probabilidad de ocurrencia baja, lo que le da baja significancia.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

### **a. Contratación de Mano de Obra**

La ocupación de mano de obra de la zona permitirá incrementar los ingresos de los pobladores, generando mejores condiciones de acceso a los bienes y servicios, lo que a su vez se traducirá en una mejora en el nivel de vida e la población beneficiada. Considerando que se dará preferencia a la mano de obra local, este impacto se producirá en la población de los caseríos de Chulite, Rayambara y La Soledad.

Debido a que el número de trabajadores requeridos para esta etapa es mayor que para la etapa preliminar, este impacto ha sido estimado como de moderada magnitud y moderada duración, siendo además de influencia zonal, lo que determina su moderada significación ambiental.

### **7.3 Etapa de Cierre o Abandono de Obra**

## **IMPACTOS NEGATIVOS**

### **a. Alteración del drenaje natural**

Este impacto se produciría principalmente si los desvíos temporales habilitados para facilitar el desplazamiento de los vehículos durante la construcción de las obras de arte (alcantarillas), pontones, no son restaurados adecuadamente.

### **b. Riesgo de alteración de la calidad del suelo**

Este impacto no obstante debe ser considerado como de moderada magnitud y de alta probabilidad de ocurrencia, presenta alta posibilidad de aplicación de medidas de mitigación, siendo de significancia moderada.

### **c. Riesgo de erosión**

Por la pequeña extensión de las áreas de intervención, este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud, de incidencia puntual, duración permanente, alta probabilidad de ocurrencia, con alta posibilidad de aplicación de medidas correctoras y de significancia moderada.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

No se han identificado impactos ambientales positivos durante esta etapa del proyecto de mejoramiento de la carretera.

### **7.4 Etapa de Operación y Mantenimiento**

## **IMPACTOS NEGATIVOS**

### **a. Riesgo de ocurrencia de accidentes**

Este impacto ha sido calificado como de moderada magnitud, alta probabilidad de ocurrencia, de duración permanente y de moderada posibilidad de aplicación de medidas de mitigación.

Para disminuir este riesgo potencial se deberá evaluar la posibilidad de implementación de sistemas de seguridad (muros de concreto o de enrejado) y la construcción de paraderos en los puntos de mayor riesgo de ocurrencia de accidentes.

### **b. Alteración de la calidad del aire**

Durante el funcionamiento de la carretera vecinal debido al tránsito de vehículos motorizados, se producirán emisiones de Ruidos y Gases, tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), etc. Estos impactos han sido determinados como de magnitud baja, sus extensiones de influencia local, de corta duración, de baja probabilidad de ocurrencia, lo que califica una significancia baja. Es posible la aplicación de medidas de mitigación

### **c. Riesgo de afectación de la calidad del suelo**

La calidad del suelo podría verse deteriorada debido a posibles derrames de combustible, aceite, grasa que podrían ocurrir a lo largo del camino vecinal durante el desplazamiento de los vehículos motorizados. De ocurrir, estos impactos han sido determinados como de magnitud baja, de extensión puntual, de corta duración y probabilidad de ocurrencia baja, lo que le da una significancia baja.

## **IMPACTOS POSITIVOS**

### **a. Mejora del drenaje superficial**

Este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de influencia zonal, de duración permanente, de indefectible ocurrencia y de alta significancia.

### **b. Disminución del riesgo de erosión**

Este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de influencia zonal, duración permanente y de alta significancia.

### **c. Mejora de la transitabilidad vial**

Este impacto ha sido calificado como de alta magnitud, de duración permanente, de indefectible ocurrencia y de alta significancia.

## **8 Plan de Manejo Ambiental**

### **8.1 Plan de Prevención, Corrección y/o Mitigación**

#### **Medidas para el control de la calidad del aire (gases y partículas)**

El constructor, debe implementar un plan de mantenimiento de vehículos pesados y maquinaria que permita su correcto funcionamiento, para lograr que las maquinarias funcionen de manera eficiente y evitar la contaminación del aire, que puede ser ocasionada por una mala combustión de los combustibles.

Además, tiene que establecerse la necesidad de realizar el riego permanente de los frentes de trabajo, a través de un camión cisterna, incluyendo accesos y canteras que serán explotadas para el proceso constructivo.

Así mismo, para el cumplimiento de la Salud y Seguridad del personal, el contratista deberá suministrar a los trabajadores de obra equipos de protección personal (mascarillas, lentes de protección).

#### **Para la emisión de Fuentes de Ruido Innecesarias**

Las Sirenas solo serán utilizadas en casos de emergencia.

## **Medidas para el control de la calidad del agua**

Se tendrá que establecer las áreas en las que tiene que depositarse el material de relleno y botaderos, para así poder prever la no interrupción del flujo de los cursos de agua ,y monitorear la calidad del agua en todas estas quebradas, con el objetivo de implementar alguna medida correctiva si fuese necesaria.

También se deberá realizar un control de las operaciones de mantenimiento, lavado de maquinarias, y recarga de combustible, prohibiendo que estos se realicen en los cauces de los ríos. El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible, se realizara solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin, denominada Patio de Maquinas.

Los restos de los materiales, así como: concreto fresco, limos, cemento entre otros, no tendrán como receptor el lecho de los ríos, estos serán llevados a los Depósitos de Material Excedente (DME).

## **Medidas para la protección del suelo**

La medida más apropiada se relaciona con la delimitación de las áreas que serán impactadas y de las facilidades que formarán parte del proyecto, así como una planificación adecuada de las actividades relacionadas con el movimiento de tierras. Los terrenos agrícolas que serán afectados directamente por el mejoramiento de la carretera, es decir, por donde pasa su eje, no podrán ser revertidos por lo cual se implementara el programa de compensación social. La disminución de la productividad de los cultivos será mitigada por la disminución de la generación de material particulado mediante el riego permanente de las áreas de trabajo y la implementación del programa de monitoreo ambiental de calidad de aire.

Los campamentos, casetas temporales y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basura. Estas serán vaciadas en cajas estacionarias con tapas herméticas, que serán llevadas periódicamente a los botaderos establecidos más cercanos.

Para la reducción de las causas generadas por el mejoramiento de la carretera, deberán establecerse medidas estrictas en la operación y sistema constructivo, así

como en el planeamiento del movimiento de tierras y verificación de condiciones de las viviendas que podrían ser afectadas.

Los obreros tendrán que recibir charlas de capacitación y sensibilización tendientes a lograr el respeto de la propiedad privada y de las prácticas de conducta adecuada para no perturbar la tranquilidad de los centros poblados afectados.

#### **a. Canteras**

Para disminuir los efectos negativos sobre las áreas que serán identificadas como canteras de agregados y/o material de lastrado, deberá realizarse una caracterización de estas antes del inicio de obras, para que se levante un plano topográfico detallado, así como un monitoreo fotográfico que permitirá registrar las condiciones naturales del área, para después implementar el plan de cierre de las canteras correspondiente al proyecto integral.

### **Medidas para el control de la estabilidad de taludes y control de la erosión.**

#### **a. Control de Estabilidad de Taludes**

Generalmente en periodos de fuertes lluvias estos taludes se deslizan, debido a la filtración del agua de escorrentía la cual saturan el material, sumado el riego por gravedad en las partes altas.

A fin de disminuir estos efectos perjudiciales y en concordancia con las normas ambientales, se recomienda que se recupere el talud y además se debe reforestar estas áreas con especie típicas de la zona y posteriormente aplicarse un buen riego.

Para el caso donde se identifican zonas de deslizamiento se puede colocar gaviones al pie del talud para poder recuperar su estabilidad física.

Se recomienda que durante los cortes de taludes, se siga el adecuado diseño de ellos, de manera que no presenten problemas posteriores, así mismo se debe seguir las reglas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

## **b. Control de Erosión**

La causa fundamental de puntos de erosión es el deficiente drenaje existente en cada tramo, apreciándose estos especialmente en áreas inundables.

Se debe tener en cuenta:

- En los cruces de quebradas se colocarán alcantarillas tipo tubo de acuerdo al diseño, dependiendo del caudal.
- En los canales de regadío colocar los tajeos tipo tubo respectivas según diseño, construyendo muros de cabeza, con alas, en la entrada y salida, para mejorar la capacitación y aprovechar la capacidad de la tubería, así como para reducir la erosión del relleno.

## **Medidas para la protección de la vegetación**

- Tener en cuenta el derecho de vía, para evitar afectar en lo mínimo la vegetación natural.
- El tránsito de carros y maquinaria debe realizarse sobre la plataforma de rodadura.
- Al momento de terminar la obra, realizar lo más pronto posible la recuperación de las zonas afectadas por las instalaciones de campamentos, uso de canteras, con medidas de restauración para luego reforestar dichas áreas tratando de volverlas a su estado natural.

## **Medidas para la protección de la fauna**

- Prohibir estrictamente la recolección de huevos y otras actividades de recolección o extracción de fauna. Queda prohibido practicar la caza de cualquier especie de fauna silvestre.
- Prohibir terminantemente la adquisición de animales silvestres vivos o preservados.
- Prohibir estrictamente la tenencia de armas de fuego en el lugar de trabajo, excepto el personal de seguridad autorizado para ello.

## **Medidas de salud y seguridad**

El constructor, deberá contar con un Plan de Salud y Seguridad Ocupacional para sus trabajadores, que contemple contar con atención médica en el lugar de trabajo y una distribución de implementos de seguridad oportuna. Asimismo, se desarrollará un Plan de Contingencia que contemple la realización de charlas de capacitación y simulacros para reducir el riesgo de accidentes de trabajo.

Los trabajadores deberán recibir entrenamiento apropiado, de acuerdo a la naturaleza de sus tareas y los riesgos potenciales en el ambiente laboral al que puedan estar expuestas. Temas especiales de entrenamiento apropiado, de acuerdo a la naturaleza de sus tareas y los riesgos potenciales en el ambiente laboral al que puedan estar expuestos.

- Practicas adecuadas de trabajo con máquinas, escaleras, montacargas, gases comprimidos, soldadura, herramientas manuales, etc.
- Trabajos en alturas, peligros y equipo necesario para prevención.
- Prevención de accidentes.
- Trabajos en espacios confinados o de acceso especial como colocación de tuberías de drenaje en zanjas.
- Uso de equipos de protección personal: tapones de oídos, orejeras, respiradores, guantes, botas de seguridad, uniformes, casco, lentes de protección, etc.
- Procedimientos de acción ante emergencia y uso de equipos diseñados para contingencias como: extintores de fuego.

## **Medidas de Educación Ambiental**

Se deberá brindar charlas a los obreros, y población en general.

Las charlas serán destinadas a la población en general, incluido a los trabajadores de la Obra, de preferencia los días sábados al medio día un tiempo aproximado de 2h como máximo, donde se les impartirá conocimientos sobre La Biodiversidad del Perú, El Calentamiento Global, la necesidad de usar racionalmente nuestros recursos naturales, la importancia de vivir en armonía con nuestro Medio Ambiente.



Temas a tratar:

- El problema del agua en el Perú.
- Importancia de los Recursos Naturales.
- Contaminación del Medio Ambiente.
- Calentamiento Global, etc.

El responsable de tratar los temas mencionados anteriormente, será el Residente Ambiental quien tendrá que contar con el apoyo del Residente de Obra, haciendo uso de un proyector multimedia.

### **Medidas de señalización vial durante el mejoramiento de la carretera**

Son dispositivos físicos que se colocan en vías, y tienen la función de guiar a los usuarios de forma segura. Estas señalizaciones permiten la protección a la población aledaña al lugar de trabajo. Por su carácter temporal, estos elementos se diseñan de forma que puedan transportarse con facilidad y emplearse varias veces.

#### **a. Señales Reglamentarias:**

Tienen por objetivo la regulación del tránsito automotor.

Son usadas para indicar a los usuarios de la carretera las limitaciones, prohibiciones o restricciones que afectan su uso. Se colocan básicamente antes de los tramos de vía sometidos a rehabilitación. Las más empleadas serían: Ceda el paso, Desvió, Pare, Siga, Velocidad máxima, etc.

Los colores comúnmente utilizados son negro, rojo y blanco.

#### **b. Señales Informativas:**

Son utilizados para proteger la zona de trabajos y para delinear rutas temporales de tránsito.

Asimismo, tienen por objeto identificar las carreteras y orientar acertadamente al usuario, proporcionándole la información que pueda necesitar. Durante la

construcción, las más comunes son la valla que contiene las características generales de los trabajos (costo, entidad contratante, etc.) y las que informan sobre cercanías a zonas de construcción, sitios de entrada y salida de maquinaria, etc.

Todas las señales mencionadas anteriormente deben colocarse al lado derecho de la vía, teniendo en cuenta el sentido de circulación y de forma que el plano frontal de la señal y el eje de la vía formen un ángulo comprendido entre 85° y 90° para que su visibilidad del lado derecho no sea completa, debe colocarse una señal adicional en el lado izquierdo de la carretera.

### **c. Señales Preventivas:**

Tienen por objeto advertir al usuario de la vía, con la suficiente anticipación, la existencia y naturaleza de una condición peligrosa. Estas serán colocadas principalmente en tramos de aproximación a los pontones en construcción y en los sitios de salida y entrada de maquinaria.

## **9 Plan de Contingencia**

### **9.1 Análisis de riesgos**

El proyecto durante su ejecución, va estar sujeto a la probable ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural, como por ejemplo:

Deslizamientos, derrumbes, inundaciones, huaycos, procesos erosivos, así como también estará sujeta a eventos de geodinámica interna (Sismos).

### **Objetivos del Programa de Contingencias**

- Minimizar los daños causados por los diferentes desastres, haciendo cumplir de manera estricta los procedimientos técnicos y controles de seguridad.
- Realizar las acciones de control y rescate durante y después de la ocurrencia de desastres.
- Implementar las medidas inmediatas a seguir, en el caso de ocurrencia de desastres, provocados por la naturaleza o por las acciones del hombre.

## **Medidas de contingencias por ocurrencia de huaycos y derrumbes**

Debido a las fuertes lluvias que existe en la zona del proyecto, generan inestabilidad de los taludes y presencia de huaycos en algunos tramos de la carretera los cuales impiden el tránsito tanto vehicular como peatonal.

Sobre la base de trabajos específicos y en coordinación con los organismos públicos y privados, se debe prever la realización de acciones de respuesta, con el fin de proteger el patrimonio, el medio ambiente de la zona y la vida.

Una de las medidas generales, es que se debe instruir al personal de trabajo sobre la identificación de las zonas de alto riesgo, así como también la localización de áreas de seguridad ante la ocurrencia de estos fenómenos.

En el caso de ocurrencia de estos fenómenos, se generalizarán los detalles de las maniobras de emergencia que deben realizarse, con el objetivo de salvaguardar el estado de la Infraestructura Civil, la vida humana y los equipos mecánicos.

## **Medidas de contingencia por ocurrencia de sismos**

En caso de sismos de mediana o gran magnitud, los trabajadores y la población aledaña deberán estar informados de las normas a seguir y los procedimientos sobre las medidas de seguridad, así como:

### **a. Antes de la ocurrencia del sismo**

- En toda construcción las ventanas y las puertas deben estar dispuestas para que se abran hacia fuera de los ambientes.
- La Empresa Contratista deberá verificar si las construcciones provisionales, cumplen con las normas de construcción sismo resistente propias de la zona, además de la verificación del lugar adecuado para sus instalaciones.
- Se verificará si las rutas de evacuación, deben estar libres de maquinarias que retarden y dificulten la evacuación respectiva.
- Se debe instalar y verificar permanentemente, dispositivos de alarmas en las obras y zonas de trabajo.

- Se debe realizar la identificación de y señalización de áreas seguras dentro y fuera de las obras.

#### **b. Durante la Ocurrencia del Sismo**

- Si durante la noche ocurre el sismo, se deberá utilizar linternas.
- Realización de Simulacros, durante la etapa de construcción de la carretera.
- Las rutas de evacuación deben estar libres de maquinarias u objetos, que retarden la evaluación.
- Se deberá realizar la Identificación y señalización de áreas seguras dentro y fuera de las obras campamentos.
- Disponer la evaluación de todo el personal hacia zonas de seguridad y fuera de las zonas de trabajo, así como plantas de asfalto, zonas de corte de Talud entre otros.

#### **c. Después de la ocurrencia del sismo**

- Se debe utilizar los medios de comunicación, tales como radios, con el fin de mantenerse informados de los posibles boletines de emergencia.
- Atención inmediata de las personas accidentadas.
- Se deberá disponer la prohibición que todo trabajador de la obra, camine descalzo para evitar cortaduras por objetos punzo cortantes.
- Retiro de la zona del proyecto, de toda maquinaria y equipo que pudiera haber sido afectada.
- Utilización de radios o medios de comunicación con el fin de mantenerse informado de posibles casos de emergencia.
- Todo trabajador de obra deberá alejarse de los taludes de corte, relleno y quebradas existentes en la zona.

#### **Medidas de contingencias por accidentes de operarios**

Están relacionados a la ocurrencia de accidentes laborales durante los trabajos de rehabilitación de la vía, en perjuicio de los trabajadores, originados principalmente por deficiencias humanas o fallas mecánicas de los equipos utilizados. Para ello se tiene en cuenta lo siguiente:

- El responsable de instalar el sistema de alertas y mensajes y llevar a cabo el programa de contingencias, deberá también auxiliar con alimentos o medicinas a los operarios que puedan ser afectados.
- Se debe comunicar a los Centros de Salud de los caseríos adyacentes a la vía, acerca del inicio de las obras de rehabilitación, para que estén prevenidos frente a los accidentes que puedan ocurrir durante la ejecución.

### **Medidas de contingencias por ocurrencia de incendios**

- En el caso de incendios de material común, para apagarlo se debe utilizar extintores o agua de tal forma de extinguir el fuego.
- En el caso de un incendio eléctrico, se debe cortar de inmediato el suministro eléctrico y extinguir el fuego haciendo uso de extintores de polvo químico seco o dióxido de carbono.
- En el caso de incendios de gases o líquidos inflamables, para apagarlo se debe cortar el suministro del producto y extinguir el fuego, haciendo uso de extintores de polvo químico seco, dióxido de carbono, o bien, utilizar tierra o arena seca y luego enfriar el tanque con agua.
- Los extintores que no sean automáticos, deben ser utilizados en lugares apropiados. Las instalaciones automáticas fijas de extintores, deben estar equipadas con sistemas automáticos de alarma de pre descarga y deberá mediar un tiempo suficiente entre la alarma y la puesta en marcha de la instalación para que así los trabajadores puedan escapar del peligro.

## **10 Plan de abandono y restauración final**

Es el conjunto de tareas que deberán realizarse en el área de influencia del proyecto, con la finalidad de devolver las zonas utilizadas para la construcción, a su estado inicial.

Actividades a realizarse:

- La empresa contratista deberá contar con un establecimiento de salud (Tópico), con el propósito de evitar la proliferación de enfermedades.
- Informar a los caseríos sobre los beneficios de la preservación ambiental
- Coordinar con las autoridades municipales y de salud, que toda la basura industrial proveniente de las operaciones de desmontajes será llevada a los rellenos sanitarios acondicionados de acuerdo a normas.
- Se debe realizar reforestación en las zonas que se requiera.
- Los desechos contaminantes no peligrosos deben ser tratados adecuadamente de acuerdo al manual de procedimientos de manipuleo, disposición y almacenaje de desechos contaminantes.
- Se debe realizar el arreglo y la limpieza correspondiente del terreno.
- Los desechos biodegradables, así como las zonas contaminadas por derrames se deberán recuperar y adecuar para la utilización futura de acuerdo a las actividades del lugar.

## **11 Resumen de los impactos positivos y Negativos**

### **Negativos**

- Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y ruido.
- Afectación de la Calidad del Suelo por el Riesgo de Compactación
- Pérdida de la Cobertura Vegetal
- Riesgo de alteración de la calidad del Aire
- Riesgo de Afectación de la Calidad del Agua

- Fragmentación o Eliminación de Hábitats
- Pérdida de la Cobertura Vegetal
- Desplazamientos de Especies
- Alteración del drenaje natural
- Riesgo de erosión
- Riesgo de ocurrencia de accidentes
- Alteración de la calidad del aire
- Riesgo de afectación de la calidad del suelo

### **Positivos**

- Generación de Ingresos a la Población
- Generación de Empleo
- Contratación de Mano de Obra
- Mejora del drenaje superficial
- Disminución del riesgo de erosión
- Mejora de la transitabilidad vial



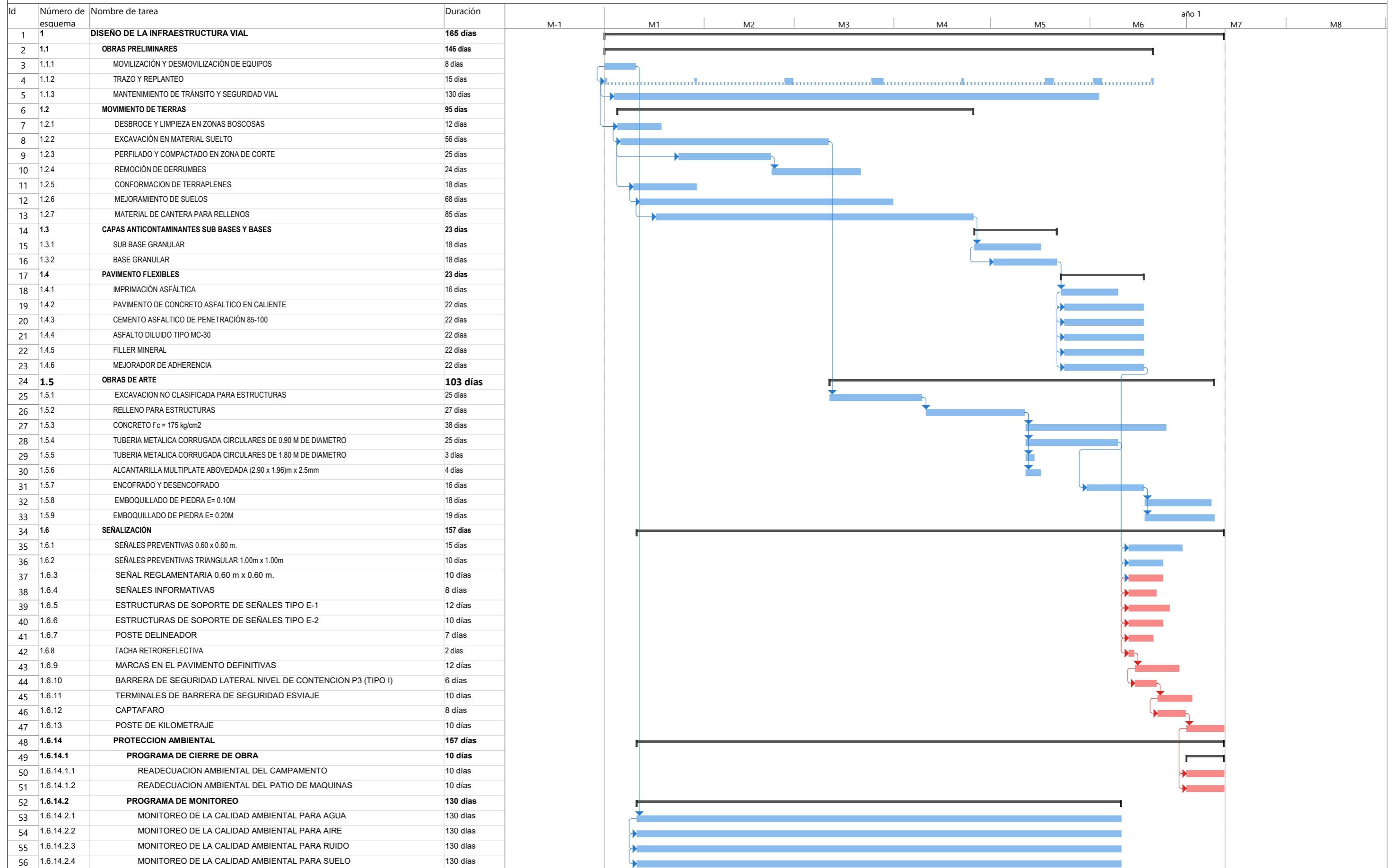


**ANEXO 10: Metrados**

<b>RESUMEN DE METRADOS</b>			
<b>Tesis: “Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular, carretera Desvió Canchaque a Huancabamba, Huancabamba, Piura”</b>			
ITEM	PARTIDAS	UNIDAD	METRADO TOTAL
<b>01.00.00</b>	<b><u>OBRAS PRELIMINARES</u></b>		
01.01.00	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	glb	1.00
01.02.00	TRAZO Y REPLANTEO	km	4.00
01.03.00	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00
<b>02.00.00</b>	<b><u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u></b>		
02.01.00	DESBROCE Y LIMPIEZA	ha	4.00
02.02.00	EXCAVACIÓN EN ROCA SUELTA	m <sup>3</sup>	32,871.60
02.02.00	EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO	m <sup>3</sup>	205,817.93
02.03.00	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m <sup>2</sup>	42,715.75
02.04.00	REMOCIÓN DE DERRUMBES	m <sup>3</sup>	6,890.43
02.05.00	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m <sup>3</sup>	11,384.32
02.06.00	MEJORAMIENTO DE SUELOS	m <sup>3</sup>	18,394.20
02.06.00	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m <sup>3</sup>	18,394.20
<b>03.00.00</b>	<b><u>CAPAS ANTICONTAMINANTES SUB BASES Y BASES</u></b>		
03.01.00	SUB BASE GRANULAR	m <sup>3</sup>	14,315.14
03.02.00	BASE GRANULAR	m <sup>3</sup>	6,439.16
<b>04.00.00</b>	<b><u>PAVIMENTO FLEXIBLES</u></b>		
04.01.00	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m <sup>2</sup>	40,028.50
04.03.00	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	m <sup>3</sup>	2,968.52
04.04.00	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACIÓN 60-70	kg	382,171.93
04.07.00	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	44,031.35
04.08.00	FILLER MINERAL	kg	16,119.26
04.09.00	MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	955.43
<b>05.00.00</b>	<b><u>SEÑALIZACIÓN</u></b>		
05.01.00	SEÑALES PREVENTIVAS 0.60m x 0.60m	u	46.00
05.02.00	SEÑALES PREVENTIVAS TRIANGULAR 1.00m x 1.00m	u	8.00
05.03.00	SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60m x 0.60m	u	16.00
05.04.00	SEÑALES INFORMATIVAS	m <sup>2</sup>	20.76
05.05.00	ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-1	u	9.00
05.06.00	ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-2	u	4.00
05.07.00	POSTE DELINEADOR	u	202.00
05.08.00	TACHA RETROREFLECTIVA	u	954.00
05.09.00	MARCAS EN EL PAVIMENTO DEFINITIVA	m <sup>2</sup>	1,496.62
05.10.00	BARRERA DE SEGURIDAD LATERAL NIVEL DE CONTENCIÓN P3 (TIPO I)	m	190.00
05.11.00	TERMINALES DE BARRERA DE SEGURIDAD ESVAJE Y ABATIDO	m	30.00
05.12.00	CAPTAFARO	u	53.00
05.13.00	POSTE DE KILOMETRAJE	u	5.00
<b>06.00.00</b>	<b><u>PROTECCION AMBIENTAL</u></b>		
<b>06.01.00</b>	<b>PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA</b>		
06.01.01	READECUACIÓN AMBIENTAL DEL CAMPAMENTO	m <sup>2</sup>	6,072.08
06.01.02	READECUACIÓN AMBIENTAL DEL PATIO DE MAQUINAS	m <sup>2</sup>	15,931.09
<b>06.02.00</b>	<b>PROGRAMA DE MONITOREO</b>		
06.02.01	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA	pto	24.00
06.02.02	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE	pto	75.00
06.02.03	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDOS	pto	75.00
06.02.04	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO	pto	15.00

ANEXO 14: Cronograma de Ejecución

"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR, CARRETERA DESVIÓ CANCHAQUE A HUANCABAMBA, HUANCABAMBA, PIURA"



## ANEXO 15: Presupuesto

Presupuesto	<b>0203001</b>	<b>DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR, CARRETERA DESVIO CANCHAQUE A HUANCABAMBA, HUANCABAMBA, PIURA</b>		
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL</b>		
Cliente	<b>MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCABAMBA</b>		Costo al	<b>19/02/2021</b>
Lugar	<b>PIURA - HUANCABAMBA - HUANCABAMBA</b>			

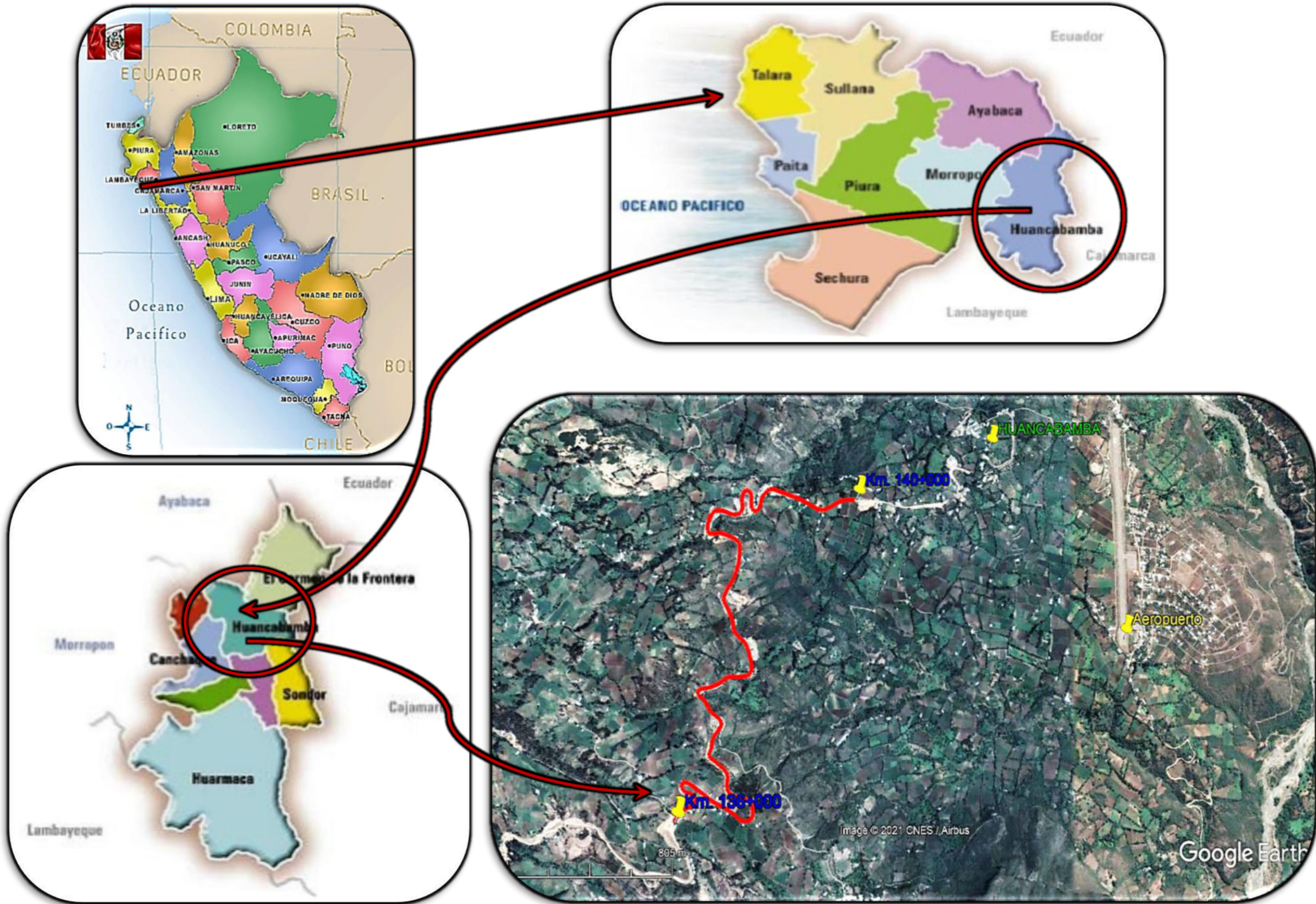
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>73,233.69</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	14,655.56	14,655.56
01.02	TRAZO Y REPLANTEO	km	4.00	1,529.61	6,118.44
01.03	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	52,459.69	52,459.69
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,262,297.78</b>
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS BOSCOSAS	ha	4.00	8,078.72	32,314.88
02.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO	m3	205,817.93	3.03	623,628.33
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONA DE CORTE	m2	42,715.75	2.07	88,421.60
02.04	REMOCIÓN DE DERRUMBES	m3	6,890.43	8.24	56,777.14
02.05	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	11,384.32	8.50	96,766.72
02.06	MEJORAMIENTO DE SUELOS	m3	18,394.20	13.43	247,034.11
02.07	MATERIAL DE CANTERA PARA RELLENOS	m3	18,394.20	6.38	117,355.00
03	<b>CAPAS ANTICONTAMINANTES SUB BASES Y BASES</b>				<b>2,721,050.63</b>
03.01	SUB BASE GRANULAR	m3	14,315.14	32.35	463,094.78
03.02	BASE GRANULAR	m3	6,439.16	350.66	2,257,955.85
04	<b>PAVIMENTO FLEXIBLES</b>				<b>1,818,712.41</b>
04.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	40,028.50	1.04	41,629.64
04.02	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE	m2	2,968.52	329.32	977,593.01
04.03	CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACIÓN 60-70	kg	382,171.93	1.79	684,087.75
04.04	ASFALTO DILUIDO TIPO MC-30	l	44,031.35	1.95	85,861.13
04.05	FILLER MINERAL	kg	16,119.26	0.94	15,152.10
04.06	MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	955.43	15.06	14,388.78
05	<b>OBRAS DE ARTE</b>				<b>390,171.38</b>
05.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	3,779.18	8.92	33,710.29
05.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	970.64	11.64	11,298.25
05.03	CONCRETO f'c = 175 kg/cm2	m3	202.13	355.63	71,883.49
05.04	TUBERIA METALICA CORRUGADA CIRCULARES DE 0.90 M DE DIAMETRO	m	208.21	381.45	79,421.70
05.05	TUBERIA METALICA CORRUGADA CIRCULARES DE 1.80 M DE DIAMETRO	m	15.44	1,049.03	16,197.02
05.06	ALCANTARILLA MULTIPLATE ABOVEDADA (2.90 x 1.96)m x 2.5mm	m	14.74	2,394.33	35,292.42
05.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1,265.81	60.95	77,151.12
05.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E= 0.10M	m2	473.82	57.91	27,438.92
05.09	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E= 0.20M	m2	652.36	57.91	37,778.17
06	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				<b>194,641.49</b>
06.01	SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 x 0.60 m.	und	46.00	489.72	22,527.12
06.02	SEÑALES PREVENTIVAS TRIANGULAR 1.00m x 1.00m	und	8.00	491.93	3,935.44
06.03	SEÑAL REGLAMENTARIA 0.60 m x 0.60 m.	und	16.00	491.01	7,856.16
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	20.76	572.37	11,882.40
06.05	ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-1	und	9.00	1,842.05	16,578.45
06.06	ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE SEÑALES TIPO E-2	und	4.00	948.46	3,793.84
06.07	POSTE DELINEADOR	und	202.00	213.74	43,175.48
06.08	TACHA RETROREFLECTIVA	und	954.00	14.97	14,281.38
06.09	MARCAS EN EL PAVIMENTO DEFINITIVAS	m2	1,496.62	9.66	14,457.35
06.10	BARRERA DE SEGURIDAD LATERAL NIVEL DE CONTENCIÓN P3 (TIPO I)	m	190.00	240.33	45,662.70
06.11	TERMINALES DE BARRERA DE SEGURIDAD ESVAJE	m	30.00	274.98	8,249.40
06.12	CAPTAFARO	und	53.00	31.84	1,687.52
06.13	POSTE DE KILOMETRAJE	und	5.00	110.85	554.25
07	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>198,287.78</b>
07.01	<b>PROGRAMA DE CIERRE DE OBRA</b>				<b>123,437.78</b>
07.01.01	READECUACION AMBIENTAL DEL CAMPAMENTO	m2	6,072.08	5.61	34,064.37
07.01.02	READECUACION AMBIENTAL DEL PATIO DE MAQUINAS	m2	15,931.09	5.61	89,373.41
07.02	<b>PROGRAMA DE MONITOREO</b>				<b>74,850.00</b>

Presupuesto 0203001 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR, CARRETERA DESVIO  
 CANCHAQUE A HUANCABAMBA, HUANCABAMBA, PIURA  
 Subpresupuesto 001 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL  
 Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCABAMBA Costo al 19/02/2021  
 Lugar PIURA - HUANCABAMBA - HUANCABAMBA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
07.02.01	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA	pto	24.00	400.00	9,600.00
07.02.02	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA AIRE	pto	75.00	700.00	52,500.00
07.02.03	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO	pto	75.00	90.00	6,750.00
07.02.04	MONITOREO DE LA CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELO	pto	15.00	400.00	6,000.00
08	<b>TRANSPORTE</b>				<b>2,462,529.25</b>
08.01	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1.000M	m3k	78,910.35	6.65	524,753.83
08.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS MAYORES DE 1.000M	m3k	291,394.80	6.65	1,937,775.42
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>9,120,924.41</b>
	<b>GASTOS GENERALES (14.76%)</b>				<b>1,346,248.44</b>
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>912,092.44</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>11,379,265.29</b>
	<b>IGV</b>				<b>2,048,267.75</b>
	<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>				<b>13,427,533.04</b>

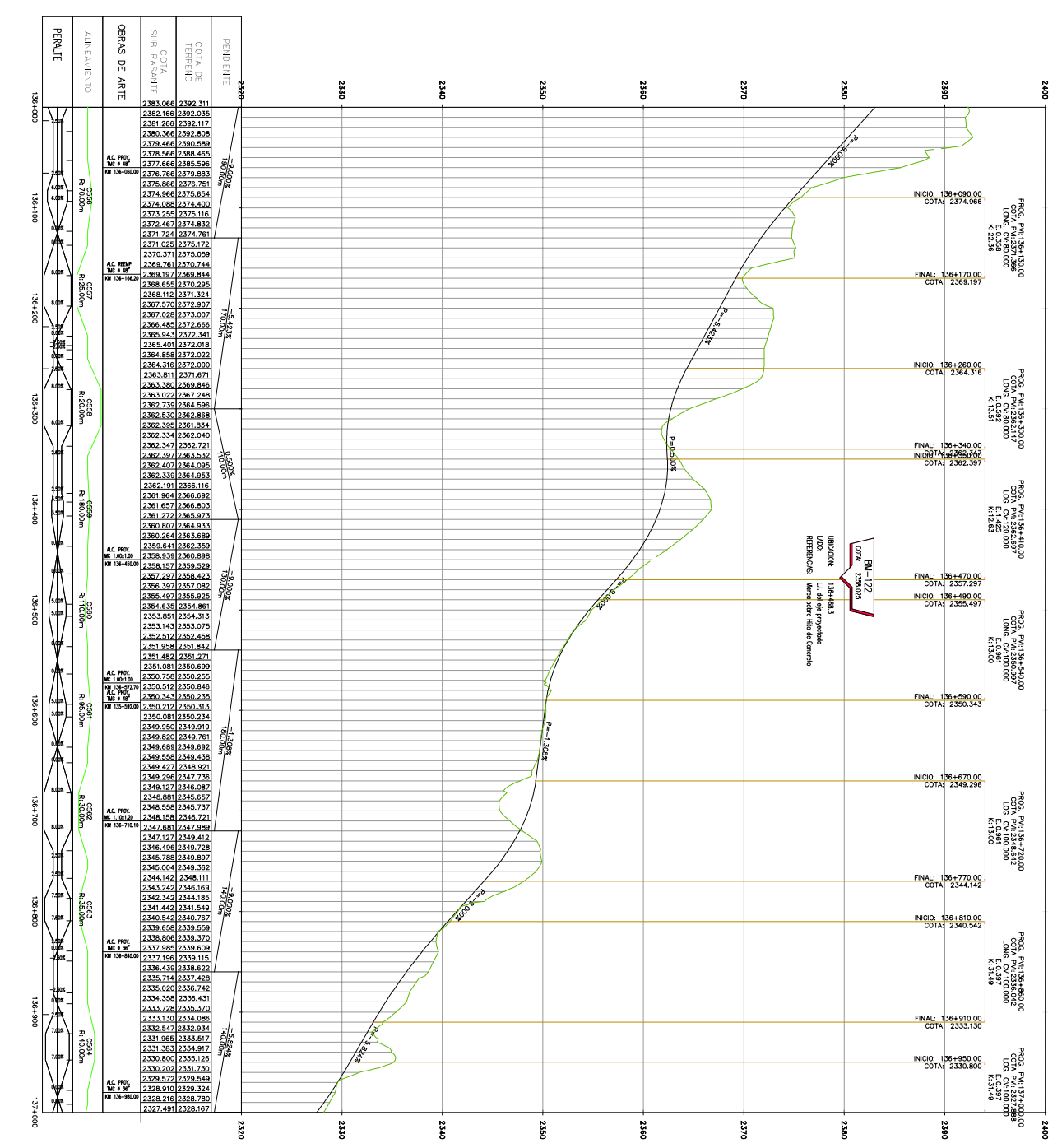
SON : TRECE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTISIETE MIL QUINIENTOS TRENTITRES Y 04/100 NUEVOS SOLES

**PLANO DE UBICACIÓN GEOGRAFICA CARRETERA DESVIO CANCHAQUE A HUANCABAMBA**

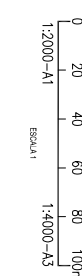




PERFIL LONGITUDINAL  
M=2000  
V=1200



NOTA:  
LOS PUNTO DE PIVOTE Y CONTROL, ESTAN SEÑALADOS EN EL  
TERRENO CON PINTURA DE COLORES ROJO EN FONDO BLANCO



ELABORADO POR:  
E.F.L.

FECHA:  
FEBRERO-2021

UNIDAD:  
PP-02





PERFIL LONGITUDINAL

H=2000  
V=1200

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

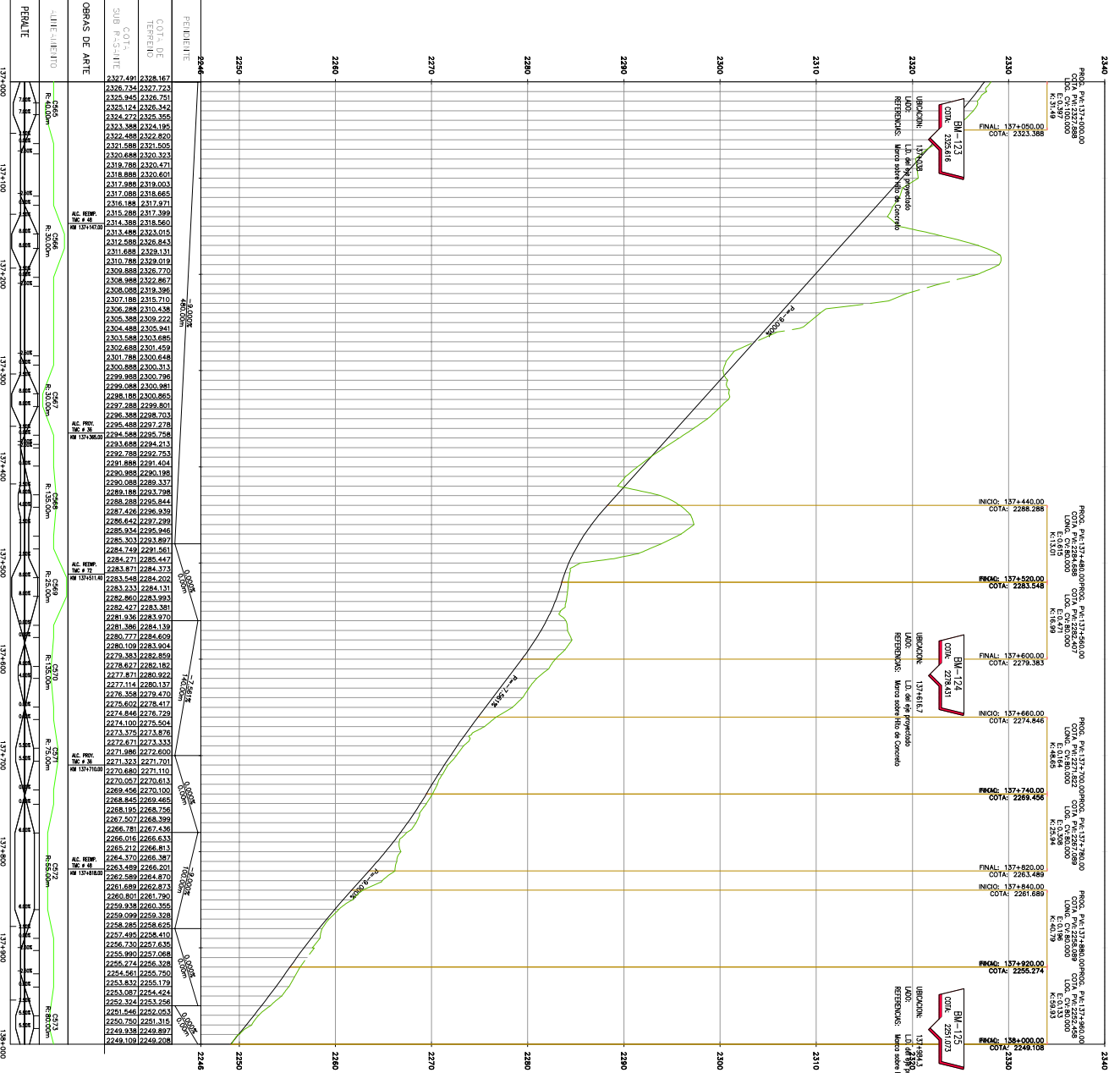
Alumno: **EDERD. FERNANDEZ LEON**  
Módulo: **Módulo IV: MAE Y MANEJO DE RIESGOS**

Título: **"DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSPORTABILIDAD VEHICULAR, CARRETERA DESDE CHANCHUAY A HUANCAVIRA, HUANCAVIRA, PIURA"**

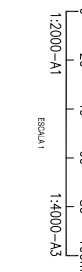
Proyecto: **PLANTA Y PERFIL  
KM. 137+000 - KM. 138+000**

Evaluado por: **E.F.L.**  
Fecha: **FEBRERO-2021**

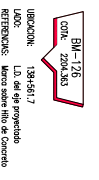
Estado: **INDICADA**  
Línea: **PP-04**



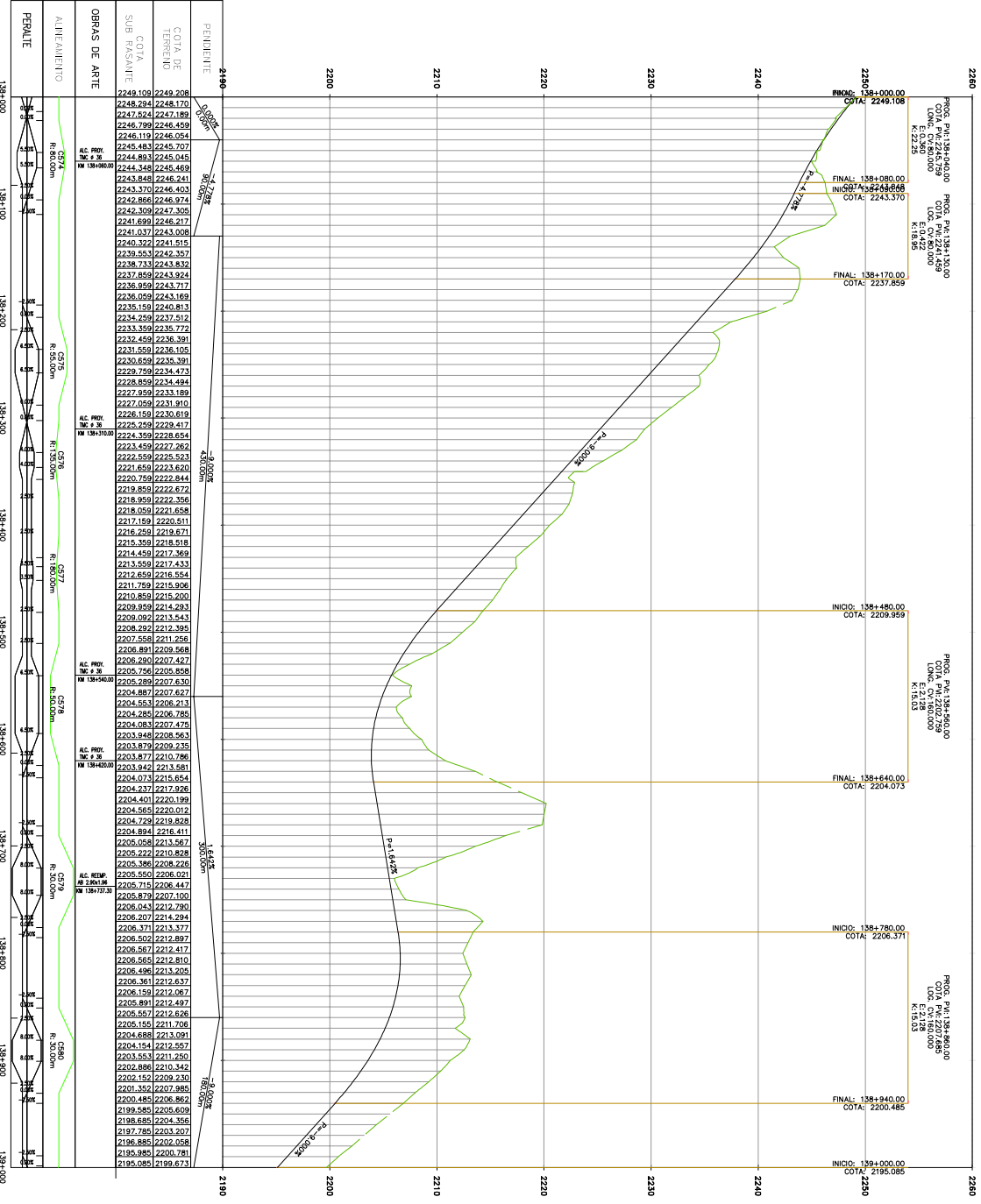
NOTA: LOS PUNTO DE PUNTO DE CONTROL, ESTÁN SEÑALADOS EN EL TERRENO CON PINTURA DE COLOR ROJO EN FONDO BLANCO



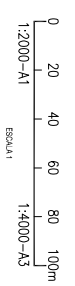




INDICACION: 1394531.7  
 LUGAR: U.I. del sitio proyectado  
 REFERENCIAS: Muros sobre cimiento



PERFIL LONGITUDINAL  
 H=2200  
 V=1200



NOTA:  
 LOS PUNTOS DE PUNTADEA Y CONTROL, ESTAN SEÑALADOS EN EL  
 TERRENO CON PINTURA DE COLORES ROJO EN FONDO BLANCO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

MAESTRO: EBERD. FERNANDEZ LEON  
 ALUMNO: JAI. MAE WARM BARDILES

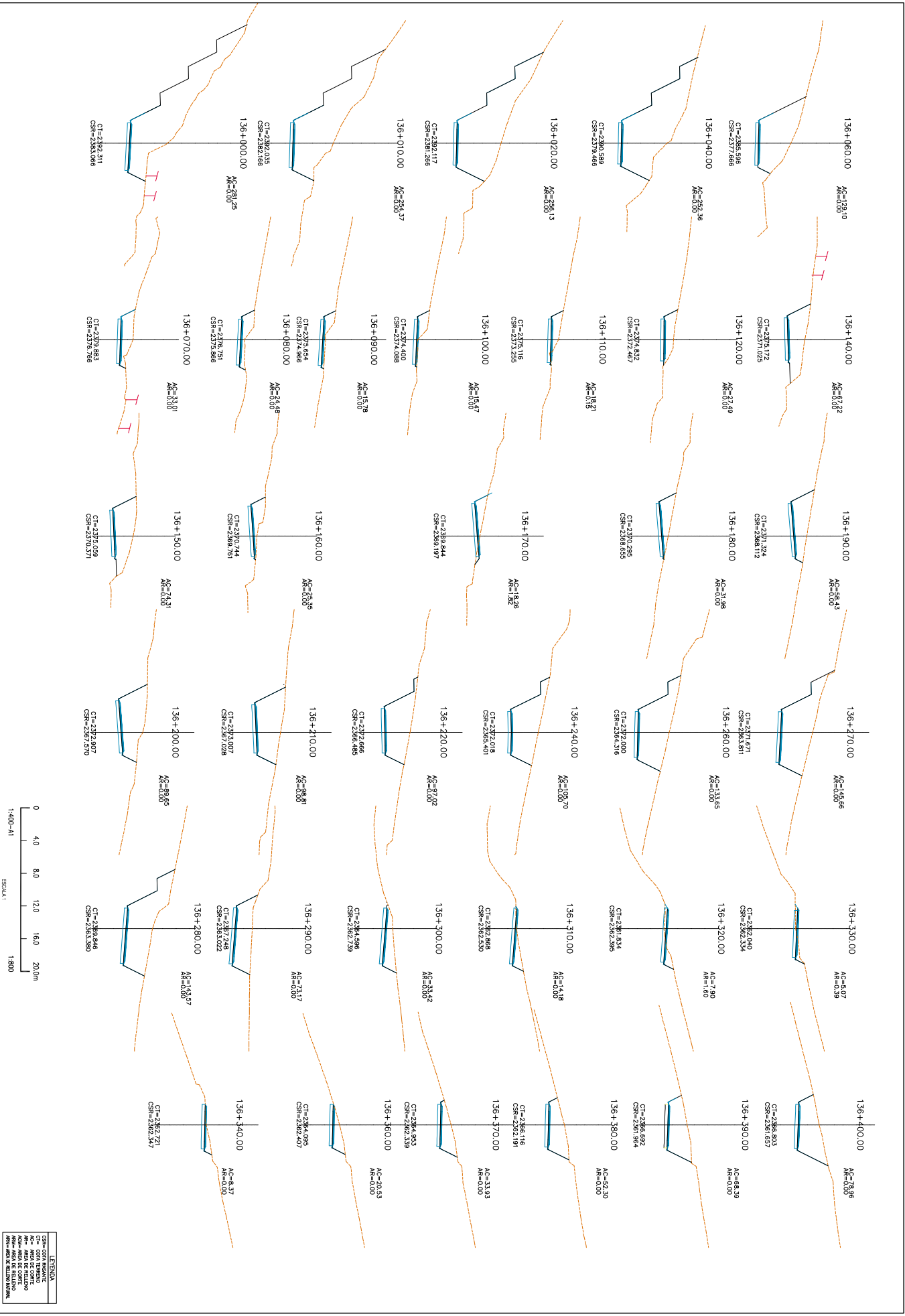
TITULO: "DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA  
 TRANSPORTACION VEHICULAR CARRETERA DESDE CHANCHOTE A  
 HUANABAMBA, HUANABAMBA, PIURA"

PROYECTO: PLANTA Y PERFIL  
 KM. 138+000 - KM. 139+000

FECHA DE ENTREGA: FEBRERO-2021  
 INDICADA: PP-06



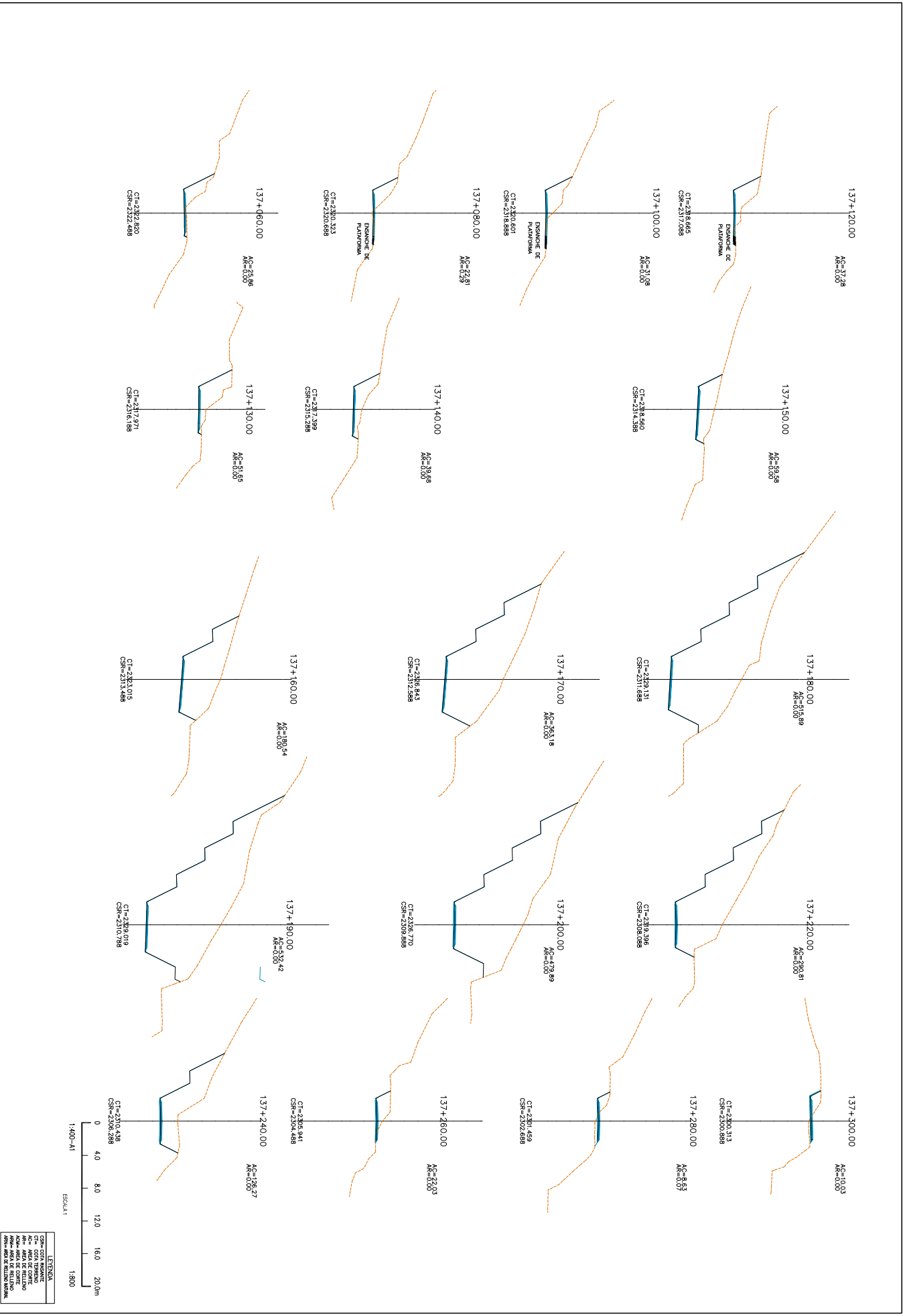




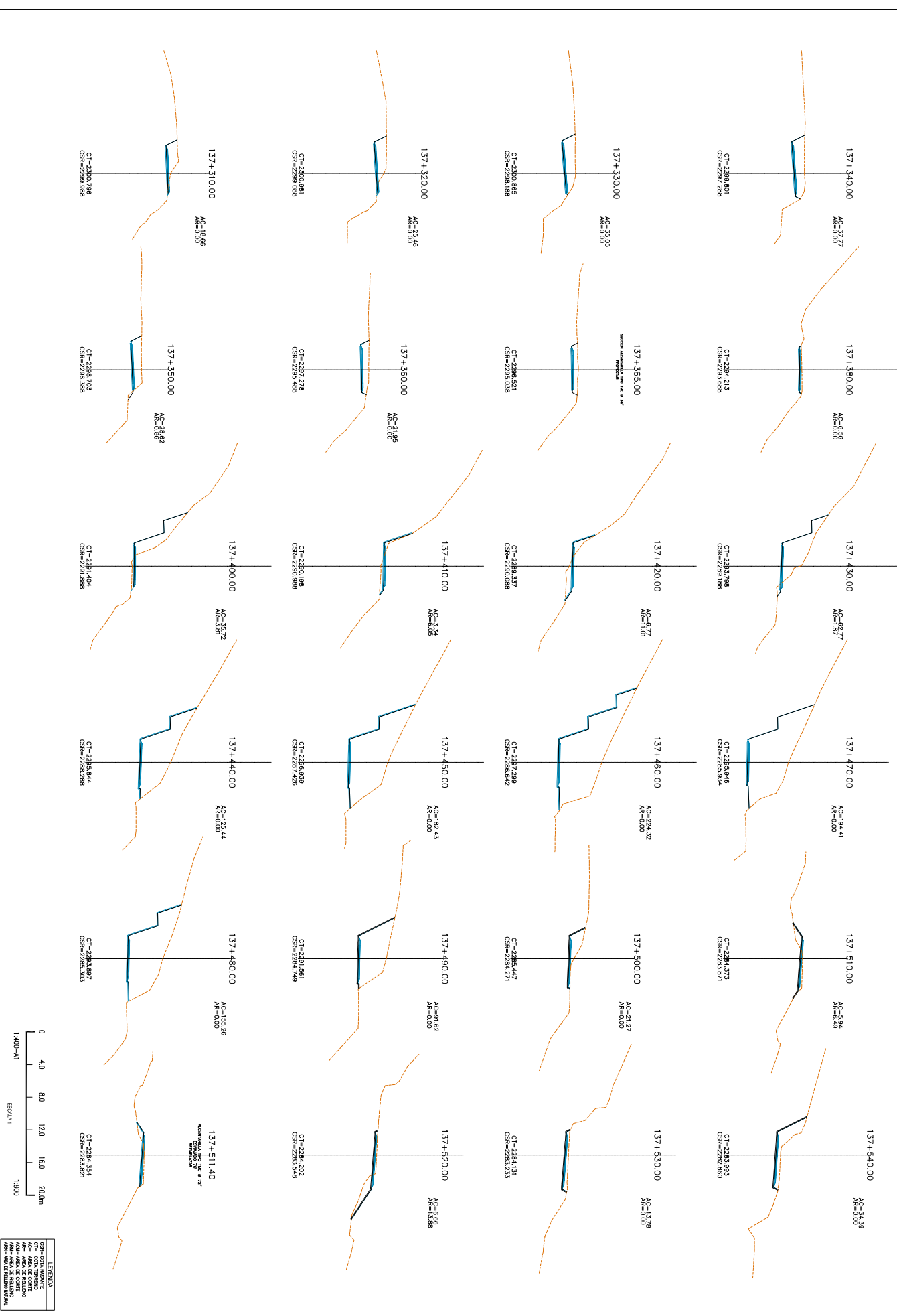


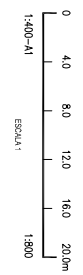
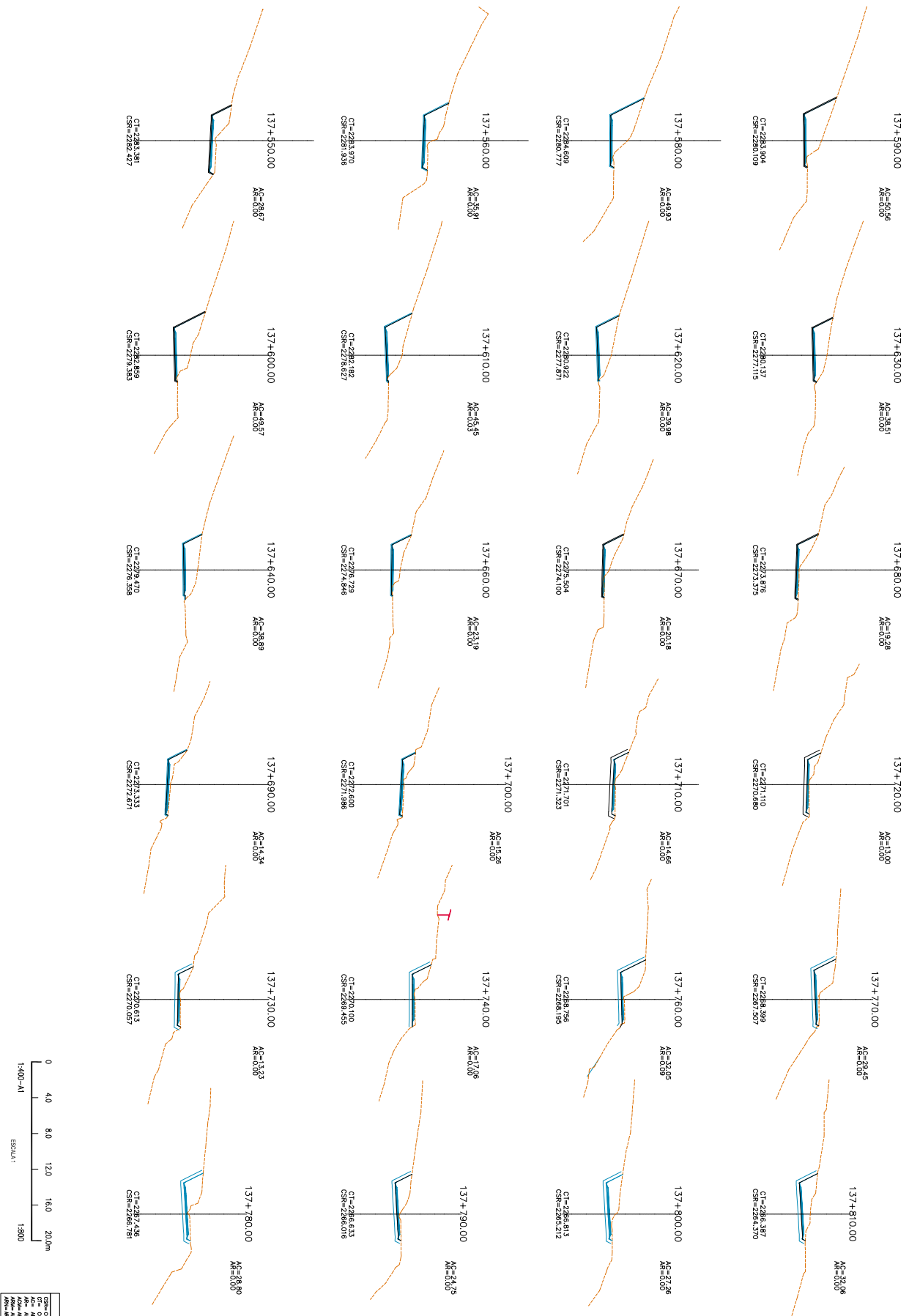


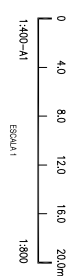
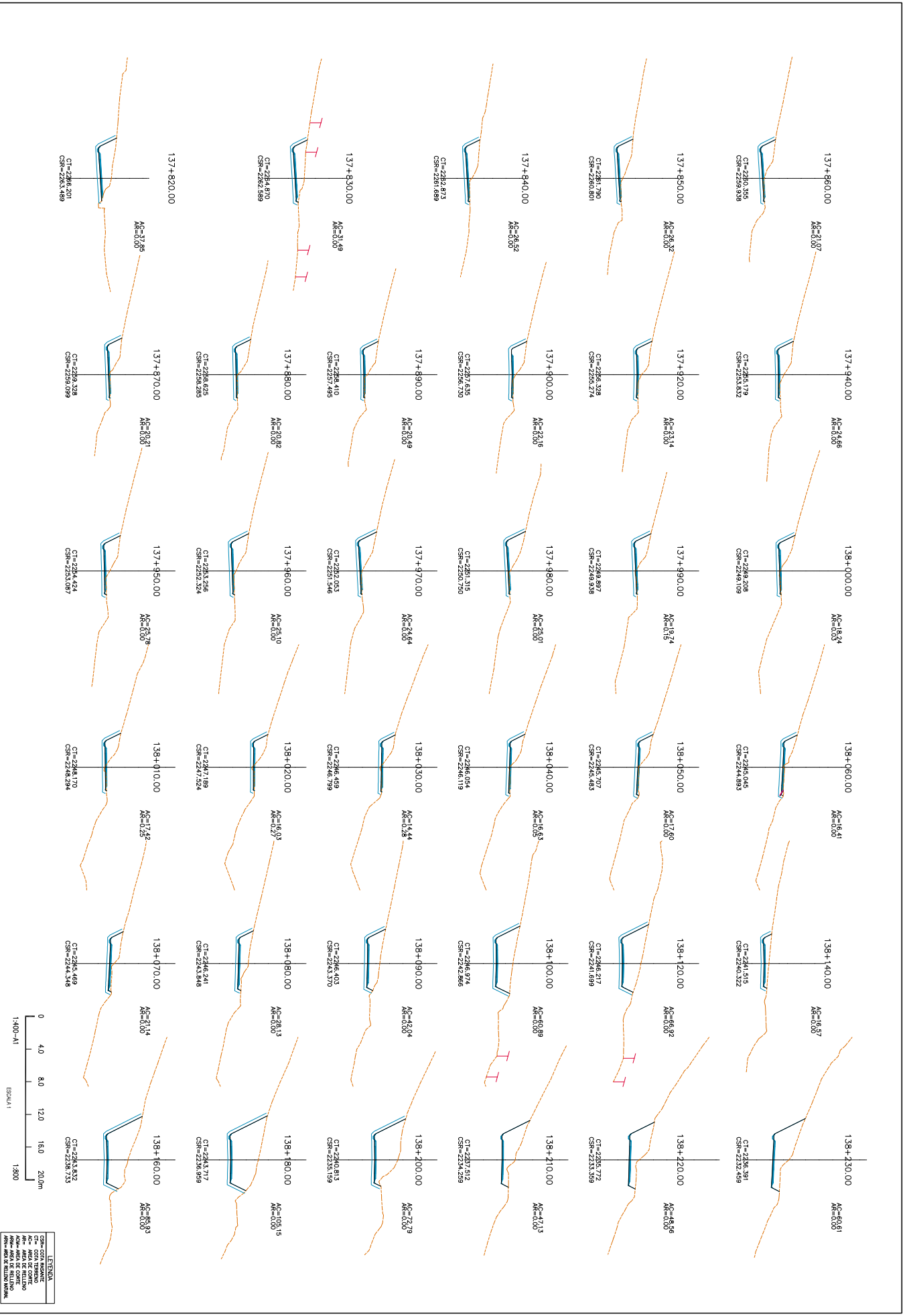




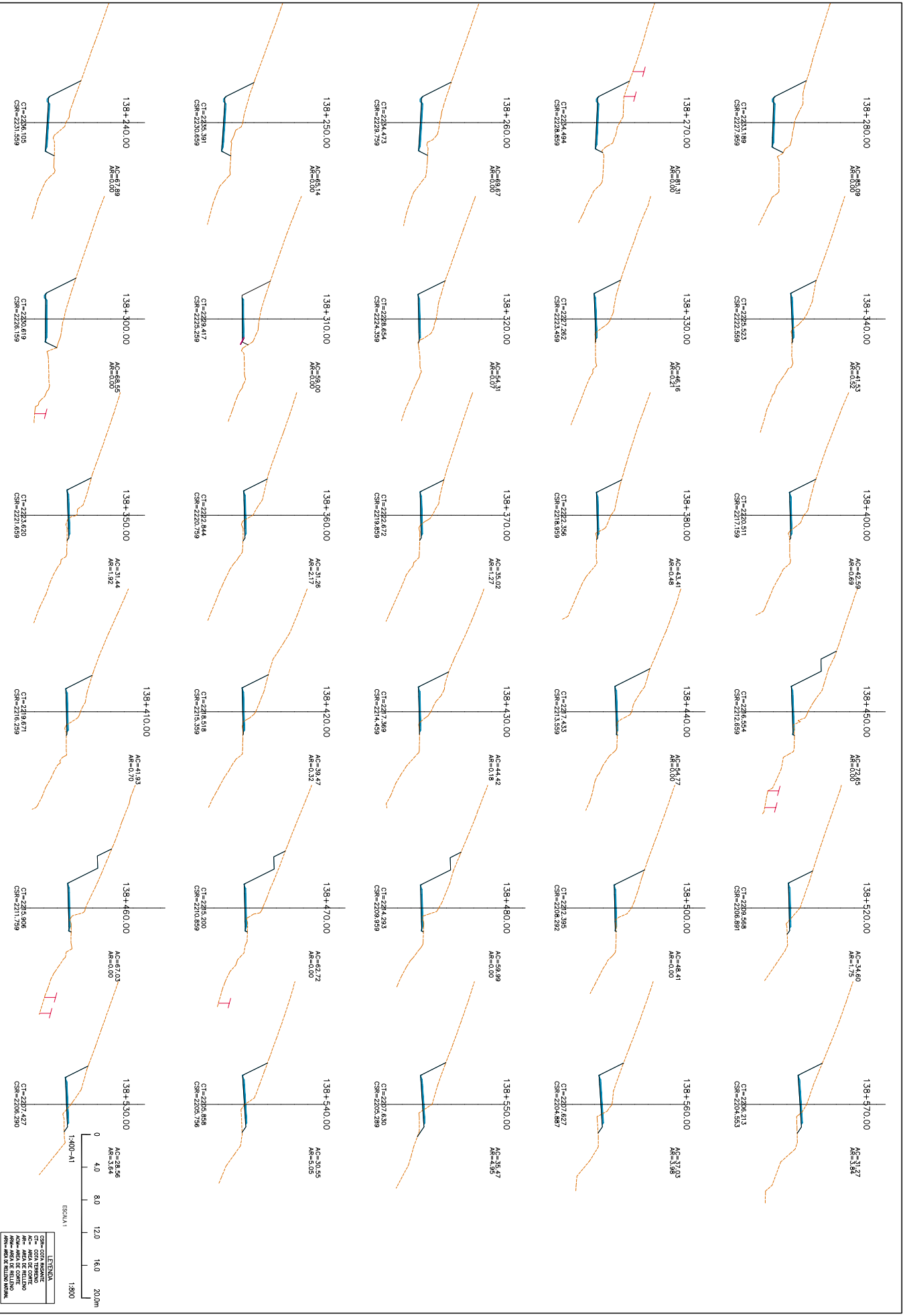
LEYENDA:  
 - Línea azul: Perfil de la Carretera  
 - Línea naranja: Perfil del terreno  
 - Línea roja: Límite de la zona de construcción  
 - Línea verde: Límite de la zona de drenaje  
 - Línea amarilla: Límite de la zona de mantenimiento

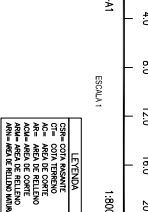
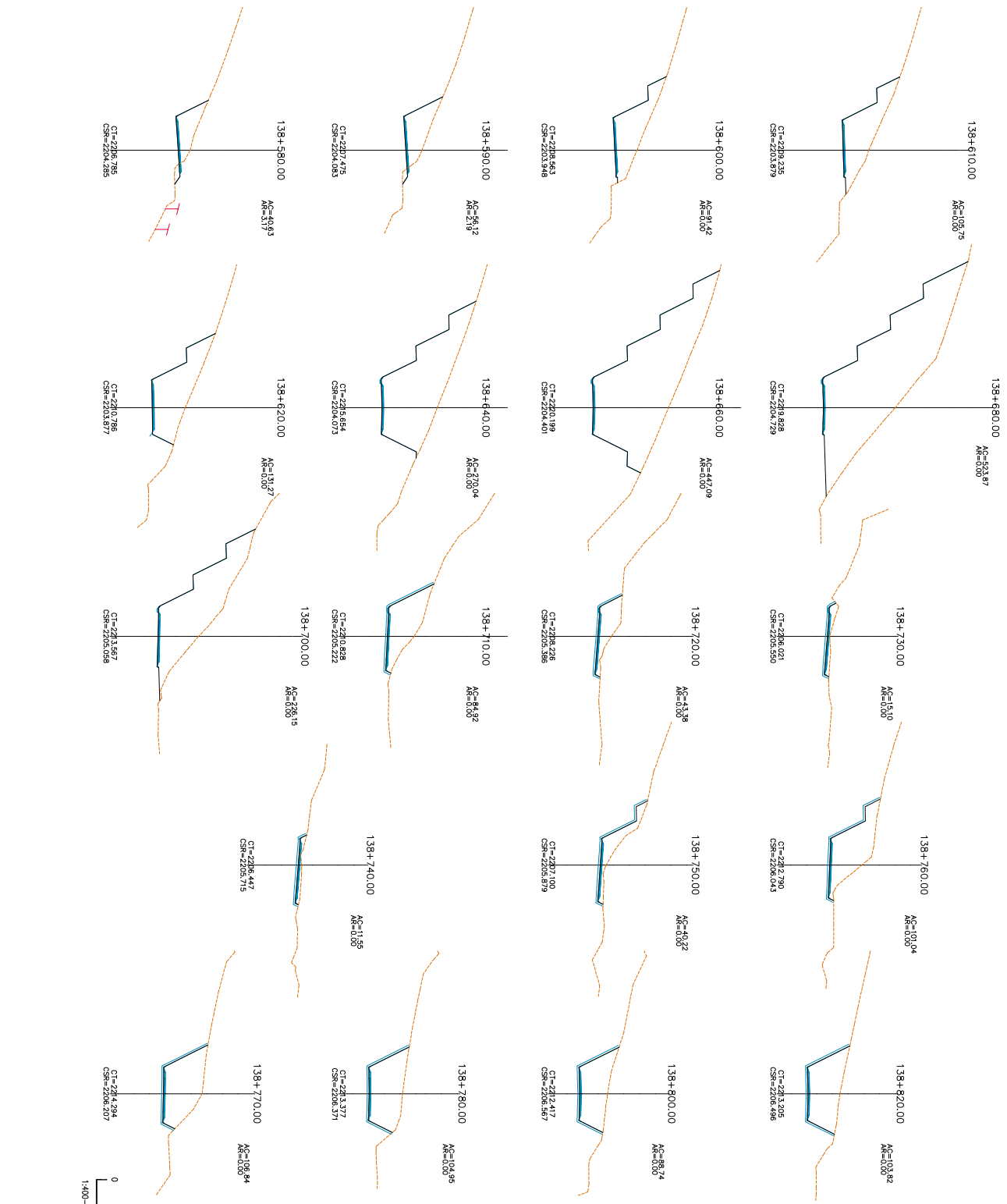




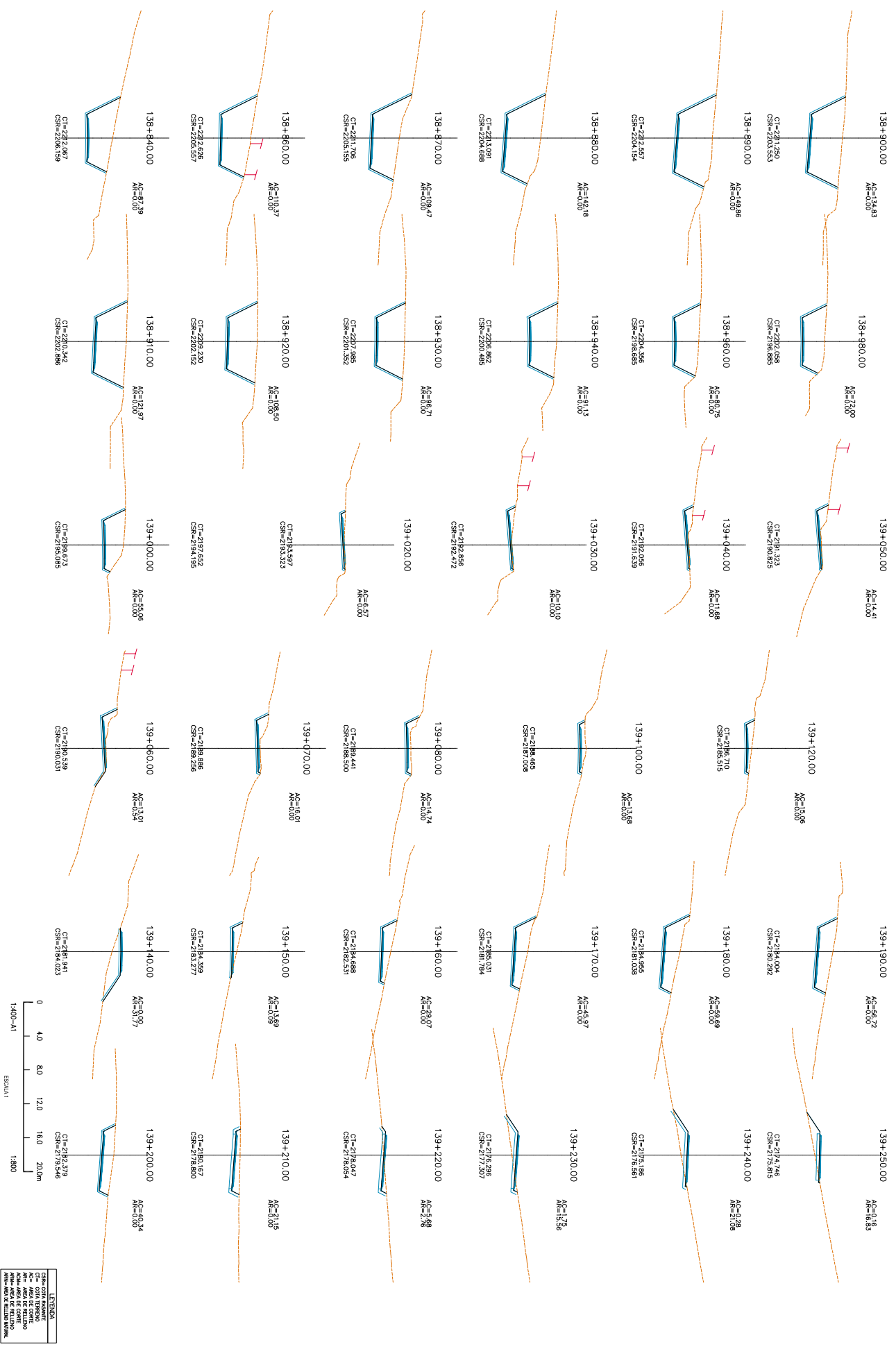


LEYENDA  
 - Línea azul: Línea de cota  
 - Línea naranja: Línea de terreno  
 - Línea roja: Línea de cota  
 - Línea verde: Línea de terreno  
 - Línea negra: Línea de cota  
 - Línea amarilla: Línea de terreno  
 - Línea morada: Línea de cota  
 - Línea gris: Línea de terreno

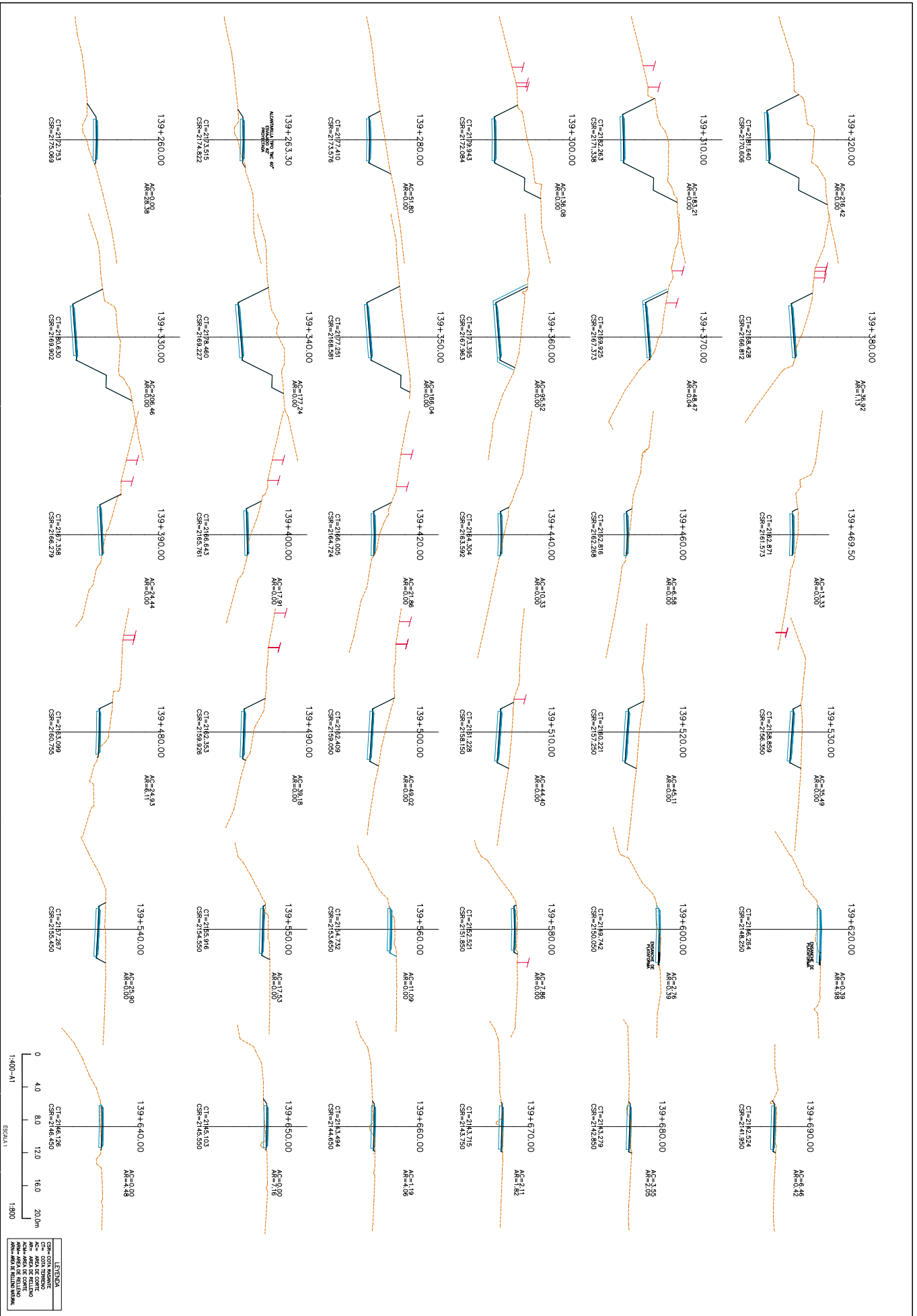




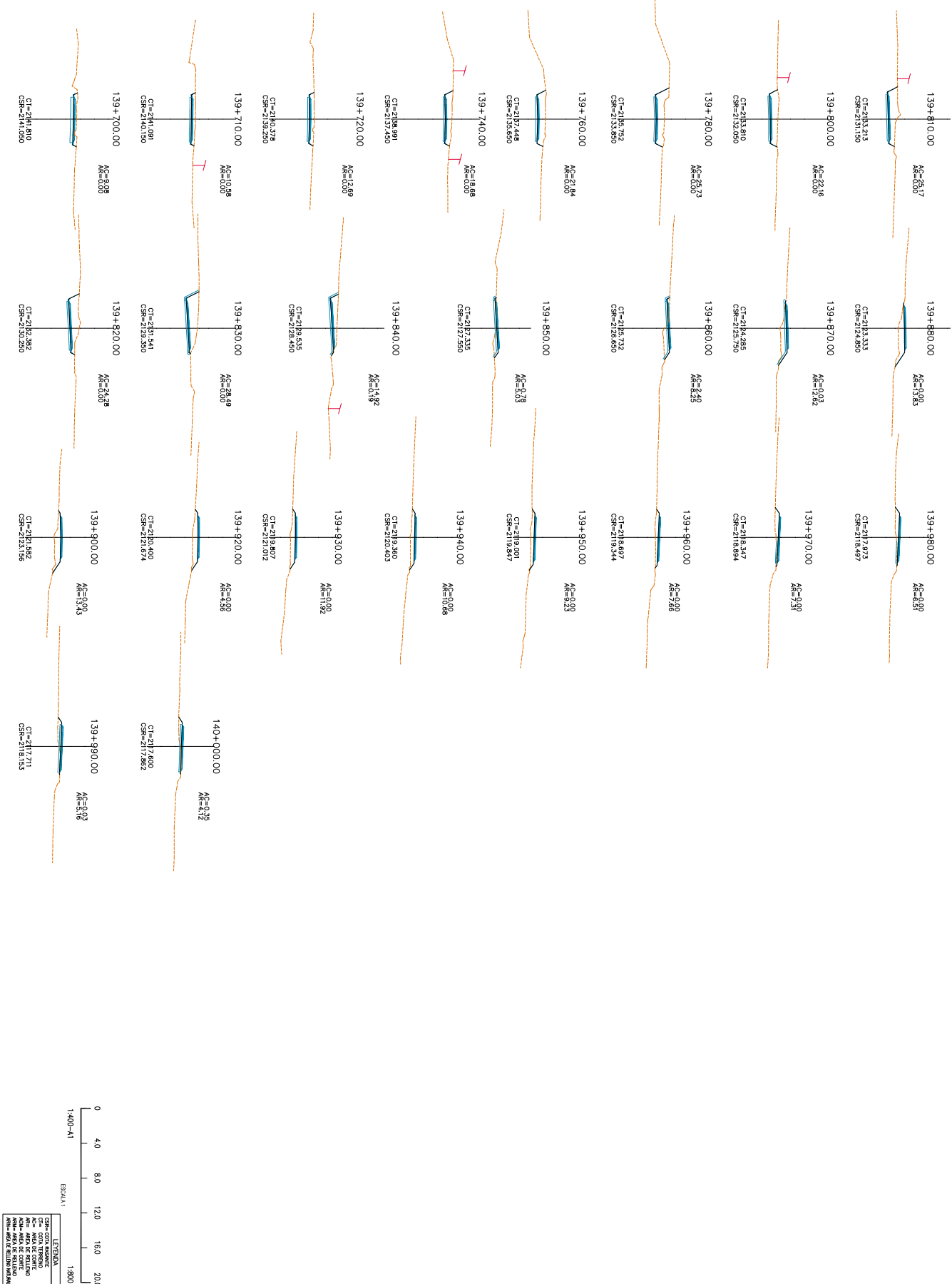
LEYENDA  
 CSR= COEFICIENTE DE SEGURIDAD  
 AC= ANCHO DE CALZADA  
 AR= ANCHO DE RANCHO  
 CT= COTA DE TENDIDO  
 CSR= COEFICIENTE DE SEGURIDAD  
 AC= ANCHO DE CALZADA  
 AR= ANCHO DE RANCHO  
 CT= COTA DE TENDIDO

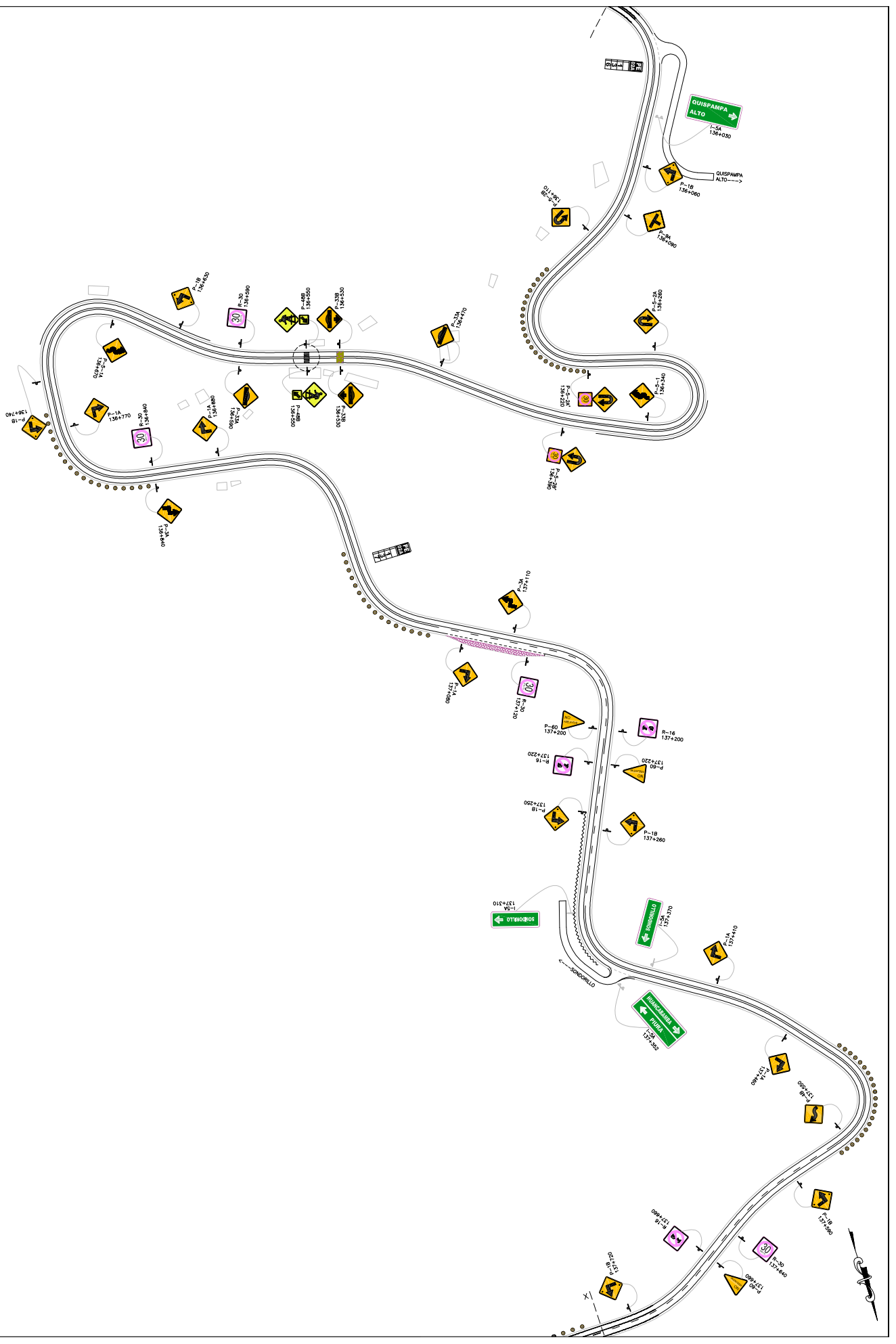


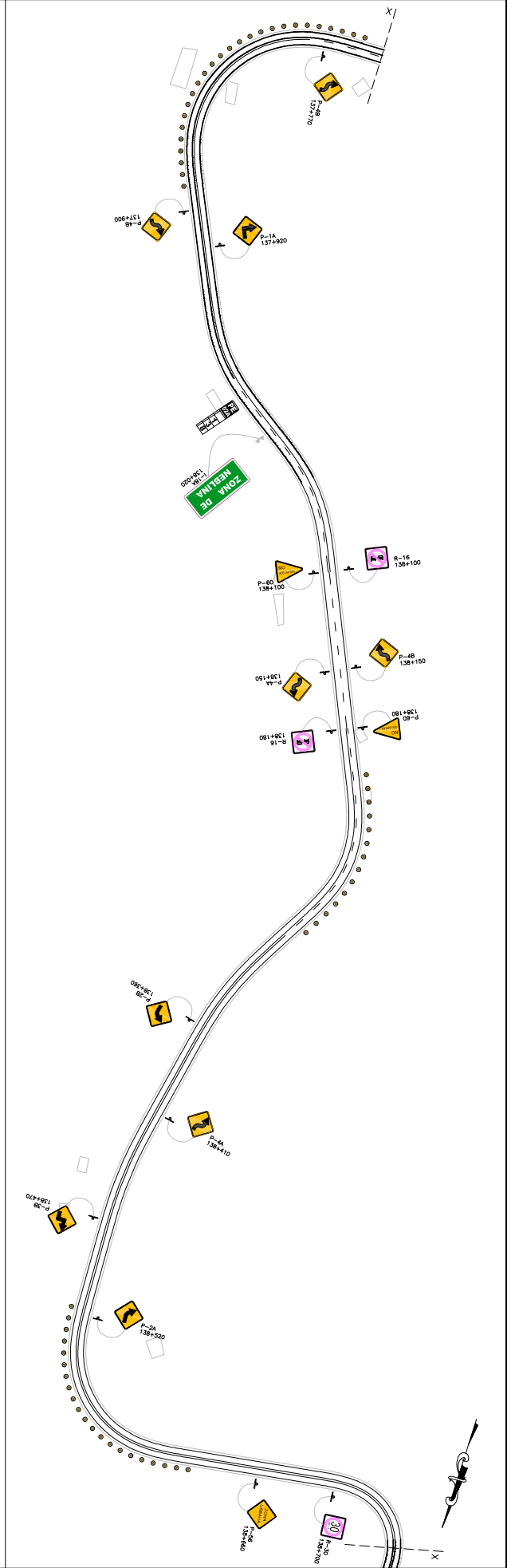
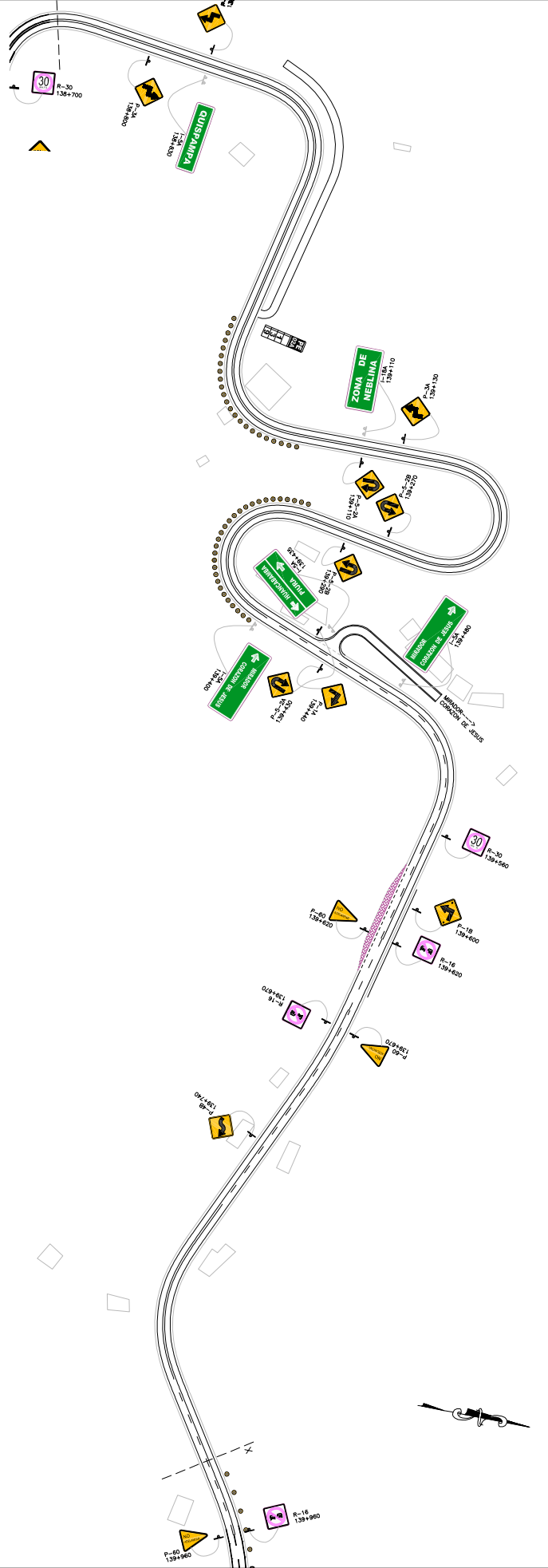
LEYENDA:  
 - Línea roja: Línea de terreno  
 - Línea azul: Línea de proyecto  
 - Línea verde: Línea de cuneta  
 - Línea amarilla: Línea de drenaje  
 - Línea negra: Línea de bitumen



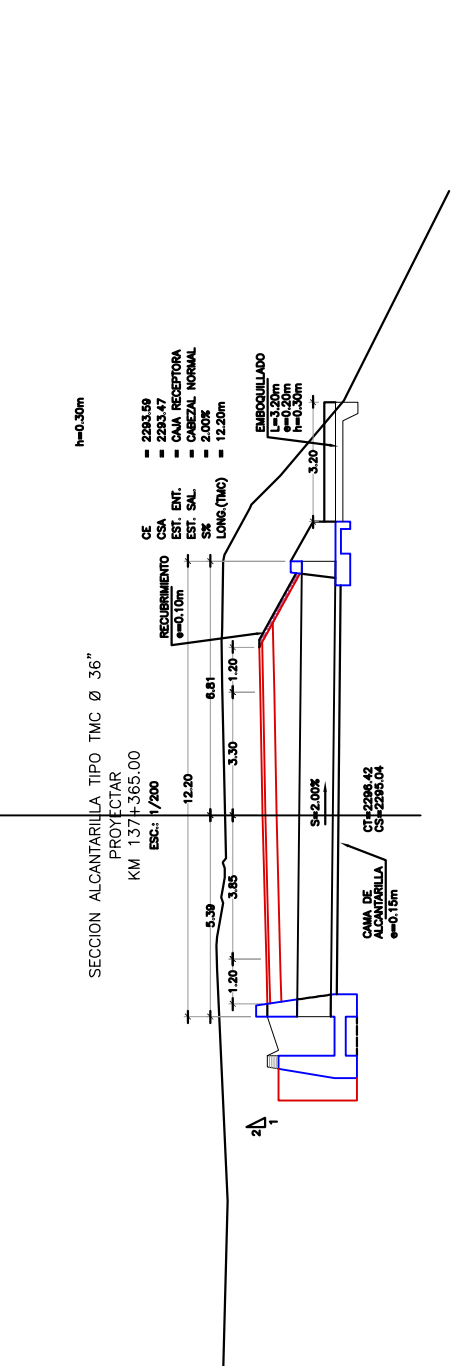
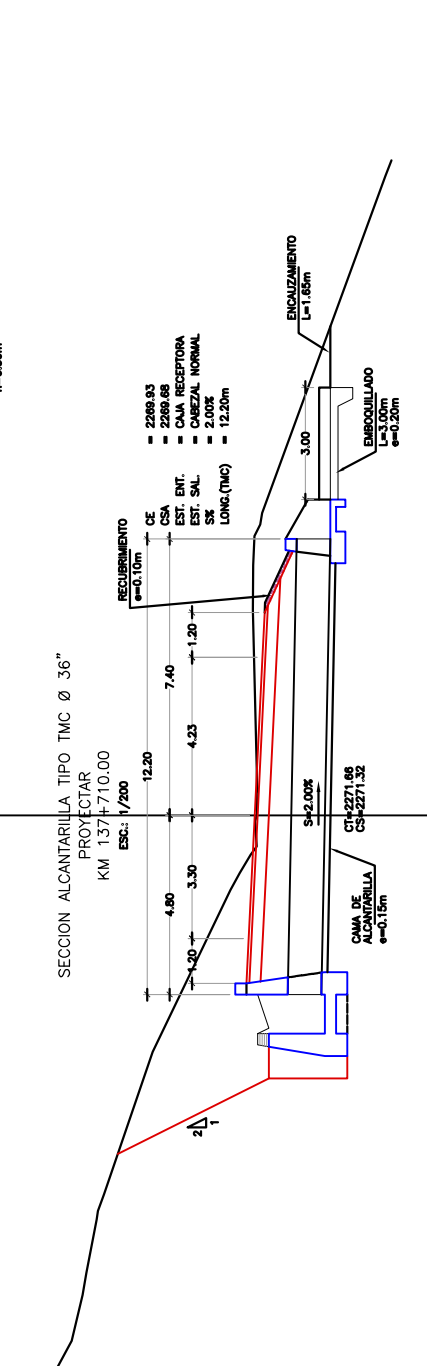
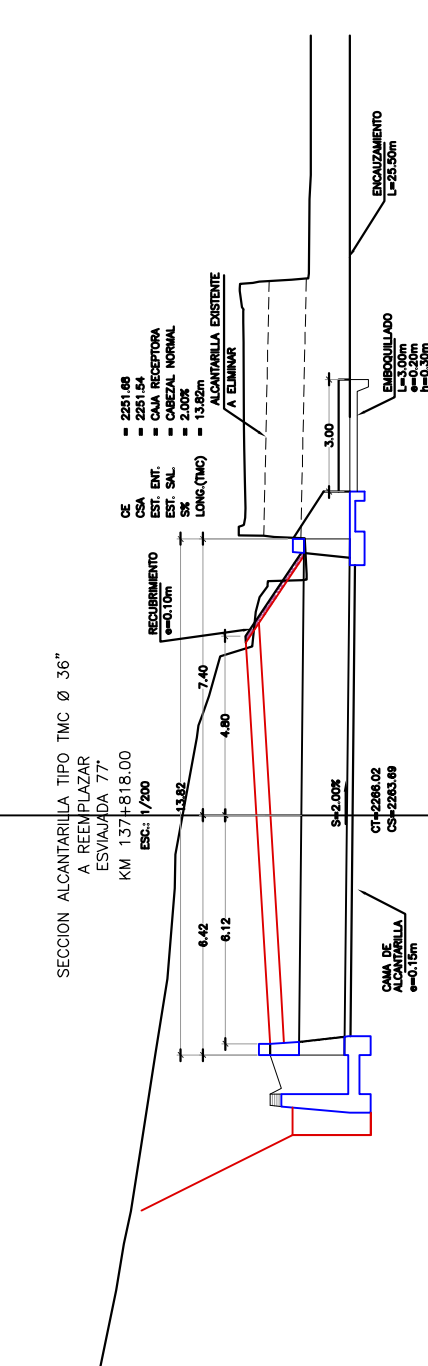
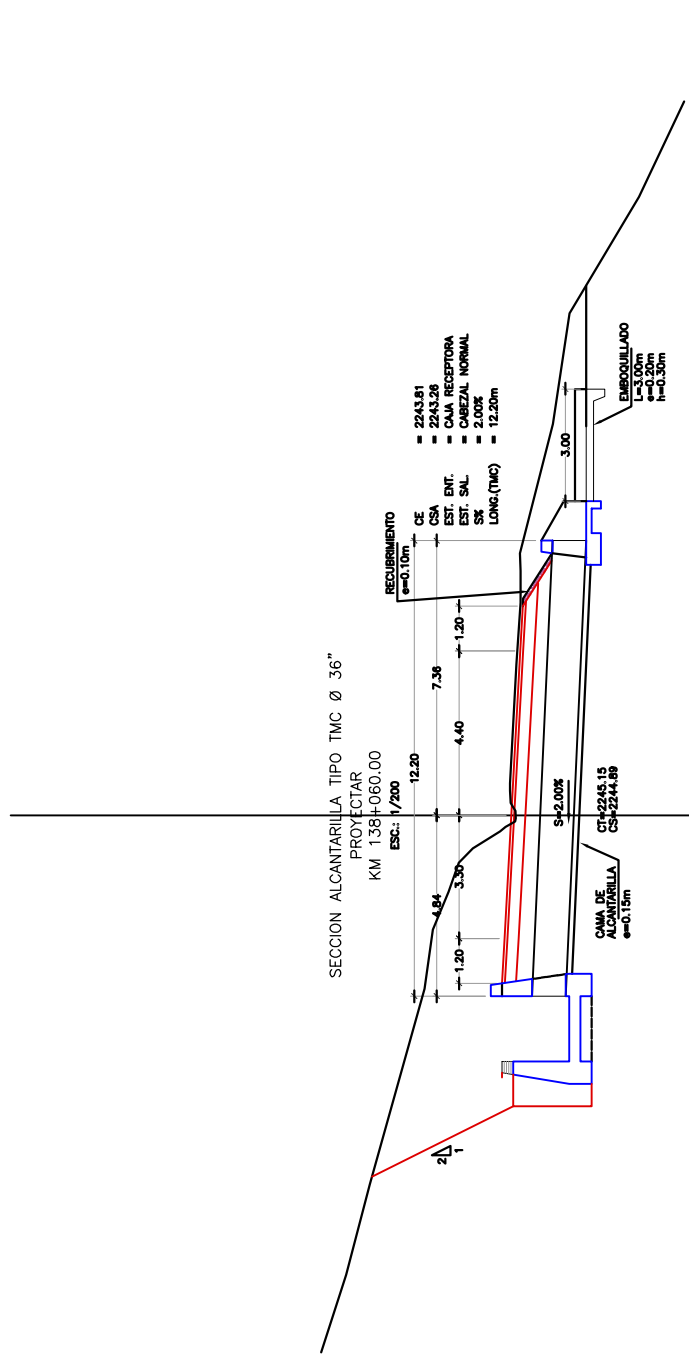
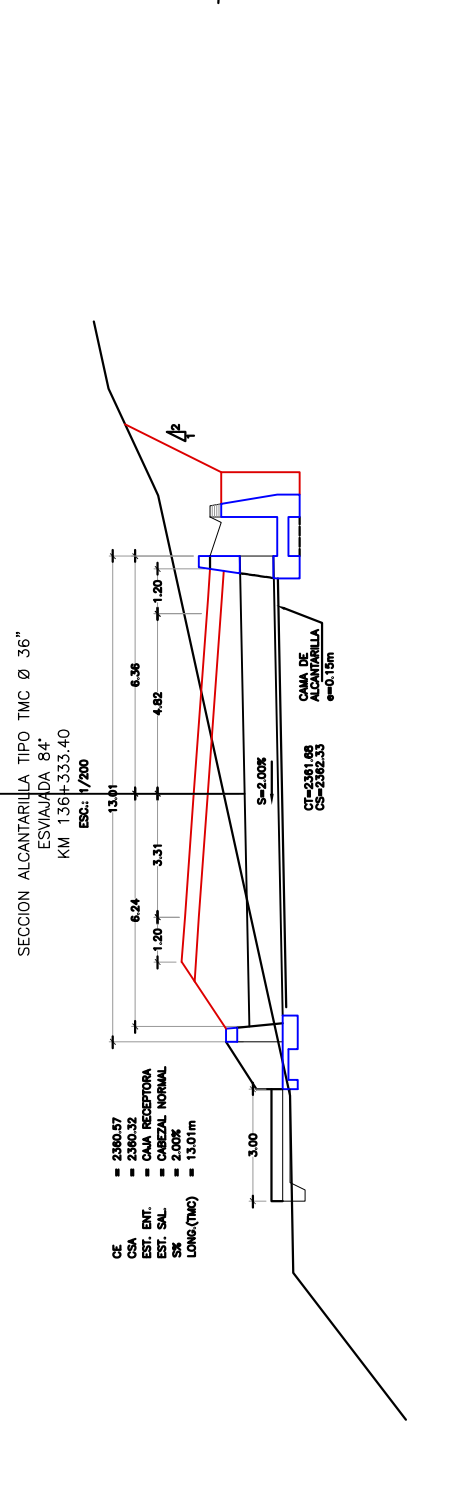
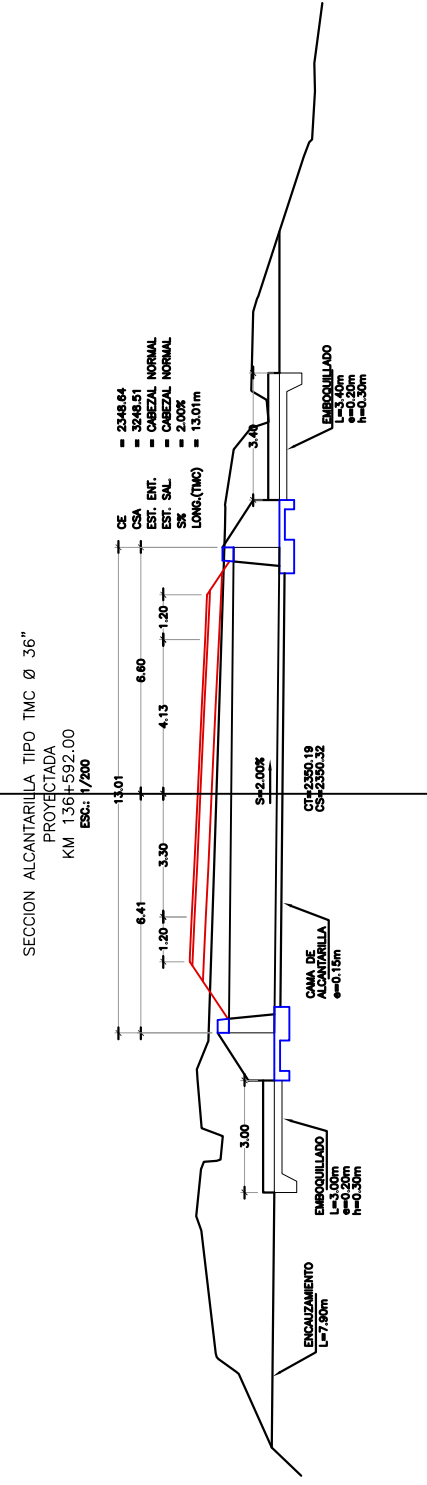
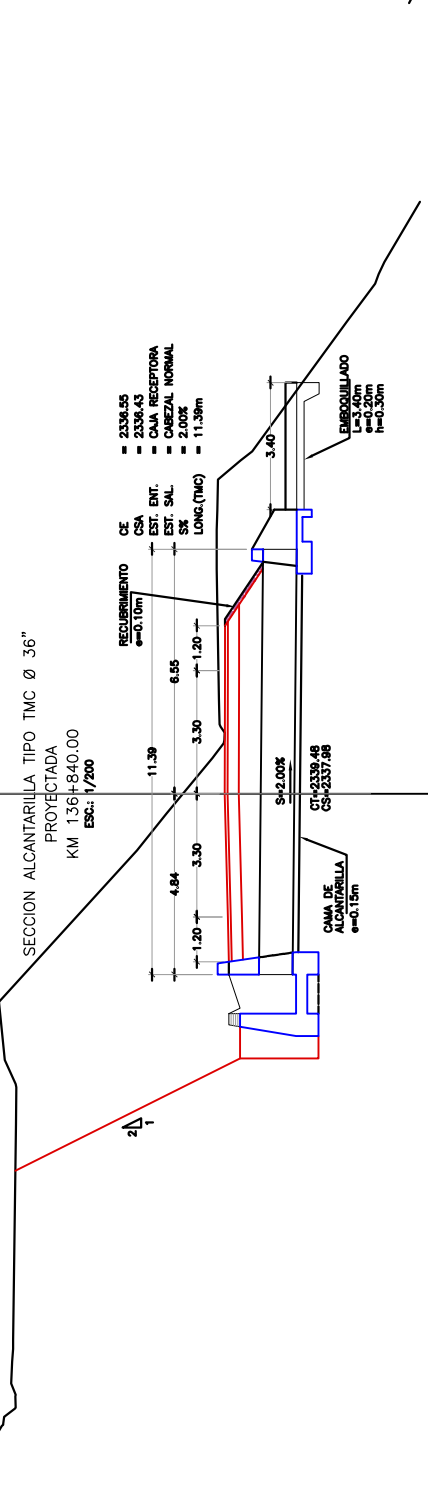
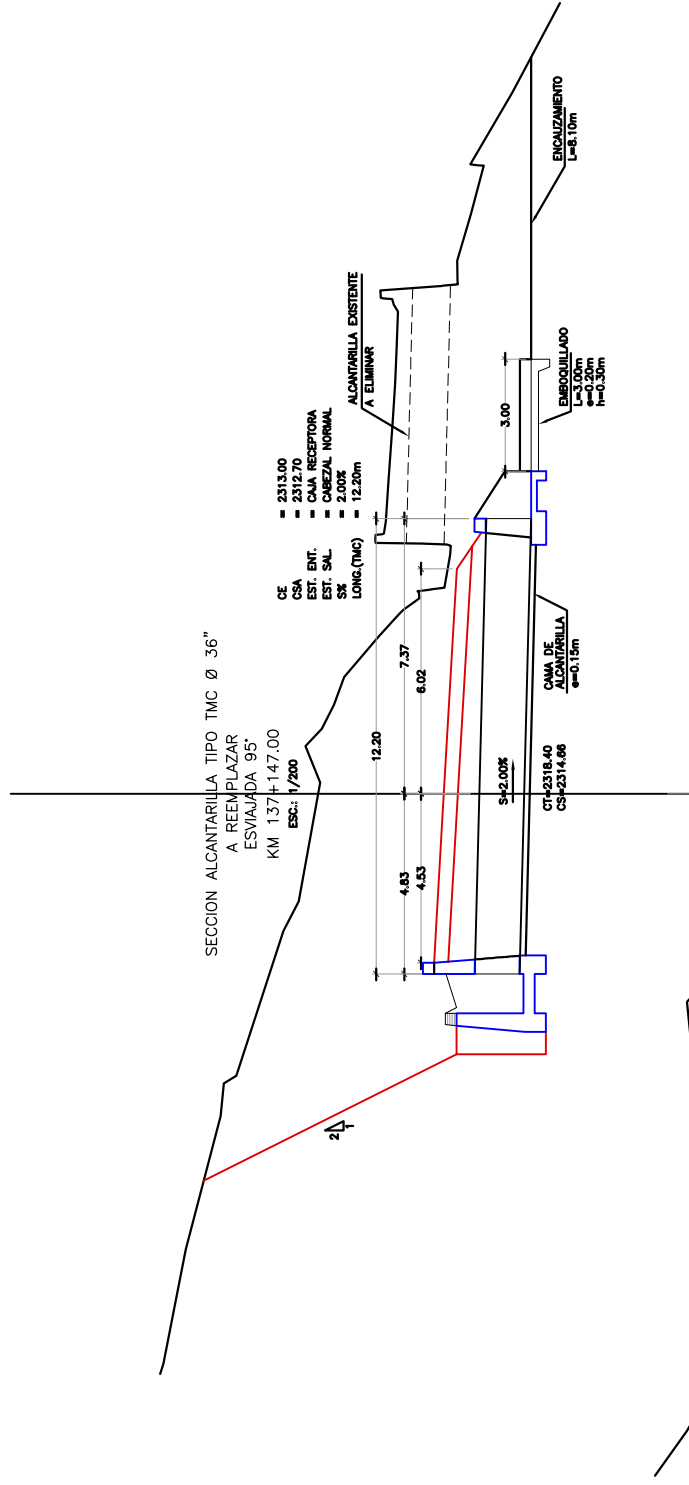


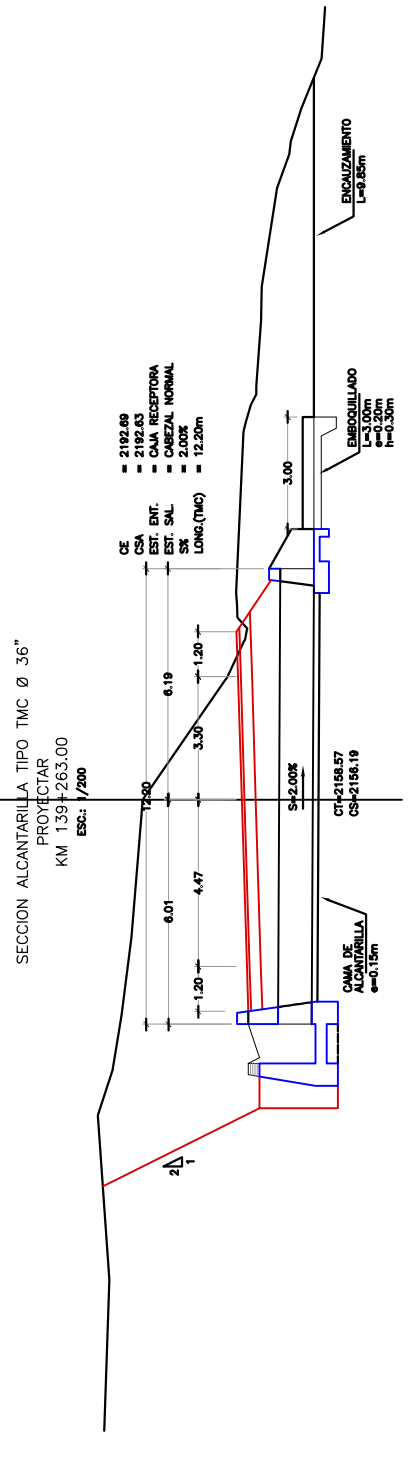
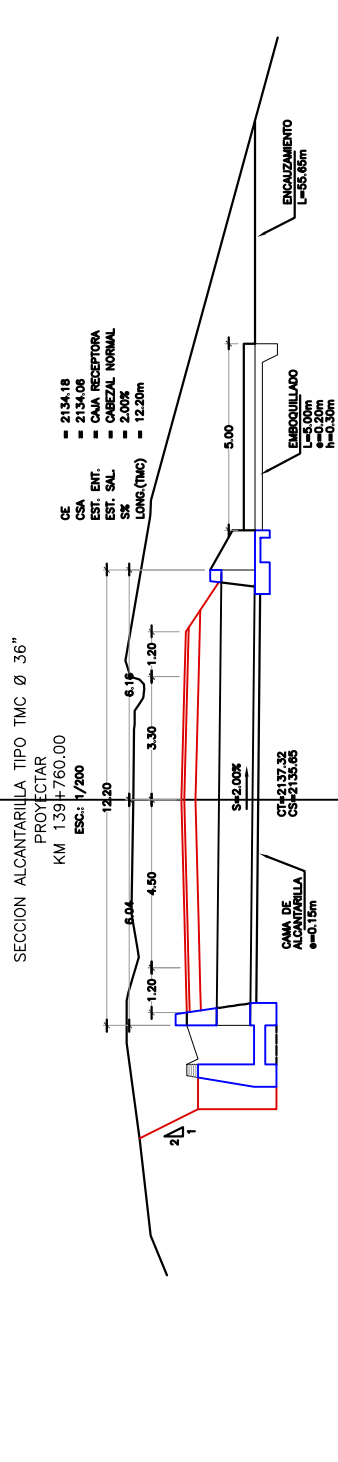
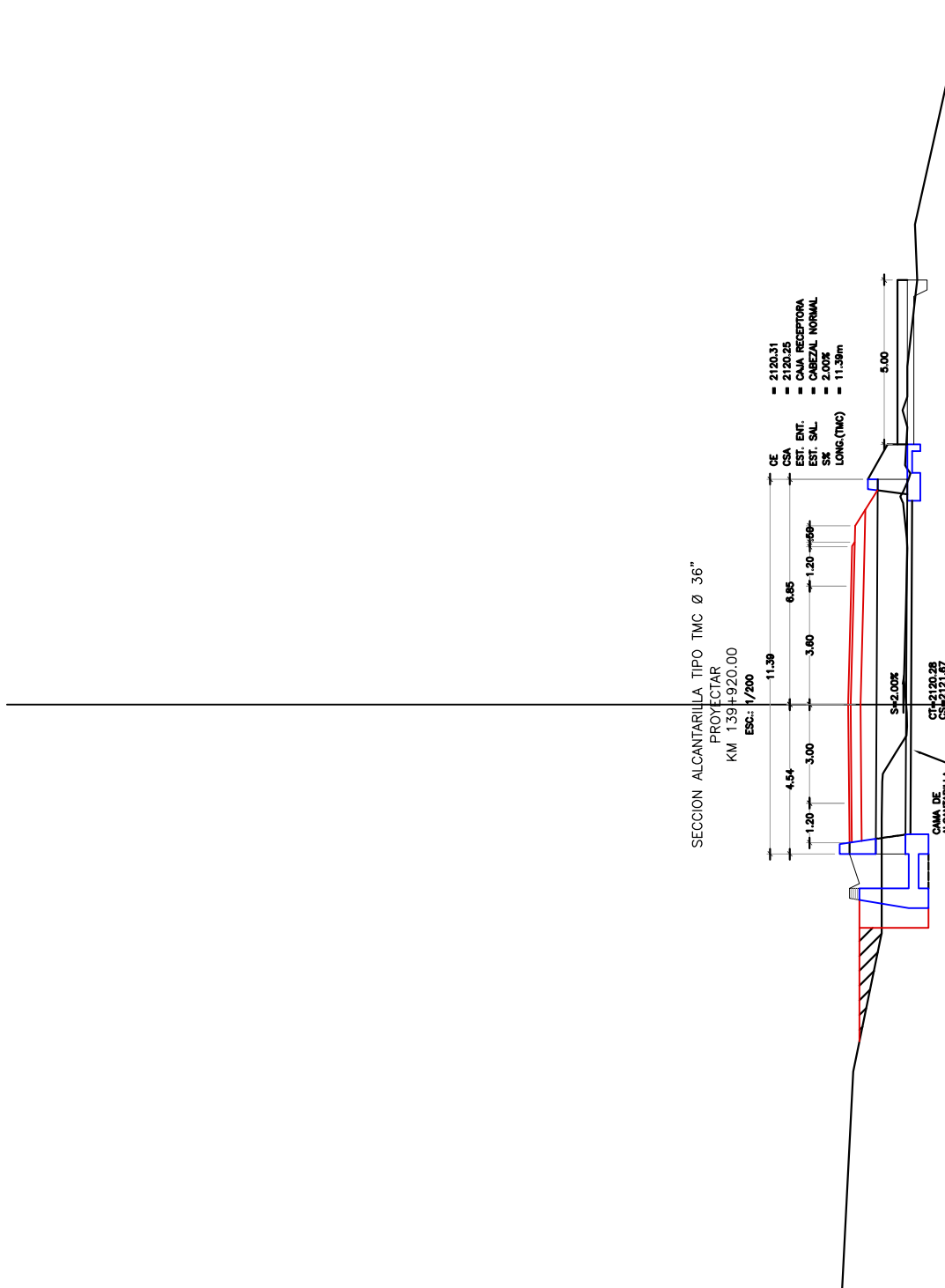
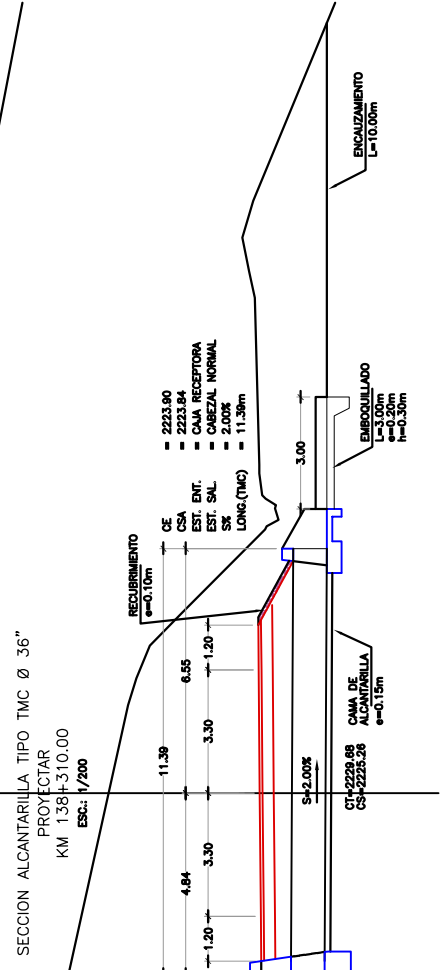
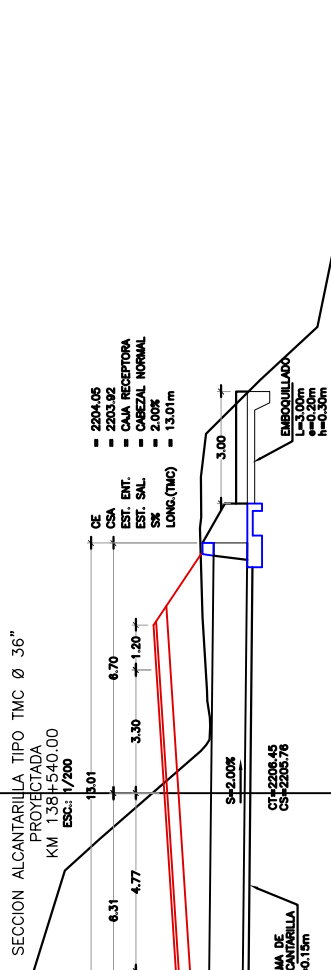
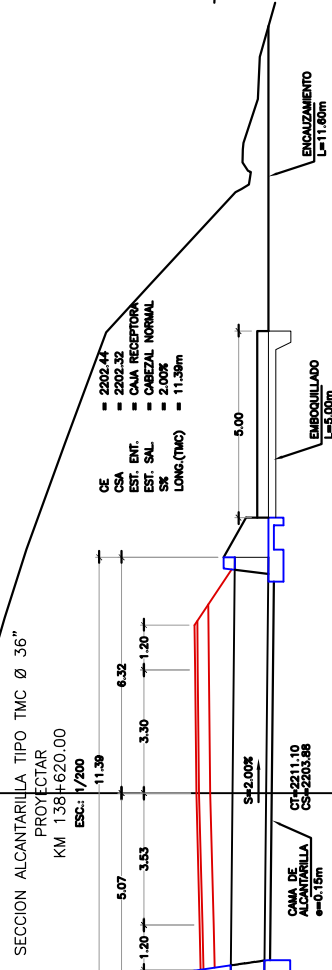
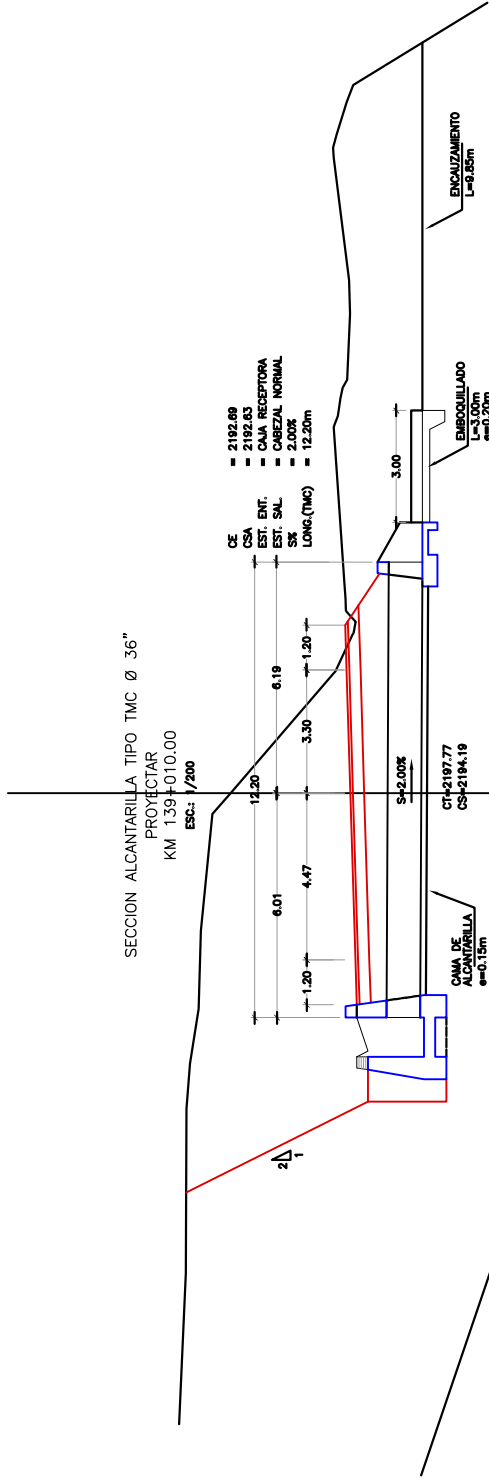






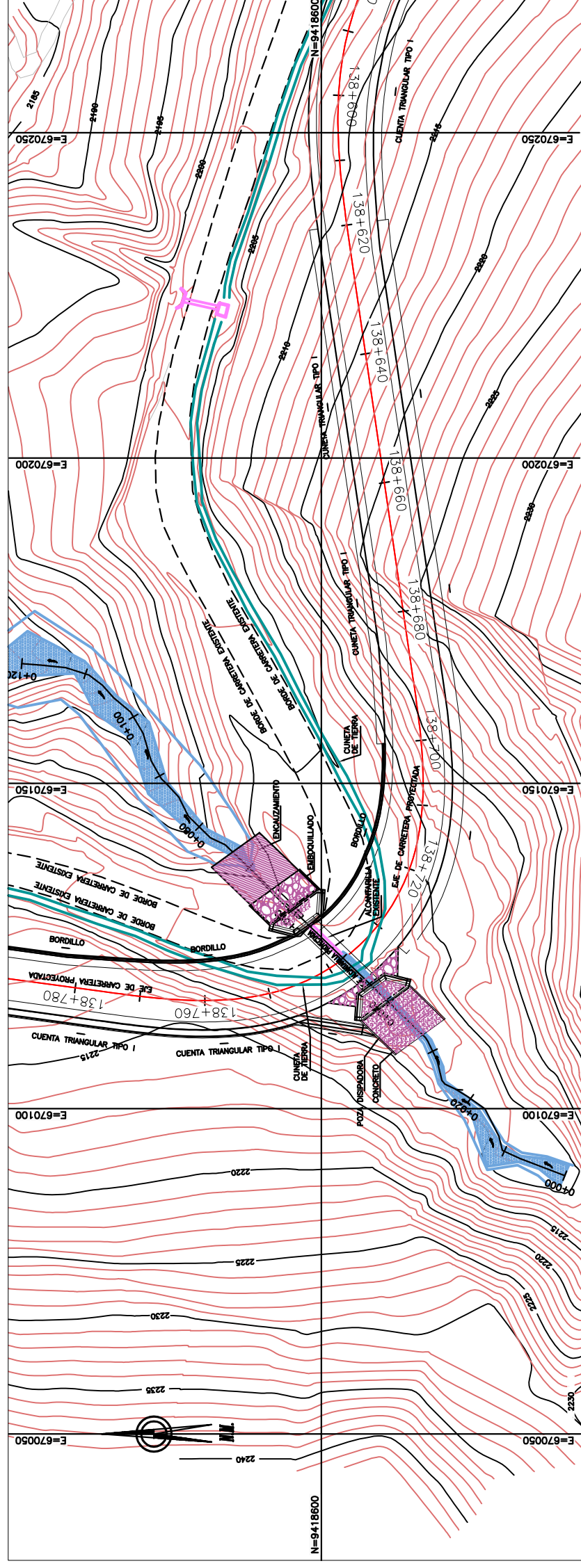




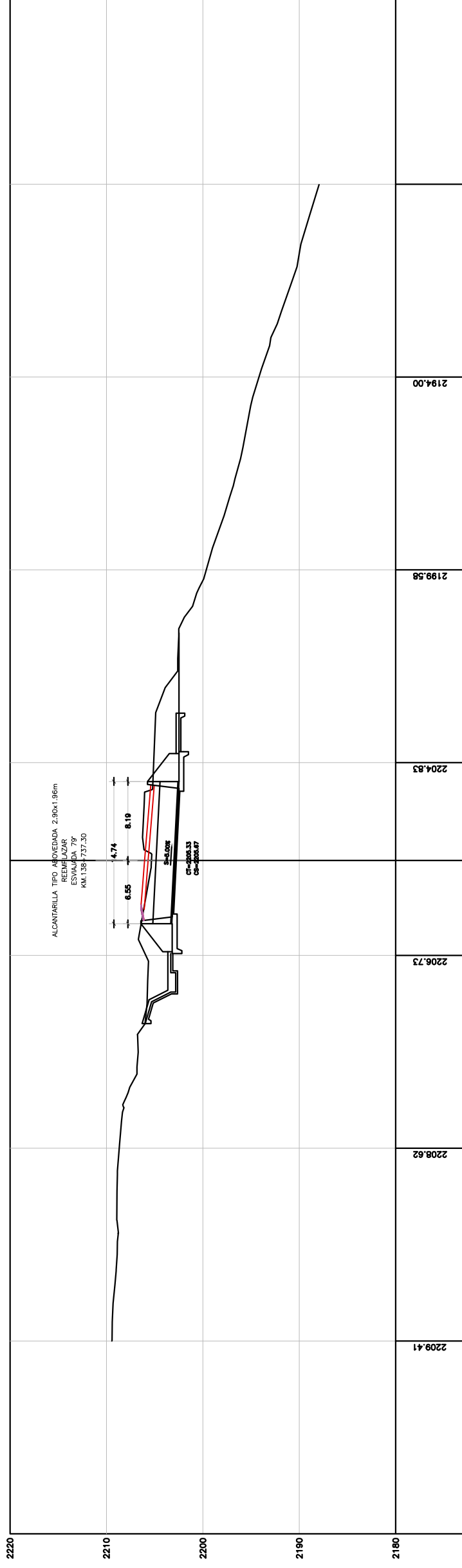




ALCANTARILLA TIPO ABOVEDADA 2.90x1.96m L=14.74m  
 KM 138+737.30 ALTURA DE RELLENO h=1.51m  
 CUENCA C-91



PLANTA GENERAL  
 ESC.: 1/400

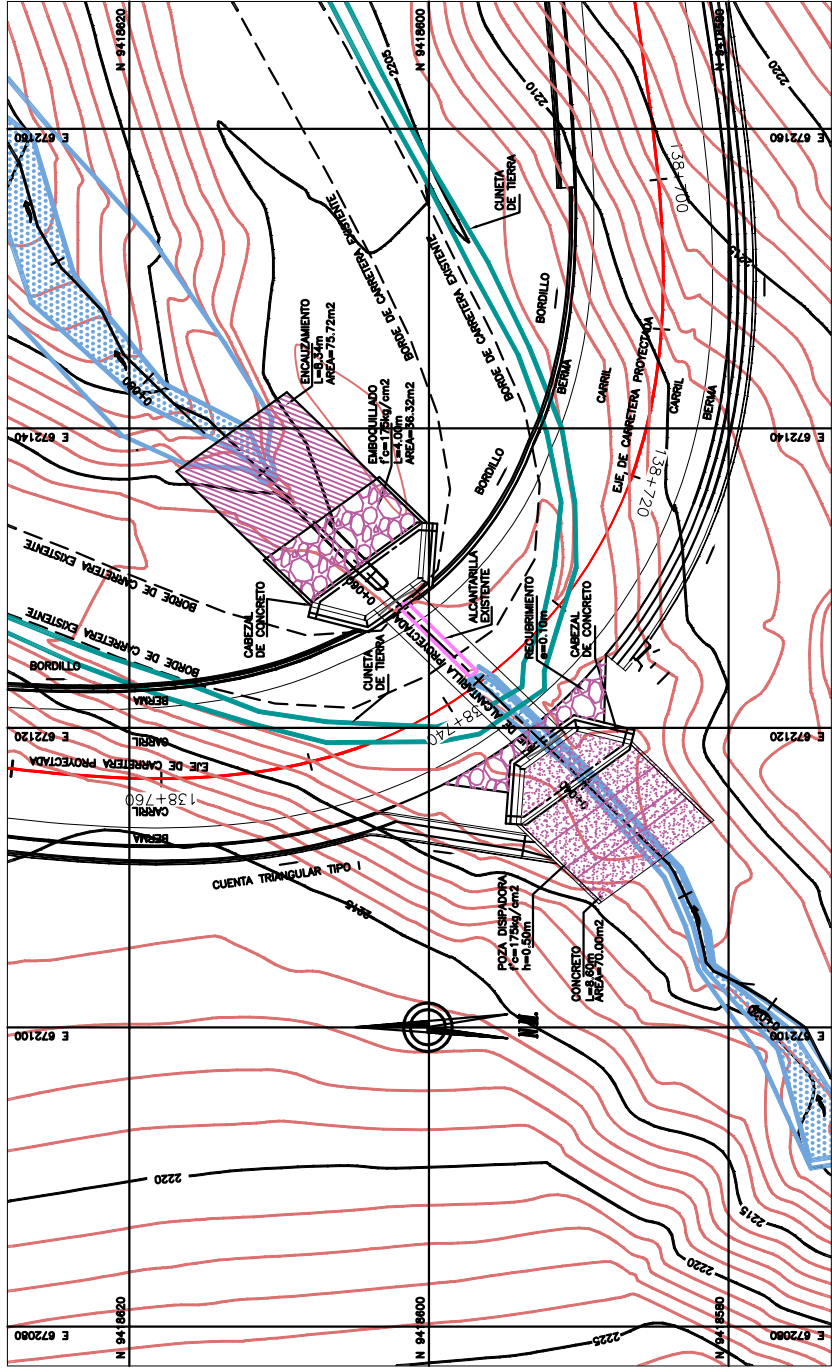


PERFIL DEL CAUCE  
 ESC.: 1/500

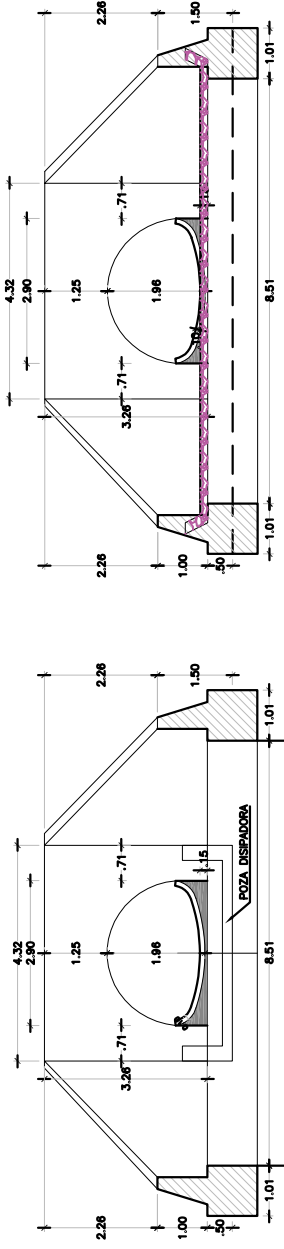
COTA FONDO DE CAUCE  
 KILOMETRAJE



ALCANTARILLA TIPO ABOVEDADA 2.90x1.96m L=14.74m  
 KM 138+737.30 ALTURA DE RELLENO h=1.51m  
 CUENCA C-91



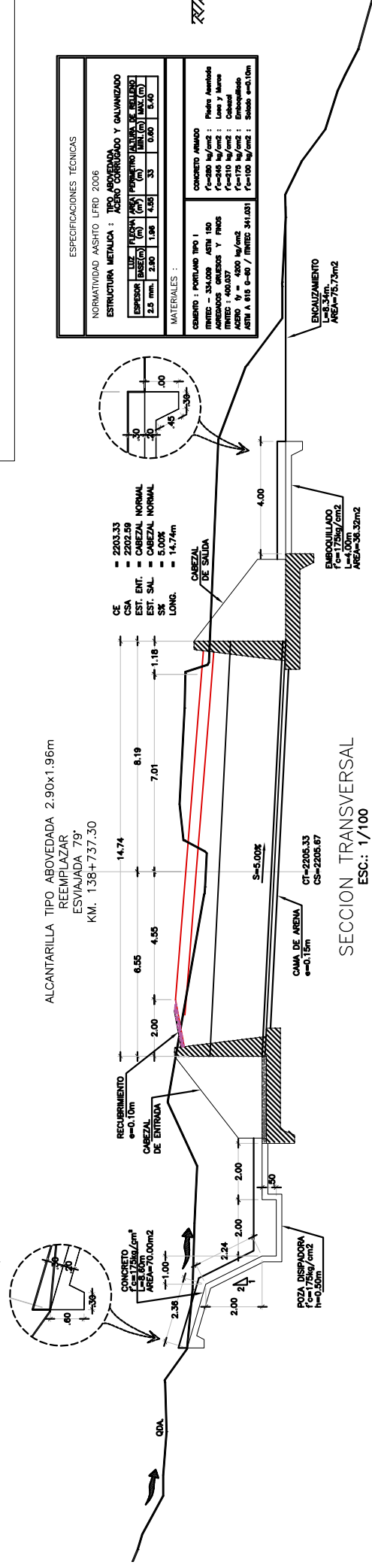
UBICACION  
 ESC.: 1/250



ELEVACION 1  
 ESC.: 1/75

ELEVACION 2  
 ESC.: 1/75

ALCANTARILLA TIPO ABOVEDADA 2.90x1.96m  
 REEMPLAZAR  
 ESMALZADA 79'  
 KM. 138+737.30







## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **Robert Edinson Suclupe Sandoval** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chiclayo, asesor de la Tesis titulada:

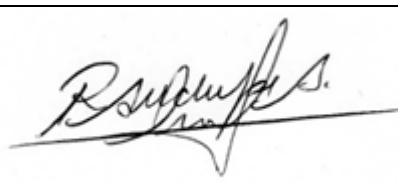
**“DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR, CARRETERA DESVIÓ CANCHAQUE A HUANCABAMBA, HUANCABAMBA, PIURA”**

Del autor **FERNÁNDEZ LEÓN EDER DILMER** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** 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.

Chiclayo, 19 de julio 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: <b>SUCLUPE SANDOVAL ROBERT EDINSON</b>	
DNI 42922864	Firma 
ORCID <a href="https://orcid.org/0000-0001-5730-0782">0000-0001-5730-0782</a>	