

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO**  
**BENEDICTO XVI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL**

---



DISEÑO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DEL  
TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI - LA CONVENCION-  
CUSCO, 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL EN  
INGENIERIA CIVIL**

**AUTOR:**

Bach. Yhoni Terranova Vila  
ORCID: 0000-0001-6251-2042

**ASESOR**

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
<https://orcid.org/0000-0001-7882-5916>

**LINEA DE INVESTIGACION**

Infraestructura vial y transportes

**CUSCO - PERÚ**

**2022**

## INFORME DE TESIS - YT

### INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	8%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
4	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
6	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	CONSULRORIA CARRANZA E.I.R.L.. "PMA del Proyecto de Construcción y Funcionamiento de la Base de Operaciones Kiteni-IGA0005729", R.D. N° 47-2010-MEM/AAE, 2020 Publicación	<1%

Submitted to Universidad Alas Peruanas

## **AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

Excmo. Mons. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

**Arzobispo Metropolitano de Trujillo**  
**Fundador y Gran Canciller de la**  
**Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI**

Dr. Luis Orlando Miranda Díaz

**Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI**

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

**Vicerrectora académica**

Mg. Ing., Breiner Guillermo Díaz Rodríguez

**Decano de la Facultad de Ingeniería.**

Dra. Ena Obando Peralta

**Vicerrectora de Investigación**

Dr. Winston Rolando Reaño Portal

**Director de la Escuela de Posgrado**

Dra. Teresa Sofía Reategui Marin

**Secretaria General**

## PÁGINA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

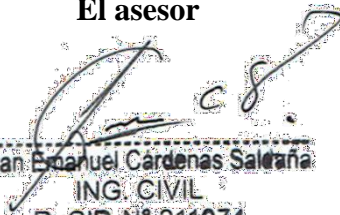
Yo, BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA, Asesor y docente del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI hago constar que:

El proyecto de tesis, titulado: “DISEÑO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI - LA CONVENCION-CUSCO, 2022”.

Del Bach. YHONI TERRANOVA VILA, se encuentra CONFORME pasar la elaboración de tesis, por lo que se solicita dar la continuidad para la conformación de sus jurados.

Trujillo, 20 de mayo 2023

**El asesor**



Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 211074

.....  
**DNI: 71475477**

## **DEDICATORIA**

### **Con mucho cariño:**

A mis Padres: Miguel y Cirila por haberme dado la vida, a ellos les dedico porque cada día a día luchan por apoyarme en mi formación profesional. A ellos que nunca se rinden, y guardan ahí vivo la esperanza de que algún día, me vea un profesional de éxito.

Y también hago la dedicatoria a mi asesor de tesis, al Ing. Bryan Emanuel cárdenas Saldaña que con su gran conocimiento y experiencia me dio muy buenas ideas para poder ordenar, reestructurar y desarrollar correctamente mi investigación.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero agradezco a Dios todo poderoso “nuestro divino creador “, por mantenerme con vida y salud día a día. luego por haberme concedido la sabiduría y la inteligencia para poder alcanzar y entender el estudio de la ciencia de la ingeniería civil; y ser un verdadero profesional de éxito.

Agradezco a mi padre y madre por inculcarme a seguir la educación, la perseverancia, el respeto. Por los cuales hoy por hoy orgullosamente asumo el reto de la vida.

A mis hermanos por motivarme en mis estudios superiores con ese aliento perseverante.

A todas las personas muy cercanas y en general, que me apoyaron incondicionalmente en mis años de estudiante universitario ya sea moralmente o económicamente para poder lograr este gran sueño hecho realidad de ser un profesional de éxito.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, YHONI TERRANOVA VILA con DNI: 46157539, Egresado del programa de estudios de ingeniería civil. De la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: “DISEÑO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI - LA CONVENCION-CUSCO, 2022.”, el cual consta de un total de 170 páginas, incluyendo tablas, figuras y anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaro bajo juramento en razón a los requisitos éticos, que el contenido de dicho documento, corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Así mismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por la referencia bibliográfica, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual de mi responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 15%, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.

**El autor**



.....  
**DNI: 46157539**

## ÍNDICE

Informe de originalidad.....	
Página de autoridades universitarias.....	iii
Página de conformidad del asesor .....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento .....	vi
Declaratoria de autenticidad .....	vii
Índice .....	viii
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
II. METODOLOGÍA .....	36
2.1. Enfoque, tipo .....	36
2.2. Diseño de investigación.....	36
2.3. Población, muestra y muestreo.....	37
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos (equipos de laboratorio/informe de laboratorio especializado, de ser utilizados) .....	38
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información .....	39
2.6. Aspectos éticos en investigación .....	39
III. RESULTADOS .....	40
IV. DISCUSIÓN.....	124
V. CONCLUSIONES.....	126
VI. RECOMENDACIONES .....	128
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	129
<b>ANEXOS .....</b>	<b>135</b>



Anexo 1. Instrumentos de recolección de la información .....	135
Anexo 2. Ficha técnica .....	138
Anexo 3. Operacionalización de variables .....	141
Anexo 4. Carta de presentación.....	142
Anexo 5. Carta de autorización emitida por la entidad que faculta el recojo de datos.....	143
Anexo 6. Consentimiento informado.....	144
Anexo 7. Matriz de Consistencia.....	145
Anexo 8. Planos de Diseño.....	146

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de carreteras.....	22
<b>Tabla 2.</b> Tabla de velocidad de diseño.....	26
<b>Tabla 3</b> Periodo de tiempo según el diseño estructural .....	29
<b>Tabla 4.</b> Distancia de visibilidad de parada (metros).....	30
<b>Tabla 5.</b> Distancia de visibilidad de adelantamiento (m).....	31
<b>Tabla 6.</b> Necesidad de curvas de transición.....	32
<b>Tabla 7.</b> Longitud deseable de la curva de transición.....	33
<b>Tabla 8.</b> Ubicación Geográfica.....	40
<b>Tabla 9.</b> Velocidad de diseño.....	46
<b>Tabla 10</b> Velocidad de diseño.....	46
<b>Tabla 11.</b> Distancia de visibilidad de parada .....	47
<b>Tabla 12.</b> Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	48
<b>Tabla 13.</b> Pendiente máxima.....	52
<b>Tabla 14.</b> Parámetros de índice de curvatura.....	53
<b>Tabla 15.</b> Valor de Índice K en curva vertical cóncava.....	54
<b>Tabla 16.</b> Ancho mínimo de calzada en tangente .....	55
<b>Tabla 17.</b> Ancho de bermas .....	55
<b>Tabla 18.</b> Valores de bombeo de la calzada.....	56
<b>Tabla 19.</b> Valores máximos de peralte.....	56
<b>Tabla 20.</b> Tabla de elementos de las Curvas horizontales .....	57
<b>Tabla 21.</b> Evaluación de los tramos en tangente.....	58
<b>Tabla 22.</b> Verificación de los radios de diseño .....	60
<b>Tabla 23.</b> Análisis de la curva vertical.....	62
<b>Tabla 24.</b> Características Geométricas en Sección Transversal.....	64
<b>Tabla 25.</b> Registro de Excavación de Calicatas.....	68
<b>Tabla 26.</b> Registros de Napa Freática .....	69
<b>Tabla 27.</b> Tipo de suelo de Calicata.....	70
<b>Tabla 28.</b> Resumen de ensayos de laboratorio.....	71
<b>Tabla 29.</b> Calidad de subrasante .....	73
<b>Tabla 30.</b> Capacidad de soporte de los suelos .....	73
<b>Tabla 31.</b> Mejoramiento de la Subrasante .....	76

<b>Tabla 32.</b> Mejoramiento de la subrasante .....	79
<b>Tabla 33.</b> Presión soporte del suelo .....	80
<b>Tabla 34.</b> Espesor de afirmado y relleno .....	80
<b>Tabla 35.</b> Ubicación de las estaciones de control .....	85
<b>Tabla 36.</b> Resumen de clasificación vehicular de la estación de Nuevo Kimbiri (E-2) ....	87
<b>Tabla 37.</b> Máxima y mínima demanda de tráfico .....	88
<b>Tabla 38.</b> Tráfico vehicular (Estación 1) .....	89
<b>Tabla 39.</b> Tráfico Vehicular (Estación 2) .....	89
<b>Tabla 40.</b> Máxima y mínima demanda por cada estación de control.....	90
<b>Tabla 41.</b> Variaciones diarias de E-1 .....	90
<b>Tabla 42.</b> Variaciones horarias de E-1.....	91
<b>Tabla 43.</b> Factores de correcciones.....	93
<b>Tabla 44.</b> IMDA para la estación de Kimbiri .....	94
<b>Tabla 45.</b> IMDA para la estación de nuevo Kimbiri.....	94
<b>Tabla 46.</b> Matriz O-D para vehículos Ligeros. Día Lunes 11/11/2019.....	95
<b>Tabla 47.</b> Matriz O-D para vehículos de transporte (Ómnibus). Día Lunes 11/11/2019...	95
<b>Tabla 48.</b> Motivo de viaje de vehículos (Estación E-1). Día Lunes (11/11/2019) .....	95
<b>Tabla 49.</b> Motivo de viaje de vehículos (Estación E-1). Día miércoles (13/11/2019).....	96
<b>Tabla 35.</b> Motivo de viaje de vehículos (Estación E-1). Día Sábado (16/11/2019) .....	96
<b>Tabla 51.</b> Tasa de crecimiento para vehículos ligeros y pesados .....	98
<b>Tabla 52.</b> Proyección de tráfico de E-1.....	100
<b>Tabla 53.</b> Proyección de tráfico de E-2.....	101
<b>Tabla 54.</b> Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar tránsito en el carril de diseño.....	102
<b>Tabla 55.</b> Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE.....	103
<b>Tabla 56.</b> Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos .....	103
<b>Tabla 57.</b> Factor de Ajuste por Presión de Neumático .....	105
<b>Tabla 58.</b> Cálculo de FV .....	105
<b>Tabla 59.</b> Cálculo de EE para la E-2.....	107

## Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital .....	40
Figura 2. Ubicación macro y micro localización de la vía .....	41
Figura 3. Vehículo de diseño de camión de 3 ejes .....	44
Figura 4 Curvas de diseño .....	50
Figura 5. Verificación en tramo tangente .....	60
Figura 6. Geología de estudio.....	66
Figura 7. Ubicación de calicatas.....	68
Figura 8. Composición de los tipos de suelo .....	73
Figura 9. Vista del terminal terrestre del distrito de Kimbiri.....	82
Figura 10. Ubicación de las estaciones de control.....	82
Figura 11. Clasificación vehicular de E-1 .....	91
Figura 12. Variaciones diarias de E-2 .....	92
Figura 13. Variación horaria de E-2 .....	92
Figura 14. Clasificación vehicular de E-2 .....	93
Figura 15. Factor de equivalencia por eje y por vehículo camión para C2 .....	104
Figura 16. Factor de equivalencia por eje y por vehículo camión para C3 .....	104
Figura 17. Cálculo de EE para la E-1 .....	106
Figura 18 Plano clave del proyecto .....	139
Figura 19 Secciones típicas .....	140
Figura 20 Ubicación del proyecto en el Google Earth Pro.....	140

## RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad proponer el diseño vial según la norma DG-2018 para mejorar la seguridad y la transitabilidad de la infraestructura vial del tramo Km 0+000 – 2+860 en los centros poblados de Irapitari Baja- Nuevo Kimbiri, de tal manera que cumpla con los requerimientos mínimos que establece el Manual de diseño geométrico DG-2018. Luego de plantear el nuevo diseño de la carretera se realizó la evaluación en planta, donde se procedió a modificar algunos radios horizontales para dar cumplimiento de las longitudes mínimas en tangente , además se verifico que los radios de diseño en planta son mayores al radio mínimo de acuerdo a su velocidad de diseño, de la misma manera se logró cumplir con el diseño en perfil y de la sección transversal de tal manera que se garantiza la seguridad vial – nominal y permite el transito adecuado según lo exige el manual de diseño geométrico DG-2018. Por otro lado, se calculó el espesor de 0.20 metros de la capa de afirmado con un mejoramiento de la subrasante de 0.40 metros en los tramos donde el valor de soporte CBR es menor al 6% y se estimó el costo-beneficio que implica ejecutar el proyecto de la propuesta de infraestructura vial.

**Palabras clave:** Diseño geométrico, radio, seguridad vial, transitabilidad

## ABSTRACT

The purpose of this research is to propose the road design according to the DG-2018 standard to improve the safety and pass ability of the road infrastructure of the section Km 0+000 - 2+860 in the populated centers of Irapitari Baja- Nuevo Kimbiri, in such a way that so that it meets the minimum requirements established in the DG-2018 Geometric Design Manual. After carrying out the new design of the road, the evaluation was made regarding the plan design, where the horizontal curvature radius was modified to comply with 100% of the tangent lengths, likewise it was verified that the design radii are greater than the minimum radius, in such a way that the design in profile and cross section will be complied with in such a way that road safety is guaranteed - nominal and allows adequate traffic as required by the geometric design manual DG-2018. On the other hand, it was possible to calculate the thickness of 0.20 meters of the affirmed layer with an improvement of the subgrade of 0.40 meters in the sections where the CBR support value is less than 6% and finally estimate the cost. -benefit that implies executing the project of the road infrastructure proposal.

**Keywords:** geometric design, radius, road safety, trafficability

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las carreteras existentes han tenido que ser diseñadas en base a sus funciones en las proyecciones preliminares, pero muchas veces, algunas carreteras o trochas carrozables no presentan un buen diseño, o simplemente no se han realizado estudios para su mejoramiento en función de la transitabilidad y seguridad de la misma. Los accidentes en la carretera se han transformado en un gran reto para la salud pública a nivel global, lo que sin duda ha estimulado el interés internacional, en este caso el gobierno federal ecuatoriano, así como el de los gobiernos municipales y los residentes en general. A lo largo de este proceso pueden producirse percances que ocasionan no sólo pérdidas económicas, sino también lesiones o la pérdida de vidas. Por ello, el objetivo principal del trabajo de investigación es desarrollar una “Realizar el diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco, 2022”, lo cual surge a causa de la problemática de la población y la empresa

Desde la perspectiva social, el transporte es un componente esencial en el movimiento de personas o recursos; sin embargo, la problemática actual surge ante el mal estado de las vías que generan accidentes y que pueden llegar a ocasionar altísimas pérdidas económicas y hasta la muerte. (Rivera & Vargas, 2021). Según el ente Mundial de la Salud (OMS, 2018), la cifra anual de muertes por accidentes de tráfico ya alcanza una media de 1,35 millones de víctimas, y se prevé que esta cifra sólo aumente. Además, la séptima en causa de lesiones y muerte en el mundo, son los accidentes de tránsito y la primera causa de muerte entre niños y jóvenes de 5 a 29 años. La mayor parte de la responsabilidad de esta tragedia recae en los países de América Latina, que son responsables de 142.252 muertes y más de 5 millones de lesiones anuales.

Según Montero (2018) Cada año, las colisiones de vehículos causan la muerte del 43% de los habitantes de la región andina. La prevención de las muertes originadas por accidentes es una prioridad en la salud pública a nivel mundial, particularmente en los países latinoamericanos, debido a las implicaciones sociales, económicas y sanitarias que se derivan de este tipo de muertes. Según los hallazgos del CIPT (2012), la siguiente es la distribución modal del sistema de transporte automotor de la ciudad de Cusco: el 30,25 por ciento de los pasajeros camina, el 6,22 por ciento toma taxis, el 54,9 por ciento toma transporte público, que incluye microbuses y minibuses, y el 8,63 por ciento toma algún otro tipo de transporte.

En la carretera en estudio una Irapitari Baja con el C.P Nuevo Kimbiri, que se ven afectados todos los días por el mal estado que se encuentra la vía. Además de ello, es importante se haga un rediseño de la vía para garantizar la calidad del servicio de transitabilidad que están siendo debilitadas año tras año debido a la humedad que se filtra todos los días, producto de que no se cuenta con sistema de drenaje. Por ello, es necesario realizar un rediseño de la vía aplicando la DG-2018 en su totalidad, se debe incluir en el diseño implementación de cunetas, bermas, señalización.

Desde 1940, la Municipalidad de Cusco se encarga de administrar el sistema de transporte de la ciudad a través del programa Tránsito Vialidad y Transporte de la Municipalidad Provincial de Cusco. Debido a que nuestro país no cuenta actualmente con un sistema de clasificación del nivel de peligrosidad de las intersecciones urbanas, me vi obligado a responder al objetivo general de la investigación, que es desarrollar un sistema alternativo de clasificación del nivel de peligrosidad de las intersecciones urbanas.

Ante lo mencionado, se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles son las características que deberá tener el diseño vial para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cusco, 2022?

El cual se desprende, los problemas específicos:

- ¿Cuál es la condición actual del diseño geométrico del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cusco?
- ¿Cuáles son las características de la topografía del terreno?
- ¿Cuáles son las características del terreno de fundación?
- ¿Cuál es el volumen de transporte que soporta el tramo de la carretera analizado?
- ¿Cuáles son los espesores de capas del afirmado que tendrá el mejoramiento del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cusco?
- ¿Es viable económicamente ejecutar el mejoramiento del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cusco?

En cuanto a la justificación técnica, este tipo de investigación sobre los índices de accidentabilidad ayudará a la formulación de soluciones inmediatas y a la resolución de los problemas causados por los diversos conflictos descubiertos en las intersecciones elegidas.



En relación a la justificación social: Con el objetivo de emplear un método que pueda ser utilizado directamente por estudiantes o profesionales, se emprendió la investigación de un otro método para la investigación de seguridad vial en carreteras críticas en el Cusco, con la intención de lograr el objetivo de establecer una cultura de seguridad vial dentro de nuestra comunidad.

A partir de ello, se plantea como objetivo general:

Realizar el diseño vial para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco, 2022.

Como objetivos específicos fueron:

- Determinar la condición actual del diseño geométrico del tramo Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri - La Convención – Cusco.
- Determinar las características de la topografía del terreno.
- Determinar los estudios de mecánica de suelos, para descubrir las propiedades físicas y mecánicas del terreno de fundación.
- Determinar el volumen de transporte que soporta el tramo de carretera analizado.
- Determinar el espesor de las capas de afirmado teniendo en consideración los parámetros estructurales.
- Determinar la viabilidad económica, estimando un presupuesto para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco, 2022.

Como hipótesis general se plantea:

El diseño vial puede mejorar la transitabilidad y seguridad del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri.

Como hipótesis específicas se planteó:

- La condición actual del diseño geométrico del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cusco no garantiza la seguridad vial y transitabilidad para el usuario.
- El terreno presenta una orografía accidentada.
- El terreno de fundación presenta un suelo de baja resistencia de soporte.

- El volumen de transporte que soporta el tramo de carretera será el obtenido a través del análisis del conteo vehicular;
- Los espesores de capa del afirmado tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cusco serán los que se determinen al utilizar la guía AASHTO 93;
- Teniendo en cuenta el costo y beneficio, la propuesta de proyecto es viable.

En los trabajos previos a nivel internacional, se consideró a Su & Sze (2022), en su artículo, los datos de los viajes a pie de la encuesta de viajes de los hogares se utilizan para estimar la exposición a los accidentes de los peatones que acceden a los diferentes modos de transporte a nivel macroscópico. A continuación, se establece un modelo bayesiano completo con la prioridad autorregresiva condicional (CAR) para calcular la asociación entre la frecuencia de las colisiones de peatones y los posibles factores de influencia, con lo que se tiene en cuenta la correlación espacial entre las zonas vecinas. Los resultados indican que el número de viajes a pie que acceden a los autobuses, a los autobuses ligeros y a los taxis se asocia positivamente con la frecuencia de los accidentes de peatones. Sin embargo, el número de viajes a pie para acceder al metro no tiene un efecto significativo en la frecuencia de colisiones de peatones. Además, los factores del entorno construido, como el uso del suelo y los puntos de interés (p. ej., hoteles y restaurantes), las características de la red de transporte (p. ej., el tramo de la carretera y la cantidad de salidas del metro) y los datos sociodemográficos, como la edad y la cultura étnica de la población, afectan a la frecuencia de colisiones de peatones. Estos resultados deberían arrojar luz sobre la aplicación de medidas correctoras, como el diseño de las carreteras, la planificación y el control del tráfico y la planificación de las instalaciones de transporte, que pueden mejorar la seguridad general del entorno peatonal. Por lo tanto, se pueden promover los modos de transporte sostenibles, incluidos el tránsito a pie y el transporte público.

Después, Yang et al. (2021), para su artículo de investigación, usaron el reconocimiento aéreo con UAV, la medición de la velocidad de la sección continua con tecnología láser, el GPS y otros medios para examinar detalladamente la situación actual de la infraestructura de la sección seleccionada de la carretera Pale-Gangaw. Sobre esta base, se llevó a cabo un estudio sistemático del estado actual de las instalaciones de la carretera, el tráfico, los vehículos, los accidentes de tráfico y las instalaciones de seguridad vial. También se utilizó el modelo y el software de evaluación de riesgos para

analizar los riesgos generales de seguridad del tráfico a lo largo de toda la línea, y se realizaron observaciones clave en las curvas de la horquilla, se aclararon los puntos y tramos de alto riesgo y se analizaron las causas del riesgo. También se analizaron las causas de los altos riesgos en los puntos y tramos clave y se presentaron las correspondientes sugerencias de mejora de la seguridad.

Por otro lado, Thompson & Visser (2020), exponen que el uso de técnicas empíricas de diseño de pavimentos inadecuadas da lugar a un mantenimiento excesivo de las carreteras y a costes de explotación y mantenimiento de los vehículos. Por lo tanto, es necesario mejorar las tecnologías para optimizar las técnicas de construcción y gestión de las carreteras de transporte minero no pavimentadas. El objeto de este artículo es exponer los avances en el diseño y la gestión de carreteras de acarreo que superan las limitaciones asociadas a las técnicas de diseño empíricas anteriores. Se presenta una nueva técnica de diseño estructural mecanicista, tras lo cual se resumen las especificaciones óptimas del material de la superficie de rodadura y se demuestra un enfoque formal de la gestión del mantenimiento de la carretera. Por último, se muestra cómo se combinan estos desarrollos para minimizar los costes de transporte y mantenimiento de las carreteras.

Así mismo, Laschi et al. (2019), tuvo como objetivo aclarar los principios básicos para la obtención de una red de carreteras eficiente también para la lucha contra los incendios, recogiendo, definiendo y retomando las principales funciones, los aspectos más importantes y las experiencias reportadas a tener en cuenta en la planeación y rehabilitación de la red de carreteras forestales en zonas propensas a los incendios. Los temas más importantes tratados están relacionados con: i) el análisis de las funciones de las carreteras forestales en la prevención y extinción de incendios; ii) la importancia de la planificación y construcción de las carreteras forestales también teniendo en cuenta su importancia para la protección de los bosques contra los incendios; iii) las características de construcción y mantenimiento a tener en cuenta para construir y mantener una red de carreteras forestales eficiente contra los incendios; iv) la importancia de la prevención de incendios y el papel relacionado de las carreteras forestales. Se ha dedicado especial atención a las actividades de mantenimiento, ya que una carretera forestal no bien mantenida es una carretera forestal no eficiente, y representa un coste económico y medioambiental inútil.

Por último, Thompson & Malekzehtab (2018), donde estos autores presentan un breve resumen de los conceptos fundamentales de diseño de carreteras, seguido de una revisión de los enfoques actuales de diseño de carreteras subterráneas, tanto desde el punto de vista estructural (capas de trabajo) como de la capa de rodadura (superficie de rodadura). Se examinan los retos tecnológicos y de diseño asociados a la provisión de una calzada segura, predecible y asequible para los vehículos autónomos de las minas subterráneas, como base para evaluar las contribuciones que el diseño y la gestión de la calzada pueden aportar a las operaciones mineras subterráneas autónomas y a gran escala.

En los antecedentes nacionales, tenemos a, Olórtegui & Vásquez (2022), quienes diseñaron la infraestructura vial para mejorar el tránsito en la vía San Fernando-Nueva Cajamarca-Puerto Mayo, Rioja. Está diseñado para realizar estudios de ingeniería básica, diseño geométrico, estudio de tráfico, características viales, aspectos sociales y ambientales, así como de costo y presupuesto, todo ello en base a normas vigentes como la DG -2018, que será una de las normas. Los proyectos de investigación son descriptivos y no experimentales; el uso de tecnología (software), que nos permitió mostrar la estructura geométrica y planta y perfil, respetando el manual establecido por el Ministerio de Transporte, obteniendo el plano de identificación de la vía, sección transversal, movimiento de tierras (corte y relleno), el tiempo total del proyecto, y su presupuesto separado y adjuntando todas las memorias de cálculo. Esta investigación se realiza utilizando tecnología (software).

También, Alcantara (2021), tuvo como objeto establecer el diseño de la infraestructura vial de acuerdo a la DG-2018 para el mejoramiento de seguridad vial del tramo Km 9+100 al Km 10+000 de la carretera Carhuamayo-Junín. La metodología corresponde a un enfoque no experimental transversal, de tipo cuantitativo y de diseño descriptivo; la población fue correspondiente a la carretera JU-107, se utilizó una ficha de conteo vehicular y la ficha topográfica. De acuerdo con los resultados de la evaluación, se evidenció que el 11% de las longitudes de tramos tangentes y el 89% de radios de curvas horizontales cumplen con la DG-2018 (planta); el 71% de las curvas verticales cumplen con las longitudes mínimas (perfil); y el 4% de las secciones respecto a los anchos, y el 51% y 44% de las secciones de acuerdo al bombeo cumplen con el manual (transversal). Concluye que, se eliminaron los PI innecesarios y de esa manera se pudo lograr que el

100% de la longitud cumpla con los mínimos proporcionados por el manual, de la misma manera con la sección de perfil y transversal.

Así mismo, Avellaneda & Saona (2021), tuvo como objetivo crear un sistema vial para mejorar el tránsito vehicular en la vía regional Cruz Chiquita-Tierra Blanca, Huarmaca. El proceso es estratégico, el diseño es menos experimental y más descriptivo que experimental. La población de Huarmaca-Hualapampa, Huarmaca-Tierra Blanca, Huarmaca-Cruz Chiquita, Cruz Chiquita-Cruz de Chalpón, y Cruz de Chalpón-Hualqui; por lo tanto, la carretera Cruz Chiquita sirve como ubicación de la muestra; la unidad de análisis sigue siendo la misma. El método de recolección de datos que se utilizó fue la observación, y el equipo que se empleó fue un cuaderno en el que se tomaron notas. El procedimiento fue de carácter sintético y deductivo. La evaluación del tráfico, la topografía y el suelo, así como la evaluación por medio de la observación, arrojaron como resultado que la carretera local tiene una mala transitabilidad vehicular; en consecuencia, concluyendo que antes de realizar el trabajo se debe preparar el suelo con una capa de 25 cm de espesor; El diseño final del pavimento es una subrasante de 15 cm, base de 15 cm con capa asfáltica de 6 cm y base de 15 cm con capa asfáltica.

Por otro lado, Crispín et al. (2021), tuvieron como objetivo plantear la señalización vial y el diseño geométrico para aumentar la demanda vehicular y optimizar la seguridad vial en la carretera La Mejorada-Paucará. La carretera que actualmente está en uso es un camino de tierra pavimentado que no efectúa con ninguno de los criterios o recomendaciones de Manual DG-2018. Sin embargo, de acuerdo con el estudio de tráfico que se realizó, la nueva carretera sería de tercera clase diseñada a 30 kilómetros por hora, con una calzada de 6.00 metros y radios de giro mayores a 25 metros mejor que los que actualmente están en uso. Se ha decidido adoptar sistemas de señalización reglamentaria, informativa y preventiva en aras de mejorar la seguridad de las carreteras. Además, se han elevado las marcas del pavimento para evitar los accidentes de tráfico, como los tacos, las barandillas metálicas, los chevrones, los tacos reflectantes y las marcas del pavimento. En conclusión, gracias al diseño geométrico y al sistema de señalización propuesto, es posible aumentar la comodidad del conductor en términos de visibilidad horizontal y vertical, lo que finalmente se traduce en un incremento de la seguridad vial. Esto puede lograrse aumentando el número de vehículos en la carretera en al menos un 12% y promoviendo su crecimiento.

Por último, Sánchez (2021), tuvo como objetivo diseñar las vías para optimizar la transitabilidad vehicular del tramo Nueva Victoria-Espital, Km 0+000 al 5+960, Amazonas. De acuerdo con los resultados, las investigaciones iniciales, los estudios fundamentales de ingeniería, el diseño geométrico, el diseño del pavimento, un plan de seguridad vial y de señalización, un análisis del efecto en el ambiente, así como del precio y avance del proyecto, fueron los componentes de este proyecto. La conclusión fue que el proyecto puede ser rentable a pesar de tener un nivel de impacto ambiental de -109. En cuanto a la altura de la infraestructura, habrá una capa de asfalto de cinco centímetros de espesor, una base de veinte centímetros de espesor y una subbase de veintidós centímetros de espesor, todo ello por un coste total de trece millones seiscientos veintiún mil quinientos cuarenta y un soles.

En cuanto a las bases teórico-científicas se tiene.

### Clasificación de carreteras

Las carreteras en Perú se categorizan según la demanda utilizando datos de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Manual de Diseño Vial 2018 del Ministerio de Transportes.

**Tabla 1.**

*Clasificación de carreteras.*

TIPO	CARACTERÍSTICA
Autopistas de Primera clase	IMDA > 6,000 veh/día
Autopistas de Segunda clase	4,001 < IMDA ≤ 6,000 veh/día
Carreteras de Primera clase	2,001 < IMDA ≤ 4,000 veh/día
Carreteras de Segunda clase	400 < IMDA ≤ 2,000 veh/día
Carreteras de Tercera clase	IMDA < 400 veh/día
Trochas carrozables	IMDA < 200 veh/día

*Nota:* Extraído Manual de Carreteras DG 2018.

**-Autopista de primera clase:** El IMDA (Índice Medio Diario Anual) de estas carreteras es superior a 6.000 vehículos al día; tienen un separador central de al menos 6,00 metros de anchura; tienen dos o más carriles de al menos 3,60 metros de anchura; tienen control total de accesos (entradas y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; carecen de cruces o pasos a nivel; y tienen puentes peatonales en zonas urbanas.

**-Autopista de segunda clase:** En el caso de que una carretera tenga una IMDA entre 6.000 y 4.001 vehículos diarios y esté dividida en carriles por un separador central de cualquier anchura entre 6.000 y 1.000 metros, se establecerá un sistema de contención de vehículos. Cada carril debe tener al menos dos carriles de 3,60 metros de ancho, y todas las entradas y salidas deben estar sujetas a un control de acceso parcial.

**Carreteras de tercera clase:** Estas carreteras tienen una IMDA inferior a 400 vehículos diarios y pueden albergar dos vehículos de 3 metros de ancho. Con el apoyo técnico adecuado, estas carreteras pueden albergar vehículos de hasta 2,50 metros de altura. Estas carreteras pueden funcionar con las denominadas soluciones básicas o económicas, que suelen incluir el uso de estabilizadores del suelo, emulsiones asfálticas y/o pavimentos en miniatura (o "micro pavimentos") en la superficie de rodadura de la carretera. Se espera que las carreteras pavimentadas cumplan los requisitos geométricos de las carreteras secundarias.

**Trochas carrozables:** Vías transportables que no cumplen las normas geométricas de una autopista y suelen tener una IMDA inferior a 200 vehículos diarios. Si sus calzadas tienen menos de 4,00 metros de ancho, se construirán, al menos cada 500 metros, ensanches conocidos como plazoletas de cruce.

## **Orografía**

**Terreno plano (tipo 1):** Las pendientes transversales son inferiores o iguales al 10%, mientras que las longitudinales suelen ser inferiores al 3%, lo que requiere poco movimiento de tierras y, por tanto, plantea pocos problemas para el tránsito.

**Terreno ondulado (tipo 2):** Las pendientes transversales de la carretera oscilan entre el 11% y el 50%, mientras que las longitudinales se sitúan entre el 3% y el 6%; en conjunto, sólo necesitan un pequeño movimiento de la corteza terrestre, lo que hace posibles alineaciones rectas intercaladas con amplias curvas sin demasiados problemas en el trazo.

**Terreno accidentado (tipo 3):** Las dificultades para sortear el terreno pueden atribuirse al hecho de que sus pendientes transversales al eje de la carretera oscilan entre el 51 y el 100 por cien, mientras que sus pendientes longitudinales principales se encuentran entre el 6 y el 8 por ciento.

**Terreno escarpado (tipo 4):** Las dificultades para atravesarlo son extremas, ya que sus pendientes transversales superan el 100% y las longitudinales el 8%, lo que exige el máximo movimiento de tierras posible.

### **Estudios preliminares**

Los estudios preliminares deben responder a las siguientes preguntas clave para que se consideren conformes con el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transporte.

- Primero se definen las características y los parámetros del diseño.
- Exposición de posibles rutas.
- Planos Preliminares de Rutas Posibles.
- Selección de Rutas.

### **Estándar de diseño de carreteras**

Según el Manual de Carreteras y Autopistas: Diseño Geométrico DG-2018 elaborado por la División de Carreteras y Vehículos Transbordadores del Ministerio de Transporte, la anchura de la mediana central de la calzada varía en función de la clasificación de la carretera y de la velocidad de diseño. Esto se debe a que cada clasificación de carretera y velocidad de diseño corresponde a un tipo específico de mediana central, cuya anchura está determinada por un rango específico.

### **Geodesia y topografía**

- **Trabajos topográficos:** Según el Manual de Carreteras del Ministerio de Transportes (Diseño Geométrico DG-2018), el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) es ahora un procedimiento operativo estándar. El GPS funciona en relación con los sistemas geodésicos.

### **Vehículos de diseño**

Es importante tener en cuenta la mezcla de vehículos que circulan por la carretera a la hora de elegir el diseño. Las características de la carretera del proyecto suelen estar determinadas por el nivel de participación de los vehículos pesados. Por lo tanto, los



vehículos comerciales rígidos (camiones y autobuses) serán la norma en términos de diseño.

Como se indica en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 del Ministerio de Transportes, varios aspectos geométricos y estructurales de una carretera vienen definidos por las características de los vehículos de los tipos especificados. Por ejemplo:

- La anchura del carril, la anchura de la calzada, la anchura de la berma, la anchura del voladizo de la sección transversal, el radio mínimo de giro, la anchura de la intersección y el voladizo del frontón se ven afectados por la anchura del vehículo adoptado.
- La anchura y las radiofrecuencias interiores y exteriores mínimas de los vagones se ven afectadas por la separación de sus ejes.
- El valor de las deudas admisibles está relacionado con la relación entre la deuda total y los recursos disponibles.

### **Características del tránsito**

Tener expresamente en cuenta los volúmenes de tráfico y las condiciones necesarias para circular con seguridad por la longitud y anchura de una carretera es crucial para los planes de desarrollo y transporte de esta, así como para realizar análisis económicos y establecer normas de seguridad.

### **Índice medio diario Anual (IMDA)**

La calzada se proyecta para acoger un determinado volumen de tráfico, que se establece calculando la demanda media diaria que se atenderá hasta el final del periodo de diseño. Esta demanda se basa en el número actual de vehículos que utilizan la calzada cada día y se prevé que aumente según la tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden obtenerse manualmente o mediante sistemas tecnológicos.

### **Velocidad de diseño**

En todo el proceso de asignación de la velocidad de diseño debe darse la máxima prioridad a la seguridad de los desplazamientos de los usuarios. Por lo tanto, la velocidad de diseño a lo largo del tranvía debe ser tal que los conductores no se vean sorprendidos

por cambios repentinos y/o frecuentes en la velocidad máxima a la que pueden ir a lo largo de la ruta de forma segura.

**Tabla 2.**

*Tabla de velocidad de diseño.*

CLASIFICACION	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO (KM/H)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
AUTOPISTA DE PRIMERA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
AUTOPISTA DE SEGUNDA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
CARRETERA DE PRIMERA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
CARRETERA DE SEGUNDA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
CARRETERA DE TERCERA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											

*Nota:* Extraído Manual de Carreteras DG 2018.

**Accidentabilidad:** La PNP (2020) en el Manual de normas y Procedimientos de Intervención para la Prevención e Investigación de Accidentes de Tránsito, la PNP (2020) define los accidentes de tránsito como eventos de carácter negligente que ocurren de manera correcta, imprevistos, no intencionales, previsibles y evitables, que tiene lugar en la vía pública o privada como consecuencia de la circulación de vehículos, en el que intervienen elementos de tráfico, al menos un vehículo en movimiento, y que provoca daños materiales, lesiones personales o la muerte.

En cuanto a la noción de accidente de tráfico, este tipo de suceso se considera un acontecimiento que a menudo no está previsto y que es provocado por al menos un vehículo en movimiento, lo que provoca daños a la propiedad o a los ciudadanos que participaban en el suceso. Este accidente provoca lesiones graves o muertes a los implicados. Según Keall y Newstead (2018), el alcance de los daños transformará de un individuo a otra en función de factores como su estado de salud actual, la edad, el tipo de accidente ocurrido, su sexo, el tipo de lesión que sufrió, los elementos de protección que tenía, la rapidez con la que recibió atención médica y otros factores similares.

**Diseño vial:** Todos los que usan la vía pública tienen sus propias necesidades, que a menudo son diferentes entre sí. Para evitar accidentes, es importante hacer que las personas que usan diferentes caminos conozcan el camino y diseñen el camino considerando sus interacciones comunes en el camino (Guillermo, 2018).

- **Peatón:** Estos son los trabajadores más vulnerables que consisten en niños, jóvenes, adultos, ancianos y discapacitados. La necesidad de caminar siempre está ahí ya que las personas tienen que moverse todos los días para llegar a sus diferentes lugares (trabajo, universidad, escuelas, etc.), por lo que se debe garantizar su seguridad durante los viajes (Guillermo, 2018).
- **Ciclista:** Usar una bicicleta no solo mejora la vida de los usuarios, sino que también reduce el tiempo de viaje. Si quieres reducir y facilitar el tráfico, utilizar la bicicleta para ir al trabajo o a los estudios, largos o medios, es una opción importante. Por ello, es importante aumentar el número de ciclovías y realizar campañas que apoyen su uso (Guillermo, 2018).
- **Conductor:** Es una persona que es titular de un permiso de conducir y anda por la calzada al volante de un vehículo motorizado o no motorizado. A lo largo de los años, la cantidad de automóviles ha aumentado porque el transporte público no ha podido satisfacer las demandas de los viajeros. Además, hoy en día existen muchos autos antiguos que dañan el medio ambiente, perjudicando a todos en general. Con el aumento del número de automóviles en Perú en la actualidad, el tráfico se ha transformado en un verdadero inconveniente (Guillermo, 2018).

**Cálculos planimétricos:** Existen diferentes métodos para medir polígonos en el campo y en la oficina, y elegir el método más conveniente marcó una gran diferencia en nuestro caso de estudio (Herrera et al. 2014).

**Cálculo de rumbos:** La topografía de la poligonal propuesto por la unidad de transferencia está incorporando esencialmente el análisis de la dirección de ejecución, que implica principalmente la adición del ángulo observado o la privación del proceso inicial para lograr el proceso fuera de línea (Herrera et al. 2014).

- **Cálculo de rumbos:** El proceso se detalla de la siguiente manera: determinamos si es positivo o negativo con respecto al proceso inicial, sumamos el ángulo interior del vértice posterior (si es positivo), y si esta suma es menor a 90, el valor es por supuesto el cuadrante se define de la siguiente manera: el meridiano será opuesto a la inicial y se repite el proceso según el paralelo de signos, al momento de hacer la suma y sea mayor de 90 se le restara 180 y se invierten los meridianos (Herrera et al. 2014).
- **Condiciones generales de la poligonal:** A los polígonos, por ser figuras planas regulares, se les pueden asignar condiciones geométricas fundamentales que garantizan formas matemáticamente cerradas y brindan elementos de juicio para clasificar su precisión, es decir, para comprender la calidad de la investigación (Herrera et al. 2014).
- **Error de cierre lineal:** Esta es parte de la condición requerida para calcular el área a partir de las coordenadas, aquí se requiere el mínimo error, ya que esta es la longitud del plano cuando se encuentra la alineación final inicial (Herrera et al. 2014).
- **Precisión:** Esta es la precisión requerida para levantamientos topográficos, que se tiene en cuenta en el rango permitido de 1 m. Cada 1000 metros. mejorar. Si la precisión de las medidas es igual o mayor que la precisión permitida, se puede corregir el ancho y el largo calculados, y si es menor, se requiere una nueva medición. Si la precisión de las medidas es igual o mayor que la precisión permitida, se puede corregir el ancho y el largo calculados, y si es menor, se requiere una nueva medición (Herrera et al. 2014).

**Diseño estructural:** Para el diseño estructural se debe tener en cuenta el periodo de tiempo, donde según AASTHO, donde a continuación se detalla cada periodo según el tipo de carretera (Auqui y Ramírez, 2019).

**Tabla 3**

*Periodo de tiempo según el diseño estructural*

<b>Tipo de carretera</b>	<b>Etapa de diseño (años)</b>
Elevado tráfico en zona urbana	30-50
Elevado tráfico en zona interurbana	20-50
Baja intensidad de tránsito en zona pavimentada	15-25
De baja magnitud de tráfico, asfaltar con grava	10-20

*Nota.* Auqui y Ramírez, 2019.

A continuación, se tiene algunos factores indispensables para un óptimo diseño estructural.

- **Sub rasante:** Los suelos con un  $\text{CBR} \geq 6\%$  se consideran buenos para estructuras subterráneas. Si es bajo (pobre soporte o soporte insuficiente), el suelo debe estabilizarse, para lo cual se estudiarán otras soluciones, dependiendo de la naturaleza del suelo, como cimentaciones de relleno de suelos, estabilización química y mecánica de suelos, estabilización con geo-sintéticos, cambio de dirección de la vía, elevación de talud, elección de la mejor, tecnología y economía (Alcántara y Moran, 2020).
- **Tránsito:** Es el tráfico de diferentes tipos de vehículos en diferentes caminos. Es un espacio urbano en la mayoría de las ciudades donde el tráfico es un problema porque la naturaleza de la ciudad no se adapta a la cantidad de vehículos disponibles (Cruz y Pinedo, 2021).
- **Clima:** Las causas que más repercuten las áreas de las carreteras en nuestro entorno son la lluvia y los cambios de temperatura. La precipitación afecta directamente el nivel freático, especialmente la resistividad, compresibilidad y cambios de volumen del subsuelo (Cruz y Pinedo, 2021).

**Diseño geométrico:** Se componen de líneas rectas, curvas circulares y grados de curvatura. La alineación horizontal debe permitir que los vehículos se muevan sin interrupción y tratar de sostener una velocidad similar de diseño en la mayoría de las carreteras (Alvarado y Martínez, 2017).

**Distancia de visibilidad.**

La distancia de visibilidad es la longitud ininterrumpida de la carretera por delante que el conductor puede ver. A lo largo del proceso de diseño se tienen en cuenta tres distancias: la distancia necesaria para detener un vehículo, la distancia entre dos vehículos que circulan en la misma dirección a distinta velocidad y la distancia necesaria para cruzar o entrar en una carretera principal.

- **Visibilidad de parada:** La distancia de visibilidad de la distancia de frenado es la distancia mínima antes de que un vehículo que circula a la velocidad dirigida alcance un objeto situado en su trayectoria. A efectos del cálculo de la distancia de frenado, se supondrá que la altura del objeto inmóvil es de 0,60 metros y que los ojos del conductor están situados a 1,10 metros por encima de la mediana de la calzada.

**Tabla 4.**

*Distancia de visibilidad de parada (metros)*

Velocidad directriz (Km./h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

*Nota:* Extraído Manual de Carreteras DG 2018.

- **Visibilidad de adelantamiento:** La distancia de visibilidad por delante es la distancia mínima que debe ser visible para que el conductor del vehículo pueda adelantar con seguridad y comodidad a otro que circule a una velocidad igual o inferior a 15 km/h sin afectar a la velocidad de un tercer vehículo que circule en sentido contrario y se haga visible cuando haya comenzado la maniobra de adelantamiento. Para calcular la distancia de seguimiento, se supone que la altura del vehículo que circula en sentido contrario es de 1,10 metros, al igual que la altura del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de seguimiento.

**Tabla 5.***Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)*

Velocidad directriz Km./h	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
20	130
30	200
40	270
50	345
60	410

*Nota:* Extraído Manual de Carreteras DG 2018.

- **Alineamiento horizontal:** La alineación horizontal debe permitir un flujo de tráfico continuo, con el objetivo de mantener una velocidad de avance constante en el tramo de carretera más largo posible. La alineación de la calzada será lo más recta posible, teniendo en cuenta la topografía y reduciendo al mínimo el número de cambios de dirección. El trazado sobre el terreno de un segmento de carretera consiste en una secuencia cuidadosamente planificada de segmentos rectos (tangentes), segmentos curvos (radios) y segmentos curvos (transiciones). Cuando sea posible, las curvas horizontales proporcionarán la misma visibilidad independientemente de la distancia de frenado. Cuando hay un segmento tangente corto entre dos segmentos curvos consecutivos, el resultado no es deseable. Si es posible, se sustituirán por una sola curva, o se incluirá entre ellas una transición en espiral con peralta. Las condiciones necesarias para la visibilidad por delante se cumplirán con la alineación plantar, incluyendo segmentos suficientemente largos con una frecuencia razonable, para que los vehículos puedan adelantarse unos a otros con seguridad.
- **Curvas horizontales:** El radio de curvatura mínimo es un valor límite determinado por el valor peralta máximo y el factor de fricción máximo para una determinada velocidad direccional. Los radios mínimos y los pedales máximos adecuados para cada velocidad de dirección se muestran en la cuadrícula.

La alineación horizontal de un segmento de autopista previsto para una velocidad directa debe evitar utilizar como parámetros básicos las curvas de radio mínimo y la distancia vertical máxima. En la mayoría de los casos, se dará prioridad a las curvas de mayor ancho de banda, y sólo se utilizarán las de menor ancho de banda cuando sea absolutamente necesario.

- Curvas de transición: Cada vez que un vehículo de motor entra o sale de una curva horizontal, sigue una ruta de transición. El cambio de trayectoria y el consiguiente aumento o disminución de las fuerzas laterales no pueden producirse instantáneamente.

Es necesario insertar un elemento de diseño con una longitud en la que el cambio se realice gradualmente, longitud conocida como longitud de transición, para pasar de la sección transversal con bombeo correspondiente a las vías tangentes a la sección de las vías curvas equipadas con peralte y sobreebancho.

Se utilizarán curvas de transición si el radio de la curva horizontal queda por debajo del umbral indicado en el diagrama anterior. Se recomienda el uso de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide cuando se requieran curvas de transición.

**Tabla 6.**  
*Necesidad de curvas de transición.*

Velocidad directriz	Radio
Km./h	m
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210

*Nota:* Extraído Manual de Carreteras DG 2018.

El siguiente diagrama representa la longitud óptima de la curva de transición en función de la radiofrecuencia de la curva circular.



**Tabla 7.**  
*Longitud deseable de la curva de transición.*

Radio de curva circular (m)	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33

*Nota:* Extraído Manual de Carreteras DG 2018.

**Cronograma de obra:** Es el plazo de ejecución estimado de la obra, los cuales se determina por días calendario, este tiempo se determina en base al tiempo que trabajarán cada personal y los días que se trabajarán, de acuerdo a ello se va realizando un cronograma de obra, la cual detalla cada el procedimiento y el tiempo de cada actividad (Sánchez y Zamora, 2019).

**Costos:** Los costos son un índice que resume los resultados de los recursos humanos, materiales y financieros consumidos por la actividad económica en forma monetaria (Samón et al. 2018).

- **Funciones del costo**

Las funciones que proporcionan los costos son: Proporciona información de costos para estimar los ingresos y el valor del inventario (balance y estado de resultados). Proporcionar datos para el control administrativo de las actividades (informes de control). Proporcionar información de planificación (análisis y estudios especiales) (Samón et al. 2018).

- **Costos directos**

Es la adición de los equipos, colaboradores, herramientas y materiales indispensables en la realización del proceso, en este caso, la producción de caminos (Ramón y Saldaña, 2018).

Este producto es una vía que se utiliza para obras, reconstrucción, mejoramiento y mantenimiento donde no hay límite a los trabajos que se realizan en base a las especificaciones técnicas, diseño y varios estudios de este producto. Saber el precio

exacto de la carretera es fácil si tienes el precio medido en unidades de cada artículo. Los parámetros varían según el alcance del trabajo y los pagos unitarios que se calcularán gracias a un análisis detallado (Ramón y Saldaña, 2018).

Según Román y Saldaña (2018) indica que costos unitarios puede simbolizar por la fórmula:

$$C.U = Mj + Ne + Oh + Pm$$

Donde:

- j, e, h, m: Son variables (costo de herramientas, mano obra, equipo y material).
- M, N, O, P: Son variables de condición (cantidad consumidas de equipo, mano de obra, herramientas y material).

En cuanto a la definición de términos básicos, se tiene.

**Presupuesto:** La ejecución del presupuesto se entiende como parte del proceso presupuestario que comprende todas las acciones para hacer el mejor uso de los recursos y dinero asignado, con el objetivo de obtener bienes, servicios y servicios en cantidad, calidad y oportunidad que beneficien a las personas (Castañeda y Vigo, 2018).

**Transitabilidad:** Prevenga accidentes o reduzca sus consecuencias implementando una serie de estándares, recomendaciones, leyes, ingeniería de tráfico, capacitación y buen soporte, en combinación las tecnologías existentes para garantizar que los vehículos pasen de forma segura y cómoda a través del tráfico continuo o interrumpido a la velocidad deseada (Castro, 2019). Las inspecciones de seguridad vial son enfoques que se esfuerzan por prevenir y detectar cualquier fallo en las carreteras tanto rurales como urbanas (Palomino, 2018). El propósito principal del estudio de tráfico fue caracterizar el volumen de tráfico diario promedio (TDP) de las carreteras directamente involucradas en el proyecto (por ejemplo, puentes peatonales) y utilizar el proyecto para satisfacer las necesidades creadas por este puente (Peralta, 2018).

**Diseño de la vía:** Se refiere a la composición y dimensiones de varias unidades, elementos y equipos que constituyen parte o se establece en la plataforma vial urbana. Para ello tiene en cuenta personas, cosas, vehículos y tiene en cuenta valores espaciales, funcionales y urbanísticos que son inseparables de la plataforma (Gallardo, 2017).

**Señalización:** El estudio de la señalización y permite la realización de acciones y mecanismos, el estudio y aplicación de acciones y mecanismos para asegurar el paso de las vías, prevenir accidentes de tránsito, cumplir con una serie de normas, leyes y permisos que regulan el orden del tráfico por carretera y, en cierta medida, garantizar la seguridad humana Normas de seguridad e integridad (Benites y Marín, 2019).

**Carreteras:** Cárdenas (2013), refiere a la franja de terreno en la que debe crearse específicamente una carretera para que cumpla su función como infraestructura de transporte. Esto se hace para que los vehículos de diversa índole, como automóviles, camiones, etc., puedan desplazarse de forma continua por el espacio y el tiempo teniendo en cuenta los niveles necesarios de comodidad en todo momento. siempre tomando en consideración los niveles propicios de comodidad y seguridad.

**Vías:** Una red de carreteras es el conjunto de caminos y carreteras que se encuentran dentro de una región específica (como una ciudad, una región o un país) y que hacen posible que los vehículos se desplacen de un lugar a otro dentro de esa región, a la vez que conectan esa región con el resto de las carreteras que se encuentran en las vías que la rodean. Las redes de carreteras urbanas e interurbanas son las dos categorías principales de redes que pueden diferenciarse entre sí (Cárdenas, 2013).

**Planteamiento de tráfico:** Según Bañón & José (2016), Para garantizar el crecimiento de las redes de carreteras de forma organizada y segura, se requiere un conjunto de principios y normas. Estas normas no se basan en estándares arbitrarios, sino en investigaciones que se realizaron en el pasado para investigar las diversas demandas que existen en determinadas regiones, además de las funciones que deben cumplir las carreteras. Como resultado, surge la idea de la planificación de las carreteras, que se complementa con la planificación, que se ocupa principalmente de la administración de las carreteras.

**Planimetría:** Es una técnica espacialmente fija que crea una representación gráfica detallada y precisa de las características de la superficie de la Tierra, incluidos caminos, edificios, casas, árboles o cualquier otro tipo de estructura u objeto. Debe quedar claro que la medición del área es solo una representación bidimensional o tridimensional del entorno físico en un momento dado y no tiene absolutamente nada que ver con la altura o cualquier otro tipo de característica geográfica (Quej, 2015).

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Enfoque, tipo**

Este estudio es de tipo aplicada, puesto que se pretende solucionar la problemática asociada a la transitabilidad y seguridad en el tramo objeto de estudio en Cuzco. De acuerdo con Fuentes et al. (2020), se dice que se aplicará porque el trabajo de cuestionar o pensar se hace para resolver las dificultades de la vida productiva de la sociedad a través de la investigación básica, la verdad pura o básica o la ciencia.

El enfoque de la investigación es cuantitativo debido a que la recolección de información será de carácter numérico, como el análisis del tránsito, el estudio del levantamiento del relieve del suelo, el diseño geométrico, entre otros. Según Fuentes et al. (2020) los constructos de la indagación son medibles y cuantificables, para su posterior contraste con los resultados de investigaciones posteriores que serán utilizadas como antecedentes.

El método a emplear es el método hipotético deductivo, el cual según Zamora y Calixto (2021) inicia con la observación, luego se plantea una hipótesis ante la realidad problemática hallada y finalmente, se realiza un proceso de comprobación de lo supuesto.

### **2.2. Diseño de investigación**

Esta investigación es de diseño no experimental, puesto que no se realizará la manipulación de ninguna variable y, por lo contrario, se analizarán en su estado actual la transitabilidad y seguridad de la vía objeto de estudio. De acuerdo con Arispe et al. (2020), en este diseño de investigación, no se manipulan las variables y se consideran de forma natural para examinarlos posteriormente.

El nivel de la investigación es descriptivo ya que se analizarán y describirán todas las características presentes en el tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco, por medio de la observación. Sánchez et al. (2018), menciona que trata de describir una cosa o situación específica mostrando sus características especiales o cosas especiales y su propósito es comprender los eventos, el

comportamiento y las características que prevalecen a través de la descripción específica de eventos, cosas, procesos y personas.

### Figura 1.

*Esquema de investigación*



*Nota:* Elaboración propia

Donde:

M = muestra

O = Observación

R = Resultado

## 2.3. Población, muestra y muestreo

### Población

De acuerdo con Madero y Ortiz (2022), es la agrupación en su totalidad de elementos a estudiar en la investigación, con el objetivo de universalizar los resultados, y se caracteriza por rasgos distintivos que sirven para distinguir a un elemento de otro. En ese sentido, la población de la investigación está formada por el Tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri en La Convención – Cuzco.

### Muestra

Según Madero y Ortiz (2022), representa un subconjunto de la población elegida por el investigador como elementos para el estudio, con el objetivo de obtener datos verificables, representativos y fiables. Por ello, en la presente investigación, la muestra de estudio es la totalidad de la población, es decir está conformada por el tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri (Km 0+000.00 — Km 2+ 856.00) en la Convención – Cuzco.

### Muestreo

Para Arias y Covinos (2021) el muestreo es una estrategia para evaluar la muestra, mediante la aplicación de la técnica o estrategia sirve para establecer la muestra representativa en base a criterios y formulas establecidas. En ese sentido, en la

presente investigación, el muestreo es a conveniencia del investigador, es decir, el muestreo es no probabilístico y no aleatoria.

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos (equipos de laboratorio/informe de laboratorio especializado, de ser utilizados)**

##### **Técnicas**

**Observación:** Es un elemento esencial de cualquier proceso de investigación; los investigadores dependen de ella para obtener la máxima cantidad de datos. Se emplea los sentidos para recolectar la información necesaria de manera objetiva considerando las características físicas del fenómeno de estudio, para luego analizarlo.

**Análisis documental:** Este proceso fue creado para facilitar el acceso individual a las fuentes de información cuya producción se ha incrementado; responde a las tres necesidades de información de los usuarios, primero, saber qué han hecho o están haciendo otros colegas científicos en el campo; segundo, para aprender sobre información específica en un documento específico y, finalmente, para aprender toda la información relevante sobre un tema específico.

##### **Instrumentos**

**Guía de observación:** Es una herramienta que permite al observador posicionarse sistemáticamente en el objeto real de investigación; es también un medio de recolectar y obtener datos e información sobre un hecho o fenómeno.

- **Conteo y clasificación vehicular:** Formato el cual se usará para concretar el estudio del tránsito.
- **Guía para el levantamiento topográfico:** Formato que se usará para anotar el levantamiento topográfico que se usará.
- **Guías de laboratorio:** Formato proporcionado por el laboratorio en el cual se estipularán las conclusiones adquiridas de los ensayos de mecánica de superficies.

**Guía de análisis documental:** La guía de análisis de la literatura permite comprender la importancia de la literatura en cualquier proceso de investigación, además brinda un panorama transcultural, histórico y bibliográfico del tema investigado; Amplio campo de visión.

- **Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2018:** Este manual se usará para la realización de la propuesta de diseño vial.
- **Manual de especificaciones generales EG-2013:** El manual será una guía para la señalización vial, otorgando el tránsito seguro.

## **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información**

Se hará bajo un análisis cuantitativo, puesto que se analizarán los datos adquiridos en la evaluación de las condiciones actuales del diseño geométrico bajo la MTC DG,2018, los ensayos de laboratorio (Estudio de mecánica de suelos), y el levantamiento topográfico en el tramo de Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco, se realizará el conteo vehicular para obtener el IMDA, se va a determinar aplicado el método AASHTO 93 para obtener los espesores de la capa de afirmado, los cuáles serán procesados por medio de la estadística descriptiva, en el software Excel y AutoCAD Civil 3D, para posteriormente realizar la evaluación de la viabilidad económica y propuesta de presupuesto para el mejoramiento con el S10 y Ms Excel.

## **2.6. Aspectos éticos en investigación**

Este proyecto de investigación fue elaborado teniendo en cuenta los aspectos técnicos y metodológicos que envuelven a la investigación científica; el cual contemplará la Originalidad, teniendo en cuenta los lineamientos referidos a la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, y de acuerdo a las normas APA 7ma edición para reconocer la información proporcionada por otros autores y cuya información no esté citada será de autoría propia; No maleficencia, ya que con el estudio se no se busca hacer un daño a la población, los datos recopilados tienen como fin el planteamiento para la propuesta de un mejoramiento vial que beneficiará directamente a la ciudad de Cuzco y los tramos contemplados; Respeto, puesto que, no se faltará a la dignidad de las personas que se relacionen con la investigación; Justicia, que va relacionado con el trato equitativo a las personas que se ligan al estudio; y Transparencia, pues los datos presentados en cuanto al tránsito vehicular serán acordes a la realidad, sin hacer alguna manipulación, así se propondrá una solución más acertada.

### III. RESULTADOS

#### 4.1. Presentación y análisis de resultados

##### 4.1.1. Ubicación del Proyecto

###### Ubicación Política

Región: Cusco

Provincia: La Convención

Distrito: Kimbiri

Lugar: Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri

**Tabla 8.**

###### *Ubicación Geográfica*

Ubicación	Este	Norte	Cota
INICIO Irapitari Baja Km 00+000	632041.172	8604328.611	585.48 m
FINAL Nuevo Kimbiri Km 02+860	633730.917	8602875.592	673.91 m

**Figura 1.**

###### *Imagen satelital*





**Figura 2.**

*Ubicación macro y micro localización de la vía*



*Nota:* Elaboración Propia.

## 4.1.2. Evaluación y propuesta de diseño geométrico.

### 4.1.2.1. Condición actual del diseño geométrico actual.

La superficie de rodadura de la infraestructura vial camino a Nuevo Kimbiri, no cuenta con una capa de pavimento, esta vía se encuentra en malas condiciones para el tránsito vehicular y peatonal, por presentar una superficie con baches, este deterioro se debe principalmente a la falta de un adecuado mantenimiento y propuesta de mejoramiento de las condiciones actuales de la vía.

En cuanto a la accesibilidad, la falta alineamiento, la falta de una vía pavimentada, trae como consecuencia las restricciones en el transporte peatonal y vehicular pues lo que obliga a la población a efectuar invasión a las calzadas, por consecuencia peligro para su vida e integridad física.

El material de la subrasante es muy pobre, en cuanto a su capacidad de soporte. Sin embargo, para el proyecto no se ha considerado un mejoramiento de la estructura del pavimento, ante ello importante la realización del mejoramiento de la vía.

#### ***Bermas.***

No cuenta con el diseño de bermas para garantizar la seguridad y transpirabilidad peatonal, debido a que esta carretera presenta hoyos, que pueden generar accidente al transeúnte, todo esto ha sido identificado en el trabajo de campo.

### **Parámetros de diseño geométrico de la vía actual.**

<i>LONGITUD DE VIA</i>	<b>2.86</b>	<b>KM.</b>	
<i>NUMERO DE VIAS</i>	<b>1.00</b>		
<i>ANCHO DE CALZADA</i>	<b>5.00</b>	<b>M</b>	
<i>ANCHO BERMA</i>	<b>0.00</b>	<b>M (Por ser trocha nueva)</b>	
<i>ANCHO MINIMO DE PLATAFORMA</i>	<b>6.75</b>	<b>M (+Ancho Cuneta)</b>	
<i>CUNETAS (L x H)</i>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>M</b>
<i>BOMBEO</i>	<b>3.00</b>	<b>%</b>	
<i>PERALTE MAXIMO NORMAL</i>	<b>6.00</b>	<b>%</b>	
<i>PERALTE MAXIMO EXCEPCIONAL</i>	<b>8.00</b>	<b>%</b>	
<i>PENDIENTE MAXIMA EXCEPCIONAL</i>	<b>10.00</b>	<b>%</b>	
<i>PENDIENTE MAXIMA NORMAL</i>	<b>8.00</b>	<b>%</b>	

<i>PENDIENTE MINIMA</i>	<b>0.50</b>	<b>%</b>
<i>TALUD EN CORTE</i>	<b>SEGÚN AL TIPO DE SUELO (TABLA 304.10)</b>	
<i>TALUD EN RELLENO</i>	<b>SEGÚN AL TIPO DE SUELO (TABLA 304.11)</b>	
<i>VELOCIDAD DE DISEÑO</i>	<b>35.00</b>	<b>KM/H</b>
<i>PLAZOLETA DE CRUCE A CADA</i>	<b>500.00</b>	<b>M</b>
<i>L x A / PLAZOLETA</i>	<b>25.00</b>	<b>3.00</b>
<i>CLASIFICACION DE VIA SEGÚN SU FUNCION</i>	<b>: Sistema Vecinal</b>	
<i>CLASIFICACION DE VIA SEGÚN DEMANDA</i>	<b>: Carretera tercera Clase</b>	
<i>CLASIFIC. SEGÚN CONDICION OROGRAFICA</i>	<b>: Tipo 02</b>	<b>Terreno ondulado y accidentado</b>
<i>DERECHO DE VIA</i>	<b>10.00</b>	<b>a cada lado del eje</b>
<i>RADIO MINIMO CURVA</i>	<b>20.00</b>	<b>M</b>
<i>RADIO MINIMO EXCEPCIONAL</i>	<b>20.00</b>	<b>M EN CURVAS DE VOLTEO</b>

#### **4.1.2.2. PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL**

##### **Normatividad**

Guiado por el Manual de Diseño de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018) y Vías sin asfaltar para vehículos livianos (CBVT). Estos documentos se utilizan como norma y son vinculantes.

##### **Clasificación de la Carretera**

Según este Reglamento de Planificación Vial DG-2018, la vía se clasifica de acuerdo a su demanda y condiciones geográficas.

Por demanda: Se clasifica como vía de tercera clase debido a un IMD de 111 vehículos por día de un estudio de tráfico de 10 años, frente a 400 vehículos por día.

Por las condiciones orográficas: se clasifica como accidentada, porque la parte estudiada discurre por sectores con forma de firme irregular y la orografía tipo 3 representa la mayor parte del terreno por el que atravesaba la nueva carretera.

De acuerdo con las normas de planificación vial de CBVT, las carreteras se pueden clasificar según la demanda y la actividad.

- De acuerdo a la demanda: la vía se clasifica como una CARRETERA BVT TIPO T3. teniendo en cuenta que el IMD se obtuvo en el estudio de tráfico a 10 años es de 111 veh /día comprendido entre los 101 a 200 veh /día, por lo tanto.
- Según su función: pertenecen a la red vial vecinal o rural.

### Criterios y Controles básicos

### Clasificación del Proyecto Vial

Para efectos del diseño geométrico este estudio tiene como característica la creación de servicio de transitabilidad vehicular de 2.86 kilómetros, tramos Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri, distrito de Kimbiri, provincia de la Convención, departamento de Cusco.

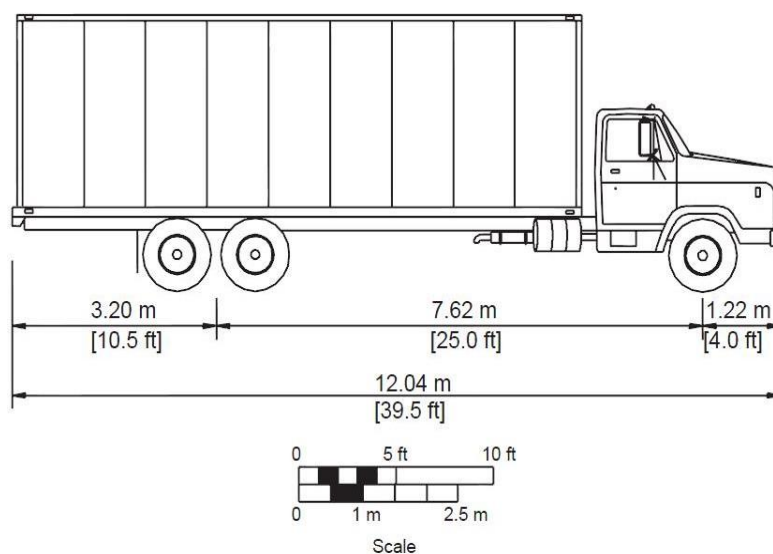
### Vehículos de diseño

Según el Reglamento Nacional de Vehículos- Decreto Supremo N° 058-2003-MTC. Y habiendo obtenido los datos en el conteo de tráfico se concluye que el vehículo es un camión C3.

Estudiando el tráfico, el vehículo se clasifica como un camión de tres ejes con el fin de verificar las dimensiones acordes a la norma se usará el tipo SU – 40 según el Green Book.

### Figura 3.

*Vehículo de diseño de camión de 3 ejes*



*Nota:* Elaboración Propia.

Con base en el vehículo diseñado, se determinó que el espacio libre mínimo absoluto para realizar un giro de 180° en el sentido de las manecillas del reloj está determinado por la trayectoria seguida por la rueda delantera izquierda y la rueda trasera derecha del vehículo. Además, se debe considerar el espacio libre requerido por la intersección entre el primer eje y el parachoques, o el elemento más importante. En el manual AASHTO 2008, esto se describe en cálculo del off tracking.

### **Características del tránsito**

El diseño de la carretera se basa en el tráfico de la carretera, las consideraciones actuales y previstas. Estas consideraciones nos informan sobre las dimensiones y la geometría del camino.

### **Índice Medio Diario Anual (IMDA)**

El cálculo de IMDA para el período de planificación es a IMDA 2000 y 400 veh/día lo que corresponde a más de 400 Veh. /día.

### **Velocidad de Diseño**

La velocidad de diseño define los parámetros restantes, como el radio mínimo, la longitud de la tangente media, el ancho y la longitud de transición del peralte, el ancho de la vía y el ancho del arcén.

La elección de la velocidad de diseño depende de la importancia o categoría de la futura carretera, la cantidad de tráfico que la moverá, la composición del terreno, el uso del terreno y los servicios prestados. Consideraciones ambientales, uniformidad a lo largo de las carreteras, accesibilidad (control de acceso), disponibilidad de recursos económicos y disponibilidad de financiamiento.

En este sentido, también tenemos en cuenta las consideraciones del Manual Vial CVBT, que especifica los parámetros geométricos de las vías para velocidades de hasta 20 km/h, y la definición de velocidad según el volumen de tráfico como vías de tercera clase. El Manual de Carreteras DG-2018 dice al menos 30 km/h.

**Tabla 9.**

*Velocidad de diseño*

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

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018

**Tabla 10**

*Velocidad de diseño*

SECTOR	VELOCIDAD DIRECTRIZ
Km 0+000 al Km 2+860	30 km/h

*Nota:* Elaboración Propia.

**Distancia de visibilidad de parada**

Según la Figura 205.01 del Manual de Carreteras DG-2018, la vista de parada a una velocidad de 30 km/h da una distancia de reacción percibida de 20,9 m, una distancia de frenado de 10,3 m y una vista de parada de 35 m.

**Tabla 11.***Distancia de visibilidad de parada*

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

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018**Distancia de visibilidad de adelantamiento**

Según el Manual de Diseño de Carreteras de Tierra de Tránsito Ligero, esto se hace para que el conductor del vehículo pueda adelantar con comodidad y seguridad a otro vehículo a una velocidad de 15 km/h sin cambiar la velocidad. Distancia mínima que debe ser visible para un tercer vehículo circulando en contra de la velocidad recomendada. Esto se hace evidente al comienzo de la maniobra de adelantamiento; esta longitud debe adaptarse a la longitud de la carretera tanto como sea posible.

Para una velocidad de 30 km/h si bien no se especifica este valor, se tiene que la distancia de visibilidad de adelantamiento es de 200 metros.



**Tabla 12.***Distancia de visibilidad de adelantamiento*

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D <sub>A</sub> (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018

## DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

### Consideraciones de Diseño

De acuerdo con el manual de diseño geométrico de Kiirtee, las curvas horizontales no son necesarias para ángulos de deflexión pequeños, a una velocidad de diseño de 30 km/h, la deflexión máxima permisible sin curva es de 2° 30'.

### Tramos en Tangente

La longitud mínima permitida y máxima recomendada del tramo de contacto se da en el apartado Longitud del tramo de contacto según el manual de carreteras DG-2018, que corresponde a una velocidad de 30 km/h dependiendo de la velocidad de diseño.

$$L_{min.s} (m) 1.39 V = 41.7 \text{ Redondeado: } 42 m$$

$$L_{min.o} (m) 2.78 V = 83.4 \text{ Redondeado: } 84 m$$

$$L_{max} (m) 16.7 V = 501 \text{ Redondeado: } 500 m$$

En el proceso de diseño geométrico se prescribe el cumplimiento de longitudes mínimas, teniendo en cuenta:



Para las curvas en S, la sección tangente se eliminó usando la curva de transición y la sección corta se desarrolló como la longitud de transición de la curva de transición. Este es el proceso de eliminar el requisito de longitud mínima de tangente. Tenga en cuenta que esta medida permite giros suaves que evitan giros bruscos.

Se proporciona el reemplazo de las curvas O con una sola curva.

## **Curvas Circulares**

### **Radio Mínimo**

$$Rm = \frac{v^2}{127 * (0.01 * P_{max} + f_{max})}$$

$$Rm = \frac{30^2}{127 * (0.01 * 10 + 0.17)}$$

$$Rm = 26.24$$

El cálculo utilizó una velocidad de diseño de 30 km/h, un peralte máximo del 12% para una pequeña cantidad de camino de tierra recomendado en el manual de diseño y una fricción máxima de 0,17.

De igual forma, utilizando la ecuación propuesta en el manual vial DG-2018, llegamos a un radio mínimo de 25 metros para una velocidad de diseño de 30 km/h.

### **Curvas de Vuelta**

El diseño actual se guía del manual de diseño geométrico y la norma AASHTO-2011, teniendo en cuenta las dimensiones y curva de giro considerando el vehículo de diseño:

## Figura 4

### Curvas de diseño

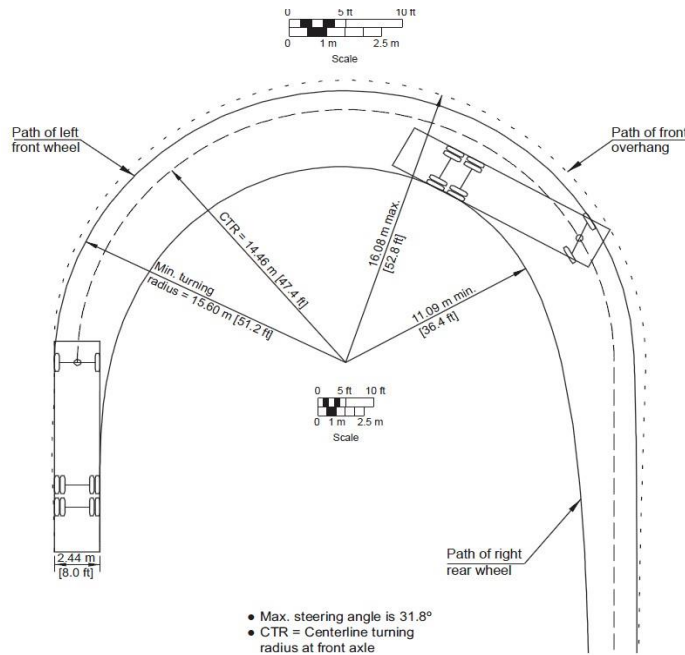


Figure 2-3. Minimum Turning Path for Single-Unit Truck (SU-12 [SU-40]) Design Vehicle

Nota: Extraído de MTC DG, 2018

### Dimensiones de curva de volteo según vehículo de diseño

El radio interior mínimo es de 11,09 metros y el exterior de 15,60 metros; redondeado a 11 y 16 metros respectivamente, el radio medio del eje del carril es de 13,50 m. Esto se debe al análisis de la necesidad de realizar el análisis en sentido contrario u otro vehículo en sentido contrario. Se debe suponer que otros vehículos estarán esperando.

### Sobrecancho

Tal y como recoge el manual de carreteras DG-2018, la distancia entre eje trasero y delantero es de 8,8 m (7,62 1,22 m), por lo que se debe tener en cuenta la evolución del ensanchamiento.

La definición de expansión se calcula usando la expresión en el manual de la siguiente manera:

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

$$S_a = 2 (30 - \sqrt{30^2 - 8.84^2}) + \frac{30}{10 * \sqrt{30}}$$

$$S_a = 3.83$$

Donde:

*Sa: Sobreancho*

*N: Número de carriles*

*R: Radio (m)*

*L: Distancia entre eje posterior y parte frontal*

*V: Velocidad de diseño (Km/h)*

Se tiene de acuerdo al cálculo un sobreancho redondeado con un radio mínimo de 3.83 m.

### **Diseño Geométrico en Perfil**

Considerando las recomendaciones de la normativa vigente en los siguientes aspectos:

La ondulación del terreno es el control de velocidad de diseño que determina el radio de la curva vertical cóncava o convexa y la visibilidad.

Los valores de pendiente máxima y longitud crítica están definidos en el proyecto, y estos determinan la calidad y apariencia del camino terminado, para que pueda controlar su forma y potencial.

Deben evitarse las espinas aplanadas (dos curvas verticales en la misma dirección conectadas por una línea corta). Las curvas convexas crean sectores largos que limitan la visibilidad, mientras que las curvas cóncavas reducen la visibilidad general y las estimaciones imprecisas de la distancia y la curvatura.

### **Pendiente**

Se tuvo cuidado en la determinación de la pendiente para mantener la existente siempre que cumpla con los requisitos reglamentarios y no comprometa la comodidad del usuario.

## Pendiente Mínima

Para la determinación de la pendiente mínima de la vía se tuvo en cuenta la determinación de un criterio fijado en 0,5% debido a las altas precipitaciones y zanjas.

## Pendiente Máxima

Para determinar la pendiente de la vía se utilizó la Tabla 303.01 del Manual de Planificación Vial (DG-2018). Esta es la pendiente máxima normal, ya que especifica una pendiente de carretera de grado 3 del 10 % a una velocidad de proyecto de 30 km/h.

Según la Tabla 3.3.3.a del Manual de Diseño de Carreteras CBVT, es un terreno Tipo 3 con una velocidad de diseño de 30 km/h, por lo que tiene una pendiente máxima del 12%, que corresponde a la pendiente máxima de excepción del proyecto bajo investigación.

**Tabla 13.**  
*Pendiente máxima*

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

Nota: Extraído de MTC DG, 2018

## Pendientes máximas excepcionales

Si se necesita aumentar la pendiente máxima, increméntela al 1% con el motivo por el cual se deba hacer.

Si la pendiente es superior al 10%, es concebible que la longitud del tramo no supere los 180 m.

## Curvas Verticales

### Curva convexa

Las curvas verticales se tienen en cuenta en intervalos de tiempo sucesivos si la diferencia de pendiente es superior al 2%. Esto se debe a que es una carretera de tercera clase.

En el diseño de la curva vertical se tuvo en cuenta la dependencia de la curva vertical con la visibilidad en las paradas utilizando el ábaco que se muestra en el Manual de Carreteras DG-2018.

#### Tabla 14.

*Parámetros de índice de curvatura*

**Tabla 303.02**  
**Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase**

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0,6		
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018

#### Determinación de longitud mínima de curva vertical

Con una velocidad de diseño de 30 km/h, podemos suponer una visibilidad de parada de 35 m y una visibilidad de adelantamiento de 200 m, todo ello para curvas longitudinales convexas.

## Curva Cóncava

Para curvas cóncavas, según el Manual de Carreteras DG-2018, la visibilidad de frenado es de 35 m con un índice de curvatura de 6 para una velocidad de diseño de 30 km/h.

### Tabla 15.

*Valor de Índice K en curva vertical cóncava*

#### *Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase*

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

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018

## Diseño Geométrico en Sección Transversal

### Calzada

Considerando que el IMDA de este proyecto es de 111 vehículos/día y la velocidad de diseño es de 35 km/h, el ancho de vía será de 6,00 m; recomendado por el Manual de Carreteras CBVT.

De igual forma, el manual DG-2018 logra un ancho de vía tangencial mínimo de 6 metros para una velocidad de diseño de 30 km/h en clasificación vial grado 3 y terreno accidentado tipo 3.

**Tabla 16.**

*Ancho mínimo de calzada en tangente*

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

Nota: Extraído de MTC DG, 2018

**Bermas**

De acuerdo a las consideraciones de la Tabla 30.02 del Manual Vial DG-2018, esto corresponde a un ancho de 0,50 metros, pero no se toman en cuenta las bermas por la altura de la intervención.

**Tabla 17.**

*Ancho de bermas*

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

Nota: Extraído de MTC DG, 2018

## Bombeo

Según la Tabla 30.03 del Manual de Caminos DG-2018, la capacidad de bombeo asignada para la vía es de 3, por ser esta la capacidad de bombeo mínima para una plataforma con superficie de suelo con precipitación superior a 500 mm/año.

**Tabla 18.**

*Valores de bombeo de la calzada*

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

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018

## Peralte

El peralte considerado se basa en la velocidad de diseño y debe proyectarse de acuerdo con la velocidad de diseño. De la Tabla 30.04 de la norma, podemos ver que la velocidad de diseño del camino no está en el rango donde no se requiere peralte. Seleccione 8% peralte máximo normal y 12% peralte máximo absoluto y 10% peralte máximo especial según BAT en la curva de proyecto en la tabla 30.05 del manual DG -2018 según se requiera.

**Tabla 19.**

*Valores máximos de peralte*

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

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018



## Evaluación del diseño Geométrico en Planta

**Tabla 20.**

*Tabla de elementos de las Curvas horizontales*

N° PI	Angulo Deflexión	Tangente	Radio	L. curva	L. cuerda	E	M	P.C.	P.I.	P.T.	PI NORTE	PI ESTE
PI-1	7°49'53"	13.690	200	27.340	27.320	0.47	0.47	0+112.56	0+126.25	0+139.89	8604238.80	632129.72
PI-2	14°59'32"	26.320	200	52.330	52.180	1.72	1.71	0+340.43	0+366.75	0+392.76	8604058.16	632288.55
PI-3	40°45'20"	40.860	110	78.240	76.610	7.34	6.88	0+496.00	0+536.86	0+574.24	8603905.42	632364.14
PI-4	40°39'14"	24.080	65	46.120	45.160	4.32	4.05	0+604.72	0+628.80	0+650.84	8603868.28	632452.03
PI-5	21°29'51"	18.980	100	37.520	37.300	1.79	1.75	0+815.76	0+834.74	0+853.28	8603682.04	632544.61
PI-6	3°08'55"	7.150	260	14.290	14.290	0.1	0.1	1+184.48	1+191.62	1+198.76	8603442.62	632809.86
PI-7	2°15'51"	1.980	100	3.950	3.950	0.02	0.02	1+277.38	1+279.35	1+281.33	8603387.5	632878.12
PI-8	5°44'02"	5.010	100	10.010	10.000	0.13	0.13	1+397.96	1+402.97	1+407.97	8603307.7	632971.97
PI-9	12°09'03"	6.390	60	12.720	12.700	0.34	0.34	1+468.23	1+474.62	1+480.96	8603250.7	633015.38
PI-10	14°38'19"	16.700	130	33.210	33.120	1.07	1.06	1+552.60	1+569.30	1+585.82	8603164.93	633055.60
PI-11	22°56'37"	20.290	100	40.040	39.780	2.04	2	1+699.11	1+719.40	1+739.15	8603016.52	633078.90
PI-12	7°00'51"	3.980	65	7.960	7.950	0.12	0.12	1+787.25	1+791.23	1+795.21	8602954.07	633115.49
PI-13	61°30'23"	17.850	30	32.200	30.680	4.91	4.22	1+871.78	1+889.64	1+903.99	8602875.88	633175.2
PI-14	44°47'24"	12.360	30	23.450	22.860	2.45	2.26	1+908.56	1+920.92	1+932.01	8602844.14	633161.03
PI-15	26°43'52"	5.940	25	11.660	11.560	0.7	0.68	1+960.50	1+966.44	1+972.17	8602800.35	633177.55
PI-16	63°28'16"	18.550	30	33.230	31.560	5.27	4.49	1+985.32	2+003.87	2+018.55	8602762.92	633173.57
PI-17	12°10'31"	8.530	80	17.000	16.970	0.45	0.45	2+047.96	2+056.49	2+064.96	8602732.48	633221.1

PI-18	71°58'04"	18.150	25	31.400	29.380	5.9	4.77	2+080.82	2+098.97	2+112.22	8602702.52	633251.37
PI-19	91°40'08"	30.890	30	48.000	43.040	13.06	9.1	2+444.14	2+475.03	2+492.14	8602876.66	633590.21
PI-20	71°59'25"	21.790	30	37.690	35.260	7.08	5.73	2+608.18	2+629.97	2+645.87	8602724.42	633662.93
PI-21	89°07'37"	29.550	30	46.670	42.100	12.11	8.63	2+652.87	2+682.42	2+699.54	8602732.05	633720.76
PI-22	3°03'45"	2.670	100	5.350	5.340	0.04	0.04	1+639.91	1+642.58	1+645.26	8603092.69	633068.98

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 21.**

*Evaluación de los tramos en tangente*

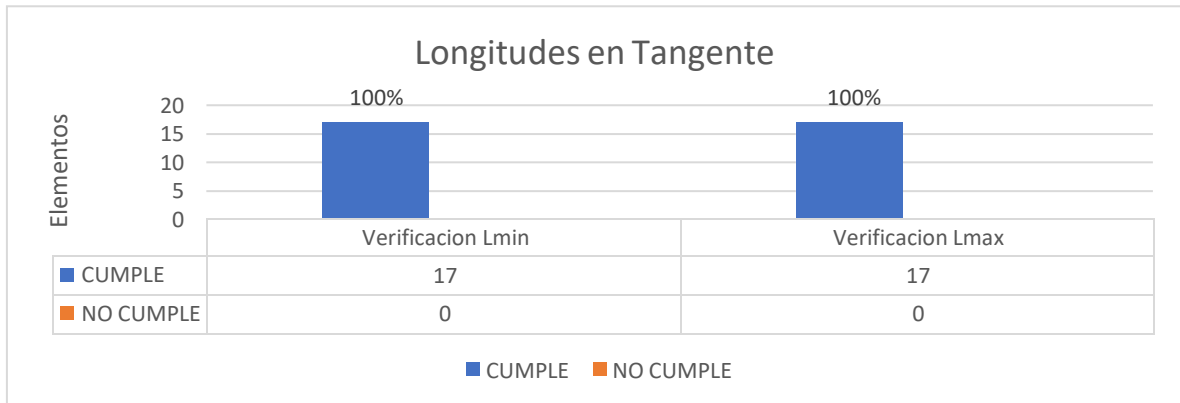
N° P. I	Tramo en tangente	Long. Tangente	Clasificación	Lmin	L.max	Verificación Lmin	Verificación L.max
INICIO	INICIO - PI 1	112.56	-	-	-	-	-
PI 01	PI 1 - PI 2	200.54	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 02	PI 2 - PI 3	103.24	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 03	PI 3 - PI 4	43.3	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 04	PI 4 - PI 5	164.92	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 05	PI 5 - PI 6	331.2	O	84	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 06	PI 6 - PI 7	84.65	O	84	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 07	PI 7 - PI 8	116.63	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 08	PI 8 - PI 9	85.05	O	84	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 09	PI 9 - PI 10	86.64	O	84	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 10	PI 10 - PI 11	113.29	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 11	PI 11 - PI 12	48.1	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 12	PI 12 - PI 13	76.57	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE

PI 14	PI 14 - PI 15	44.36	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 16	PI 16 - PI 17	42.18	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 17	PI 17 - PI 18	45.86	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 18	PI 18 - PI 19	331.92	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE
PI 19	PI 19 - PI 20	116.04	S	42	501	CUMPLE	CUMPLE

*Nota:* Elaboración Propia.

**Figura 5.**

*Verificación en tramo tangente*



*Nota:* Elaboración Propia.

Se logra verificar que la longitud mínima en tramo de tangente del diseño propuesto cumple en su totalidad al 100%, de la misma manera es menor que la longitud máxima

**Tabla 22.**

*Verificación de los radios de diseño*

N° PI	RADIO	Rmin	Verificación
PI 01	200	25	CUMPLE
PI 02	200	25	CUMPLE
PI 03	110	25	CUMPLE
PI 04	65	25	CUMPLE
PI 05	100	25	CUMPLE
PI 06	260	25	CUMPLE
PI 07	100	25	CUMPLE
PI 08	100	25	CUMPLE
PI 09	60	25	CUMPLE
PI 10	130	25	CUMPLE
PI 11	100	25	CUMPLE
PI 12	65	25	CUMPLE
PI 13	30	25	CUMPLE
PI 14	30	25	CUMPLE
PI 15	25	25	CUMPLE
PI 16	30	25	CUMPLE
PI 17	80	25	CUMPLE
PI 18	25	25	CUMPLE
PI 19	30	25	CUMPLE
PI 20	30	25	CUMPLE
PI 21	30	25	CUMPLE
PI 22	100	25	CUMPLE

*Nota:* Elaboración Propia.

Se logra verificar que para los radios propuestos en el diseño vial en planta son mayores o iguales al radio mínimo de 25 metros, por lo tanto, se indica que cumple en su totalidad del 100%.

## Evaluación del diseño Geométrico en Perfil

**Tabla 23.**

*Análisis de la curva vertical*

Características Geométricas en Perfil							Pendiente de entrada		Pendiente de salida		Longitud con Dp			Longitud con Da			Verificación	
N° PIV	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de salida (%)	Tipo de curva vertical	A	Longitud de curva (m)	K	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Dp	Dp < L	Dp > L	Da	Da < L	Da > L	L'	Señalizar
1	-2.87%	-0.30%	Cóncava	2.57	100	39.03	cumple	cumple	cumple	cumple	31	10.809	-26.9				100	no necesita
2	-0.30%	1.03%	Cóncava	1.33	119.85	89.93	cumple	cumple	cumple	cumple	30	5.320	-109.1				120	no necesita
3	1.03%	-0.86%	Convexa	1.89	120.00	63.69	cumple	cumple	cumple	cumple	30	4.208	-153.8	200	79.9	-100.5	120	no necesita
4	-0.86%	0.33%	Cóncava	1.19	78.46	66.02	cumple	cumple	cumple	cumple	30	4.760	-129.0				78	no necesita
5	0.33%	0.44%	Cóncava	0.11	30.00	290.41	cumple	cumple	cumple	cumple	30	0.440	-1985				30	no necesita
6	0.44%	0.50%	Cóncava	0.06	30.00	438.55	cumple	cumple	cumple	cumple	30	0.240	-3690				30	no necesita

7	0.50%	3.28%	Cóncava	2.78	80.00	28.79	cumple	cumple	cumple	cumple	30	11.120	-20.9				80	no necesita
8	3.28%	-1.20%	Convexa	4.48	100.00	22.3	cumple	cumple	cumple	cumple	29	10.215	-24.3	200	207.6	207. 3	208	si necesita
9	-1.2%	8.06%	Cóncava	9.26	60	6.48	cumple	cumple	cumple	cumple	31	37.304	36.2				60	no necesita
10	8.06%	10%	Cóncava	1.94	80	41.09	cumple	cumple	cumple	cumple	29	21.984	19.7				80	no necesita
11	10%	2.72%	Convexa	7.28	150	20.6	cumple	cumple	cumple	cumple	27	27.537	27.5	200	645.6	338. 0	646	si necesita
12	2.72%	10%	Cóncava	7.28	90	12.36	cumple	cumple	cumple	cumple	31	55.263	44.6				90	no necesita
13	10 %	9.15%	Convexa	0.85	60	70.77	cumple	cumple	cumple	cumple	28	4.305	-126	200	93.8	- 26.1	60	no necesita
14	9.15%	8.2%	Convexa	0.95	40	41.91	cumple	cumple	cumple	cumple	29	1.415	-536.4	200	28.7	- 991. 1	40	no necesita
15	8.2%	4.75%	Convexa	3.45	60	17.41	cumple	cumple	cumple	cumple	29	7.385	-55.8	200	150.1	133. 5	134	si necesita

*Nota:* Elaboración Propia.

Se logra indicar que tanto las pendientes de entrada y las pendientes de salida en las curvas verticales cumplen con los requerimientos de pendiente mínima y máxima, en tanto que para la verificación de las longitudes de la curva vertical convexa y cóncava se logra determinar que los PI - 8, PI -11 y PI- 15 requiere el uso de la señalización vertical para que no se permite adelantar.

## Evaluación del diseño Geométrico en Sección Transversal

**Tabla 24.**

*Características Geométricas en Sección Transversal*

<b>CARACTERISTICAS GEOMETRICAS EN SECCIÓN TRANSVERSAL</b>					
Tang.	RADIO	ANCHO/SOBREANCHO	BOMBEO	BERMAS	PERALTE
N° CURVA	Diseñado	Diseñado	Diseñado	Diseñado	Calculado
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C1	200	6.6	3.00%	0.5	-0.13
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C2	200	6.6	3.00%	0.5	-0.13
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C3	110	7.0	3.00%	0.5	-0.11
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C4	65	7.6	3.00%	0.5	-0.06
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C5	100	7.1	3.00%	0.5	-0.10
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C6	260	6.5	3.00%	0.5	-0.14
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C7	100	7.1	3.00%	0.5	-0.10
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C8	100	7.1	3.00%	0.5	-0.10
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C9	60	7.1	3.00%	0.5	-0.05
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C10	130	6.9	3.00%	0.5	-0.12
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C11	100	7.1	3.00%	0.5	-0.10
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C12	65	7.6	3.00%	0.5	-0.06
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C13	30	9.2	3.00%	0.5	0.07
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C14	30	9.2	3.00%	0.5	0.07
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C15	25	9.8	3.00%	0.5	0.11
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C16	30	9.2	3.00%	0.5	0.07



Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C17	80	7.3	3.00%	0.5	-0.08
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C18	25	9.8	3.00%	0.5	0.11
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C19	30	9.2	3.00%	0.5	0.07
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C20	30	9.2	3.00%	0.5	0.07
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C21	30	9.2	3.00%	0.5	0.07
Tang.		6.0	3.00%	0.5	
C22	100	7.1	3.00%	0.5	-0.10

Nota: Elaboración Propia.

Debido que todas las curvas horizontales deben ser peraltadas se determinó el peralte para cada radio de diseño propuesto para garantizar la seguridad ante el deslizamiento, además que todas estas curvas horizontales desarrollan un sobreancho llegando observar sobreancho de hasta 9.2 metros respecto a los 6 metros de ancho para tramo en tangente.

#### 4.1.3. ESTUDIO DE LA MECÁNICA DE LOS SUELOS

##### Ensayos de Laboratorio

La fase en la que se desarrollan las pruebas de laboratorio de suelos para las muestras alteradas recogidas en la fase de investigaciones de campo en cada una de las “calicatas” aperturadas. Los ensayos de laboratorio utilizados son los que se presentan a continuación:

##### Ensayo

##### NORMA

*Descripción Visual – Manual*(ASTM D 2488)

*Análisis granulométrico por tamizado*(ASTM D 422)

*Limite líquido y limite plástico*(ASTM D 4318)

*Clasificación unificada de suelos SUCS*(ASTM D 2487)

*Contenido de humedad natural* (ASTM D 2216 y ASTM D 4643)

*Peso Volumétrico*(ASTM D 2937)

##### Ensayo Especial

##### NORMA

Densidad seca máxima – Proctor modificado (ASTM D 1557)

CBR (ASTM D 3880)

### Fase de Gabinete

Comienza el desarrollo luego de haber culminado la etapa de observación en el campo y los ensayos de laboratorio. La etapa de gabinete analiza detalladamente los resultados de los estudios anteriores de tal forma que se garantiza la veracidad y calidad de la información obtenida.

### Aspectos Geológicos de la zona de estudio

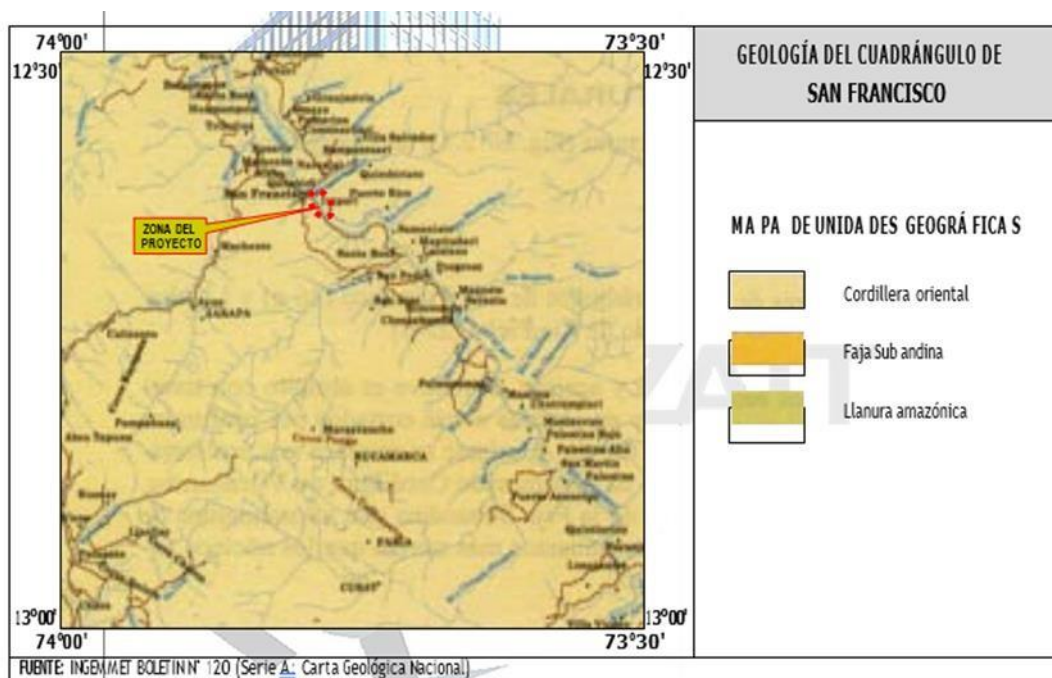
#### Geografía

#### Unidades Morfoestructurales

Se han diferenciado una unidad morfoestructural, como se observa en la figura adjunta:

**Figura 6.**

*Geología de estudio*



Nota: Extraído de INGEMENT

## **Aspectos Geotécnicos**

### **Investigación de Campo**

A partir de la información geológica regional obtenida y siguiendo con las investigaciones, se ha procedido a la evaluación de campo por los tramos a pavimentar para ubicar las calicatas a cielo abierto.

Las investigaciones se han efectuado de acuerdo a la norma existentes.

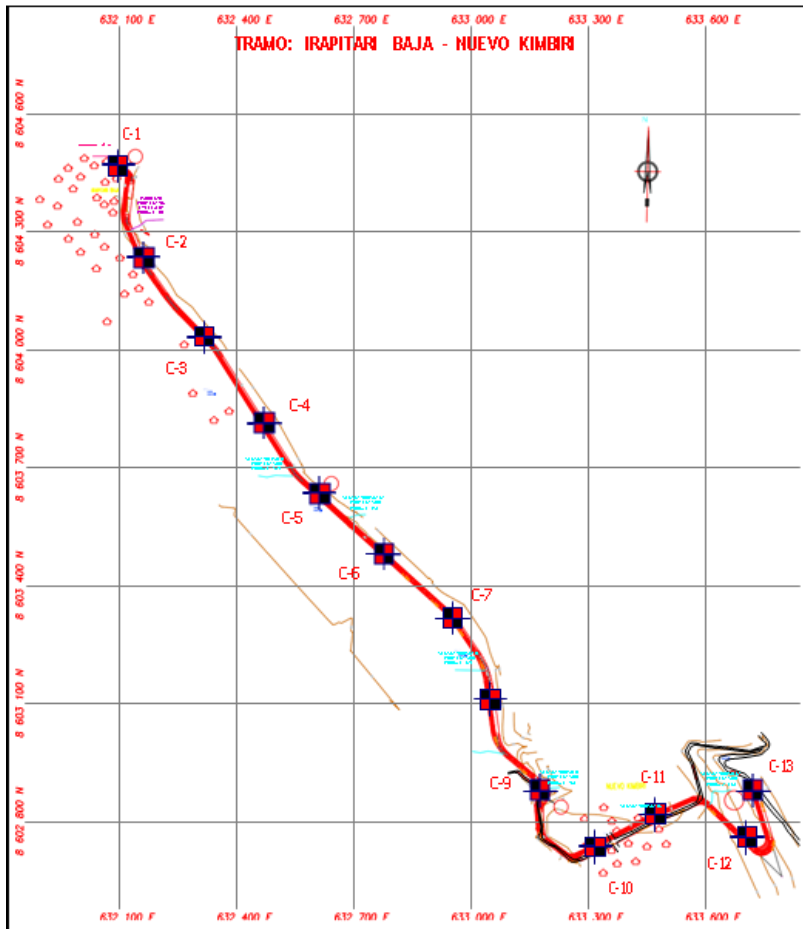
Dichos trabajos servirán para establecer las peculiaridades físico mecánicas de la superficie, asícomo su estructura actual y comportamiento ante las cargas.

### **Excavación por medio de Calicatas**

Tomando en cuenta las recomendaciones dadas en la Norma CE.010 (Pavimentos Urbanos) y además de la consideración de tratarse tramos de la misma formación geológica; sobre el área destinada a la Construcción del Camino Vecinal del tramo Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri, se han realizado en total (13) excavaciones.

**Figura 7.**

*Ubicación de calicatas*



*Nota:* Elaboración Propia.

Ahora, se indica la relación de calicatas evaluadas según su ubicación y la profundidad alcanzada.

**Tabla 25.**

*Registro de Excavación de Calicatas*

Tramo	Calicata Nº	Tipo de Excavación	Progresiva Km	Coordenadas UTM		Profundidad (m)	Lado de Excavación
				Este	Norte		
Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri	C-01	Manual	0+005	632117.7	8604452.0	1.40	Eje
	C-02	Manual	0+250	632166.5	8604216.9	1.40	Eje
	C-03	Manual	0+500	632321.3	8604027.6	1.40	Eje
	C-04	Manual	0+750	632464.0	8603818.1	1.40	Eje
	C-05	Manual	1+000	632614.0	8603625.3	1.40	Eje
	C-06	Manual	1+250	632799.9	8603458.5	1.40	Eje
	C-07	Manual	1+500	632978.5	8603284.4	1.40	Eje
	C-08	Manual	1+750	633062.8	8603053.5	1.40	Eje

C-09	Manual	2+000	633192.8	8602859.1	1.40	Izquierdo
C-10	Manual	2+250	633309.5	8602719.2	1.40	Izquierdo
C-11	Manual	2+500	633533.6	8602830.2	1.40	Izquierdo
C-12	Manual	2+750	633727.3	8602726.9	1.40	Eje
C-13	Manual	2+940	633731.6	8602873.1	1.40	Eje

*Nota:* Elaboración Propia.

La exploración de la calicata, y se han medido desde el terreno natural, esto nos ha permitido establecer la estratigrafía y se determinen cada tipo de ensayo que se requiere realizar.

Para las “Calicatas” apertura das en los tramos del emplazamiento de la presente investigación, es necesario hacer los siguientes trabajos de campo que a continuación se detalla:

### **Identificación de la Napa Freática**

Durante los trabajos del examen de campo se llevaron a cabo la lista de los niveles del agua freática en las calicatas excavadas. Se registro el nivel freático en las excavaciones provenientes posiblemente de algún curso subterráneo, las mismas que serán necesario que sean controladas. Ahora, se muestra en el cuadro siguiente las excavaciones con los registros de estos niveles:

**Tabla 26.**

*Registros de Napa Freática*

Tramo	Calicata	Progresiva Km	Profundidad de Excavación (m)	Profundidad del N.F. (m)
Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri	C-01	0+005	1.40	N.E.
	C-02	0+250	1.40	N.E.
	C-03	0+500	1.40	N.E.
	C-04	0+750	1.40	N.E.
	C-05	1+000	1.40	N.E.
	C-06	1+250	1.40	N.E.
	C-07	1+500	1.40	N.E.
	C-08	1+750	1.40	N.E.
	C-09	2+000	1.40	1.00
	C-10	2+250	1.40	N.E.
	C-11	2+500	1.40	N.E.
	C-12	2+750	1.40	0.80
	C-13	2+940	1.40	N.E.

*Nota:* Elaboración Propia.

## Toma de Muestras

De las excavaciones se extrajeron muestras de los estratos más desfavorables, según la inspección visual realizada en campo, se obtuvo muestras alteradas de las calicatas para los ensayos estándares las cuales fueron remoldados en laboratorio para simular las condiciones de campo, así como para el contenido de humedad se tomó muestras en recipientes herméticamente cerrados.

**Tabla 27.**

*Tipo de suelo de Calicata*

Tramo	Calicata	Progresiva Km	Estrato / Muestra	Profundidad (m)	Espesor (m)	Suelo	Observación
Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri	C-01	0+005	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.70 - 1.40	0.70	Grava Limosa con Arena	Sub rasante
	C-02	0+250	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.60 - 1.40	0.80	Grava Mal Graduada con Arena	Sub rasante
	C-03	0+500	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	1.00 - 1.40	0.40	Limo	Sub rasante
	C-04	0+750	E1/M1	0.00 - 1.00	1.00	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	1.00 - 1.40	0.40	Arena Mal Graduada	Sub rasante
	C-05	1+000	E1/M1	0.00 - 0.80	0.80	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.80 - 1.40	0.60	Arena Mal Graduada con Limo	Sub rasante
	C-06	1+250	E1/M1	0.00 - 0.70	0.70	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.70 - 1.40	0.70	Arena Mal Graduada con Limo	Sub rasante
	C-07	1+500	E1/M1	0.00 - 0.80	0.80	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.80 - 1.40	0.60	Arena Limosa	Sub rasante
	C-08	1+750	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.40 - 1.40	1.00	Grava Limosa con Arena	Sub rasante
	C-09	2+000	E1/M1	0.00 - 0.20	0.20	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.20 - 1.40	1.20	Grava Arcillosa con Arena	Sub rasante
	C-10	2+250	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.30 - 1.40	1.10	Limo Arenoso	Sub rasante
	C-11	2+500	E1/M1	0.00 - 0.50	0.50	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.50 - 1.40	0.90	Limo con Arena	Sub rasante
	C-12	2+750	E1/M1	0.00 - 0.40	0.40	Capa de Cobertura	Relleno
			E2/M2	0.40 - 1.40	1.00	Arcilla Ligera	Sub rasante
C-13	2+940	E1/M1	0.00 - 0.60	0.60	Capa de Cobertura	Relleno	
		E2/M2	0.60 - 1.40	0.80	Arcilla Ligera con Arena	Sub rasante	

*Nota:* Elaboración Propia.

## Ensayo de Laboratorio

De cada sección representativa del suelo se tomaron muestras alteradas, las cuales, seleccionadas de manera prescrita, se enviaron al laboratorio para su debido análisis con el fin de identificar el suelo y clasificarlo. Los estudios estándares se efectuaron en el laboratorio **VAZATT GEOTEST S.R.L. (VAGECONS S.R.L) Unidad de Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto**, siguiendo las normas de la ASTM y fueron los siguientes:

### Ensayo

*Descripción visual – manual (ASTM D 2488)*

*Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422)*

*Límite líquido y límite plástico (ASTM D 4318)*

*Clasificación unificada de suelos SUCS (ASTM D 2487)*

*Contenido de humedad natural (ASTM D 2216 y ASTM D 4643)*

*Densidad seca mínima (ASTM D 1557)*

### ENSAYO ESPECIAL

Densidad seca máxima – Proctor modificado

CBR

## Resultados de los Ensayos Determinativos

En el Cuadro adjunto siguiente se muestran el Resumen de los ensayos de laboratorio efectuados.

**Tabla 28.**

*Resumen de ensayos de laboratorio*

Tramo	Progresiva Km	Calicata	Profundidad (m)	W nat. (%)	% Grava	% Arena	% Finos	L.L.%	L.P.%	I.P.%	AASTHO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487
	0+005	C-01	0.70 - 1.40	6.05	57.49	27.46	15.04	45.95	NP	NP	A-1-b (0)	GM	Grava Limosa con Arena
	0+250	C-02	0.60 - 1.40	6.84	59.11	36.39	4.50	48.51	NP	NP	A-1-a (1)	GP	Grava Mal Graduada con Arena

0+500	C-03	1.00 - 1.40	12.45	0.32	0.73	98.94	56.91	NP	NP	A-4 (0)	ML	Limo
0+750	C-04	1.00 - 1.40	8.88	0.00	96.67	3.33	39.30	NP	NP	A.3 (1)	SP	Arena Mal Graduada
1+000	C-05	0.80 - 1.40	10.01	0.10	92.22	7.69	46.85	NP	NP	A.3 (1)	SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
1+250	C-06	0.70 - 1.40	8.95	0.00	88.80	11.20	38.45	NP	NP	A-2-4 (0)	SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
1+500	C-07	0.80 - 1.40	11.45	0.00	59.48	40.52	40.72	NP	NP	A-4 (0)	SM	Arena Limosa
1+750	C-08	0.40 - 1.40	10.05	52.90	28.16	18.94	40.86	NP	NP	A-1-b (0)	GM	Grava Limosa con Arena
2+000	C-09	0.20 - 1.40	11.06	48.94	22.95	28.11	30.69	19.15	11.54	A-2-6 (0)	GC	Grava Arcillosa con Arena
2+250	C-10	0.30 - 1.40	14.44	0.00	40.54	59.46	46.78	36.50	10.28	A-7-5 (6)	ML	Limo Arenoso
2+500	C-11	0.50 - 1.40	16.05	11.34	18.64	70.02	38.93	29.49	9.44	A-4 (7)	ML	Limo con Arena
2+750	C-12	0.40 - 1.40	19.88	0.73	3.24	96.04	42.39	22.85	19.54	A-7-6 (21)	CL	Arcilla Ligera
2+940	C-13	0.40 - 0.60	14.76	9.34	17.60	73.06	47.39	26.09	21.31	A-7-6 (16)	CL	Arcilla Ligera con Arena

*Nota:* Elaboración Propia.

## Capacidad de Soporte del suelo

### Descripción del material de subrasante

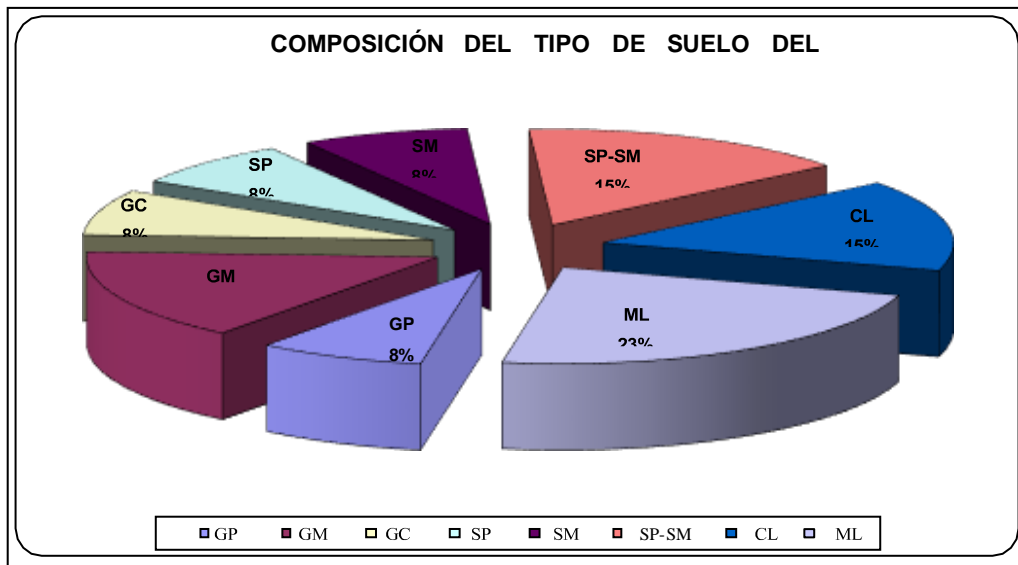
De acuerdo a las observaciones efectuadas en el campo durante la realización de los trabajos de campo y los resultados de la clasificación de campo realizada, se han determinado las características del suelo a lo largo del tramo de la ruta en estudio.

La sub rasante (Terreno natural o relleno), denominado también terreno de fundación tiene características diferentes para cada sección o sub tramo evaluado, los suelos tienen componentes finos y gruesos, predominando los suelos tipos Limos, Limos con arenas, Arcilla ligeras, Arenas limosas, Arenas mal graduadas con limos, Gravas limosas con arenas y Gravas mal graduadas con arenas. La composición del tipo de suelo del tramo es el siguiente:



**Figura 8.**

*Composición de los tipos de suelo*



Nota: *Elaboración Propia.*

### Capacidad de Soporte del suelo de la Sub rasante

La capacidad de soporte de los suelos en función del Índice CBR, para el tramo de estudio, es variada.

De acuerdo a los resultados de los estudios ejecutados a las muestras extraídas de las calicatas aperturadas en el tramo de estudio, presentan sectores homogéneos en función a las características predominantes del suelo y su capacidad de soporte. Los ensayos de CBR obtenidos de laboratorio se muestran a continuación.

**Tabla 29.**

*Capacidad de soporte de los suelos*

IDENTIFICACIÓN		PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIONES		PRÓCTOR MODIFICADO		CBRAL 0.1" DE PENETRACIÓN		CALIDAD COMOSUB RASANTE
Calicata	Progresiva (Km)	% Grava	% Arena	% Finos	LL %	LP %	IP %	SUCS	AASHTO	MDS	OCH	100%	95%	
C-01	0+005	57.49	27.46	15.04	45.95	NP	NP	GM	A-1-b (0)					Buena
C-02	0+250	59.11	36.39	4.50	48.51	NP	NP	GP	A-1-a (1)	2.138	5.94	19.0	16.6	Buena
C-03	0+500	0.32	0.73	98.94	56.91	NP	NP	ML	A-4 (0)					Pobre
C-04	0+750	0.00	96.67	3.33	39.30	NP	NP	SP	A.3 (1)	1.904	6.01	7.3	5.2	Pobre

C-05	1+000	0.10	92.22	7.69	46.85	NP	NP	SP-SM	A.3 (1)					Pobre
C-06	1+250	0.00	88.80	11.20	38.45	NP	NP	SP-SM	A-2-4 (0)					Pobre
C-07	1+500	0.00	59.48	40.52	40.72	NP	NP	SM	A-4 (0)					Pobre
C-08	1+750	52.90	28.16	18.94	40.86	NP	NP	GM	A-1-b (0)					Pobre
C-09	2+000	48.94	22.95	28.11	30.69	19.15	11.54	GC	A-2-6 (0)	2.013	8.425	28.1	19.9	Buena
C-10	2+250	0.00	40.54	59.46	46.78	36.50	10.28	ML	A-7-5 (6)					Regular
C-11	2+500	11.34	18.64	70.02	38.93	29.49	9.44	ML	A-4 (7)	1.817	14.54	7.1	6.1	Regular
C-12	2+750	0.73	3.24	96.04	42.39	22.85	19.54	CL	A-7-6 (21)					Regular
C-13	2+940	9.34	17.60	73.06	47.39	26.09	21.31	CL	A-7-6 (16)					Regular

*Nota:* Elaboración Propia.

### **Análisis de la Subrasante**

La subrasante viene a ser la capa del suelo de fundación o la parte superficial del terreno natural donde se asentará la estructura del pavimento ya sea en corte o relleno. Para eso es necesario determinar su capacidad de soporte frente a las condiciones de servicio para las que va a ser diseñada esta vía.

Se identifica 05 categorías de sub rasantes en función del CBR de diseño:

Se consideran como materiales aptos para a la colocación de la sub rasante a los tipos de suelos con valores mayores al 6% de su capacidad de soporte de CBR. Y cuando este valor es menor, se debe de realizar la eliminación de este tipo de material para colocar un material granular de CBR que sea mayor a 15% con el fin de estabilizar la subrasante como un mejoramiento.

Las sub rasante clasificada para el proyecto presentan tramos de sub rasantes de regulares a muy buenas características.

De acuerdo a lo establecido anteriormente, finalmente se desprende lo siguiente:

- A. El C.B.R. de Diseño de la Sub rasante, para el Tramo Km 0+000 al Km 0+300, según los ensayos realizados es de:

**CBR al 95% de la M.D.S. = 16.6%**

Por lo que se considera que la Sub rasante es de Categoría Buena (S3), Según el Manual de Carreteras.

- B. El C.B.R. de Diseño de la Sub rasante, para el Tramo Km 0+300 al Km 1+650, según los ensayos realizados es de:

**CBR al 95% de la M.D.S. = 5.2%**

Por lo que se considera que la Sub rasante es de Categoría Pobre (S1), Según el Manual de Carreteras.

- C. El C.B.R. de Diseño de la Sub rasante, para el Tramo **Km 1+650 al Km 2+150**, según los ensayos realizados es de:

**CBR al 95% de la M.D.S. = 19.9%**

Es de Categoría Buena (S3), Según el Manual de Carreteras.

- D. El C.B.R. de Diseño de la Sub rasante, para el Tramo Km 2+150 al Km 2+940, según los ensayos realizados es de:

**CBR al 95% de la M.D.S. = 6.1%**

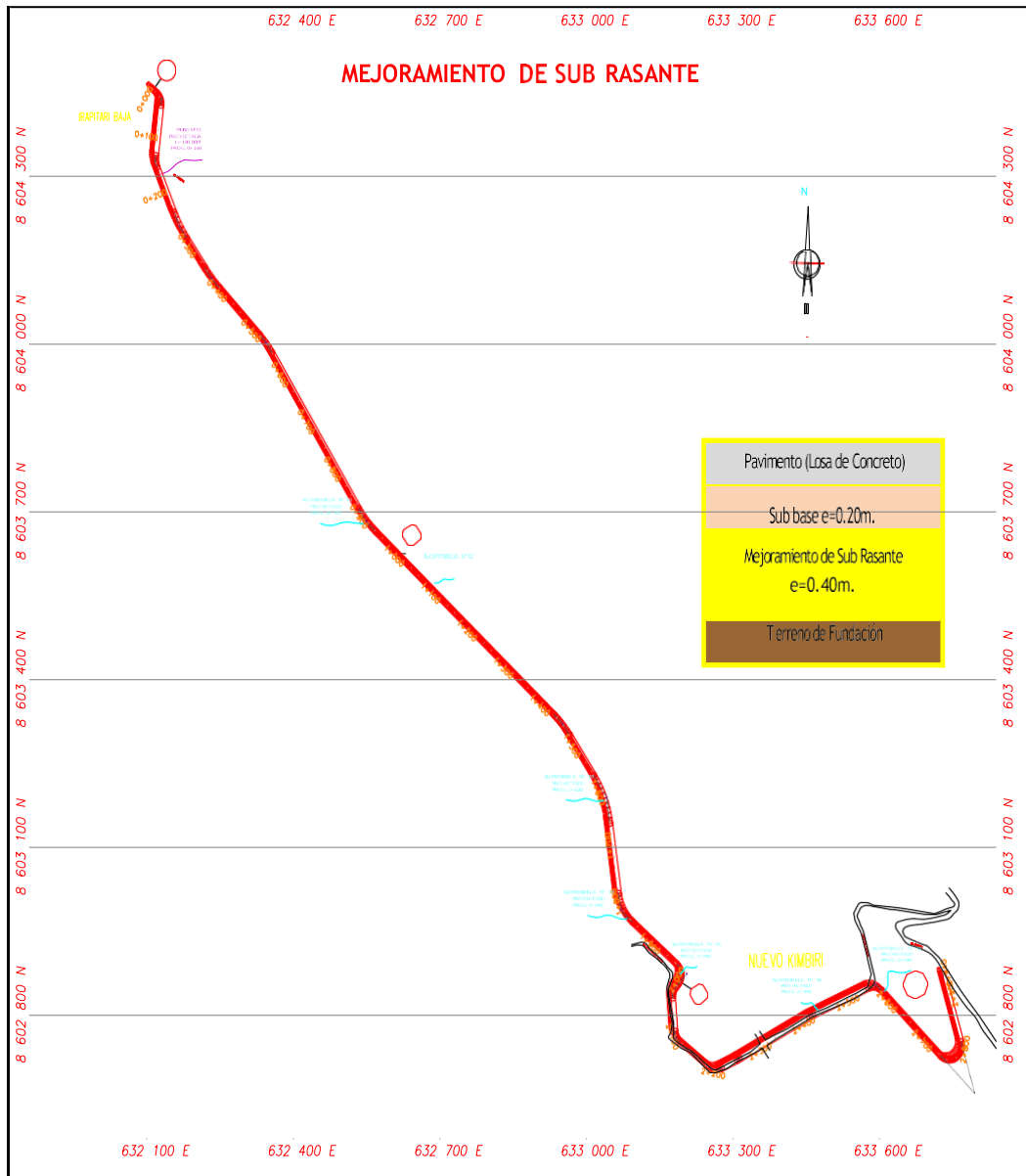
Por lo que se considera que la Sub rasante es de Categoría Buenas (S2), Según el Manual de Carreteras.

### **Mejoramiento de la Subrasante**

De la inspección de los taludes de corte existentes y las excavaciones realizadas a lo largo del Tramo de estudio y siguiendo los objetivos indicados en la figura adjunta se muestra la zonificación y el planteamiento del mejoramiento de la sub rasante con el componente seleccionado tomando en cuenta los resultados de los estudios de laboratorio:

**Tabla 30.**

*Mejoramiento de la Subrasante*



Nota: Elaboración Propia.

**Tramo Km 0+000 al Km 0+300**

La estratigrafía presente en el tramo mencionado tal como se muestra en la excavación realizada en el Km 0+130, muestran una capa de material de cobertura orgánica que alcanza en los peores casos hasta los 0.45m. de espesor como máximo, Subyacen los depósitos Coluviales de gran potencia conformada por Gravas arcillosas con arenas semi compactas.

En general para el tramo se plantea lo siguiente:

Realizar el cambio del material inadecuado (material de relleno y cobertura orgánica), desde los 0.00m. (Nivel actual del terreno), hasta los **0.60m.** De profundidad en un espesor de **0.60m.** Como mínimo esta será la nueva rasante de corte.

Según el trazo geométrico y la disposición de la rasante del Camino Vecinal en el perfil longitudinal. Se recomienda colocar una capa de 0.40m. de espesor que constituya la capa de Mejoramiento de Sub rasante y una capa de 0.20m. de espesor que constituya la capa de Sub base, sobre este material recién se colocará la losa del Pavimento rígido final.

En sectores donde el nivel de corte esté por debajo de la línea de rasante de la sub base, el mejoramiento se realizará en capas de 0.20m. de espesor y hasta alcanzar la rasante señalada; de preferencia se utilizará materiales granulares del tipo Gravas limosas (GM) con una buena gradación granulométrica.

El proceso de compactación se realizará con la utilización del rodillo donde las características de peso y rendimiento deberán ser comprobados y aprobadas por el especialista a cargo. Para los bordes se compactarán desde afuera hacia el centro y el grado máximo que se exigirá de la compactación será de 98%-100% del valor obtenido de la máxima densidad seca del Proctor modificado.

### **Tramo Km 0+300 al Km 1+650**

La estratigrafía presente en el tramo mencionado tal como se muestra en la excavación realizada en el Km 0+005, muestran una capa de material de cobertura orgánica que alcanza en los peores casos hasta los 0.40m. de espesor como máximo, Subyacen los depósitos Residuales y Coluviales de gran potencia conformada por Arcillas ligeras arenosas semi compactas.

En general para el tramo se plantea lo siguiente:

Realizar el cambio del material inadecuado (material de relleno y cobertura orgánica), desde los 0.00m. (Nivel actual del terreno), hasta los **0.60m.** De profundidad en un espesor de **0.60m.** Como mínimo esta será la nueva rasante de corte.

Según el trazo geométrico y la disposición de la rasante del pavimento rígido en el perfil longitudinal. Se recomienda colocar una capa de 0.40m. de espesor que constituya la capa de Mejoramiento de Sub rasante y una capa de 0.20m. de espesor que constituya la capa de Sub base, sobre este material recién se colocará la losa del Pavimento rígido final.

En sectores donde el nivel de corte esté por debajo de la línea de rasante de la sub base, el mejoramiento se realizará en capas (0.20m), hasta alcanzar la rasante señalada; de preferencia se utilizará materiales granulares del tipo Gravas limosas (GM) con una buena gradación granulométrica.

El proceso de compactación se realizará con la utilización del rodillo donde las características de peso y rendimiento deberán ser comprobados y aprobadas por el especialista a cargo. Para los bordes se compactarán desde afuera hacia el centro y el grado máximo que se exigirá de la compactación será de 98%-100% del valor obtenido de la máxima densidad seca del Proctor modificado.

### **Tramo Km 1+650 al Km 2+150**

La estratigrafía presente en el tramo mencionado tal como se muestra en la excavación realizada en el Km 0+105, muestran una capa de material de cobertura orgánica que alcanza en los peores casos hasta los 0.50m. de espesor como máximo, Subyacen los depósitos Residuales de gran potencia conformada por Limos elásticos arenosos semi compactas.

En general para el tramo se plantea lo siguiente:

Realizar el cambio del material inadecuado (material de relleno y cobertura orgánica), desde los 0.00m. (Nivel actual del terreno), hasta los **0.60m.** De profundidad en un espesor de **0.60m.** Como mínimo esta será la nueva rasante de corte.

Según el trazo geométrico y la disposición de la rasante del pavimento rígido en el perfil longitudinal. Se recomienda colocar una capa de 0.40m. de espesor que constituya la capa de Mejoramiento de Sub rasante y una capa de 0.20m. de espesor que constituya la capa de Sub base, sobre este material recién se colocará la losa del Pavimento rígido final.

En sectores donde el nivel de corte esté por debajo de la línea de rasante de la sub base, el mejoramiento se realizará en capas de 0.20m. de espesor y hasta alcanzar la rasante señalada; de preferencia se utilizará materiales granulares del tipo Gravas limosas (GM) con una buena gradación granulométrica.

El proceso de compactación se realizará con la utilización del rodillo donde las características de peso y rendimiento deberán ser comprobados y aprobadas por el especialista a cargo. Para los bordes se compactarán desde afuera hacia el centro y el grado

máximo que se exigirá de la compactación será de 98%-100% del valor obtenido de la máxima densidad seca del Proctor modificado.

### **Tramo Km 2+150 al Km 2+940**

La estratigrafía presente en el tramo mencionado tal como se muestra en la excavación realizada en el Km 0+105, muestran una capa de material de cobertura orgánica que alcanza en los peores casos hasta los 0.50m. de espesor como máximo, Subyacen los depósitos Residuales de gran potencia conformada por Limos elásticos arenosos semi compactas.

En general para el tramo se plantea lo siguiente:

Según el trazo geométrico y la disposición de la rasante del pavimento rígido en el perfil longitudinal. Se recomienda colocar una capa de 0.40m. de espesor que constituya la capa de Mejoramiento de Sub rasante y una capa de 0.20m. de espesor que constituya la capa de Sub base, sobre este material recién se colocará la losa del Pavimento rígido final.

En sectores donde el nivel de corte esté por debajo de la línea de rasante de la sub base, el mejoramiento se realizará en capas de 0.20m. de espesor y hasta alcanzar la rasante señalada; de preferencia se utilizará materiales granulares del tipo Gravas limosas (GM) con una buena gradación granulométrica.

El proceso de compactación se realizará con la utilización del rodillo donde las características de peso y rendimiento deberán ser comprobados y aprobadas por el especialista a cargo. Para los bordes se compactarán desde afuera hacia el centro y el grado máximo que se exigirá de la compactación será de 98%-100% del valor obtenido de la máxima densidad seca del Proctor modificado. Siguiendo los objetivos indicados podemos realizar el siguiente cuadro resumen del mejoramiento de la sub rasante por tramos:

**Tabla 31.**  
*Mejoramiento de la subrasante*

Ubicación	Tramo (Km)		Longitud (M)	Espesor Recomendado (m)		Observación
	De	Al		Afirmado	Relleno	
CV. Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri	0+000.0	0+300.0	300.0	0.20	0.50	Afirmado de 0.20m. y Relleno de 0.50m.
	0+300.0	1+650.0	1350.0	0.20	0.70	Afirmado de 0.20m. y Relleno de 0.70m.
	1+650.0	2+150.0	500.0	0.20	0.40	Afirmado de 0.20m. y Relleno de 0.40m.
	2+150.0	2+940.0	790.0	0.20	0.60	Afirmado de 0.20m. y Relleno de 0.60m.

*Nota:* Elaboración Propia.

El espesor del mejoramiento de la sub rasante se determinará con el estudio de diseño del pavimento.

La presión de soporte del suelo para el tramo Irapitari Baja- Nuevo Kimbiri, es el siguiente:

**Tabla 32.**

*Presión soporte del suelo*

IDENTIFICACIÓN		PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA			LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACIONES		PRÓCTOR MODIFICADO		CBRALO.1" DE PENETRACIÓN		CALIDAD COMO SUB RASANTE
Calicata	Progresiva (Km)	% Grava	% Arena	% Finos	LL %	LP %	IP %	SUCS	AASHTO	MDS	OCH	100%	95%	
C-02	0+250	59.11	36.39	4.50	48.51	NP	NP	GP	A-1-a (1)	2.138	5.94	19.0	16.6	Buena
C-04	0+750	0.00	96.67	3.33	39.30	NP	NP	SP	A.3 (1)	1.904	6.01	7.3	5.2	Pobre
C-09	2+000	48.94	22.95	28.11	30.69	19.15	11.54	GC	A-2-6 (0)	2.013	8.425	28.1	19.9	Buena
C-11	2+500	11.34	18.64	70.02	38.93	29.49	9.44	ML	A-4 (7)	1.817	14.54	7.1	6.1	Regular

*Nota:* Elaboración Propia.

La estructura y densidad del pavimento estará según la capacidad de soporte del suelo.

La proyección del volumen de tránsito de diseño estará de acuerdo a las demandas de proyección del tráfico, para lo cual es necesario se cumpla con un diseño óptimo de la geometría de la sección transversal.

El pavimento deberá diseñarse y dimensionarse para transmitir al suelo una presión máxima que no exceda de la especificada en el estudio de mecánica de suelos EMS.

**Tabla 33.**

*Espesor de afirmado y relleno*

Ubicación	Tramo (Km)		Longitud (M)	Espesor Recomendado (m)		Observación
	De	Al		Afirmado	Relleno	
CV. Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri	0+000.0	0+300.0	300.0	0.20	0.50	A firmado de 0. 20m. y Relleno de 0.5m
	0+300.0	1+650.0	1350.0	0.20	0.70	A firmado de 0. 20m. y Relleno de 0.7m
	1+650.0	2+150.0	500.0	0.20	0.40	A firmado de 0. 20m. y Relleno de 0.4m
	2+150.0	2+940.0	790.0	0.20	0.60	A firmado de 0. 20m. y Relleno de 0.6m

*Nota:* Elaboración Propia.



Está demostrado que la pavimentación del tramo Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri, siempre en cuando se cumpla con las recomendaciones planteadas y que los materiales utilizados en la conformación de la capa de relleno Sub base y Base cumplan con las especificaciones técnicas para su uso como materiales en la construcción de pavimentos rígidos.

Finalmente, en la Tabla 34 se adjunta “Espesor de afirmado y relleno”, se muestra el espesor del revestimiento de la capa de Afirmado para el tramo de estudio Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri:

El suelo de fundación (sub rasante) previa a la colocación del material de préstamo (capa de relleno y/o sub base), será escarificado y retirado las partículas mayores de 2” y otros elementos excedentes tales como desechos orgánicos, también deberá ser perfilado y compactado hasta alcanzar el valor de compactación entre 95% a 100% de su máxima composición seca (Proctor modificado).

El grado de compactación mínimo de aprobación para la conformación de la capa de relleno, subbase y base deberá ser del 100% de la máxima densidad seca del ensayo de Proctor Modificado.

Es importante tener en cuenta la construcción de sistemas de drenajes superficiales (cunetas) con el propósito de que el agua de lluvias fluya y proteger el pavimento.

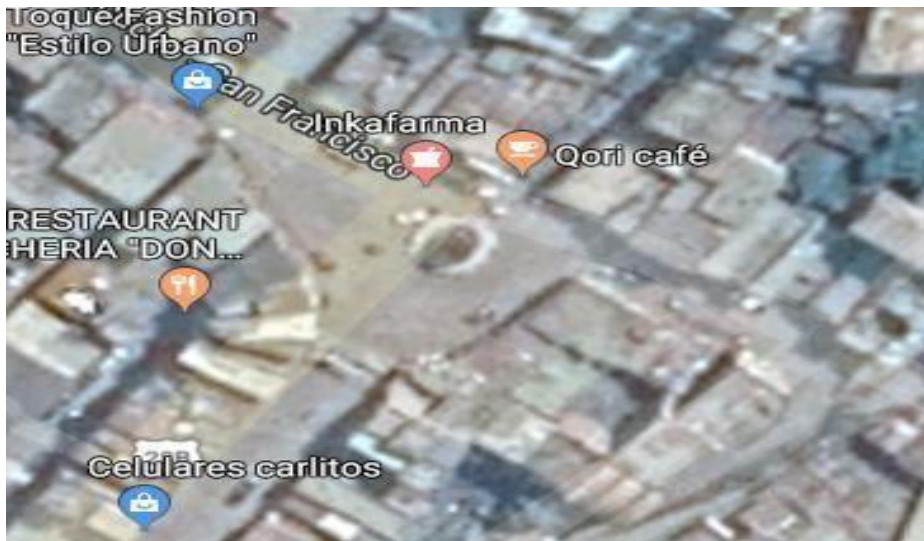
#### **4.1.4. ESTUDIO DE TRAFICO**

##### **Ubicación de la Estación**

La Estación E-1, se ubicó en la capital del distrito de Kimbiri, en el ovalo donde actualmente operan los carros que brindan el servicio de transporte en la zona, en aquí se registró a todos los vehículos que circulan entre la capital del distrito de Kimbiri y las comunidades que se encuentran rio arriba de Kimbiri cuyo punto de paso sea nuevo Kimbiri.

**Figura 9.**

*Vista del terminal terrestre del distrito de Kimbiri*

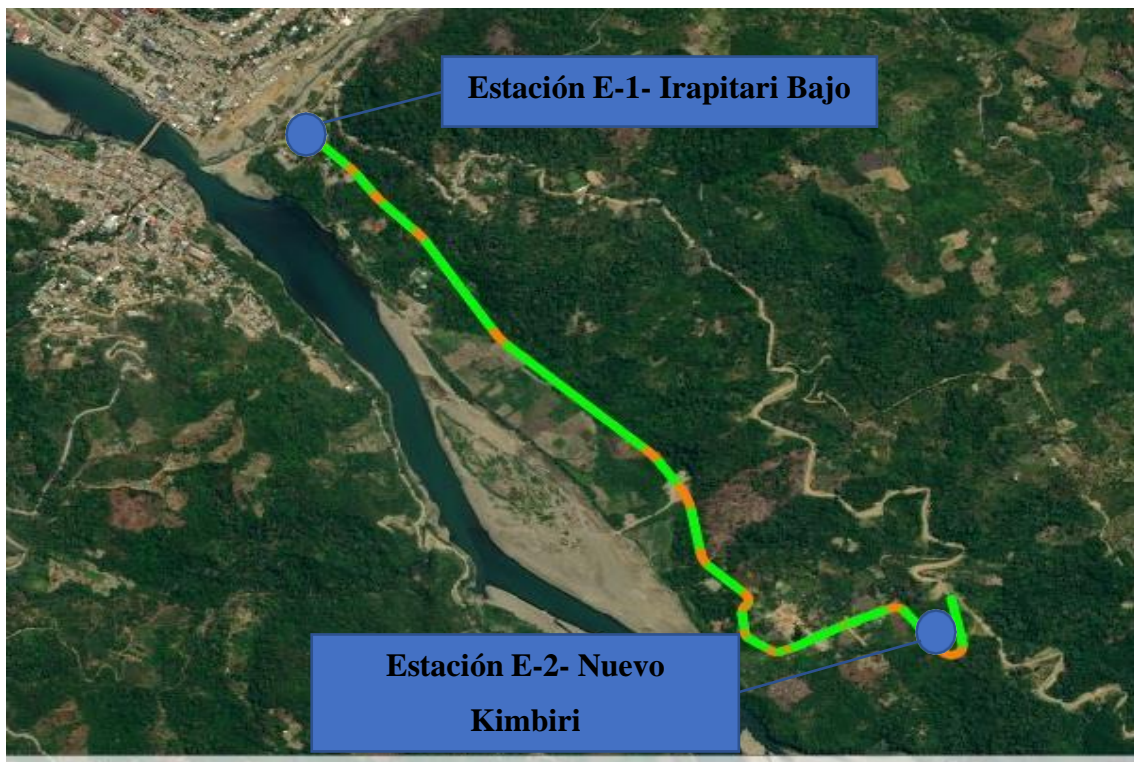


*Nota: Elaboración Propia.*

La estación E-2, se ubicó en la localidad de Nuevo Kimbiri, en aquí se registró a todos los vehículos que circulan entre esta localidad y la capital del distrito de Kimbiri.

**Figura 10.**

*Ubicación de las estaciones de control*



*Nota: Elaboración Propia.*

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

Determinar la demanda de transporte vehicular futura que se ocasiona como efecto de la del estudio de la presente investigación, puesto que esta obra se toma como solución alternativa a la actual carretera que conecta Kimbiri y nuevo Kimbiri, así como también conectara de manera más directa las localidades de Kimbiri e Irapitari baja.

### **Objetivo Especifico:**

Estimar, clasificar los vehículos y obtener el volumen de tráfico que se desplazarían por la futura vía, elemento base para determinar las características de diseño de la vía, también con el fin de realizar el estudio económico del proyecto.

El estudio de tráfico nos ofrece la estadística del flujo vehicular futuro en un punto específico de la vía puesto que se va a realizar la decisión del presente estudio.

También se tiene presente los siguientes objetivos específicos:

- Estimar la evolución futura de la demanda de transporte de la vía que se analiza.
- Identificar las características del flujo vehicular que transitará por la vía que se analiza.
- Establecer la capacidad que tendrá la vía en las condiciones de operación.
- Mostrar los efectos del tráfico con la construcción del nuevo proyecto vial.
- Brindar un conocimiento profundo del crecimiento de tráfico asociado al impacto de la nueva vía.

### **Alcances de los servicios**

Para la realización del estudio de tráfico se realizará en consideración a lo siguiente:

Es necesario establecer estaciones de conteo en ubicaciones estratégicas. Para ello se realizará conteos los cuales mostraran los resultados volumétricos y se clasifican por tipo de vehículos en periodo de 7 días continuos.

Estas encuestas se realizarán en 12 horas en la estación más representativa y durante 72 horas por día (3 día), son de origen y destino (O/D).

El IMDA se calcula con el uso de factores de corrección para cada tipo de vehículo.

El análisis de los impactos que va a generar en la demanda las velocidades de diseño, sus características como volumen y la composición del tráfico.

Se va a generar la proyección del tráfico de acuerdo a cada tipo de transporte, donde se considerará la tasa anual decrecimiento para los transporte ligeros y pesados que proporciona el MTC para la zona Cuzco y con el cual también estimar el tráfico normal y generado.

## **Características Generales y Metodología del Conteo**

### **Características Generales del Conteo**

Los valores obtenidos del volumen de tránsito siempre van a considerarse como dinámicos, puesto que son precisos en el periodo de la duración de los aforos.

Pero debido a que las variaciones son mayormente repetitivas, será muy importantes tenga el conocimiento de las características volumétricas en el tiempo y el lugar, para prever con la actuación debidas al control del tránsito.

Por lo tanto, va a ser imprescindible para planificar y para la operación de la vía, se conozca la variación periódica del volumen del tráfico en las horas de máxima demanda (días/meses/años).

### **Metodología del Conteo**

El tráfico va a ser definido como el viaje de bienes y personas en los distintos trasportes, en cambio el transito es el flujo de estos transportes como hacen uso y circulan por la vía, lo que comúnmente se conoce como tráfico vehicular.

Para el desarrollo del estudio de tráfico va a contemplar tres etapas definidas a continuación:

- Compilación de la información
- Procesamiento de la información recopilada en campo
- Analizar la información y resultados adquiridos

## **Recopilación, Procesamiento y Análisis de la Información**

### **Recopilación de la Información**

Se va a definir la ubicación estratégicamente de las estaciones de conteo del volumen del tránsito con el fin de establecer el volumen vehicular en un determinado segmento de la vía.

Para la recolección de la información se ha diferenciado la composición vehicular, periodos de conteo, y la dirección del tráfico, para ello fue necesario realizar el conteo como mínimo en 7 días por 24 horas. Los días en la toma de datos fueron los siguientes: lunes (11/11/2019), martes (12/11/2019), miércoles (13/11/2019), jueves (14/11/2019), viernes (15/11/2019), sábado (16/11/2019) y domingo (17/11/2019).

Se tomará la información provista por las estaciones de control en el distrito de Kimbiri y en la localidad de Nuevo Kimbiri, debido a que son puntos de paso obligados para casi la totalidad del tránsito que fluye en la zona.

### **Tabla 34.**

#### *Ubicación de las estaciones de control*

<b>CÓDIGO</b>	<b>TRAMO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>TAREA</b>
<b>1. Volumen y clasificación vehicular</b>			
E – 1	Kimbiri-Nuevo Kimbiri	Kimbiri	Conteo continuo
E – 2	Nuevo Kimbiri	Kimbiri	Conteo continuo
<b>2. ENCUESTA ORIGEN –DESTINO</b>			
OD E- 1	lunes	Kimbiri	<i>Pasajeros y carga</i>
OD E – 1	Miércoles	Kimbiri	<i>Pasajeros y carga</i>
OD E – 1	Sábado	Kimbiri	<i>Pasajeros y carga</i>

*Nota:* Elaboración Propia.

#### ***Procesamiento de la Información***

Para procesar la información se realizó en un trabajo enteramente en gabinete luego de haber hecho el trabajo de campo. El trabajo consiste en procesar todos los datos en Excel estableciendo la base de cálculo.

El conteo del tráfico se toma en campo y se procesa para las dos estaciones establecidas, dicha información agregará en anexos.

#### **Procesamiento de la Información y Resultados Obtenidos**

Los conteos se tienen como fin de determinar los volúmenes del tráfico que hacen uso de la vía, como también la caracterización de los vehículos con su respectivo control de variaciones diarias.

Se utilizó la siguiente fórmula para convertir el volumen de tráfico calculado a IMD:

$$IMD = IMDs * FC m$$

$$IMDs = \left[ \frac{(\sum VL + \sum Vnl)}{7} \right] \text{ (Estaciones de 7 días)}$$

Dónde:

*IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana*

*VL = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)*

*Vnl = Volumen clasificado días no laborables (día sábado (Vs), domingo (Vd),*

*FC m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.*

### **Resultados de los conteos vehiculares**

Al aplicar las fórmulas indicadas se va a obtener el IMDs, que va ser multiplicado el factor de corrección mensual (FCm).

Lo que se obtiene, muestra que el volumen de transportes actual dado en la estación de Kimbiri es de 278 veh/día y mientras en la estación de nuevo Kimbiri también es de 262 veh/día.

Las siguientes tablas describen las fechas clasificadas y las resumen por número y porcentaje de estaciones IMDA E-1 y E-2.

### **Conteo de Tráfico**

#### **Resultados de los Conteos**

A partir del procesamiento de los datos y verificada la calidad de la información que se obtuvo de las estaciones de conteo, se procesó para obtener los resultados de los volúmenes de tráfico por vehículo, por día y dirección.

**Tabla 35.**

*Resumen de clasificación vehicular de la estación de Kimbiri (E-1)*

Tipo de Vehículo		Sentido S							VDC	Sentido E							VDC	Ambo s	% Ambo s
		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7			
Auto	AUTO	44	44	50	47	54	48	56	49	48	51	58	49	54	53	55	53	102	37%
	STATION	4	1	1	4	4	4	4	3	3	4	4	3	6	2	2	3	6	2%
CAMIONETAS	PICKUP	80	87	79	98	86	98	98	89	79	59	75	60	82	71	71	71	160	58%
	PANEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	URAL (COMBI	1	0	0	0	1	3	3	1	3	2	2	1	3	1	1	2	3	1%
MICRO	MICRO	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0%
BUS	2E	4	2	2	3	1	0	0	2	1	6	2	0	3	2	2	2	4	1%
	>= 3E	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	2	0	1	0	0	1	1	0%
CAMION	2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3E	0	0	2	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0%
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SEMITRAYLER	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	>= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
TRAYLER	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	>= 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total		133	135	134	153	147	156	164	145	137	123	144	114	150	130	132	133	278	100%

Nota: Elaboración Propia.

**Tabla 35.**

*Resumen de clasificación vehicular de la estación de Nuevo Kimbiri (E-2)*

Tipo de Vehículo		Sentido S							VDC	Sentido E							VDC	Ambo	% Ambos
		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7		Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7			
Auto	AUTO	42	45	40	59	50	50	68	51	48	45	59	50	56	66	50	53	104	37%
	WAGON	3	2	1	2	1	4	4	2	1	4	4	4	1	2	2	3	5	2%
CAMIONETAS	PICKUP	77	82	74	92	81	91	91	84	71	71	73	63	85	76	76	74	158	56%
	PANEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	URAL (COMB	0	0	0	1	2	4	4	2	2	4	2	1	5	1	1	2	4	1%
MICRO	MICRO	0	1	0	1	2	3	3	1	1	0	2	0	0	1	1	1	2	1%
BUS	2E	6	1	3	2	1	1	1	2	2	4	1	2	2	3	3	2	4	1%
	>= 3E	1	0	1	0	0	1	1	1	0	2	0	2	1	0	0	1	2	1%
CAMION	2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3E	1	0	1	1	0	2	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0%
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SEMITRAYLER	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%

	>= 353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
TRAYLER	272	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	273	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	372	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	>= 373	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total		130	131	120	158	137	156	174	144	125	131	141	122	151	149	133	136	280	100%

Nota: Elaboración Propia.

### Índice Medio Diario (IMDS)

El índice medio diario (IMDs) se ha calculado en base a los valores de tráfico del promedio diario que se obtuvo en campo.

Los datos se presentan en la tabla 18, vienen a ser los totales de entrada y salida que corresponden a la cantidad de transportes por semana obtenidos en el conteo de tráfico por día, este resultado se promedia por la semana  $\Sigma Semanal/7 = IMDs$ .

IMDs que se obtiene para la estación E1, es a 277 veh. /día.

IMDs que se obtiene para la estación E2, es a 278 vehículos por día.

**Tabla 36.**

*Máxima y mínima demanda de tráfico*

ESTACIÓN	TRAMO	MÁXIMA DEMANDA		MÍNIMA DEMANDA	
		VEH / DIA	DIA	VEH / DIA	DÍA
E 1	Kimбири-nuevo Kimбири	297	viernes	258	martes
E 2	Nuevo Kimбири- Kimбири	307	domingo	255	lunes

Nota: Elaboración Propia.

### Clasificación vehicular Promedio

Con los resultados que se obtienen de la clasificación de transporte de la vía, se determinó la composición vehicular tomando una muestra, la cual está plasmada a continuación:

#### Estación E-1:

Transportes Ligeros            99%

Transportes Pesados        1%



**Tabla 37.***Tráfico vehicular (Estación 1)*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMDs</b>	<b>Distribución (%)</b>
AUTO	102	37%
STATION WAGON	6	2%
PICK UP	160	58%
PANEL	0	0%
RURAL (COMBI	3	1%
MICRO	1	0%
BUS(2E)	4	1%
CAMION(2E)	0	0%
CAMION(3E)	1	0%
SEMITRAYLER	0	0%
total	277	100%

*Nota:* Elaboración Propia.**Estación E-2:**

Transportes Ligeros 98%

Transportes Pesados 2%

**Tabla 38.***Tráfico Vehicular (Estación 2)*

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMDs</b>	<b>Distribución (%)</b>
AUTO	104	37%
STATION WAGON	5	2%
PICK UP	158	57%
PANEL	0	0%
RURAL (COMBI	4	1%
MICRO	2	1%
BUS(2E)	4	1%
CAMION(2E)	0	0%
CAMION(3E)	1	0%
SEMITRAYLER	0	0%
total	278	100%

*Nota:* Elaboración Propia.

## Variación Diaria

Con el procesamiento de los datos, se obtiene como resultado el volumen de tráfico que es presentado puede tener ciertas variaciones de su demanda dependiendo del día que se evalúa. Porque va a variar de los días lunes, martes a los días viernes, sábado y domingo, donde estos últimos tendrán mayor demanda y ser mayor al promedio semanal, el tráfico que se incrementará con la vía en estudio.

Con los resultados obtenidos en el conteo vehicular, se va a representar en la tabla 21 los máximos y mínimos en ambos sentidos.

**Tabla 39.**

*Máxima y mínima demanda por cada estación de control*

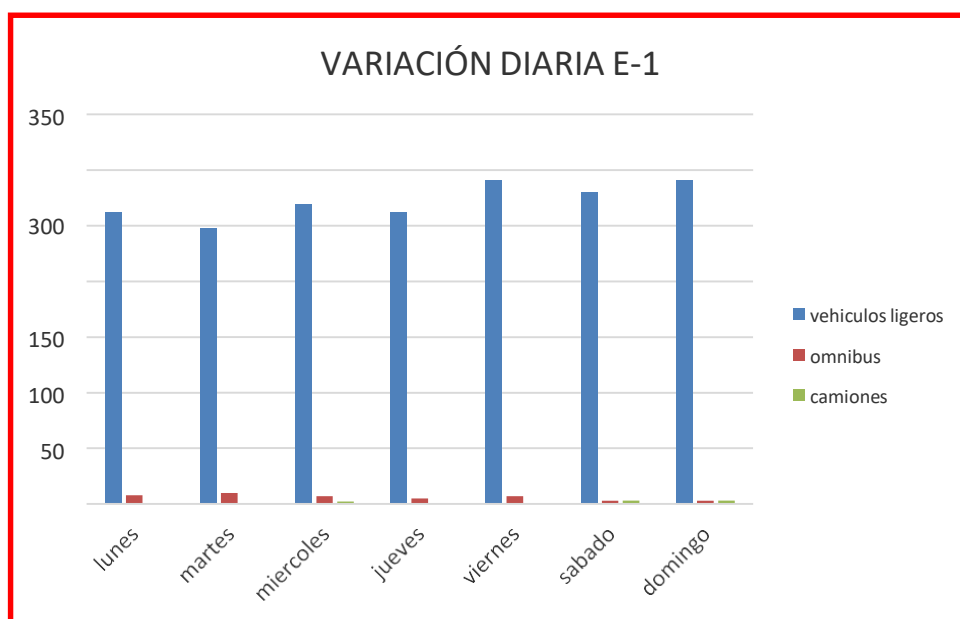
ESTACIÓN	TRAMO	MÁXIMA DEMANDA		MÍNIMA DEMANDA	
		VEH / DIA	DIA	VEH / DIA	DÍA
E 1	Kimбири-Nuevo Kimбири	297	viernes	258	martes
E 2	Nuevo Kimбири - Kimбири	307	domingo	255	lunes

*Nota:* Elaboración Propia.

## Gráficos Estadísticos de Estación E-1: Kimбири

**Tabla 40.**

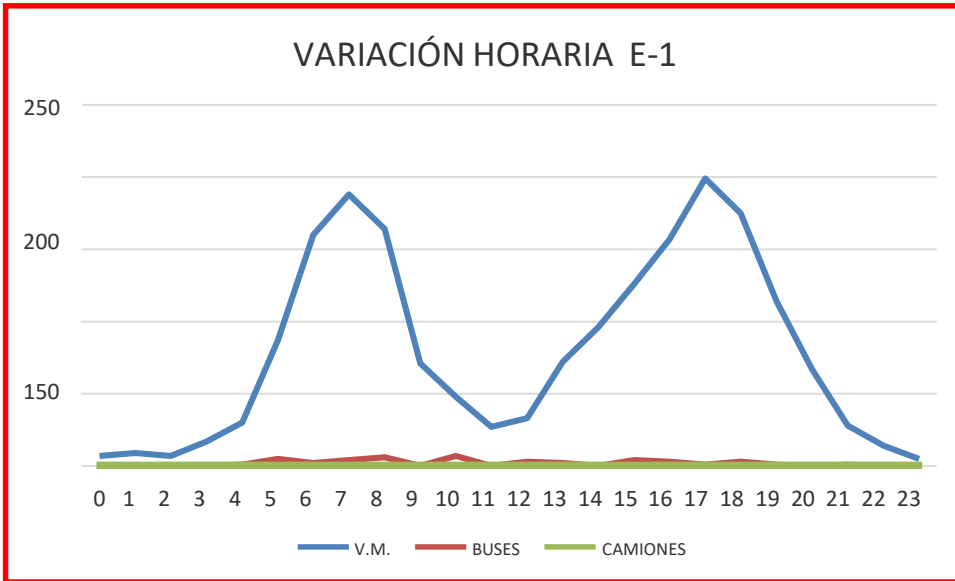
*Variaciones diarias de E-1*



*Nota:* Elaboración Propia.

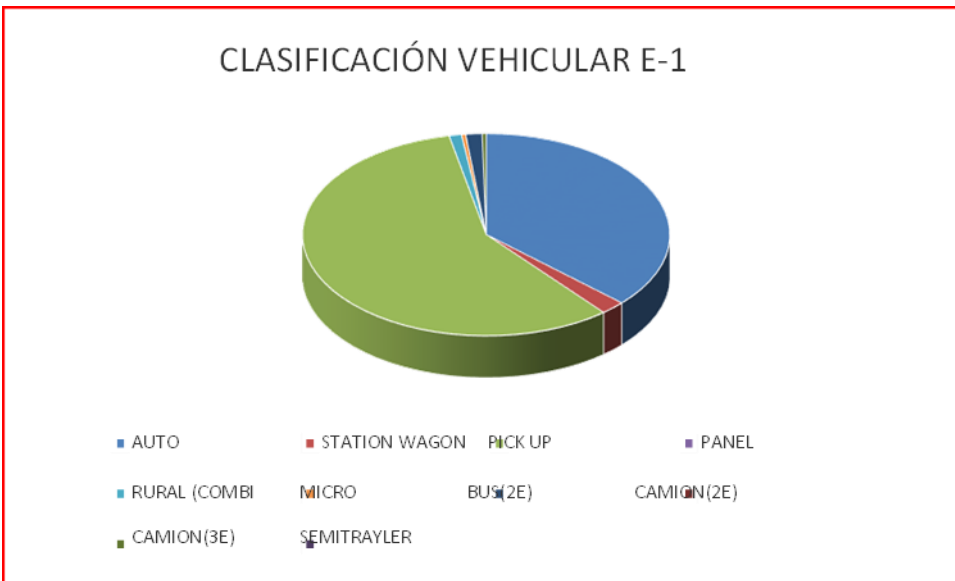
**Figura 11.**

*Clasificación vehicular de E-1*



**Tabla 41.**

*Variaciones horarias de E-1*

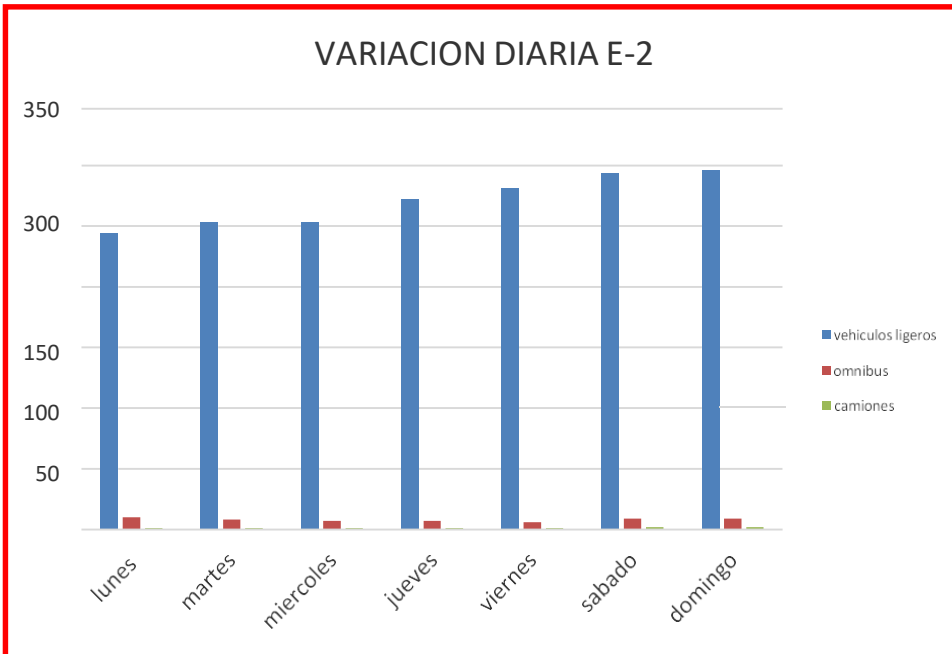


*Nota: Elaboración Propia.*

## Gráficos Estadísticos de Estación E-2: Nuevo Kimbiri

**Figura 12.**

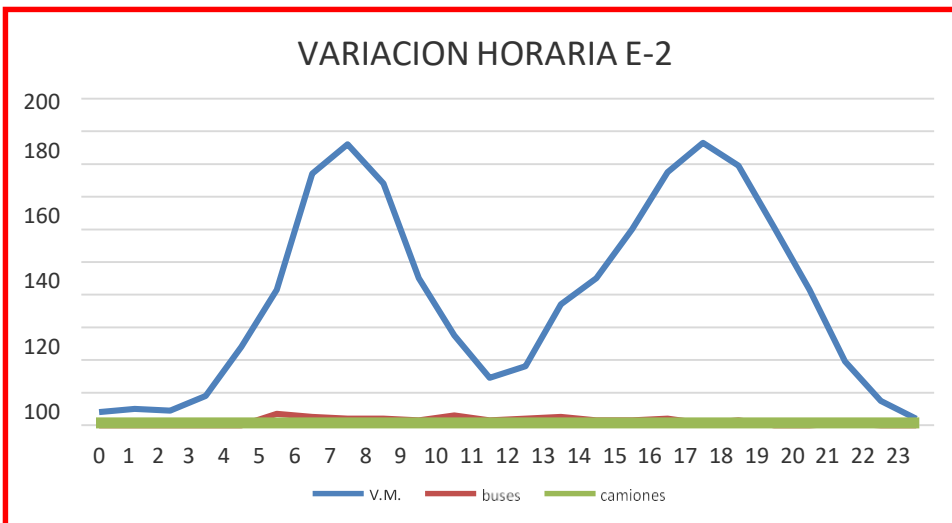
*Variaciones diarias de E-2*



*Nota:* Elaboración Propia.

**Figura 13.**

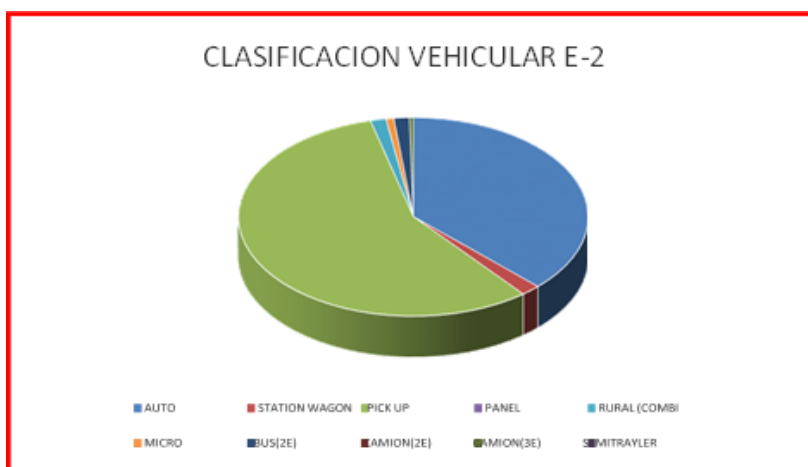
*Variación horaria de E-2*



*Nota:* Elaboración Propia.

**Figura 14.**

*Clasificación vehicular de E-2*



*Nota:* Elaboración Propia.

### Variación Estacional

#### Factores de Corrección Estacional

En el cálculo del factor de corrección mensual (FCm), se ha obtenido a partir de la información que proporciona Provias descentralizado, del peaje Socos, que es el más cercano a carretera del presente estudio.

$$FCm = \frac{IMD \text{ anual}}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad peaje}}$$

Donde:

*FC m = Factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo*

*IMD = Volumen promedio diario Anual clasificado de la Unidad de Peaje*

*IMD mes de estudio = Volumen Promedio Diario, del mes en Unidad de Peaj*

**Tabla 42.**

*Factores de correcciones*

<b>PUNTO DE CONTROL</b>	<b>UNIDAD DE PEAJE ASUMIDA</b>	<b>CÓDIGO</b>	<b>MES</b>	<b>F. CORRECCION VEH. LIGEROS</b>	<b>F. CORRECCION VEH. PESADOS</b>
<i>Carretera Pisco – Huaytará – Ayacucho</i>	<i>SOCOS</i>	<i>Todas</i>	<i>noviembre – 2019</i>	<i>1.02946758068431</i>	<i>1.01901083159326</i>

*Nota:* Extraído de MTC DG, 2018

Los datos que se presenta en la Tabla 24 da los valores del factor de corrección de acuerdo al tipo de vehículo, donde se tomará como factores de corrección mensual que se obtienen del puesto de peaje de Socos.

**Tabla 43.**

*IMDA para la estación de Kimbiri*

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>IMDs</i>	<i>FACTOR DE CORRECCION</i>	<i>IMDA</i>
<i>AUTO</i>	102	1.0295	105
<i>STATION WAGON</i>	6	1.0295	6
<i>PICK UP</i>	160	1.0295	165
<i>PANEL</i>	0	1.0295	0
<i>RURAL (COMBI</i>	3	1.0295	3
<i>MICRO</i>	1	1.019	1
<i>BUS(2E)</i>	4	1.019	4
<i>CAMION(2E)</i>	0	1.019	0
<i>CAMION(3E)</i>	1	1.019	1
<i>SEMITRAYLER</i>	0	1.019	0
<i>total</i>	277		285

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 44.**

*IMDA para la estación de nuevo Kimbiri*

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>IMDs</i>	<i>FACTOR DE CORRECCION</i>	<i>IMDA</i>
<i>AUTO</i>	101	1.0295	104
<i>STATION WAGON</i>	6	1.0295	6
<i>PICK UP</i>	146	1.0295	150
<i>PANEL</i>	0	1.0295	0
<i>RURAL (COMBI</i>	3	1.0295	3
<i>MICRO</i>	2	1.019	2
<i>BUS(2E)</i>	3	1.019	3
<i>CAMION(2E)</i>	0	1.019	0
<i>CAMION(3E)</i>	0	1.019	0
<i>SEMITRAYLER</i>	0	1.019	0
<i>total</i>	261		269

*Nota:* Elaboración Propia.

## **Resultados**

En el estudio de las encuestas de origen – destino para los transportes ligeros, para los vehículos públicos y de carga se han realizado de manera conjunta con el conteo vehicular.

## Matriz Origen-Destino para Vehículos Ligeros

En los Anexos E y F se puede observar que la estación E-1 es la de mayor tráfico en la vía entre Kimbiri y Chirumpirari y en la vía de retorno entre Kimbiri y Sirenachayocc.

**Tabla 45.**

*Matriz O-D para vehículos Ligeros. Día Lunes 11/11/2019*

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	KIMBIRI	IRAPITARI BAJA	SAMANIATO	MANITEA ALTA	SIRENACHAYOCC	LOBO	CHIRUMPIRARI	
KIMBIRI		12	18	18	13	14	19	94
IRAPITARI BAJA	15							15
SAMANIATO	14							14
MANITEA ALTA	12							12
SIRENACHAYOCC	20							20
LOBO	17							17
CHIRUMPIRARI	16							16
TOTAL	94	12	18	18	13	14	19	188

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 46.**

*Matriz O-D para vehículos de transporte (Ómnibus). Día Lunes 11/11/2019*

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	KIMBIRI	IRAPITARI BAJA	SAMANIATO	MANITEA ALTA	SIRENACHAYOCC	LOBO	CHIRUMPIRARI	
KIMBIRI		1			2			3
IRAPITARI BAJA								0
SAMANIATO								0
MANITEA ALTA	1							1
SIRENACHAYOCC								0
LOBO								0
CHIRUMPIRARI	2							2
TOTAL	3	1	0	0	2	0	0	6

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 47.**

*Motivo de viaje de vehículos (Estación E-1). Día Lunes (11/11/2019)*

MOTIVO DE VIAJE	TIPO DE VEHICULO					TOTAL
	AUTO / S. WAGON	PICK UP / PANEL	COMBI	BUS	CAMION	
TRABAJO/COMERCIO	15.63%	19.79%	0.52%	0.00%	0.00%	35.94%
TURISMO / PASEO	13.02%	15.10%	0.00%	0.52%	0.00%	28.65%
ESTUDIOS	8.85%	21.88%	0.52%	1.04%	0.00%	32.29%
SALUD	1.56%	1.04%	0.00%	0.52%	0.00%	3.13%
TOTAL	52.24%	13.44%	25.37%	2.98%	5.97%	100.00%

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 48.***Motivo de viaje de vehículos (Estación E-1). Día miércoles (13/11/2019)*

MOTIVO DE VIAJE	TIPO DE VEHICULO					TOTAL
	AUTO / S. WAGON	PICK UP / PANEL	COMBI	BUS	CAMION	
TRABAJO/COMERCIO	22.16%	27.84%	0.00%	0.52%	0.52%	51.03%
TURISMO / PASEO	8.76%	14.43%	0.52%	1.03%	0.00%	24.74%
ESTUDIOS	7.22%	8.25%	0.00%	1.03%	0.00%	16.49%
SALUD	1.55%	5.15%	0.52%	0.52%	0.00%	7.73%
<b>TOTAL</b>	<b>52.24%</b>	<b>13.44%</b>	<b>25.37%</b>	<b>2.98%</b>	<b>5.97%</b>	<b>100.00%</b>

*Nota:* Elaboración Propia.**Tabla 49.***Motivo de viaje de vehículos (Estación E-1). Sábado (16/11/2019)*

MOTIVO DE VIAJE	TIPO DE VEHICULO					TOTAL
	AUTO / S. WAGON	PICK UP / PANEL	COMBI	BUS	CAMION	
TRABAJO/COMERCIO	13.54%	23.44%	0.52%	0.00%	1.04%	38.54%
TURISMO / PASEO	11.46%	16.15%	0.52%	0.52%	0.52%	29.17%
ESTUDIOS	13.02%	13.02%	0.52%	0.52%	0.00%	27.08%
SALUD	2.08%	3.13%	0.00%	0.00%	0.00%	5.21%
<b>TOTAL</b>	<b>52.24%</b>	<b>13.44%</b>	<b>25.37%</b>	<b>2.98%</b>	<b>5.97%</b>	<b>100.00%</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

### ***Proyección de Tráfico***

#### **Trafico Normal**

Los cálculos que se estiman del tráfico normal se van a obtener a partir de las proyecciones de los actuales valores de tránsito que hay en el área de estudio, para poder determinar es probable la aplicación del crecimiento del tráfico obtenido de acuerdo al método establecido.

Para determinar el cálculo del tráfico normal a partir de la siguiente aplicación de la fórmula:

$$T_n = T_o * (1 + Ri)^n$$

Donde:

$T_n$  = Tráfico en el tramo en el año  $n$ .

$T_o$  = Tráfico en el tramo en el año base.

$Ri$  = Tasa anual de generación de viajes



$n = \text{Años del periodo de diseño}$

### **Proyección de Tráfico Normal**

Hay 2 procedimientos que mayormente se utilizan para el cálculo proyectado del tráfico en vías que tiene características equivalentes a la vía en estudio.

- Se utilizará información histórica de los promedios de los Índices Medios Diarios Anuales (IMDA) del flujo vehicular en la vía que se analiza.
- Se emplearán indicadores macroeconómicos expresados en tasas de variación y otros parámetros relacionados, que nos permitan establecer qué tipo de tasas de variación de tráfico usar.

De acuerdo con el primer procedimiento, no hay bastante investigación estadística del tránsito con referencia a los datos históricos de la vía en estudio, puesto que casi siempre no existe, a razón de ello se ha considerado más razonable aplicar el segundo procedimiento para obtener la proyección del tráfico que están basadas en el crecimiento económico del Producto Bruto Interno (PBI) y del crecimiento de la población.

Para determinar las tasas de crecimiento de generación de pasajeros se toma en cuenta la información provista por el MTC en el archivo estándar de vías interurbanas.

**Tabla 50.**

*Tasa de crecimiento para vehículos ligeros y pesados*

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros</b>		<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados</b>	
	<b>TC</b>		<b>PBI</b>
Amazonas	0.62%	Amazonas	3.42%
Ancash	0.59%	Ancash	1.05%
Apurímac	0.59%	Apurímac	6.65%
Arequipa.	1.07%	Arequipa.	3.37%
Ayacucho	1.18%	Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	0.57%	Cajamarca.	1.29%
Callao	1.56%	Cusco.	4.43%
Cusco.	0.75%	Huancavelica.	2.33%
Huancavelica.	0.83%	Huánuco.	3.85%
Huánuco.	0.91%	Ica.	3.54%
Ica.	1.15%	Junín.	3.90%
Junín.	0.77%	La Libertad	2.83%
La Libertad	1.26%	Lambayeque.	3.45%
Lambayeque.	0.97%	Callao	3.41%
Lima Provincia	1.45%	Lima Provincia	3.07%
Lima.	1.45%	Lima.	3.69%
Loreto.	1.30%	Loreto.	1.29%
Madre de Dios	2.58%	Madre de Dios	1.98%
Moquegua	1.08%	Moquegua	0.27%
Pasco.	0.84%	Pasco.	0.36%
Piura.	0.87%	Piura.	3.23%
Puno.	0.92%	Puno.	3.21%
San Martín.	1.49%	San Martín.	3.84%
Tacna.	1.50%	Tacna.	2.88%
Tumbes.	1.58%	Tumbes.	2.60%
Ucayali	1.51%	Ucayali	2.77%

*Nota:* Elaboración Propia.

### **Tráfico Generado y Desviado**

Por su parte este tránsito representa a viajes vehiculares que no se darían si no se hace la rehabilitación de la carretera, también está compuesto en 3 categorías, del tránsito inducido, convertido y trasladado.

El tránsito Generado va a depender la magnitud que representara la ejecución de la vía, en carretera nuevas se recomienda usar un 15% a del tránsito actual, dicho valor es obtenido

a base de mediciones realizadas por el MTC de proyectos viales se hizo estudios de evolución con características similares

El tráfico desviado es el que luego de la carretera entra en servicio es atraído por razones de ahorro de tiempo, de costos y reducción de distancias. En este caso se ha realizado un análisis juntamente con el tráfico normal, puesto que se ha tenido en consideración que todo el tráfico de carreteras alternas se dirigirá por esta nueva vía.

### **Tráfico Total**

A partir de la información obtenida se hace la elaboración de la tabla 32 y 33 con la proyección final del tráfico, obteniendo el IMDA de diseño, se ha tomado una proyección de 10 años, y el año que entra en servicio sería el 2020 hasta el 2030 de acuerdo con el periodo de diseño.

### **Proyección Total de Tráfico**

A partir de las condiciones ya expuestas se va a determinar lo siguiente:

Para la primera estación de control E-1(Kimbiri), se ha establecido una proyección de 10 años (año 2030) es de 364 *Vehículos*.

Para la segunda estación de control E-2 (Nuevo Kimbiri), con la misma proyección de 10 años (año 2030) es de 367 *Vehículos*.

**Tabla 51.**

*Proyección de tráfico de E-1*

Descripción	IMDs	Factor Corrección	IMDA	Tasa de Crec.	Año											
					2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
<b>TRAFICO NORMAL Y DESVIADO</b>					<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
AUTO	102	1.0295	105	0.75%	106	107	107	108	109	110	111	111	112	113	114	115
STATION WAGON	6	1.0295	6	0.75%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7
PICK UP	160	1.0295	165	0.75%	166	167	169	170	171	173	174	175	176	178	179	180
PANEL	0	1.0295	0	0.75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL (COMBI	3	1.0295	3	0.75%	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
MICRO	1	1.019	1	4.43%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
B>=2E	4	1.019	4	4.43%	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7
B>=3B	1	1.019	1	4.43%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
C=2E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C=3E	1	1.019	1	4.43%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
C=4E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S1/2S2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3T3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TRAFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)</b>																
AUTO					16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17
STATION WAGON					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PICK UP					25	25	25	26	26	26	26	26	26	27	27	27
PANEL					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL (COMBI					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MICRO					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
>=3E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S1/2S2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3T3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL TRAFICO</b>					<b>331</b>	<b>333</b>	<b>336</b>	<b>339</b>	<b>341</b>	<b>345</b>	<b>347</b>	<b>349</b>	<b>351</b>	<b>358</b>	<b>361</b>	<b>364</b>

*Nota: Elaboración Propia.*

**Tabla 52.**

*Proyección de tráfico de E-2*

Descripción	IMDs	Factor Corrección	IMDA	Tasa de Crec.	Año											
					2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
<b>TRAFICO NORMAL Y DESVIADO</b>					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AUTO	104	1.0295	107	0.75%	108	109	109	110	111	112	113	114	114	115	118	117
STATION WAGON	5	1.0295	5	0.75%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PICK UP	158	1.0295	163	0.75%	164	165	167	168	169	170	172	173	174	176	177	178
PANEL	0	1.0295	0	0.75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL (COMBI	4	1.0295	4	0.75%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
MICRO	2	1.019	2	4.43%	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
B=2E	4	1.019	4	4.43%	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7
B>=3E	2	1.019	2	4.43%	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
C=2E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C=3E	1	1.019	1	4.43%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
C=4E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S1/2S2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2I2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2I3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3I2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3I3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TRAFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)</b>																
AUTO					16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	17	18
STATION WAGON					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PICK UP					25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	27	27
PANEL					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL (COMBI					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MICRO					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
>=3E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S1/2S2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2I2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2I3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3I2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3I3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL, TRAFICO</b>					<b>334</b>	<b>336</b>	<b>339</b>	<b>342</b>	<b>344</b>	<b>349</b>	<b>352</b>	<b>355</b>	<b>356</b>	<b>360</b>	<b>363</b>	<b>367</b>

Nota: Elaboración Propia.

## Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes

El tráfico intenso de autobuses y camiones es importante en el diseño de la superficie de la carretera, y el factor de carga acumulativo se calcula en función de los datos recopilados.

Durante la planificación se calcula el número de repeticiones *Ejes equivalentes 8,2 tn*, se usa la siguiente fórmula para cada tipo de vehículo; y se obtiene un resultado final que viene a ser suma de todos los tipos de camiones pesados.

$$\text{Numero repeticiones de EE 8.2 tn} = \sum [\text{EE día-carril} \times \text{Fca} \times 365]$$

**Tabla 53.**

*Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar tránsito en el carril de diseño*

NÚMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO FD X FC PARA CARRIL DE DISEÑO
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 54.**

*Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE*

PERIODO DE ANÁLISIS (AÑOS)	FACTOR SIN CRECIMIENTO	TASA ANUAL DE CRECIMIENTO (R)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Nota: Elaboración Propia.

**Tabla 55.**

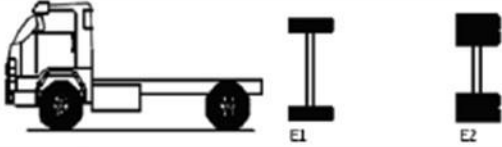
*Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.*

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE8.2 TN)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$
$P =$ peso real por eje en toneladas	

Nota: Elaboración Propia.

**Figura 15.**

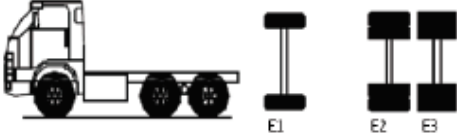
*Factor de equivalencia por eje y por vehículo camión para C2*

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)	
C2								12.30	
	$EE_{E1} = [P/66]^4$		$EE_{E2} = [P/82]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10							
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2	
Peso	7	10						3.529	
Factor E.E.	1.273	2.256							

*Nota:* Elaboración Propia.

**Figura 16.**

*Factor de equivalencia por eje y por vehículo camión para C3*

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)	
C3								13.20	
	$EE_{E1} = [P/66]^4$		$EE_{E2} = [P/82]^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8						
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16							
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem							
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3	
Peso	7	16						2.526	
Factor E.E.	1.265	1.261							

*Nota:* Elaboración Propia.



**Tabla 56.***Factor de Ajuste por Presión de Neumático***FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)**

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota: Extraído de MTC DG, 2018

**Tabla 57.***Cálculo de FV*

EJE	FV
<i>eje simple de ruedas dobles</i>	1.265
<i>eje simple de ruedas dobles</i>	3.238
<i>eje tandem (1 eje de rueda doble + 1 eje de rueda simple)</i>	1.366
<i>eje tandem (2 ejes de ruedas dobles)</i>	2.019
<i>eje tridem (2 ejes de ruedas dobles + 1 eje de rueda simple)</i>	1.508
<i>eje tridem (3 ejes de ruedas dobles)</i>	1.706

Nota: Elaboración Propia.

**Figura 17.**

*Cálculo de EE para la E-1*

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

TIPO DE VEHICULO	IMDA	FD (factor direccional)	FC(factor carril)	FV	FP (factor por presión)	EE
<i>AUTO</i>	115	0.5	1	1.265	1	72.7375
<i>STATION WAGON</i>	7	0.5	1	1.265	1	4.4275
<i>PICK UP</i>	180	0.5	1	1.265	1	113.85
<i>PANEL</i>	0	0.5	1	1.265	1	0
<i>COMBI</i>	3	0.5	1	1.265	1	1.8975
<i>MICRO</i>	2	0.5	1	2.53	1	2.53
<i>B = 2E</i>	7	0.5	1	4.503	1	15.7605
<i>B &gt; = 3B</i>	2	0.5	1	2.321	1	2.321
<i>C = 2E</i>	0	0.5	1	3.477	1	0
<i>C = 3E</i>	2	0.5	1	2.526	1	2.526
<i>C = 4E</i>	0	0.5	1	2.773	1	0
<i>2S1 /2S2</i>	0	0.5	1	4.549	1	0
<i>2S3</i>	0	0.5	1	4.236	1	0
<i>3S1 /3S2</i>	0	0.5	1	5.303	1	0
<i>&gt;= 3S3</i>	0	0.5	1	4.99	1	0
<i>2T2</i>	0	0.5	1	5.06	1	0
<i>2T3</i>	0	0.5	1	5.814	1	0
<i>3T2</i>	0	0.5	1	5.814	1	0
<i>&gt;= 3T3</i>	0	0.5	1	3.758	1	0
					total	216.05

$$N_{\text{rep de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]$$

**Cálculo de ESALS**

**903715.545**

*Nota:* Elaboración Propia.

**Tabla 58.**

Cálculo de EE para la E-2

TIPO DE VEHICULO	IMDA	FD (factor direccional)	FC(factor carril)	FV	FP (factor por presión)	EE
AUTO	117	0.5	1	1.265	1	74.0025
STATION WAGON	5	0.5	1	1.265	1	3.1625
PICK UP	178	0.5	1	1.265	1	112.585
PANEL	0	0.5	1	1.265	1	0
COMBI	4	0.5	1	1.265	1	2.53
MICRO	3	0.5	1	2.53	1	3.795
B = 2E	7	0.5	1	4.503	1	15.7605
B > = 3B	3	0.5	1	2.321	1	3.4815
C = 2E	0	0.5	1	3.477	1	0
C = 3E	2	0.5	1	2.526	1	2.526
C = 4E	0	0.5	1	2.773	1	0
2S1/2S2	0	0.5	1	4.549	1	0
2S3	0	0.5	1	4.236	1	0
3S1/3S2	0	0.5	1	5.303	1	0
>= 3S3	0	0.5	1	4.99	1	0
2T2	0	0.5	1	5.06	1	0
2T3	0	0.5	1	5.814	1	0
3T2	0	0.5	1	5.814	1	0
>= 3T3	0	0.5	1	3.758	1	0
					total	217.843

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

Cálculo de ESALS

911215.4847

Nota: Elaboración Propia.

#### 4.1.5. DISEÑO DE PAVIMENTO ESTRUCTURAL

##### DISEÑO DE LA CAPA DE AFIRMADO

El análisis del diseño estructural de afirmado se realizará en diferentes tramos de estudios según los distintos valores de CBR de capa estructural.

Entonces en el cálculo estructural de los espesores de afirmado se toma en cuenta la ecuación que está a continuación:

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10} (\text{Nrep}/120)$$

Donde:

- e = espesor de la capa de afirmado en mm.
- CBR = valor del CBR de la sub rasante.
- Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

##### **Tramo 0+000 – 0+300**

El CBR al 95% de diseño de la Subrasante es 16.6%

Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes = 911 215.485

CBR	NEE	espesor (mm)	espesor (m)
16.6	911215.485	185.8718684	0.2

e = 0.20 metros

##### **Tramo 0+300 – 1+650**

El CBR al 95% de diseño de la Subrasante es 5.2%

Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes = 911 215.485 }

CBR	NEE	espesor (mm)	espesor (m)
5.2	911215.485	378.9545206	0.4

e = 0.40 metros

### **Tramo 1+650 – 2+150**

El CBR al 95% de diseño de la Subrasante es 19.9%

Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes = 911 215.485

<b>CBR</b>	<b>NEE</b>	<b>espesor (mm)</b>	<b>espesor (m)</b>
19.9	911215.485	166.0406104	0.2

e = 0.20 metros

### **Tramo 2+150 – 2+940**

El CBR al 95% de diseño de la Subrasante es 6.1%

Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes = 911 215.485

<b>CBR</b>	<b>NEE</b>	<b>espesor (mm)</b>	<b>espesor (m)</b>
6.1	911215.485	345.6171796	0.4

e = 0.40 metros

Por lo tanto, se considera el espesor de 20 centímetros para resistir las solicitaciones de tráfico durante su ciclo de vida, además de realizar el mejoramiento de la subrasante de CBR < 6%.

## **4.1.6. PRESUPUESTO DE OBRA**

### **METRADOS**

#### **Resumen de Metrados**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unid.</b>	<b>Metrado total</b>
01	<b>COMPONENTE I: INFRAESTRUCTURA DE CALZADA</b>		
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS (0 + 000.00 – 2 + 860)</b>		
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR ORUGA	m3	55,903.36
01.02.02	CORTE EN ROCA SUELTA: PERFORACION Y DISPARO	m3	17,524.55
01.02.03	CORTE EN ROCA SUELTA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD	m3	17,524.55
01.02.04	CORTE EN ROCA FIJA: PERFORACION Y DISPARO	m3	1,049.30
01.02.05	CORTE EN ROCA FIJA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD	m3	1,049.30
01.02.06	CONFORMACION DE TERRAPLENES (RELLENO CON MAT. TRANSPORTADO)	m3	2,447.15
01.02.07	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO	m3	2,587.86

01.02.08	RIEGO CISTERNA CAP = 2,000 GLN	m3	293.66
01.02.09	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D < 1 km	m3	107,990.64
<b>01.03</b>	<b>SUPERFICIE DE RODADURA AFIRMADO E = 0.20 M</b>		
01.03.01	PERFILADO Y COMPACTACION SUB – RASANTES ZONAS CORTE	m2	44,915.00
01.03.02	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL AFIRMADO EN CANTERA = 450 M3/DIA	m3	10,939.50
01.03.03	ZARANDEADO DE MATERIAL AFIRMADO R = 350m3/Dia	m3	8,751.70
01.03.04	CARGUIO MATERIAL DE AFIRMADO	m3	10,939.50
01.03.05	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO	m3	10,939.50
01.03.06	RIEGO CISTERNA CAP = 2,000 GLN	m3	1,296.00
01.03.07	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE AFIRMADO e = 0.40 m	m2	41,483.00
<b>01.05</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>		
<b>01.05.01</b>	<b>SEÑALES INFORMATIVAS (1.20x0.70) – 05 UNIDADES</b>		
01.05.01.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	1.26
01.05.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M	m3	1.58
01.05.01.03	CONCRETO CICLOPEO f'c = 140 kg/cm2 + 30% P. M.	m3	1.32
01.05.01.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 1.20x0.70 M (INC. PINTURA)	unid	5.00
<b>01.05.02</b>	<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.60x0.90) – 02 UNIDADES</b>		
01.05.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	0.50
01.05.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M	m3	0.63
01.05.02.03	CONCRETO CICLOPEO f'c = 140 kg/cm2 + 30% P. M.	m3	0.53
01.05.02.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 0.60x0.90 M (INC. PINTURA)	unid	2.00
<b>01.05.03</b>	<b>SEÑALES PREVENTIVAS (0.60x0.60) – 18 UNIDADES</b>		
01.05.03.01	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	4.54
01.05.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M	m3	5.67
01.05.03.03	CONCRETO CICLOPEO f'c = 140 kg/cm2 + 30% P. M.	m3	4.76
01.05.03.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 0.60x0.60 M (INC. PINTURA)	unid	18.00

Nota: Elaboración Propia.

## COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Movimiento de Tierras (0+000 – 2+860)

CORTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR ORUGA

Partida	01.02.01		CORTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR ORUGA					
Rendimiento	m3/DIA	830.0000	EQ.	830.0000		Costo unitario directo por: m3	3.42	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		Mano de Obra						
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0096	8.51	0.08
								<b>0.08</b>

		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.08	
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP - D7			hm	1.0000	0.0096	348.34	3.34

### CORTE EN ROCA SUELTA: PERFORACIÓN Y DISPARO

Partida	01.02.02		CORTE EN ROCA SUELTA: PERFORACION Y DISPARO					
Rendimiento	m3/DIA	120.0000	EQ.	120.0000		Costo unitario directo por: m3	15.06	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0667	9.13	0.61
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.1333	6.63	0.88
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0667	8.51	0.57
01010300080003	PERFORISTA			hh	1.0000	0.0667	10.03	0.67
								<b>2.73</b>
		<b>Materiales</b>						
0245020007	BARRENO DE 5x1/8"			unid		0.0100	380.00	3.80
0255100003	MECHA LENTA			m		0.5000	4.72	2.36
0255100008	DINAMITA			kg		0.1200	9.27	1.11
0255100009	FULMINANTE			unid		0.5000	3.54	1.77
								<b>9.04</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	2.73	0.14
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg			hm	1.0000	0.0667	17.70	1.18
0301140009	COMPRESORA NEUMATICA 196 HP 600-690 PCM			hm	1.0000	0.0667	29.50	1.97
								<b>3.29</b>

Nota: Elaboración Propia.

### CORTE EN ROCA SUELTA: EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD

Partida	01.02.03		CORTE EN ROCA SUELTA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por : m3	6.38	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	0.2000	0.0032	9.13	0.03
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0640	6.63	0.42
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0160	8.51	0.14
								<b>0.59</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.59	0.03
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 240 - 260 HP - 2.00 M3			hm	0.6000	0.0096	367.69	3.53
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP - D7			hm	0.4000	0.0064	348.34	2.23
								<b>5.79</b>

Nota: Elaboración Propia.

**CORTE EN ROCA SUELTA: EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD**

Partida	01.02.03		CORTE EN ROCA SUELTA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por: m3	6.38	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO			hh	0.2000	0.0032	9.13	0.03
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0640	6.63	0.42
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0160	8.51	0.14
								<b>0.59</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.59	0.03
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 240 - 260 HP - 2.00 M3			hm	0.6000	0.0096	367.69	3.53
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP - D7			hm	0.4000	0.0064	348.34	2.23
								<b>5.79</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

**CORTE EN ROCA FIJA: PERFORACIÓN Y DISPARO**

Partida	01.02.04		CORTE EN ROCA FIJA: PERFORACION Y DISPARO					
Rendimiento	m3/DIA	100.0000	EQ.	100.0000		Costo unitario directo por: m3	16.25	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0800	9.13	0.73
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.1600	6.63	1.06
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0800	8.51	0.68
01010300080003	PERFORISTA			hh	1.0000	0.0800	10.03	0.80
								<b>3.27</b>
		<b>Materiales</b>						
0245020007	BARRENO DE 5x1/8"			unid		0.0100	380.00	3.80
0255100003	MECHA LENTA			m		0.5000	4.72	2.36
0255100008	DINAMITA			kg		0.1200	9.27	1.11
0255100009	FULMINANTE			unid		0.5000	3.54	1.77
								<b>9.04</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	3.27	0.16
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg			hm	1.0000	0.0800	17.70	1.42
0301140009	COMPRESORA NEUMATICA 196 HP 600-690 PCM			hm	1.0000	0.0800	29.50	2.36
								<b>3.94</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

**CORTE EN ROCA FIJA: EXCAVACIÓN, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD**

Partida	01.02.05		CORTE EN ROCA FIJA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO DE TALUD					
Rendimiento	m3/DIA	400.0000	EQ.	400.0000		Costo unitario directo por: m3	8.09	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.



		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000		0.0200	9.13	0.18
0101010005	PEON		hh	2.0000		0.0400	6.63	0.27
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL		hh	1.0000		0.0200	8.51	0.17
								<b>0.62</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	0.62	0.03
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 240 - 260 HP - 2.00 M3		hm	0.5000		0.0100	367.69	3.68
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP - D7		hm	0.5400		0.0108	348.34	3.76
								<b>7.47</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

### CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES (RELLENO CON MATERIAL TRANSPORTADO)

Partida	01.02.06		CONFORMACION DE TERRAPLENES (RELLENO CON MAT. TRANSPORTADO)					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por : m3	13.83	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	4.0000		0.0640	6.63	0.42
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL		hh	1.0000		0.0160	8.51	0.14
								<b>0.56</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	0.56	0.02
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12 TON		hm	1.0000		0.0160	230.00	3.68
03011800020004	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP - D7		hm	1.0000		0.0160	348.34	5.57
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000		0.0160	250.00	4.00
								<b>13.27</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

### TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO

Partida	01.02.07		TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO						
Rendimiento	m3/DIA	425.0000	EQ.	425.0000		Costo unitario directo por: m3	8.13		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla		Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>							
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL		hh	1.0000		0.0188	8.51	0.16	
								<b>0.16</b>	
		<b>Equipos</b>							
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-125 HP 2.5 yd3		hm	0.5000		0.0094	237.06	2.23	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	2.0000		0.0376	152.54	5.74	
								<b>7.97</b>	

## RIEGO CISTERNA CAP=2 000 GLN

Partida	01.02.08		RIEGO CISTERNA CAP=2,000 GLN					
Rendimiento	m3/DIA	80.0000	EQ.	80.0000		Costo unitario directo por: m3	17.08	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.1000	6.63	0.66
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.1000	8.51	0.85
								1.51
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.51	0.08
03010400030005	MOTOBOMBA 10 HP 4"			hm	1.0000	0.1000	19.35	1.94
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 122 HP 2,000			hm	1.0000	0.1000	135.46	13.55
								15.57

*Nota:* Elaboración Propia.

## TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D < 1 Km

Partida	01.02.09		TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D<1 km					
Rendimiento	m3/DIA	392.0000	EQ.	392.0000		Costo unitario directo por: m3	8.12	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0204	8.51	0.17
								0.17
		Equipos						
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-125 HP 2.5 yd3			hm	1.0000	0.0204	237.06	4.84
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3			hm	1.0000	0.0204	152.54	3.11
								7.95

*Nota:* Elaboración Propia.

## SUPERFICIE DE RODADURA AFIRMADO E=0.40 M

### PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUB-RASANTES EN ZONAS DE CORTE

Partida	01.03.01		PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE					
Rendimiento	m2/DIA	1,200.0000	EQ.	1,200.0000		Costo unitario directo por: m2	3.33	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0067	6.63	0.04
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0067	8.51	0.06
								0.10
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.10	0.01
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12 TON			hm	1.0000	0.0067	230.00	1.54
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP			hm	1.0000	0.0067	250.00	1.68
								3.23

## EXTRACCIÓN Y APILAMIENTO DE MATERIAL AFIRMADO EN CANTERA

R=450 M3/DÍA

Partida	01.03.02		EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL AFIRMADO EN CANTERA =450 M3/DIA					
Rendimiento	m3/DIA	450.0000	EQ.	450.0000		Costo unitario directo por: m3	6.98	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL			hh	0.2500	0.0044	7.88	0.03
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.0356	6.63	0.24
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0178	8.51	0.15
								<b>0.42</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.42	0.02
03011700010005	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 240 - 260 HP - 2.00 M3			hm	1.0000	0.0178	367.69	6.54
								<b>6.56</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

## ZARANDEADO DE MATERIAL AFIRMADO R=450 M3/DÍA

### CARGUÍO DE MATERIAL AFIRMADO

Partida	01.03.04		CARGUIO MATERIAL DE AFIRMADO					
Rendimiento	m3/DIA	500.0000	EQ.	500.0000		Costo unitario directo por: m3	3.93	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0160	7.88	0.13
								<b>0.13</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.13	0.01
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-125 HP 2.5 yd3			hm	1.0000	0.0160	237.06	3.79
								<b>3.80</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

## TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO

Partida	01.03.05		TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO					
Rendimiento	m3/DIA	425.0000	EQ.	425.0000		Costo unitario directo por: m3	8.13	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0188	8.51	0.16
								<b>0.16</b>
		<b>Equipos</b>						
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 100-125 HP 2.5 yd3			hm	0.5000	0.0094	237.06	2.23
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3			hm	2.0000	0.0376	152.54	5.74
								<b>7.97</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

**RIEGO DE CISTERNA CAP = 2000 GLN**

Partida	01.03.06		RIEGO CISTERNA CAP=2,000 GLN					
Rendimiento	m3/DIA	80.0000	EQ.	80.0000		Costo unitario directo por: m3	17.08	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.1000	6.63	0.66
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.1000	8.51	0.85
								1.51
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.51	0.08
03010400030005	MOTOBOMBA 10 HP 4"			hm	1.0000	0.1000	19.35	1.94
0301220009	CAMION CISTERNA 4x2 122 HP 2,000			hm	1.0000	0.1000	135.46	13.55
								15.57

*Nota:* Elaboración Propia.

**EXTENDIDO Y COMPACTADO DE AFIRMADO E = 0.40 M**

Partida	01.03.07		EXTENDIDO Y COMPACTADO DE AFIRMADO e=0.20 m					
Rendimiento	m2/DIA	1,500.0000	EQ.	1,500.0000		Costo unitario directo por: m2	2.72	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON			hh	3.0000	0.0160	6.63	0.11
01010300080001	CONTROLADOR OFICIAL			hh	1.0000	0.0053	8.51	0.05
								0.16
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.16	0.01
0301100007	RÓDILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135HP 10-12 TON			hm	1.0000	0.0053	230.00	1.22
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP			hm	1.0000	0.0053	250.00	1.33
								2.56

*Nota:* Elaboración Propia.

**SEÑALIZACIÓN VERTICAL**

**SEÑALES INFORMATIVAS (1.20\*0.7) -05 UNIDADES**

Excavación Manual para Estructuras

Partida	01.04.05.01		EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	5.5000	EQ.	5.5000		Costo unitario directo por: m3	21.65	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	0.1000	0.1455	9.13	1.33
0101010005	PEON			hh	2.0000	2.9091	6.63	19.29

								<b>20.62</b>
		<b>Equipos</b>						
030101006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	20.62	1.03
								<b>1.03</b>

Nota: Elaboración Propia.

### Eliminación de Material Excedente

Partida	<b>01.05.01.02</b>		<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>8.0000</b>	EQ	<b>8.0000</b>		Costo unitario directo por: m3	<b>6.96</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.0000	6.63	6.63	
								<b>6.63</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	6.63	0.33	
								<b>0.33</b>

Nota: Elaboración Propia.

### Concreto Ciclópeo f'c = 140 kg/cm<sup>2</sup>

Partida	<b>01.05.01.03</b>		<b>CONCRETO CICLOPEO f'c=140 kg/cm2 + 30% P.M.</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ	<b>18.0000</b>		Costo unitario directo por: m3	<b>178.15</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obr</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	9.13	4.06	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4444	7.88	3.50	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.8889	6.63	5.89	
								<b>13.45</b>
		<b>Materiales</b>						
0207010001000	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.4634	66.00	30.58	
0207010005000	PIEDRA MEDIANA DE 4" - 6"		m3		0.2833	45.00	12.75	
0207020001000	ARENA GRUESA		m3		0.2761	46.00	12.70	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO 1 (42.5 kg)		bol		4.2000	22.50	94.50	
0290130021	AGUA		m3		0.1638	11.48	1.88	
								<b>152.41</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUAL		%mo		5.0000	13.45	0.67	
0301290001000	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.4444	14.16	6.29	
0301290003000	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33	
								<b>12.29</b>

Nota: Elaboración Propia.

### Suministro e instalación de Señalizaciones 1.20x0.7

Partida	<b>01.05.01.04</b>		<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 1.20x0.70 M (INC. PINTURA)</b>					
---------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--

Rendimiento	unid/DIA	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por: unid	950.88	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.4000	9.13	3.65
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.4000	6.63	2.65
								6.30
		Materiales						
02460700010004	PERNO PASANTE 3/8" x 8" C/TUERCA			pza		4.0000	16.67	66.68
02671100040007	SEÑAL INFORMATIVA (1.20 x 0.70 M) INC. PINTADO			unid		1.0000	816.56	816.56
								883.24
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	6.30	0.32
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3			hm	1.0000	0.4000	152.54	61.02
								61.34

Nota: Elaboración Propia.

### Excavación manual para estructuras

Partida	01.05.02.01		EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	5.5000	EQ.	5.5000		Costo unitario directo por: m3	11.52	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO			hh	0.1000	0.1455	9.13	1.33
0101010005	PEON			hh	1.0000	1.4545	6.63	9.64
								10.97
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	10.97	0.55
								0.55

Nota: Elaboración Propia.

### Excavación de material excedente @ 0.30 m

Partida	01.05.02.02		ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M					
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ.	8.0000		Costo unitario directo por: m3	6.96	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010005	PEON			hh	1.0000	1.0000	6.63	6.63
								6.63
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	6.63	0.33
								0.33

Nota: Elaboración Propia.

### Concreto Ciclópeo $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M}$

Partida	01.05.02.03		CONCRETO CICLOPEO $f'c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M.}$					
Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ.	18.0000		Costo unitario directo por m3	178.15	

Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	9.13	4.06
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4444	7.88	3.50
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.8889	6.63	5.89
							<b>13.45</b>
		<b>Materiales</b>					
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.4634	66.00	30.58
02070100050003	PIEDRA MEDIANA DE 4" - 6"		m3		0.2833	45.00	12.75
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.2761	46.00	12.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		4.2000	22.50	94.50
0290130021	AGUA		m3		0.1638	11.48	1.88
							<b>152.41</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	13.45	0.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.4444	14.16	6.29
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33
							<b>12.29</b>

Nota: Elaboración Propia.

### Suministro e Instalación de Señalizaciones 1.20x0.7m (Inc. Pintura)

Partida	01.05.01.04		SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 1.20x0.70 M (INC. PINTURA)				
Rendimiento	unid/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por unid	950.88	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4000	9.13	3.65
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	6.63	2.65
							<b>6.30</b>
		<b>Materiales</b>					
02460700010004	PERNO PASANTE 3/8" x 8" C/TUERCA		pza		4.0000	16.67	66.68
02671100040007	SEÑAL INFORMATIVA (1.20 x 0.70 M) INC. PINTADO		unid		1.0000	816.56	816.56
							<b>883.24</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	6.30	0.32
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.4000	152.54	61.02
							<b>61.34</b>

Nota: Elaboración Propia.

### SEÑALES REGLAMENTARIAS (1.20\*0.7) -02 UNIDADES

#### Excavación manual para estructuras

Partida	01.05.02.01		EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	5.5000	EQ.	5.5000	Costo unitario directo por: m3	11.52		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.1455	9.13	1.33	
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.4545	6.63	9.64	
							<b>10.97</b>	

		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	10.97	0.55
								<b>0.55</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

### Eliminación de material excedente @ 30 m

Partida	<b>01.05.02.02</b>		<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>8.0000</b>	EQ.	<b>8.0000</b>		Costo unitario directo por m3	<b>6.96</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON			hh	1.0000	1.0000	6.63	6.63
								<b>6.63</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	6.63	0.33
								<b>0.33</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

### Concreto Ciclópeo $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M}$

Partida	<b>01.05.02.03</b>		<b>CONCRETO CICLOPEO <math>f'c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M.}</math></b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>		Costo unitario directo por: m3	<b>178.15</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.4444	9.13	4.06
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.4444	7.88	3.50
0101010005	PEON			hh	2.0000	0.8889	6.63	5.89
								<b>13.45</b>
		<b>Materiales</b>						
02070100010003	PIEDRA CHANCADA 3/4"			m3		0.4634	66.00	30.58
02070100050003	PIEDRA MEDIANA DE 4" - 6"			m3		0.2833	45.00	12.75
02070200010002	ARENA GRUESA			m3		0.2761	46.00	12.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bol		4.2000	22.50	94.50
0290130021	AGUA			m3		0.1638	11.48	1.88
								<b>152.41</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	13.45	0.67
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"			hm	1.0000	0.4444	14.16	6.29
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3			hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33
								<b>12.29</b>

*Nota:* Elaboración Propia.

### Suministro e Instalación de Señalizaciones 0.6x0.9 M (Inc. Pintura)

Partida	<b>01.05.02.04</b>		<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 0.60x0.90 M (INC. PINTURA)</b>					
Rendimiento	<b>unid/DIA</b>	<b>25.0000</b>	EQ.	<b>25.0000</b>		Costo unitario directo por: unid	<b>474.48</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.3200	9.13	2.92
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.3200	6.63	2.12
								<b>5.04</b>
		<b>Materiales</b>						



02460700010004	PERNO PASANTE 3/8" x 8" C/TUERCA		pza		2.0000	16.67	33.34
02671100040008	SEÑAL REGLAMENTARIA (0.60 x 0.90 M) INC. PINTADO		unid		1.0000	387.04	387.04
							<b>420.38</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	5.04	0.25
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.3200	152.54	48.81
							<b>49.06</b>

Nota: Elaboración Propia.

## SEÑALES PREVENTIVAS (0.6x0.6) - 18 UNIDADES

Excavación manual para Estructuras

Partida	<b>01.05.03.01</b>		<b>EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>5.5000</b>	EQ.	<b>5.5000</b>		Costo unitario directo por m3	<b>11.52</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.1455	9.13	1.33
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.4545	6.63	9.64
							<b>10.97</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	10.97	0.55
							<b>0.55</b>

Nota: Elaboración Propia.

Eliminación de material excedente @ 30m

Partida	<b>01.05.03.02</b>		<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M</b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>8.0000</b>	EQ.	<b>8.0000</b>		Costo unitario directo por: m3	<b>6.96</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON		hh	1.0000	1.0000	6.63	6.63
							<b>6.63</b>
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	6.63	0.33
							<b>0.33</b>

Nota: Elaboración Propia.

Concreto Ciclópeo  $f'c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M}$

Partida	<b>01.05.03.03</b>		<b>CONCRETO CICLOPEO <math>f'c=140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M}</math></b>				
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>		Costo unitario directo por: m3	<b>178.15</b>
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>					

0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.4444	9.13	4.06
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4444	7.88	3.50
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.8889	6.63	5.89
							13.45
		Materiales					
0207010001003	PIEDRA CHANCADA 3/4"		m3		0.4634	66.00	30.58
0207010005003	PIEDRA MEDIANA DE 4" - 6"		m3		0.2833	45.00	12.75
0207020001002	ARENA GRUESA		m3		0.2761	46.00	12.70
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		4.2000	22.50	94.50
0290130021	AGUA		m3		0.1638	11.48	1.88
							152.41
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	13.45	0.67
0301290001002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"		hm	1.0000	0.4444	14.16	6.29
0301290003004	MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33
							12.29

Nota: Elaboración Propia.

### Suministro e Instalación de Señalizaciones 0.6x0.6 m (Inc. Pintura)

Partida	01.05.03.04		SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 0.60x0.60 M (INC. PINTURA)					
Rendimiento	unid/DIA	30.0000	E Q.	30.0000		Costo unitario directo por: unid	513.85	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000		0.2667	9.13	2.43
0101010005	PEON		hh	1.0000		0.2667	6.63	1.77
								4.20
		Materiales						
0246070001004	PERNO PASANTE 3/8" x 8" C/TUERCA		pza			2.0000	16.67	33.34
0267110004009	SEÑAL PREVENTIVA (0.60 x 0.60 M) INC. PINTADO		unid			1.0000	435.42	435.42
								468.76
		Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	4.20	0.21
0301220004001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000		0.2667	152.54	40.68
								40.89

Nota: Elaboración Propia.

### RESUMEN DE PRESUPUESTO

Ítem	Descripción	Unid	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>COMPONENTE I: INFRAESTRUCTURA DE CALZADA</b>				<b>2,172,396.</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>80,602.83</b>
01.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	30,919.16	30,919.16
01.01.02	CAMPAMENTO ITINERANTES	unid	2.00	8,707.60	17,415.20
01.01.03	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60x2.40 M	unid	2.00	1,305.62	2,611.24
01.01.04	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	km	2.86	1,181.14	3,378.06

01.01.05	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE LA EJECUCION	km	2.86	935.26	2,674.84
01.01.06	ACCESO DE CANTERAS, DME, PLANTAS Y FUENTES DE AGUA	km	0.50	11,435.26	5,717.63
01.01.07	DESBROCE Y LIMPIEZA DE MATERIAL	ha	5.72	2,974.80	17,015.86
01.01.08	RECURSO ANTE EMERGENCIA DE SALUD	glb	1.00	870.84	870.84
<b>01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS (0 + 000.00 – 2 + 860)</b>				<b>1,529,238.</b>
01.02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO C/TRACTOR ORUGA	m3	55,903.36	3.42	191,189.49
01.02.02	CORTE EN ROCA SUELTA: PERFORACION Y DISPARO	m3	17,524.55	15.06	263,919.72
01.02.03	CORTE EN ROCA SUELTA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO	m3	17,524.55	6.38	111,806.63
01.02.04	CORTE EN ROCA FIJA: PERFORACION Y DISPARO	m3	1,049.30	16.25	17,051.13
01.02.05	CORTE EN ROCA FIJA: EXCAVACION, DESQUINCHE Y PEINADO	m3	1,049.30	8.09	8,488.84
01.02.06	CONFORMACION DE TERRAPLENES (RELLENO CON MAT. TRANS	m3	2,447.15	13.83	33,844.08
01.02.07	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO	m3	2,587.86	8.13	21,039.30
01.02.08	RIEGO CISTERNA CAP = 2,000 GLN	m3	293.66	17.08	5,015.71
01.02.09	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D < 1 km	m3	107,990.6	8.12	876,884.00
<b>01.03</b>	<b>SUPERFICIE DE RODADURA – AFIRMADO E = 0.40 M</b>				<b>546,297.3</b>
01.03.01	PERFILADO Y COMPACTACION SUB – RASANTES ZONAS CORTE	m2	44,915.00	3.33	149,566.95
01.03.02	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL AFIRMADO EN CANTERA = 450 M3/DIA	m3	10,939.50	6.98	76,357.71
01.03.03	ZARANDEADO DE MATERIAL AFIRMADO R = 350m3/Dia	m3	8,751.70	6.11	53,472.89
01.03.04	CARGUIO MATERIAL DE AFIRMADO	m3	10,939.50	3.93	42,992.24
01.03.05	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO	m3	10,939.50	8.13	88,938.14
01.03.06	RIEGO CISTERNA CAP = 2,000 GLN	m3	1,296.00	17.08	22,135.68
01.03.07	EXTENDIDO Y COMPACTADO DE AFIRMADO e = 0.40 m	m2	41,483.00	2.72	112,833.76
<b>01.05</b>	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				<b>16,257.65</b>
<b>01.05.01</b>	<b>SEÑALES INFORMATIVAS (1.20x0.70) – 05 UNIDADES</b>				<b>5,015.08</b>
01.05.01.0	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	1.26	11.52	14.52
01.05.01.0	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M	m3	1.58	6.96	11.00
01.05.01.0	CONCRETO CICLOPEO f'c = 140 kg/cm2 + 30% P. M.	m3	1.32	178.15	235.16
01.05.01.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 1.20x0.70 M	unid	5.00	950.88	4,754.40
<b>01.05.02</b>	<b>SEÑALES REGLAMENTARIAS (0.60x0.90) – 02 UNIDADES</b>				<b>1,053.52</b>
01.05.02.0	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	0.50	11.52	5.76
01.05.02.0	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M	m3	0.63	6.96	4.38
01.05.02.0	CONCRETO CICLOPEO f'c = 140 kg/cm2 + 30% P. M.	m3	0.53	178.15	94.42
01.05.02.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 0.60x0.90 M	unid	2.00	474.48	948.96
<b>01.05.03</b>	<b>SEÑALES PREVENTIVAS (0.60x0.60) – 18 UNIDADES</b>				<b>10,189.05</b>
01.05.03.0	EXCAVACION MANUAL PARA ESTRUCTURAS	m3	4.54	11.52	52.30
01.05.03.0	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30 M	m3	5.67	6.96	39.46
01.05.03.0	CONCRETO CICLOPEO f'c = 140 kg/cm2 + 30% P. M.	m3	4.76	178.15	847.99
01.05.03.0	SUMINISTRO E INSTALACION DE SEÑALIZACIONES 0.60x0.60 M	unid	18.00	513.85	9,249.30

Nota: Elaboración Propia.

#### IV. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación del diseño geométrico propuesto se tiene que del 100% (17) de las longitudes de tramo tangentes, el 88% (15) cumplen con los requerimientos del manual DG-2018 y el 100% (22) de radios de las curvas horizontales cumplen con el radio mínimo de diseño. De otra manera el 100% (15) de la pendiente de diseño cumplen en su totalidad (100%) para las pendientes mínimas y máximas exigida, sin embargo, solo el 20% (3) de las curvas verticales convexas no se permite adelantar. Por último, el 100% (22) de los peraltes en curvas horizontales cumplen con los requisitos establecidos por el diseño geométrico. Por otro lado Alcantara (2021), tuvo como fin diseñar la infraestructura vial para el mejoramiento de su seguridad vial en tanto, que los resultados fueron evidenció que el 11% de las longitudes de tramos tangentes y el 89% de radios de curvas horizontales cumplen con la DG-2018 (planta); el 71% de las curvas verticales cumplen con las longitudes mínimas (perfil); y el 4% de las secciones respecto a los anchos, y el 51% y 44% de las secciones de acuerdo al bombeo cumplen con el manual (transversal). Concluye que, se eliminaron los PI innecesarios y de esa manera se pudo lograr que el 100% de la longitud cumpla con los mínimos proporcionados por el manual, de la misma manera con la sección de perfil y transversal.

De acuerdo a los resultados obtenidos respecto a los estudios básicos de ingeniería se obtiene que la Geomorfología local existente está dada por el 65% de terrazas y el 35% de laderas, la estratigrafía local está constituida de depósitos aluviales y residuales, así mismo se encontró en las excavaciones tres tipos de material que son roca fija, roca fracturada y material suelto. Por otro lado, se tomaron trece calicatas obteniéndose diferentes grupos de clasificación de suelos, así mismo la mayor parte de los suelos en estudio no presenta plasticidad, la capacidad de soporte de la subrasante en función al CBR fue variada desde una calidad pobre a buena calidad.

De acuerdo al levantamiento topográfico de la vía se realizó con una poligonal de apoyo los puntos de BM de control altimétrico, así mismo se completó con el levantamiento de las áreas críticas y complementarias útiles para el diseño geométrico. En tanto que Olórtegui & Vásquez (2022), propusieron el diseño vial para el mejoramiento del tránsito, se realizó los estudios básicos de suelos, topografía y trafico como los estudios de ingeniería básica, además se modelo el diseño geométrico con el apoyo de tecnología(software) obteniendo así

los volúmenes de corte y relleno, donde se evaluaron diferentes rutas y trazos de tal manera que el proyecto sea viable en el factor de tiempo y costo.

El volumen del tránsito que opera en la vía en estudio se ha calculado en un IMDA = 367 Veh. /día, dando una clasificación de Carretera de tercera clase. La alta demanda vehicular está en mayor escala en vehículos ligeros, Autos 31 % y Pick Up 48 %.

En consideración a calcular el espesor de la capa de afirmado de acuerdo al método NAASRA, hoy conocido como AUSTROADS, y debido a los diferentes valores de la capacidad de soporte del CBR se determinó dos espesores de capa estructural de afirmado según los tramos de la carretera, por lo tanto, se obtuvo como espesor de 0.2 metros para CBR al 95% de 16.6 % y 19.9% y un espesor de 0.4 metros para los CBR al 95% de 5.2% y 6.1%. Por otra parte, Avellaneda & Saona (2021), tuvo como propósito mejorar el tránsito vehicular de la carretera de estudio a través del diseño análisis – deductivo, determinado así espesores de pavimento para una subrasante de 15 cm, una base de 15 cm y una carpeta asfáltica de 6 cm, de acuerdo al CBR obtenido del estudio de suelos.

De acuerdo al presupuesto del proyecto se estimó un valor de S/. 2 172 396.75 soles, con un costo de movimiento de tierras en los 2+860 metros analizados de S/. 1 529 238.9 soles y un costo de la capa de rodadura de material de afirmado de S/. 546 297.37 soles. De otro lado Thompson & Visser (2020), dan a conocer que el diseño tradicional e inadecuado de las carreteras ocasionan un costo elevado en su mantenimiento, de tal manera que proponen la optimización de la tecnología de diseño desarrollando una mejor gestión del mantenimiento y reduciendo así los gastos de transporte y mantenimientos logrando una mejor eficiencia en lo técnico y económico.

## V. CONCLUSIONES

El proyecto de investigación ha elaborado una propuesta más viable de mejoramiento del diseño actual de la vía tiene una longitud de 2+860 km, con un ancho de calzada de 6.00 m, ancho de bermas de 0.50 m a cada lado de la vía, además en todas las curvas se ha considerado el sobreancho correspondiente.

Luego de la recopilación de la información en campo, y la evaluación de las condiciones geométricas de las condiciones actuales de la vía presentan muchas deficiencias puesto fue diseñada con el Manual de Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito. La vía carece de bermas, el ancho de la calzada es de 5.00 metros, no cumple con los radios mínimos y las tangentes mínimas de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de carreteras 2018. Por lo tanto, se logró modificar los tramos en tangente con una mayor radio de curvatura de tal manera que cumplió con el mínimo establecido por la normativa por lo tanto se verifica que cumple en tangente y radios circular en un 100%, así mismo se logró cumplir también en un 100% el diseño propuesto tanto en perfil con una como sección transversal, tanto en pendientes mínimas y máximas, longitud de curvas verticales como los peraltes de acuerdo a los requisitos mínimos del Manual de diseño geométrico DG-2018 estableciendo la seguridad y transitabilidad vial de la carretera de tercera clase.

El estudio y evaluación de la topográfica se evidenció que existen parámetros que no han cumplido con la distancia de visibilidad de parada en tramos no críticos de tangente mínima y pendiente mínima debido a que implicaría ejecutar un elevado volumen de movimientos de tierra.

El tipo de suelo tiene una mayor predominancia de Arena mal graduada con limo (15.4%), gravas limosas con arenas (15.4%) y limos de baja plasticidad (23.1%); dispone de un CBR de 19.9% en 500 metros del tramo, 6.1% en 790 metros y 5.2% en 1350 metros del tramo de estudio. De acuerdo al índice de plasticidad la subrasante presenta suelos exentos de arcilla a suelos muy arcillosos.

Según el IMDA de 367 veh/día y la topografía, se categorizó la carretera para lograr la identificación de los criterios y las recomendaciones establecidas por el Manual de Diseño Geométrico DG 2018, las cuales se utilizaron en la actualización del diseño geométrico.

La evaluación estructural del pavimento tiene un espesor recomendado de 0.20 metros para la capa de afirmado de la carretera y realizar un mejoramiento de la subrasante con una capa de relleno de 0.40 metros y que se cumpla con las especificaciones técnicas del material seleccionado de pavimentación.

El proyecto al ser evaluado resulta ser viable para el servicio de transitabilidad vehicular y peatonal garantizando las adecuadas condiciones de seguridad representando de beneficio y desarrollo para los centros poblados de la zona de estudio. El presupuesto estimado para el proyecto es de 2172396.75 (DOS MILLONES CIENTO SETENTA y DOS MIL TRESCIENTOS NOVENTA y SEIS 95/100)

## VI. RECOMENDACIONES

La evaluación de las condiciones del diseño geométrico debe de realizarse con la toma correcta del levantamiento topográfico, donde se deberán de dejar marcas y estacado del control de los tramos en tangente, pendientes mínimas y máximas, y radios mínimos. Existe tres curvas verticales convexas en las que no se puede adelantar debido que su longitud de curva vertical es mayor a la longitud de curva vertical de diseño, por lo tanto, se dispondrá de hacer uso de la señalización vertical de tal manera que se le dé aviso al conductor que esté prohibido adelantar en dicha curvatura vertical.

Para el levantamiento topográfica se debe partir del BM principal establecido para el proyecto, se debe realizar para proyectos más grandes la certificación de puntos geodésicos. La poligonal debe establecerse por medio de la red de BMS y puntos de cambios sobre elementos fijos, o monumentados en concreto armado, afuera del área de trabajo.

De acuerdo a los resultados de los ensayos de laboratorio de la subrasante se plantea realizar un mejoramiento en los tramos donde presenta una pobre calidad de subrasante haciendo el cambio de preferencia por material granular del tipo gravas limosas (GM) con una buena gradación granulométrica. Así mismo, para la subrasante, previa a la colocación del material de préstamo (capa de relleno), será escarificado y retirado las partículas mayores de 2" y otros elementos excedentes tales como desechos orgánicos, posteriormente a la colocación deberá ser perfilado y compactado hasta que se alcance un grado de compactación entre 95% a 100% de su máxima densidad seca del Proctor modificado.

Para el conteo de trafico la estación de conteo debe establecerse en puntos de mayor control vehicular, que se cumpla con lo que estable en manual del MTC DG,2018, donde haya el mayor control vehicular, y también abarque la realización de las encuestas de origen y destino.

Se recomienda el mejoramiento de la subrasante con un material económico y rentable, además de realizar una mejor gestión en la eficiencia de los rendimientos de las partidas de acuerdo con el cronograma de ejecución de obra.

Se recomienda realizar el presupuesto para el diseño de pavimento flexible para determinar si resulta ser viable o no la ejecución como su mantenimiento.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, D. y Moran, S. (2020). *Diseño del tramo vial entre los caseríos Cunguay Querquerbal Pueblo Libre, distrito Santiago de Chuco provincia Santiago de Chuco, región La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO\\_534ee80882a3ab1437ac74bbd960788](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAO_534ee80882a3ab1437ac74bbd960788)
- Alcantara, I. (2021). *Propuesta de diseño geométrico basado en la DG-2018 para mejorar la seguridad vial-nominal del tramo Km 9+100 - 10+000, en la carretera Carhuamayo-Junín* [Tesis para titulación, Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Repositorio UPLA. [http://informatica.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3709/T037\\_46825710\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://informatica.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/3709/T037_46825710_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alvarado, W. y Martínez, L. (2017). *Propuesta para la actualización del diseño geométrico de la carretera Chancos – Vicos – Wiash según criterios de seguridad y economía* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio UPC. [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622668/Martinez\\_CL.pdf?sequence=5](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/622668/Martinez_CL.pdf?sequence=5)
- Arias, J. y Covinos, M. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. (1.a ed.). Enfoques Consulting Eirl. [www.tesisconjosearias.com](http://www.tesisconjosearias.com)
- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Rivera, O., Acuña, L. y Arellano, C. (2020). *La investigación científica. Una aproximación para los estudios de posgrado*. Universidad Internacional del Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>
- Auqui, J. y Ramírez, D. (2019). *Elaboración de una guía práctica para el diseño estructural de carreteras* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito]. Repositorio UPS. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16966>
- Avellaneda, J., & Saona, E. (2021). *Diseño de estructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular en el camino vecinal Cruz Chiquita a Tierra Blanca, Huarmaca,*

*Huancabamba, Piura* [Tesis para titulación, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81252>

Bañón, L., & José. F. (2016). *Manual de Carreteras Volumen I*. Creative Commons.

Benites, J. y Marín, N. (2019). *Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio de la carretera de Incahuasi CP L a Tranca (16+00Km) Ferreñafe* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.

Cárdenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. 2°ed. Lima: Ecoe Ediciones.

Castañeda, R. y Vigo, E. (2018). *La inversión pública y la dotación de infraestructura vial en el distrito de Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27876/casta%C3%B1eda\\_pr.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27876/casta%C3%B1eda_pr.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Castro, W. (2019). *Construcción de una infraestructura vial y transitabilidad en las vías asociación de vivienda Las Américas distrito de Vegueta Huaura Lima 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio UNJFSC. [https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3620/TESIS%20TERMINADA\\_CASTRO%20JAIMES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3620/TESIS%20TERMINADA_CASTRO%20JAIMES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CIPT (2012). Corporación Peruana de Ingenieros de Transporte.

Crispín, D., De la Cruz, D., & Saenz, I. (2021). *Propuesta de diseño geométrico y señalización para incrementar la demanda vehicular y mejorar la seguridad vial en la carretera La Mejorada-Paucará* [Tesis para titulación, Universidad San Ignacio de Loyola, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil]. Repositorio USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6883dcc3-0df0-4fe1-9837-3307eb38120b/content>

Cruz, C. y Pinedo, I. (2021). *Diseño estructural del pavimento para mejorar la transitabilidad de las vías sector los Huertos distrito de la Esperanza – Trujillo La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio UPAO. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/7849>

- Fuentes, D., Toscano, A., Malvaceda, E., Díaz, J., & Díaz, L. (2020). *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables*. Editorial Universidad Pontificia Bolivariana. <http://doi.org/10.18566/978-958-764-879-9>
- Gallardo, C. (2017). *Diseño de la vía urbana y el mejoramiento hidráulico de obras de arte en el Malecón Los Incas, Urbanización de Paucarbamba distrito de Amarilis Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/11891/Gallardo\\_PDE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/11891/Gallardo_PDE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Guillermo, D. (2018). *Mejoras en la seguridad vial con medidas de bajo costo*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio PUCP. [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13044/GUILLE RMO\\_TITO\\_DIEGO\\_MEJORAS\\_SEGURIDAD\\_%20VIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13044/GUILLE RMO_TITO_DIEGO_MEJORAS_SEGURIDAD_%20VIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Herrera, L. y Escorcía, J. (2014). *Levantamiento topográfico de calle La Compostera del Municipio de ciudad Sandino, departamento de Mangua con una longitud de 713 mL* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/9315/1/51745.pdf>
- Keall, M. & Newstead, S. (2018). *Relative vehicle safety, road environment and crash type*. Australia: Monash University.
- Laschi, A., Foderi, C., Fabiano, F., Neri, F., Cambi, M., Mariotti, B., & Marchi, E. (2019). Forest road planning, construction and maintenance to improve forest fire fighting: a review. *Croatian Journal of Forest Engineering: Journal for Theory and Application of Forestry Engineering*, 40(1), 207-219. <https://hrcak.srce.hr/clanak/317265>
- Madero, S. y Ortíz, O. (2022). Relación entre adaptabilidad, desempeño, productividad y hábitos en ambientes de trabajo a distancia. *Revista RAITES*, 8(16), 10-40. <http://raites.purissima.tecnm.mx/index.php/raites/article/view/320/293>
- Montero, G. (2018). Mortalidad por accidentes de tránsito: su determinación social. Distrito Metropolitano de Quito, 2013. *Rev. Cienc. Salud*, 18(1), 20. <http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v18nspe/1692-7273-recis-18-spe-174.pdf>

- MTC (2018a). Glosario de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima
- MTC (2018b). Manual de carreteras diseño geométrico DG - 2018. Lima
- Olórtegui, M., & Vásquez, J (2022). *Diseño de pavimento flexible para mejorar la transitabilidad distrito Nueva Cajamarca, Puerto Mayo Km 0+000 - 10+088, San Martín, 2020* [Tesis para titulación, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/88474>
- Organización Mundial de la Salud. (OMS, 2018). Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por tránsito. Ginebra: © Organización Mundial de la Salud.
- Palomino, S. (2018). Propuesta de gestión vial para reducir la congestión vehicular y su impacto social en la intersección de la AV. Arequipa con la AV. Aramburu. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Peralta, F. (2018). *Diseño estructural de puentes peatonales sobre la autopista Pimentel – Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4570/%20Peralta%20Peralta.pdf?sequence=1>
- Policía Nacional del Perú. (2020). Manual de normas y procedimiento para las intervenciones de prevención e investigación de accidentes de tránsito.
- Quej, F. (2015). *Tipos de planos y métodos adecuados a utilizar en el levantamiento de croquis en la escena del Crimen* [Tesis de posgrado, Universidad Rafael Landívar]. Repositorio URL. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/07/03/Quej-Fernando.pdf>
- Rivera, D., & Vargas, F. (2021). Factores de riesgos sociales que intervienen en la ocurrencia de accidentes de tránsito con vehículos livianos. Revista Publicando, 8(9), 94-101. DOI: <https://doi.org/10.51528/rp.vol8.id2189>
- Román, W. y Saldaña, A. (2018). *Propuesta de parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables en la norma DG-2018 a fin de optimizar costos* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio URP. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2298/CIV\\_T030\\_726](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2298/CIV_T030_726)

40311\_T%20%20%20ROM%C3%81N%20HUACHO%20WILDE%20RENZO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Samón, J., Cautín, L., Mustelier, L. y Caraballo, L. (2018). Necesidad de estudios sobre costos en la Universidad de Ciencias Médicas Guantánamo. *Revista Información Científica*, 97(1). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-99332018000100076](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-99332018000100076)
- Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. Universidad Ricardo Palma
- Sanchez, K. (2021). *Diseño de infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular del tramo Nueva Victoria-Espital, Km 0+000 al 5+960, Amazonas* [Tesis para titulación, Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil]. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/77448>
- Sánchez, W. y Zamora, J. (2019). *Diseño de la Carretera Mamaruribamba bajo – Las Palmas de Tinyayoc Rambrán, distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio USAT. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1652?locale=es>
- Su, J., & Sze, N. (2022). Safety of walking trips accessing to public transportation: A Bayesian spatial model in Hong Kong. *Travel Behaviour and Society*, 29, 125-135. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.06.003>
- Thompson, R., & Malekzhehtab, H. (2018). Underground roadway design considerations for efficient autonomous hauling. In *Caving 2018: Proceedings of the Fourth International Symposium on Block and Sublevel Caving*. Australian Centre for Geomechanics. 337-350. [https://doi.org/10.36487/ACG\\_rep/1815\\_23\\_Thompson](https://doi.org/10.36487/ACG_rep/1815_23_Thompson)
- Thompson, R., & Visser, A. (2020). Developments in haul road design technology. In *Mine Planning and Equipment Selection 1997*. CRC Press. 503-510. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003078166-95/developments-haul-road-design-technology-roger-thompson-alex-visser>
- Yang, H., Chao, S., Gong, B., & Li, W. (2021). The Research on trafficability of Large-sized Vehicles at Small-radius Curves in Myanmar Pale–Gangaw Road. *In 2021*

*International Conference on Information Control, Electrical Engineering and Rail Transit (ICEERT)*. 316-319. DOI: 10.1109/ICEERT53919.2021.00065

Zamora, I., y Calixto, L. (2021). *Metodología de la investigación en la tesis* (2° edición). Smith Zamora EIRL. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/tesis-1/metodologia-de-la-investigacion-cientifica-para-tesis-2021/18008687>

## ANEXOS

### Anexo 1. Instrumentos de recolección de la información

#### ENSAYO DE COMPACTACIÓN

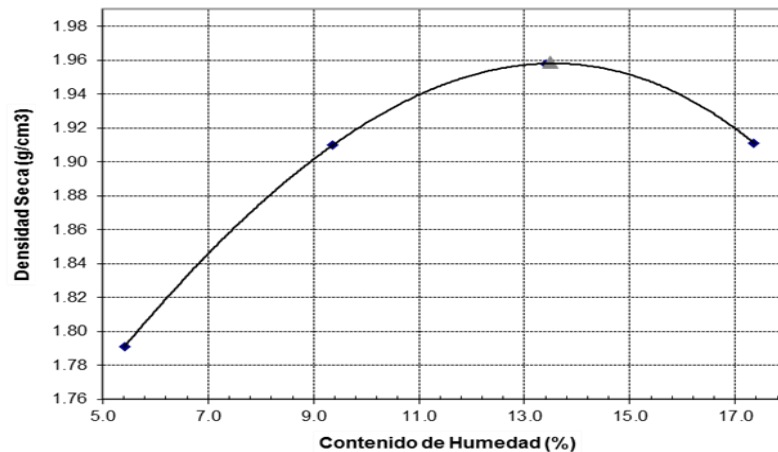
C-01/M-1

VOLUMEN	MOLDE :	948 cm <sup>3</sup>			
PRUEBA N°		1	2	3	4
1. Peso de molde + suelo compactado					
2. Peso del molde					
3. Peso del suelo compactado (1-2)					
4. Densidad húmeda					
5. Densidad seca					

#### CONTENIDO DE HUMEDAD




















FRA SCO N°	5	24	12	7
1. Peso de frasco + suelo húmedo				
2. Peso de frasco + suelo seco				
3. Peso de agua contenida (1-2)				
4. Peso del frasco				
5. Peso del suelo seco (2-4)				
6. Contenido de humedad (3/5 * 100)				

<b>Máxima Densidad Seca</b>	<b>1.959 gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	<b>13.50 %</b>



CBR						
MOLDE N°	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)						
PESO DEL MOLDE (g)						
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)						
VOLUMEN DEL SUELO (g)						
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )						
CAPSULA N°						
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO (g)						
PESO CAPSULA + SUELO SECO (g)						
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)						
PESO DE CAPSULA (g)						
PESO DE SUELO SECO (g)						
HUMEDAD (%)						
DENSIDAD SECA						

# FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

 <b>PERÚ</b> Ministerio de Transportes y Comunicaciones		FORMATO Nº 1.3																			
<b>FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR</b>																					
BRAMO DE LA CARRETERA										ESTACION											
SENTIDO										CODIGO DE LA ESTACION											
UBICACION										DIA Y FECHA											
HORA	SEN- DO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER			TRAYLER			
				PICK UP	PANEL	RETRAL Camión		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2 S1/2S2	2 S3	>= 3 S3	2 T2	2 T3	3 T2	>=3 T3		
DIA GRÁ- FICO																					
00	E																				
A																					
01	S																				
01	E																				
A																					
02	S																				
02	E																				
A																					
03	S																				
03	E																				
A																					
04	S																				
ENCUESTADOR :				JEFE DE BRIGADA :				INGRESPON :				SUPERV.MEC :									



# FORMATO DE ENCUESTA ORIGEN DESTINO

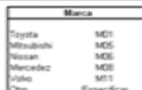


## FORMATO ENCUESTA ORIGEN Y DESTINO DE PASAJEROS ESTUDIO DE TRAFICO

FORMATO N° 1.4

TRAMO DE LA CARRETERA		ESTACION	
UBICACION		CODIGO DE LA ESTACION	
SENTIDO		ORA Y FECHA	

Hora	Placa de Rodaje	Tipo de Vehículo	Marca	Modelo	Año	Combustible	N° Asientos	N° Pasajeros	Origen			Destino			Motivo de Viaje				
									Lugar	Prov.	Dpto.	Lugar	Prov.	Dpto.	T	P	E	S	
8:00 a.m.									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
9:00 a.m.									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
10:00 a.m.									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
11:00 a.m.									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							
									Lugar			Lugar							
									Prov.			Prov.							
									Dpto.			Dpto.							



ENCUESTADOR: \_\_\_\_\_  
 JEFEDEREGADA: \_\_\_\_\_  
 ING. RESPONSABLE: \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Ficha técnica

Figura 18 Plano clave del proyecto

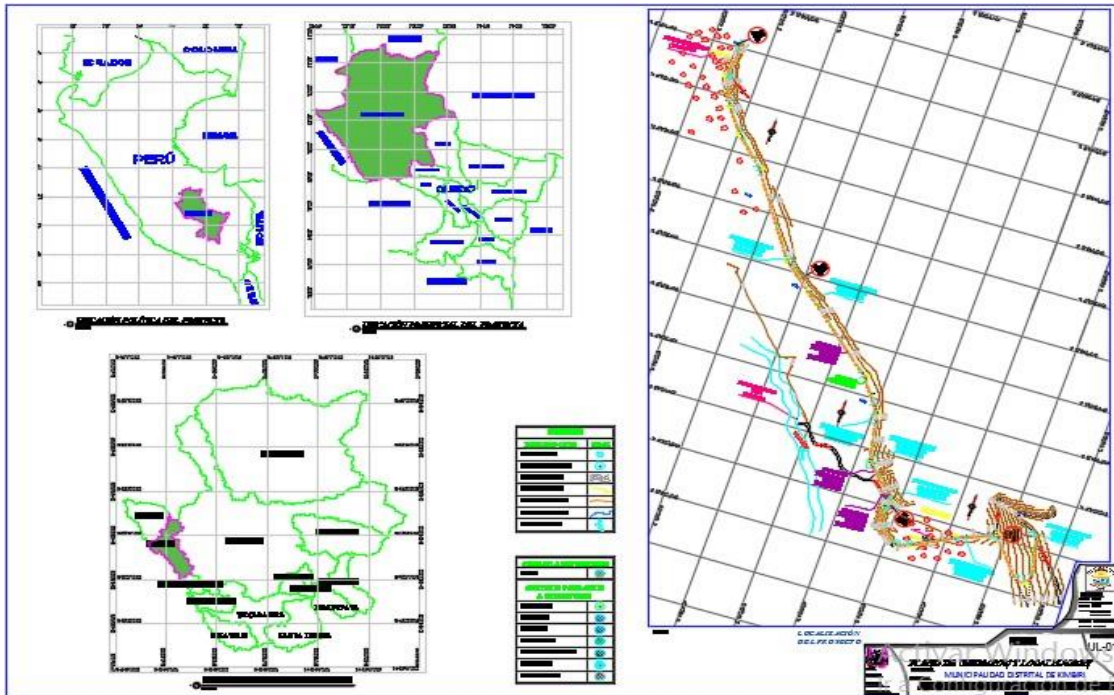


Figura 19 Secciones típicas

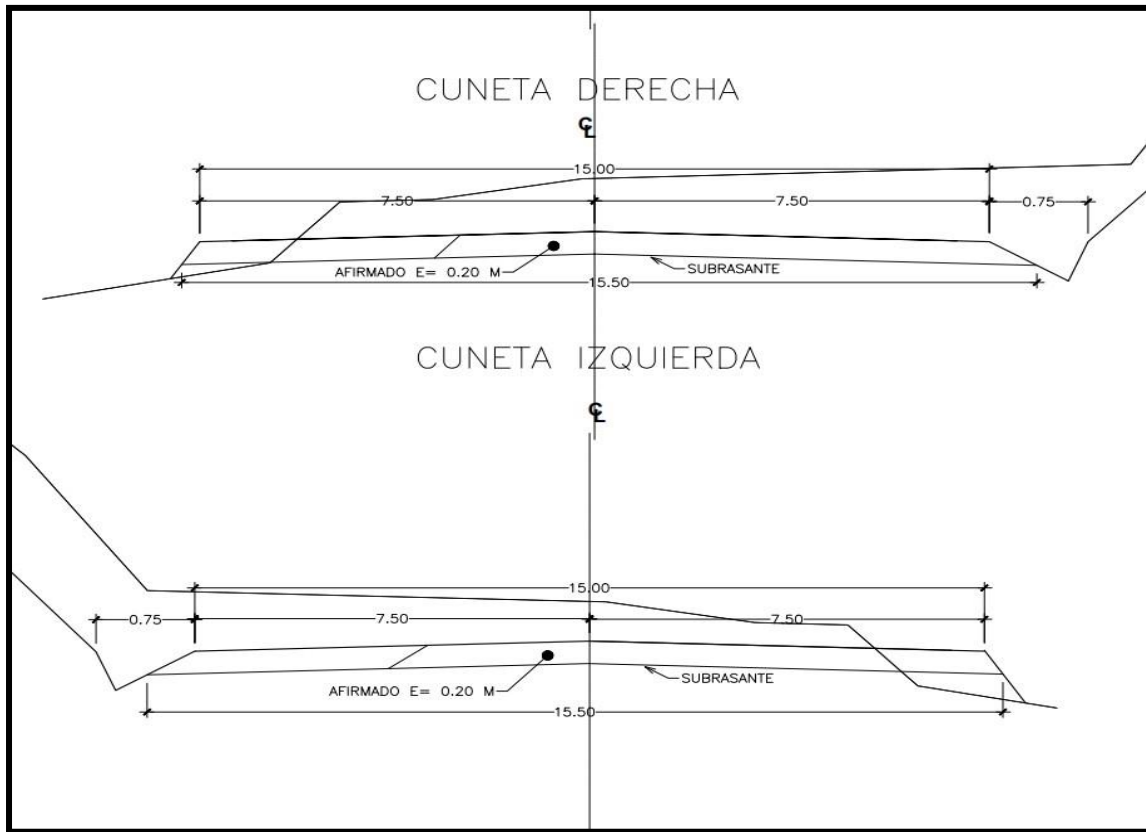


Figura 20 Ubicación del proyecto en el Google Earth Pro



Anexo 3. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de medición			
DISEÑO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DEL TRAMO IRAPITARI BAJA – NUEVO KIMBIRI – LA CONVENCION – CUSCO, 2022	una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de una franja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. Según: CARDENAS (2005)	Para determinar el diseño para el mejoramiento de vía, se analizará la condición actual para conocer su nivel de seguridad transitable vial, usando el manual DG 2018, para posteriormente proponer un mejoramiento usando la guía AASHTO 93, determinando los espesores de capa y el costo del proyecto.	Condición actual de la carretera	Cumplimiento de los Parámetros de la DG-2018	Velocidad de diseño	Ficha técnica observación	Nominal			
					Radios mínimos					
					Peraltes Sobre anchos					
					Pendientes					
								Longitud de curva vertical		
						Mejoramiento de la carretera	Estudio de mecánica de suelos	CBR	Formato de laboratorio	Razón
							Topografía	Orografía	Civil 3D	Razón
				Estudio de Tráfico	EE	Formato de conteo vehicular	Ordinal			
				AASHTO 93	SN	Guía AASHTO 93	Ordinal			
				Presupuesto	Costo	S10, Excel	S/			

Nota. Elaboración propia

## Anexo 4. Carta de presentación

Anexo 5. Carta de autorización emitida por la entidad que faculta el recojo de datos

## Anexo 6. Consentimiento informado

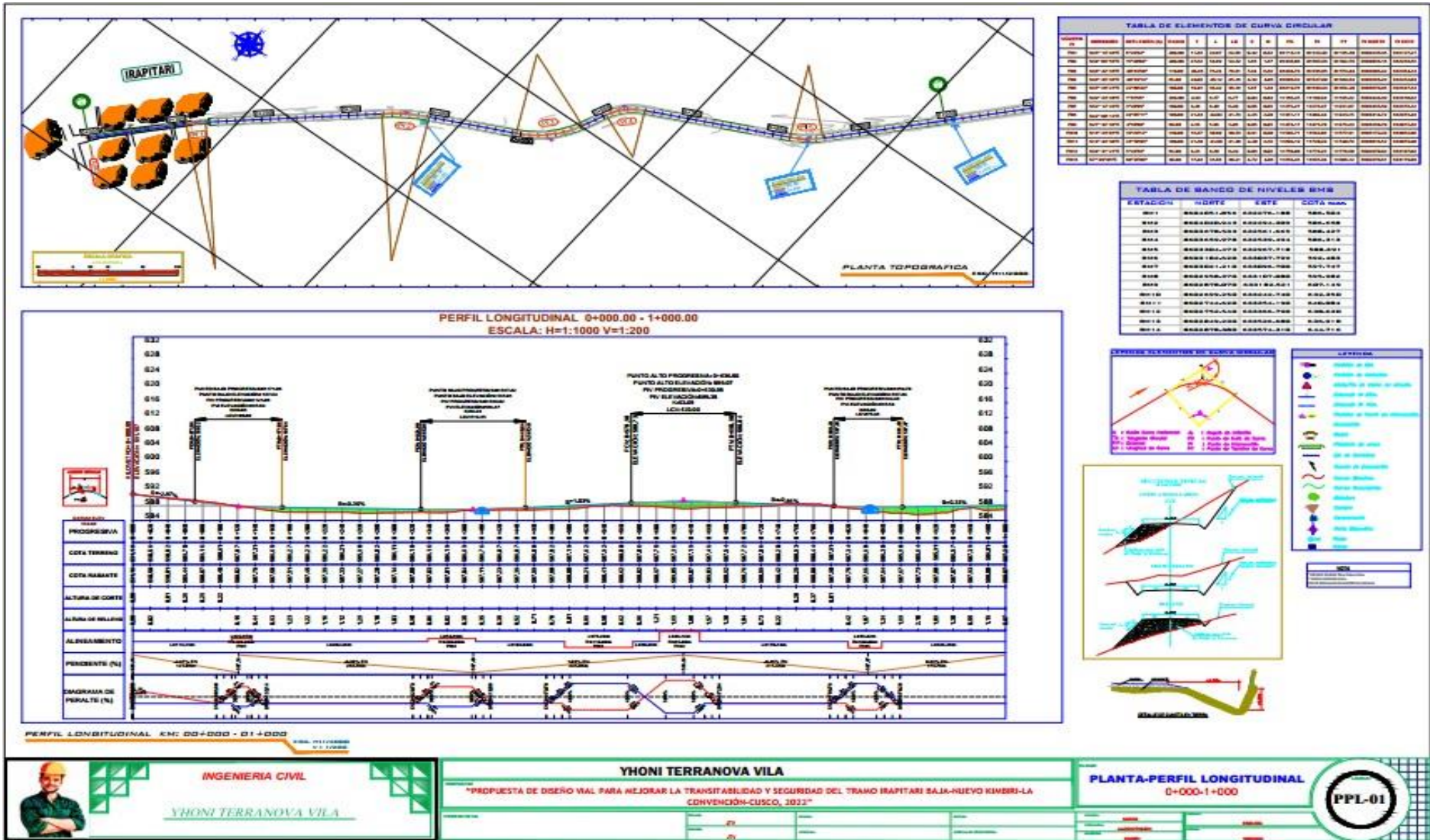


Anexo 7. Matriz de Consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Diseño vial para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri - La Convención - Cuzco, 2022.	<p><b>Problema general:</b> ¿Cuáles son las características que deberá tener el diseño vial para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco, 2022?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> ¿Cuál es la condición actual del diseño geométrico del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco? ¿Cuáles son las características de la topografía del terreno? ¿Cuáles son las características del terreno de fundación? ¿Cuál es el volumen de transporte que soporta el tramo de la carretera analizado? ¿Cuáles son los espesores de capas del afirmado que tendrá el mejoramiento del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco? ¿Es viable económicamente ejecutar el mejoramiento del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco?</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El diseño vial puede mejorar la transitabilidad y seguridad del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> La condición actual del diseño geométrico del tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco no garantiza la seguridad vial y transitabilidad para el usuario; El terreno de fundación presenta un suelo de baja resistencia de soporte; El terreno presenta una orografía accidentada; El volumen de transporte que soporta el tramo de carretera será el obtenido a través del análisis del conteo vehicular; Los espesores de capa del afirmado tramo Irapitari Baja – Nuevo Kimbiri – La Convención – Cuzco serán los que se determinen al utilizar la guía AASHTO 93; Teniendo en cuenta el costo y beneficio, la propuesta de proyecto es viable.</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Realizar el diseño vial para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco, 2022.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Determinar la condición actual del diseño geométrico del tramo Irapitari Baja - Nuevo Kimbiri - La Convención – Cuzco; Determinar las características de la topografía del terreno; Determinar los estudios de mecánica de suelos, para descubrir las propiedades físicas y mecánicas del terreno de fundación; Determinar el volumen de transporte que soporta el tramo de carretera analizado; Determinar el espesor de las capas de afirmado teniendo en consideración los parámetros estructurales; y, Determinar la viabilidad económica, estimando un presupuesto para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco, 2022.</p>	Diseño vial para el mejoramiento de la carretera del tramo Irapitari baja – Nuevo Kimbiri – a Convención – Cuzco, 2022	<p>Planimetría Diseño estructural Diseño geométrico Cronograma de obra Costos Presupuesto</p> <p>Características de la vía. Señalización.</p> <p>Cumplimiento de la DG-2018</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada <b>Método:</b> Hipotético deductivo <b>Diseño:</b> No experimental <b>Población y muestra:</b> Carretera Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri-La Convención-Cuzco/ Kilómetros Irapitari Baja-Nuevo Kimbiri (Km 0+000 – Km 2+860). <b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos:</b> Observación Análisis documental/Guía de observación Guía de análisis documental <b>Métodos de análisis de investigación:</b> Estadística descriptiva</p>

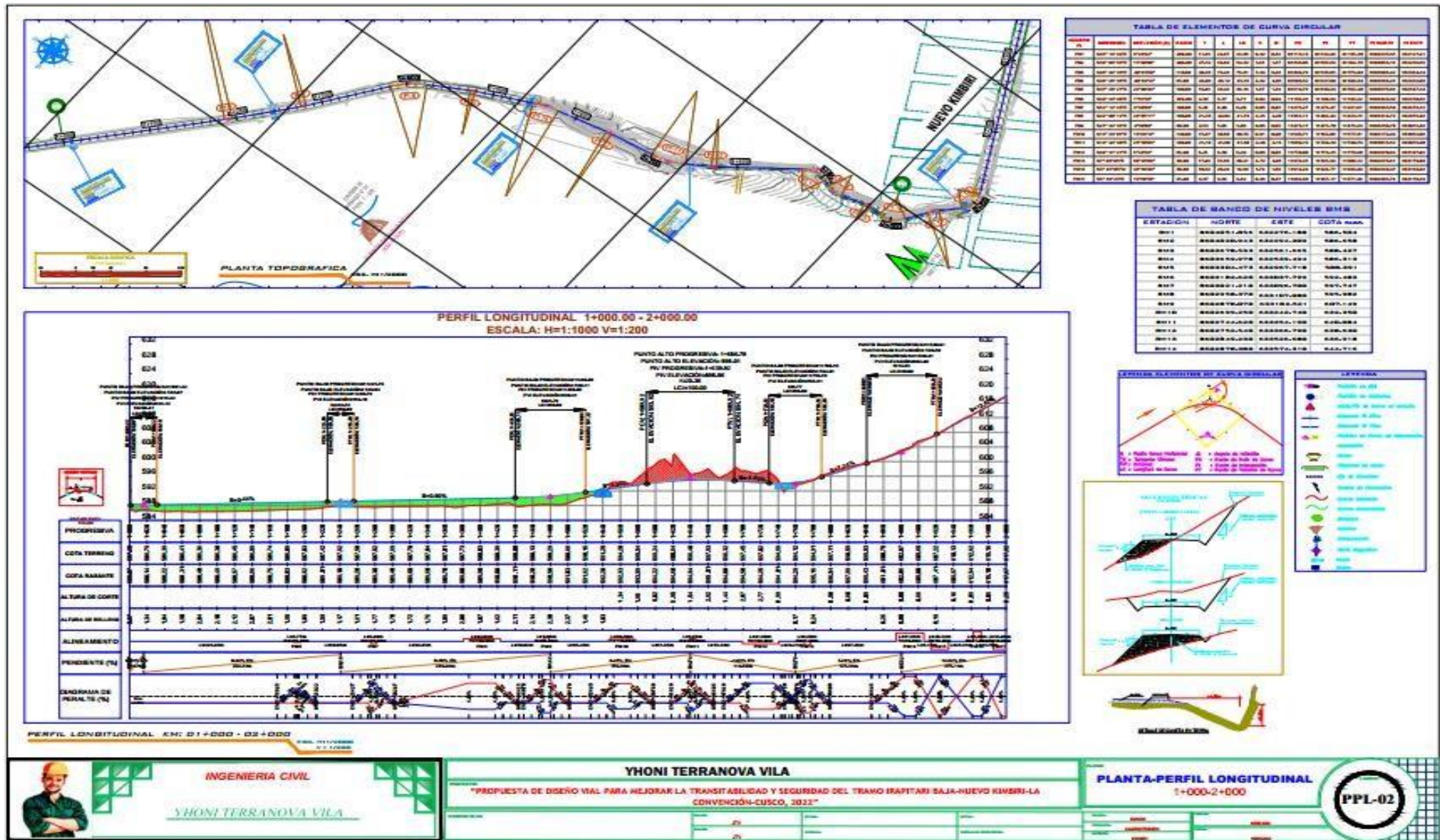
Nota. Elaboración propia

# Anexo 8. Planos de Diseño



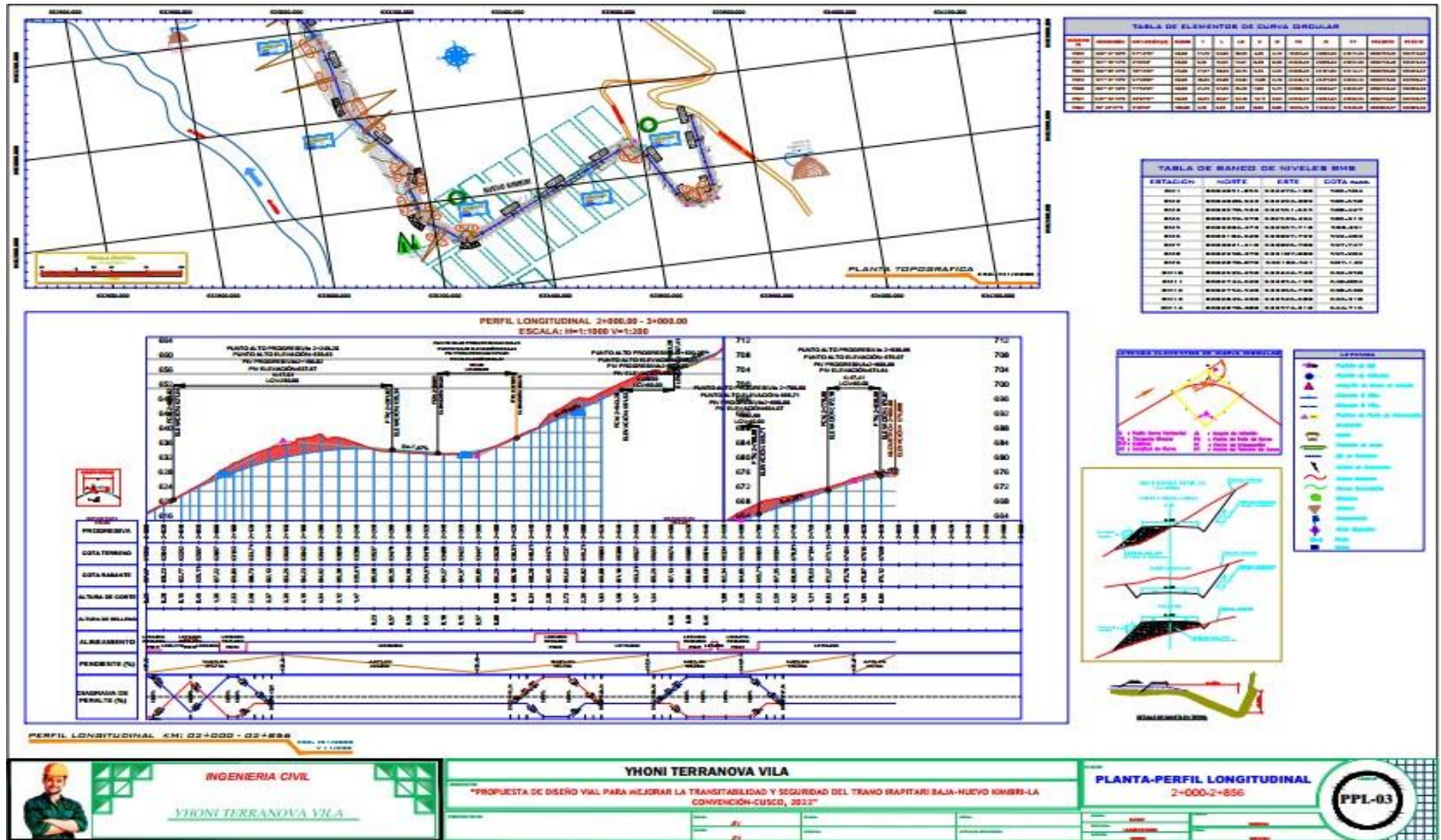


Anexo 9. Planos de Diseño en planta y perfil longitudinal tramo 1+000 - 2+000

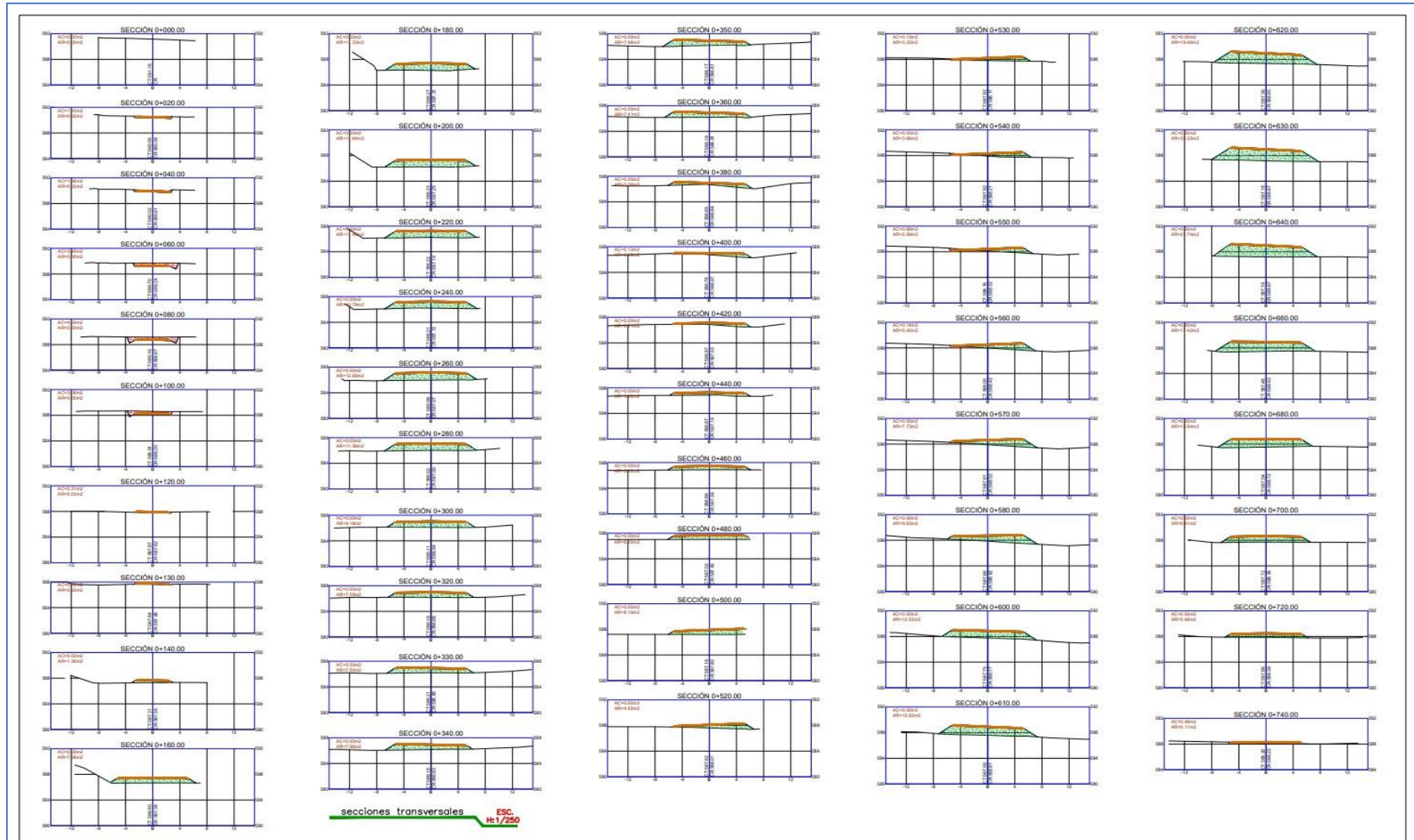




Anexo 10. Planos de *Diseño en planta y perfil longitudinal* tramo 2+000 - 3+000

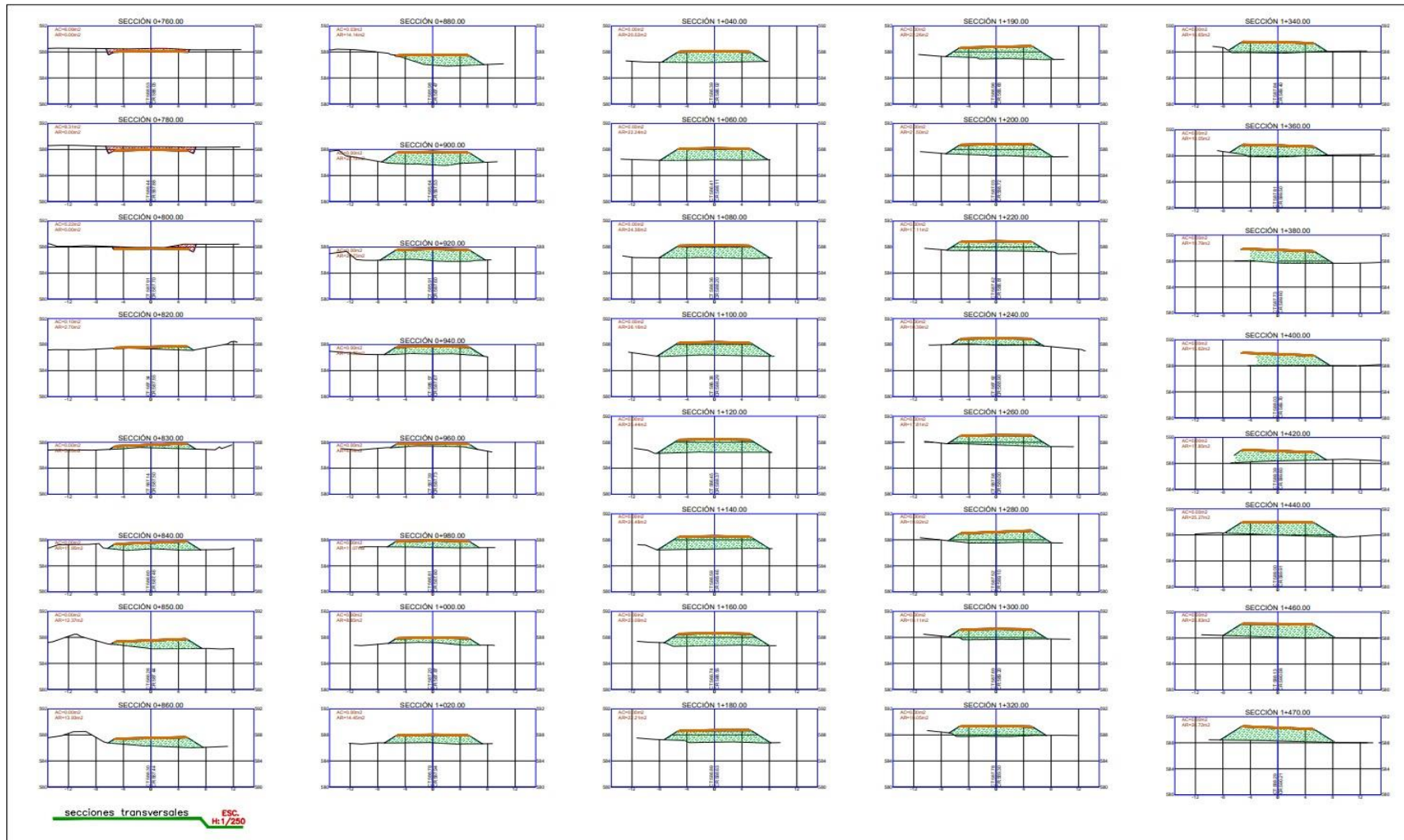


Anexo 11. Planos: *Sección Transversal tramo 0+000 – 0+740*

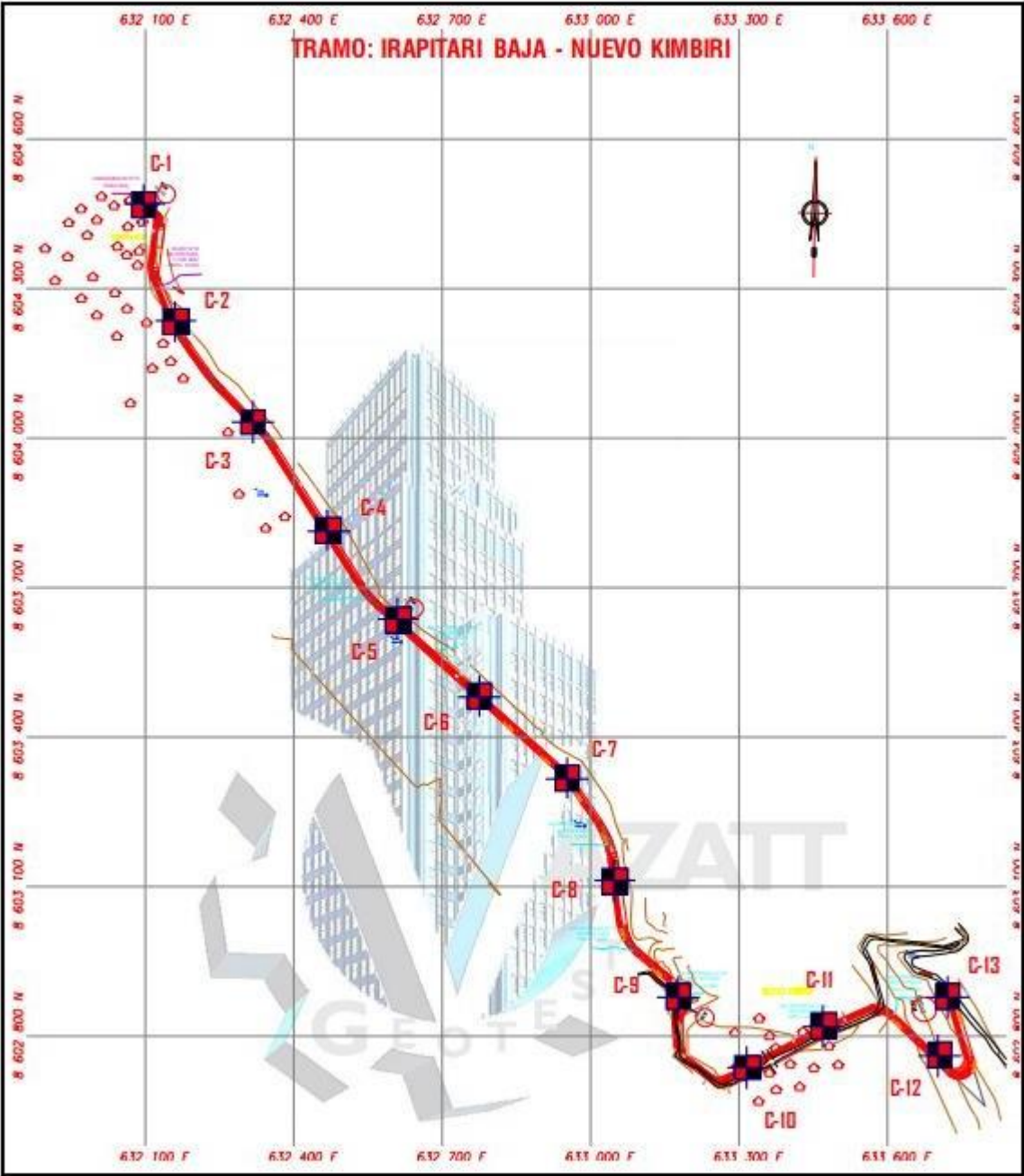




Anexo 12. Planos: *Sección Transversal tramo 0+740 – 1+470*



Anexo 13. Ubicación de Calicatas



Anexo 14. Resumen de Ensayos de Laboratorio

**RESUMEN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

Tramo	Progresiva Km	Calicata	Profundidad (m)	W nat. (%)	% Grava	% Arena	% Finos	L.L.%	L.P.%	I.P.%	AASTHO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487
Irapuati Baja - Nuevo Kimbin	0+005	C-01	0.70 - 1.40	6.05	57.49	27.46	15.04	45.95	NP	NP	A-1-b (0)	GM	Grava Limosa con Arena
	0+250	C-02	0.60 - 1.40	6.84	59.11	36.39	4.50	48.51	NP	NP	A-1-a (1)	GP	Grava Mal Graduada con Arena
	0+500	C-03	1.00 - 1.40	12.45	0.32	0.73	98.94	56.91	NP	NP	A-4 (0)	ML	Limo
	0+750	C-04	1.00 - 1.40	8.88	0.00	96.67	3.33	39.30	NP	NP	A.3 (1)	SP	Arena Mal Graduada
	1+000	C-05	0.80 - 1.40	10.01	0.10	92.22	7.69	46.85	NP	NP	A.3 (1)	SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
	1+250	C-06	0.70 - 1.40	8.95	0.00	88.80	11.20	38.45	NP	NP	A-2-4 (0)	SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
	1+500	C-07	0.80 - 1.40	11.45	0.00	59.48	40.52	40.72	NP	NP	A-4 (0)	SM	Arena Limosa
	1+750	C-08	0.40 - 1.40	10.05	52.90	28.16	18.94	40.86	NP	NP	A-1-b (0)	GM	Grava Limosa con Arena
	2+000	C-09	0.20 - 1.40	11.06	48.94	22.95	28.11	30.69	19.15	11.54	A-2-6 (0)	GC	Grava Arcillosa con Arena
	2+250	C-10	0.30 - 1.40	14.44	0.00	40.54	59.46	46.78	36.50	10.28	A-7-5 (6)	ML	Limo Arenoso
	2+500	C-11	0.50 - 1.40	16.05	11.34	18.64	70.02	38.93	29.49	9.44	A-4 (7)	ML	Limo con Arena
	2+750	C-12	0.40 - 1.40	19.88	0.73	3.24	96.04	42.39	22.85	19.54	A-7-6 (21)	CL	Arcilla Ligera
	2+940	C-13	0.40 - 0.80	14.76	9.34	17.60	73.06	47.39	26.09	21.31	A-7-6 (16)	CL	Arcilla Ligera con Arena

W nat. : Humedad Natural    L.L. : Limite liquido    L.P. : Limite plastico    I.P. : Indice Plastico



Anexo 15. Excavación de Calicata 1 (Km 0+005)

## RECORD DE EXCAVACIÓN

(ASTM - D 2488)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI

Designación de Área : SUELO DE FUNDACIÓN

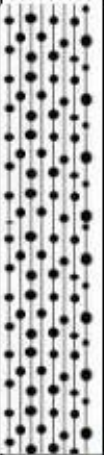
Método de excavación : Manual

Profundidad de excavación : 1.40m.

Excavación : N° 01

Ubicación : Km 0+005

Fecha : Noviembre del 2019

CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	HUMEDAD (%)	
		0.00m. 0.70m.	A		<p>Estrato : "A"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 0.00m. @ 0.70m.</li> <li>- Compuesto por material de relleno de color marrón oscuro, con presencia de raíces de pastos. La consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactación semi compacto.</li> </ul>
GM		0.70m. 1.40m.	B	6.05%	<p>Estrato : "B"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 0.70m. @ 1.40m.</li> <li>- Compuesto por material tipo Aluvial, suelos de color Marrón amarillento, conformado por Grava Limsa con Arena que se clasifica en el SUCS como GM y en el sistema de clasificación del AASHTO como un A-1-b (0); en su composición presenta bolones de rocas duras y compactas de hasta 0.60m. en una proporción de unos 10%, cantos rodados en una proporción de unos 10%, gravas &gt; de 2" = 15% de formas sub redondeadas, la fracción ensayada presenta Gravas de 57.49%, Arenas de 27.46% y finos de 15.04%, la fracción que pasa la malla N° 40 es de nula plasticidad, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactación Medianamente compacta. El terreno se podría considerar de estructura "Homogénea", tipo Migajosa tiene una resistencia a la excavación manual Firme, de talud con un grado de estabilidad de paredes estable.</li> </ul> <p>Depósitos Aluvial</p> <p>Nivel Freático A la profundidad de excavación no se encuentra.</p>
		Inferior			<p>Estrato : "C"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 1.40m.a &gt; Prof.</li> <li>- Idem al estrato anterior.</li> </ul> <p>Contacto Inferido</p>

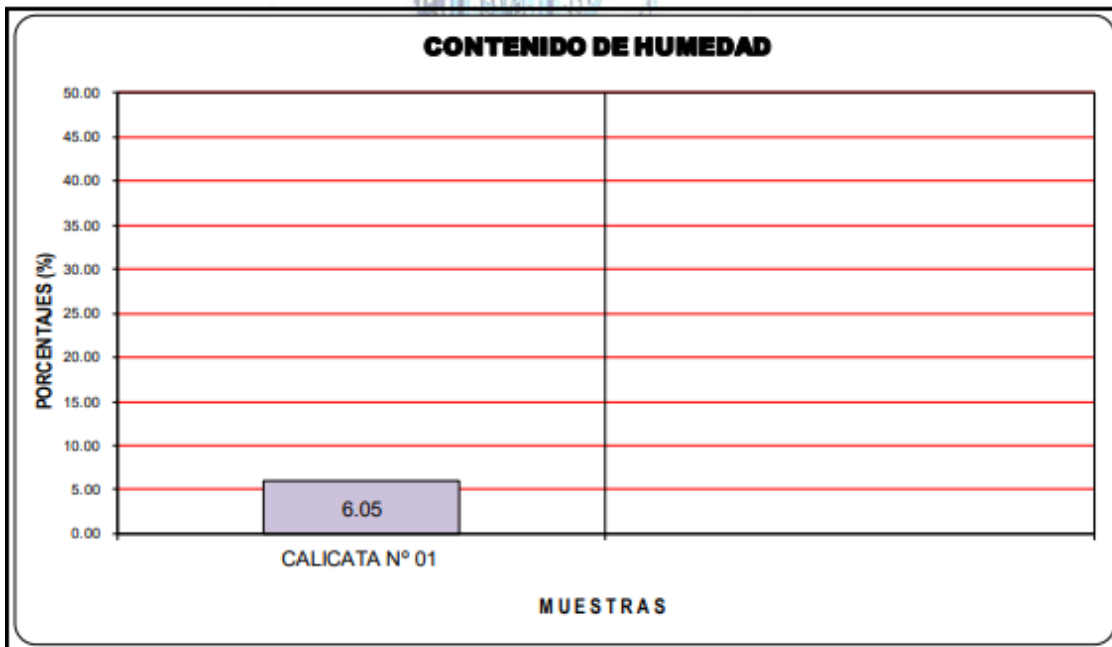
Anexo 16. Contenido de Humedad de Calicata 1

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

Proyecto	: CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO		
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Departamento	: CUSCO
Descripción	: CALICATA N° 01 Estrato : "B"	Provincia	: LA CONVENCION
Ubicación	: Km 0+005	Distrito	: KIMBIRI
Fecha	: Noviembre del 2019	Lugar	: IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

DESCRIPCIÓN			
Ubicación	CALICATA N° 01		
Muestra	M-1	M-2	
HUMEDAD (%)			
	Tarro - Recipiente	N°	25
1	Peso Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	178.65
2	Peso Suelo Seco + Recipiente	gr.	169.88
3	Peso Agua	gr.	8.77
4	Peso Recipiente	gr.	24.87
5	Peso Seco	gr.	145.01
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)</b>			<b>6.05</b>
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>			<b>6.05</b>



OBSERVACIONES :

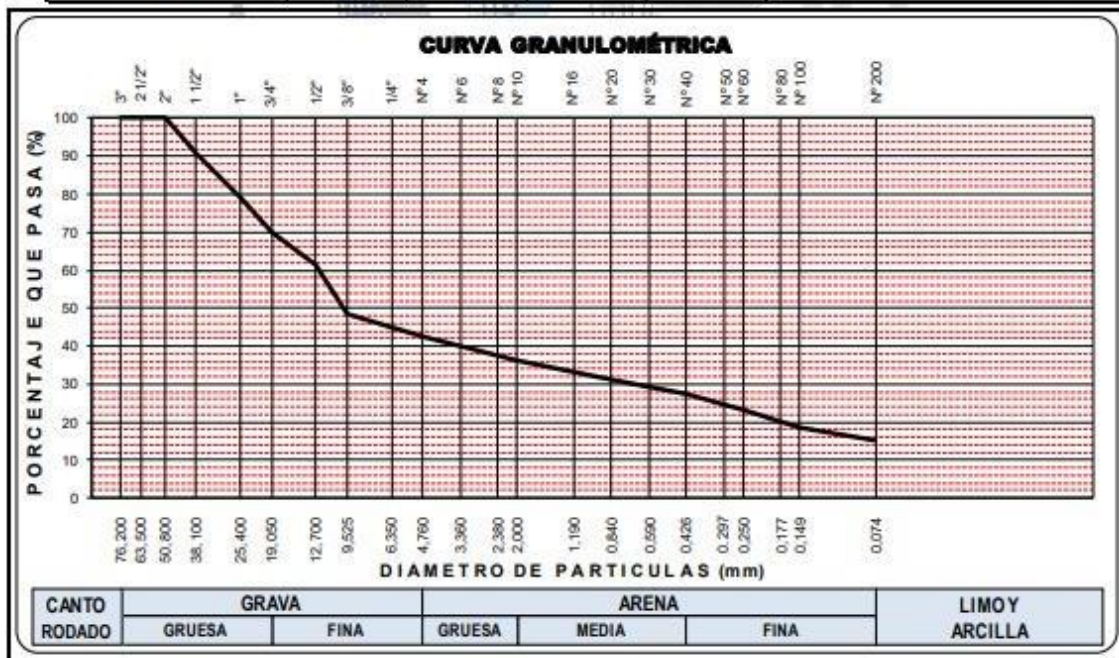
Anexo 17. Granulometría de Calicata 1

## ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto	: CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO		
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Departamento	: CUSCO
Descripción	: CALICATA N° 01 Estrato : "B"	Provincia	: LA CONVENCION
Ubicación	: Km 0+005	Distrito	: KIMBIRI
Fecha	: Noviembre del 2019	Lugar	: IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr.)	% RETENIDO Parcial	% RETENIDO Acumulado	% QUE Pasa	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
						<b>PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA</b>	
3"	76.200	-	-	-	100.00	Peso seco inicial	2045.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco lavado	1740.61
2"	50.800	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado	304.39
1 1/2"	38.100	184.56	9.02	9.02	90.98	<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>	
1"	25.400	245.62	12.01	21.04	78.96	% Grava	57.5
3/4"	19.050	187.42	9.16	30.20	69.80	% Grava gruesa	21.0
1/2"	12.700	168.92	8.26	38.46	61.54	% Grava fina	36.5
3/8"	9.525	264.30	12.92	51.38	48.62	% Arena	27.5
1/4"	6.350	-	-	51.38	48.62	% Arena gruesa	6.3
N° 4	4.760	124.90	6.11	57.49	42.51	% Arena media	8.8
N° 6	3.360	-	-	57.49	42.51	% Arena fina	12.4
N° 8	2.380	-	-	57.49	42.51	% de Finos	15.0
N° 10	2.000	128.45	6.28	63.77	36.23	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
N° 16	1.190	-	-	63.77	36.23	AASHTO	A-1-b (0)
N° 20	0.840	100.60	4.92	68.69	31.31	Clasificación SUCS	GM
N° 30	0.590	-	-	68.69	31.31	Nombre de Grupo	
N° 40	0.426	78.60	3.84	72.54	27.46	Grava Limosa con Arena	
N° 50	0.297	-	-	72.54	27.46	<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
N° 60	0.250	84.26	4.12	76.66	23.34	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
N° 80	0.177	-	-	76.66	23.34	Límite Líquido	45.95
N° 100	0.149	97.42	4.76	81.42	18.58	Límite Plástico	NP
N° 200	0.075	72.30	3.54	84.96	15.04	Índice de Plasticidad	NP
Fondo		3.26	0.16	85.12			
Lavado		304.4	14.88	100.00			
<b>TOTAL</b>		<b>2045.0</b>	<b>100.0</b>				





Anexo 18. Ensayo de Constantes Físicas de Calicata 1

**ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS**

(ASTM D-4318, MTC E 111, MTC E 110)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO

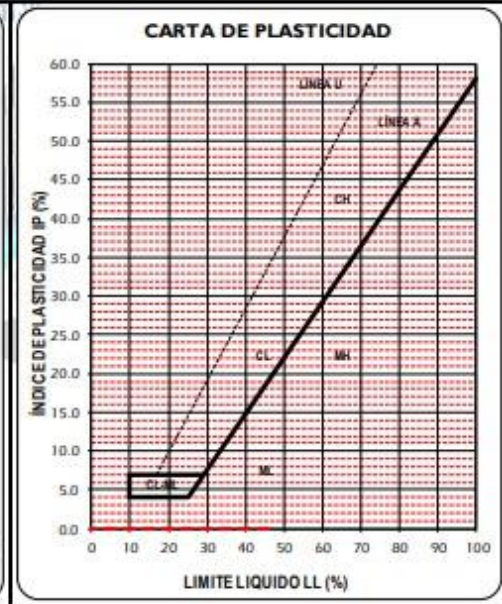
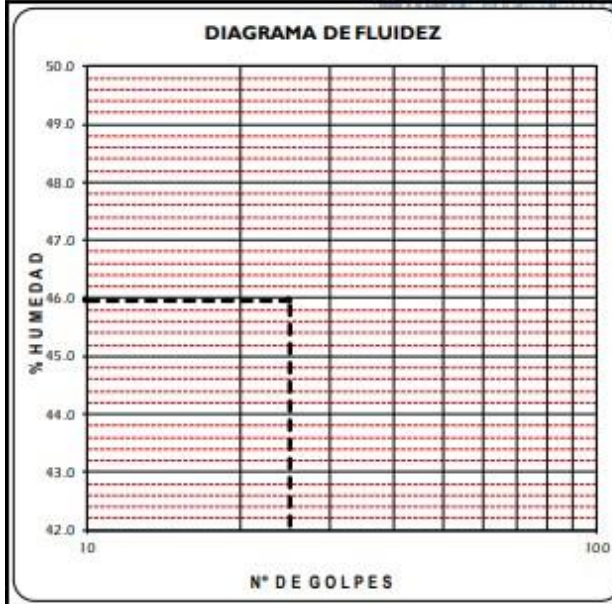
Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI Departamento : CUSCO

Descripción : CALICATA N° 01 Estrato : "B" Provincia : LA CONVENCION

Ubicación : Km 0+005 Distrito : KIMBIRI

Fecha : Noviembre del 2019 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLÁSTICO	LIMITE LIQUIDO
Ensayo N° (N°)	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
Capsula N° (N°)		
Peso Capsula + Suelo Húmedo (gr.)		
Peso Capsula + Suelo Seco (gr.)		
Peso Agua (gr.)		
Peso de la Capsula (gr.)		
Peso Suelo Seco (gr.)		
Contenido de Humedad (%)		
Número de Golpes		



RESULTADOS DEL ENSAYO					
Limite Liquido (%)	45.95	Limite Plástico (%)	NP	Índice Plástico (%)	NP

Anexo 19. Excavación de Calicata 2 (Km 0+250)

**RECORD DE EXCAVACIÓN**  
(ASTM - D 2488)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI

Designación de Área : SUELO DE FUNDACIÓN



Método de excavación : Manual

Profundidad de excavación : 1.40m.

Excavación : Nº 02

Ubicación : Km 0+250

Fecha : Noviembre del 2019

CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	HUMEDAD (%)	
		0.00m.  0.60m.	A		<p>Estrato : "A"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 0.00m. @ 0.60m.</li> <li>- Compuesto por material de cobertura orgánica de color marrón oscuro, con presencia de raíces de pastos. La consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad semi compacto.</li> </ul>
GP		1.40m.	B	6.84%	<p>Estrato : "B"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 0.60m. @ 1.40m.</li> <li>- Compuesto por material tipo Aluvial, suelos de color gris oscuro, conformado por Grava Mal Graduada con Arena que se clasifica en el SUCS como GP y en el sistema de clasificación del AASHTO como un A-1-a (1), en su composición presenta bolones de rocas duras y compactas de hasta 0.50m. en una proporción de unos 5%, cantos rodados en una proporción de unos 25%, gravas &gt; de 2" = 20% de formas sub redondeadas, la fracción ensayada presenta Gravas de 59.11%, Arenas de 36.39% y finos de 4.5%, la fracción que pasa la malla Nº 40 es de nula plasticidad, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad Medianamente compacta. El terreno se podría considerar de estructura "homogénea", tipo Migajosa tiene una resistencia a la excavación manual Firme, de talud con un grado de estabilidad de paredes estable.</li> </ul> <p>Depósitos Aluvial</p> <p>Nivel Freático A la profundidad de excavación no se encuentra.</p>
		Inferior			<p>Estrato : "C"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 1.40m.a &gt; Prof.</li> <li>- Ídem al estrato anterior.</li> </ul> <p>Contacto Inferido</p>

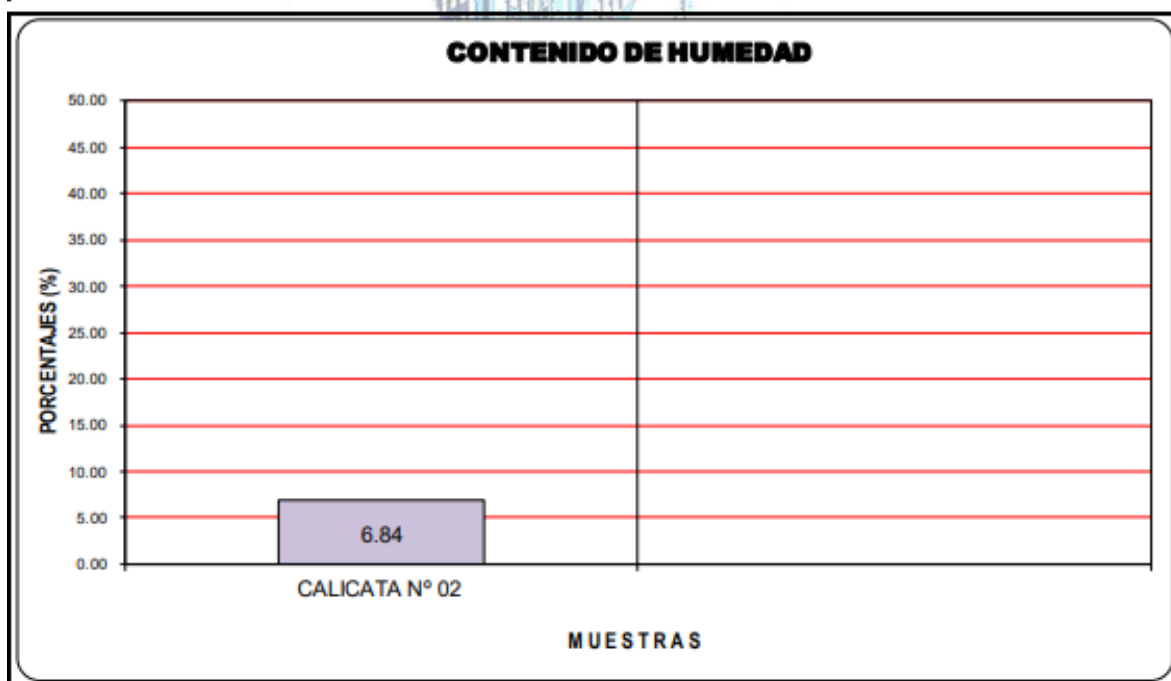
Anexo 20. Contenido de Humedad Calicata 2

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

Proyecto	: CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO		
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Departamento	: CUSCO
Descripción	: CALICATA Nº 02 Estrato : "B"	Provincia	: LA CONVENCION
Ubicación	: Km 0+250	Distrito	: KIMBIRI
Fecha	: Noviembre del 2019	Lugar	: IRAPITARI NAJA - NUEVO K

DESCRIPCIÓN			
Ubicación	CALICATA Nº 02		
Muestra	M-1	M-2	
HUMEDAD (%)			
	Tarro - Recipiente	Nº	26
1	Peso Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	184.66
2	Peso Suelo Seco + Recipiente	gr.	174.42
3	Peso Agua	gr.	10.24
4	Peso Recipiente	gr.	24.73
5	Peso Seco	gr.	149.69
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)			6.84
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			6.84



OBSERVACIONES :



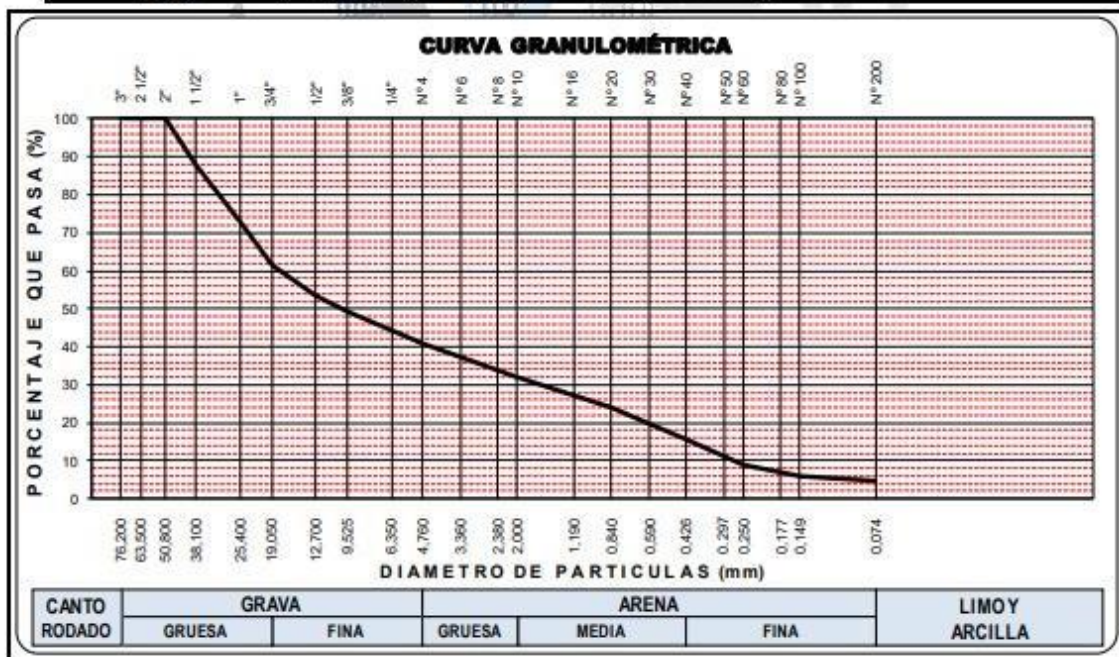
Anexo 21. Granulometría de Calicata 2

### ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO  
 Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI Departamento : CUSCO  
 Descripción : CALICATA N° 02 Estrato : "B" Provincia : LA CONVENCION  
 Ubicación : Km 0+250 Distrito : KIMBIRI  
 Fecha : Noviembre del 2019 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO Retenido (gr.)	% RETENIDO Parcial	% RETENIDO Acumulado	% QUE Pasa	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
						<b>PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA</b>	
3"	76.200	-	-	-	100.00	Peso seco inicial	2215.00
2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco lavado	2116.73
2"	50.800	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado	98.27
11/2"	38.100	266.08	12.01	12.01	87.99	<b>PARAMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>	
1"	25.400	337.38	15.23	27.24	72.76	% Grava	59.1
3/4"	19.050	248.78	11.23	38.48	61.52	% Grava gruesa	27.2
1/2"	12.700	173.27	7.82	46.30	53.70	% Grava fina	31.9
3/8"	9.525	97.38	4.40	50.69	49.31	% Arena	36.4
1/4"	6.350	-	-	50.69	49.31	% Arena gruesa	8.9
N° 4	4.760	186.30	8.41	59.11	40.89	% Arena media	16.5
N° 6	3.360	-	-	59.11	40.89	% Arena fina	10.9
N° 8	2.380	-	-	59.11	40.89	% de Finos	4.5
N° 10	2.000	197.10	8.90	68.00	32.00	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
N° 16	1.190	-	-	68.00	32.00	AASHTO	A-1-a (1)
N° 20	0.840	175.21	7.91	75.91	24.09	Clasificación SUCS	GP
N° 30	0.590	-	-	75.91	24.09	Nombre de Grupo	
N° 40	0.426	191.36	8.64	84.55	15.45	Grava Mal Graduada con Arena	
N° 50	0.297	-	-	84.55	15.45	<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
N° 60	0.250	143.87	6.50	91.05	8.95	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
N° 80	0.177	-	-	91.05	8.95	Límite Líquido	48.51
N° 100	0.149	69.20	3.12	94.17	5.83	Límite Plástico	NP
N° 200	0.075	29.32	1.32	95.50	4.50	Índice de Plasticidad	NP
Fondo		1.48	0.07	95.56			
Lavado		98.3	4.44	100.00			
<b>TOTAL</b>		<b>2215.0</b>	<b>100.0</b>				



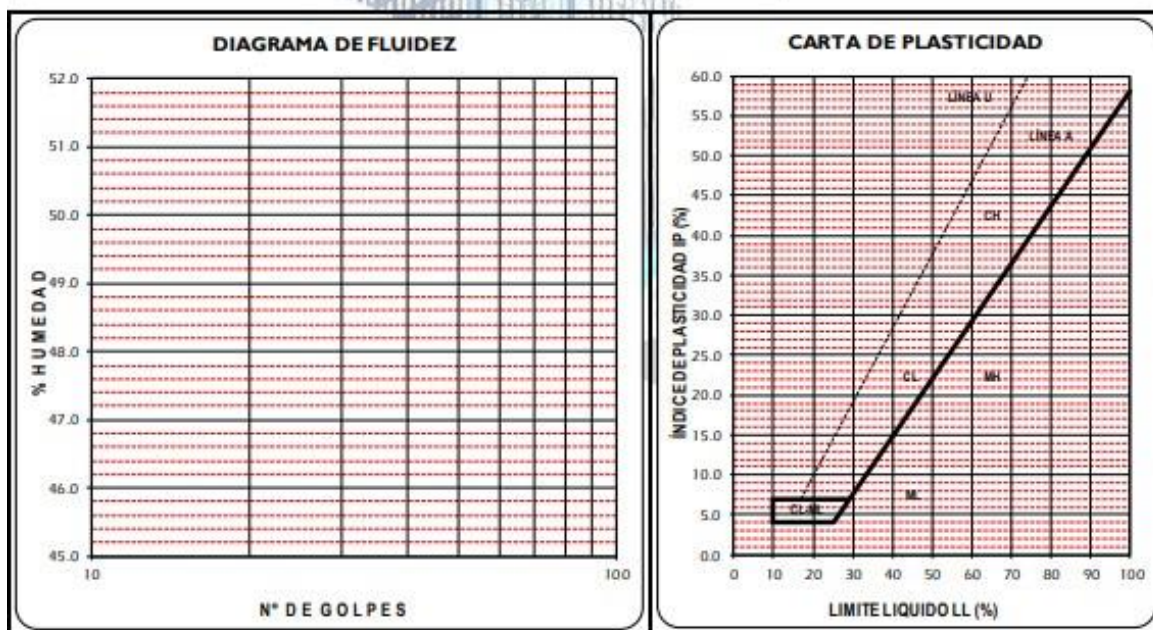
Anexo 22. Ensayo de Constantes Físicas Calicata 2

## ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

(ASTM D-4318, MTC E 111, MTC E 110)

Proyecto	: CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO		
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Departamento	: CUSCO
Descripción	: CALICATA N° 02 Estrato : "B"	Provincia	: LA CONVENCION
Ubicación	: Km 0+250	Distrito	: KIMBIRI
Fecha	: Noviembre del 2019	Lugar	: IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLÁSTICO	LIMITE LIQUIDO
Ensayo N° (N°)	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
Capsula N° (N°)		
Peso Capsula + Suelo Húmedo (gr.)		
Peso Capsula + Suelo Seco (gr.)		
Peso Agua (gr.)		
Peso de la Capsula (gr.)		
Peso Suelo Seco (gr.)		
Contenido de Humedad (%)		
Número de Golpes		



RESULTADOS DEL ENSAYO					
Límite Líquido (%)	0.00	Límite Plástico (%)	NP	Índice Plástico (%)	NP



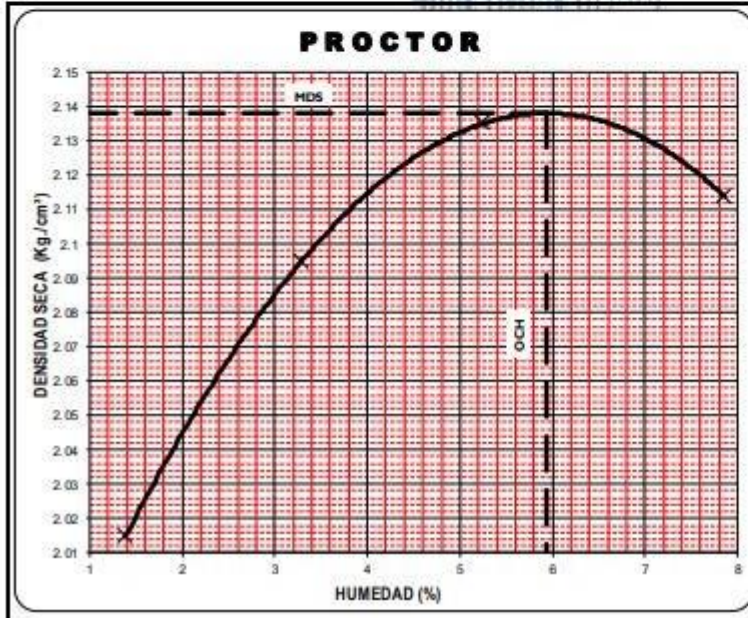
Anexo 23. Relación de Humedad - Densidad de Calicata 2

**RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD**

(ASTM D-1557, MTC E 115-2000)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO  
 Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI Departamento : CUSCO  
 Cantera : CALICATA N° 02 Estrato : "B" Provincia : LA CONVENCION  
 Material : Km 0+250 Distrito : KIMBIRI  
 Fecha : Noviembre del 2019 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

DESCRIPCIÓN	NUMERO DE ENSAYO				
Determinación N°		01	02	03	04
Peso Molde + Suelo Húmedo	gr.	7,247	7,504	7,681	7,751
Peso Molde	gr.	2,908	2,908	2,908	2,908
Peso Suelo Húmedo	gr.	4,339	4,596	4,773	4,843
N° Tarro		20	21	22	23
Peso Tarro + Suelo Húmedo	gr.	170.95	179.46	181.45	190.58
Peso Tarro + Suelo Seco	gr.	168.95	174.52	173.62	178.52
Peso de Agua	gr.	2.00	4.94	7.83	12.06
Peso de Tarro	gr.	24.95	24.46	24.45	24.94
Peso Suelo Seco	gr.	144.00	150.06	149.17	153.58
% de Humedad	%	1.39	3.29	5.25	7.85
Densidad Suelo Húmedo	gr./cm <sup>3</sup>	2.043	2.164	2.247	2.280
Densidad Seca	gr./cm <sup>3</sup>	2.015	2.095	2.135	2.114



Método de Compactación	" C "
Numero de Capas	5
Numero de Golpes	56
Máxima Densidad Seca gr./cm <sup>3</sup>	2.138
Optimo Contenido de Humedad %	5.94
Retenido Malla 3/4" x N° 4	
Volumen de Molde cm <sup>3</sup>	2,124

Anexo 24. Valor de Soporte CBR de Calicata 2

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

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D-1883)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO  
 Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI Departamento : CUSCO  
 Cantera : CALICATA Nº 02 Estrato : "B" Provincia : LA CONVENCION  
 Ubicación : Km 0+250 Distrito : KIMBIRI  
 Fecha : Noviembre del 2019 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

COMPACTACIÓN CBR						
Molde Nº	1		2		3	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12733.00		12324.00		12125.00	
Peso de molde (g)	7977.00		7783.00		7837.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4756.00		4541.00		4288.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2105.00		2123.00		2105.00	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.259</b>		<b>2.139</b>		<b>2.037</b>	
Tara (Nº)	40		41		42	
Peso suelo húmedo + tara (g)	181.05		181.35		181.26	
Peso suelo seco + tara (g)	172.51		172.51		172.51	
Peso de tara (g)	8.55		8.84		8.77	
Peso de agua (g)	25.18		25.18		25.18	
Peso de suelo seco (g)	147.33		147.33		147.33	
Contenido de humedad (%)	5.80		6.00		5.95	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.136</b>		<b>2.018</b>		<b>1.923</b>	

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	18.5			0	18.5			0	18.5		
0.635		18	87.5			10	56.8			6	41.4		
1.270		36	157.2			27	122.3			18	87.5		
1.905		49	207.9			40	172.7			29	130.0		
2.540	70.5	63	262.8	270.5	19.0	52	219.6	232.5	16.3	44	188.3	191.6	13.5
3.810		94	385.5			84	345.7			72	298.2		
5.080	105.7	113	461.3	462.6	21.7	102	417.3	406.4	19.0	90	369.5	354.6	16.6
6.350		130	529.6			115	469.3			101	413.4		
7.620		145	590.1			120	489.4			106	433.3		
10.160		155	630.6			127	517.5			111	453.3		

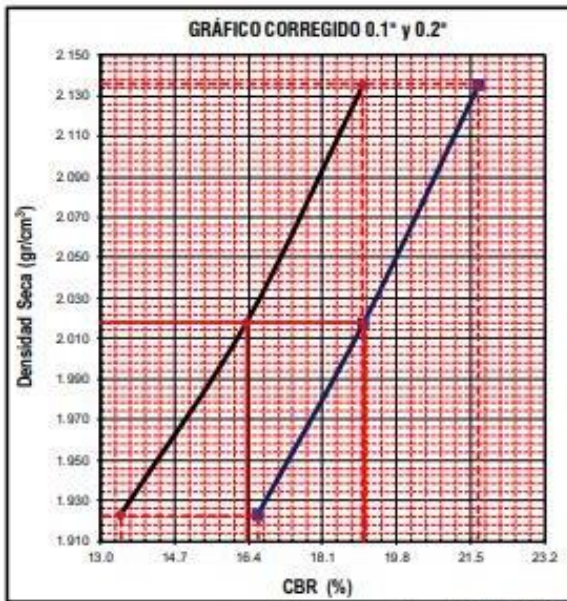


Anexo 25. Relación de Soporte CBR de C-2

## RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

(NORMA AASHTO T-193, ASTM D-1883)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO  
 Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI  
 Departamento : CUSCO  
 Cantera : CALICATA Nº 02 Estrato : "B"  
 Provincia : LA CONVENCION  
 Ubicación : Km 0+250  
 Distrito : KIMBIRI  
 Fecha : Noviembre del 2019  
 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

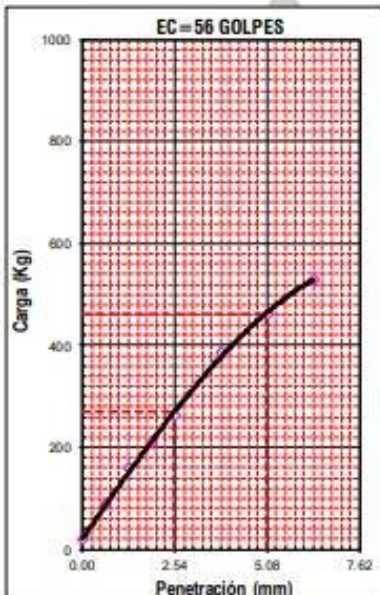


LL	0.00
LP	NP
P	NP
Expansión	S/N
Absorción	
Embebido	4 días

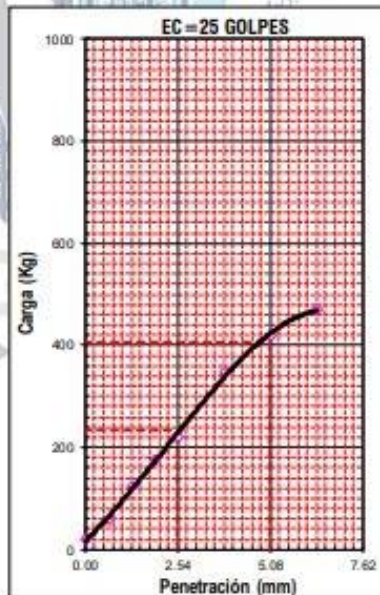
SUCS		GP
AASHTO		A-1-a (0)
Retenido Acumulado	3/4"	
	3/8"	
	Nº 4	
	P <sub>200</sub>	4.5

Método de Compactación (ASTM D-1557)	"C"
Máxima Densidad Seca (gr./cm <sup>3</sup> )	2.136
Optimo Contenido de Humedad (%)	5.80
95% Maxima Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.029
C.B.R. al 100% de la MDS (%)	19.0 (%)
C.B.R. al 95% de la MDS (%)	16.6 (%)

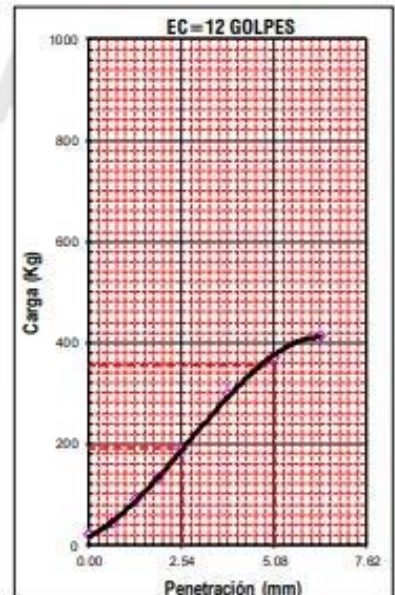
Observación:



CBR (0.1")	19.0%
CBR (0.2")	21.7%



CBR (0.1")	16.3%
CBR (0.2")	19.0%



CBR (0.1")	13.5%
CBR (0.2")	16.6%

Anexo 26. Excavación de Calicata 3 (Km 0+500)

**RECORD DE EXCAVACIÓN**  
(ASTM - D 2488)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI

Designación de Área : SUELO DE FUNDACIÓN Excavación : Nº 03

Método de excavación : Manual Ubicación : Km 0+500

Profundidad de excavación : 1.40m. Fecha : Noviembre del 2019

CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	HUMEDAD (%)	
		0.00m.  1.00m.	A		<p>Estrato : "A"</p> <p>- Profundidad de 0.00m. @ 1.00m.</p> <p>- Compuesto por material de cobertura orgánica de color marrón oscuro, con presencia de raíces de pastos. La consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactación semi compacto.</p>
ML		1.40m.	B	12.45%	<p>Estrato : "B"</p> <p>- Profundidad de 1.00m. @ 1.40m.</p> <p>- Compuesto por material tipo Aluvial, suelos de color gris oscuro, conformado por Limo que se clasifica en el SUCS como ML y en el sistema de clasificación del AASHTO como un A-4 (0), en su composición presenta algunas gravillas de formas sub redondeadas, la fracción ensayada presenta Gravas de 0.32%, Arenas de 0.73% y finos de 98.94%, la fracción que pasa la malla N° 40 es de nula plasticidad, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactación Medianamente compacta. El terreno se podría considerar de estructura "Homogénea", tipo Mgaajosa tiene una resistencia a la excavación manual Firme, de talud con un grado de estabilidad de paredes estable.</p> <p>Depósitos Aluvial</p> <p>Nivel Freático A la profundidad de excavación no se encuentra.</p>
		Inferior			<p>Estrato : "C"</p> <p>- Profundidad de 1.40m.a &gt; Prof.</p> <p>- Ídem al estrato anterior.</p> <p>Contacto Inferido</p>

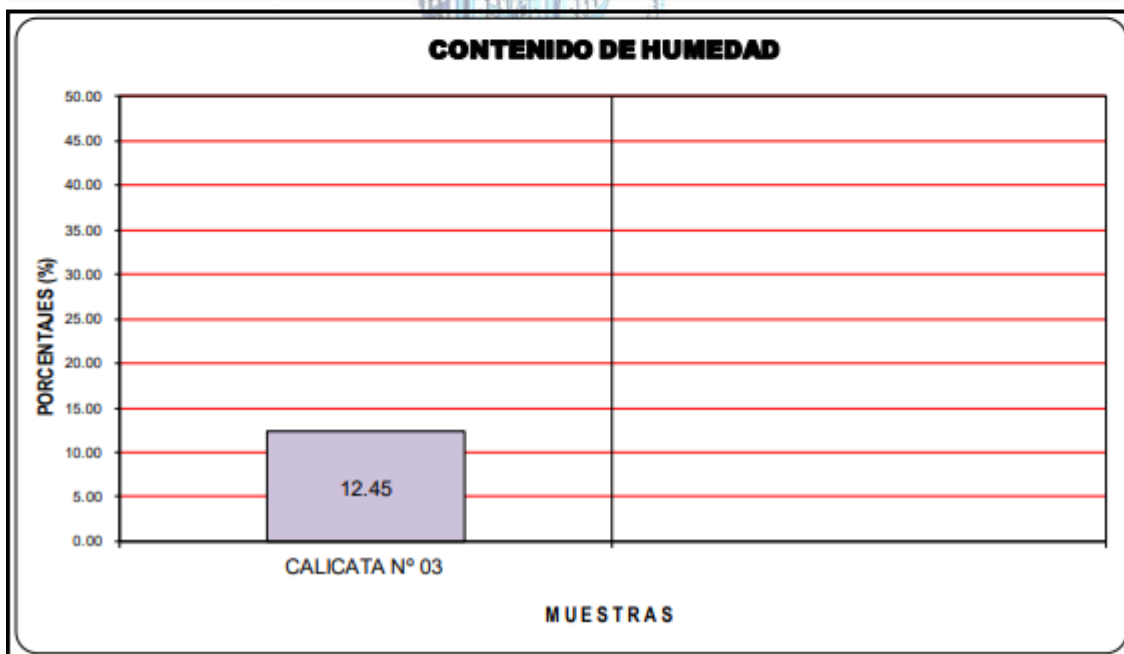
Anexo 27. Contenido de Humedad de Calicata 3

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D 2216, MTC E 108-2000)

Proyecto	: CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO		
Solicitante	: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI	Departamento	: CUSCO
Descripción	: CALICATA N° 03 Estrato : "B"	Provincia	: LA CONVENCION
Ubicación	: Km 0+500	Distrito	: KIMBIRI
Fecha	: Noviembre del 2019	Lugar	: IRAPITARI NAJA - NUEVO K

DESCRIPCIÓN			
Ubicación	CALICATA N° 03		
Muestra	M-1	M-2	
HUMEDAD (%)			
	Tarro - Recipiente	N°	27
1	Peso Suelo Húmedo + Recipiente	gr.	153.75
2	Peso Suelo Seco + Recipiente	gr.	139.52
3	Peso Agua	gr.	14.23
4	Peso Recipiente	gr.	25.25
5	Peso Seco	gr.	114.27
<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)</b>			<b>12.45</b>
<b>PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>			<b>12.45</b>



OBSERVACIONES :



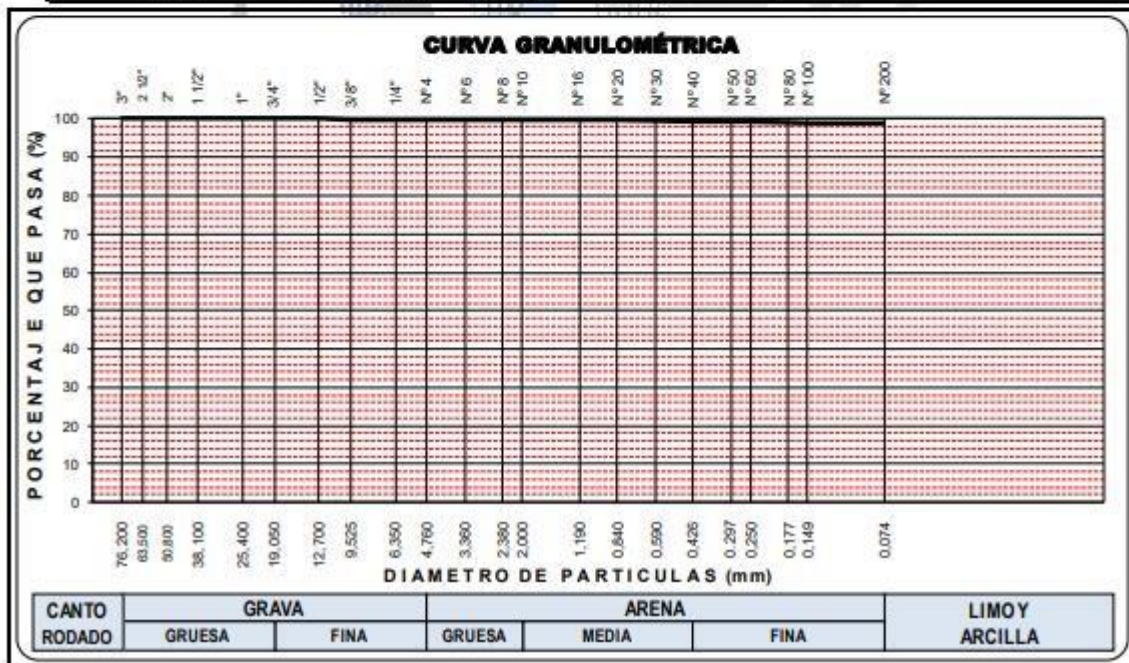
Anexo 28. Granulometría de Calicata 3

### ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

(ASTM D 422, D 4318, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO  
 Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI Departamento : CUSCO  
 Descripción : CALICATA N° 03 Estrato : "B" Provincia : LA CONVENCION  
 Ubicación : Km 0+500 Distrito : KIMBIRI  
 Fecha : Noviembre del 2019 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

	TAMIZ	ABERTURA	PESO	% RETENIDO	% RETENIDO	% QUE	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
	ASTM	(mm)	Retenido (gr.)	Parcial	Acumulado	Pasa		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	76.200	-	-	-	100.00	<b>PESOS DE LA MUESTRA ENSAYADA</b>	
	2 1/2"	63.500	-	-	-	100.00	Peso seco inicial	733.00
	2"	50.800	-	-	-	100.00	Peso seco lavado	8.63
	1 1/2"	38.100	-	-	-	100.00	Pérdida por lavado	724.37
	1"	25.400	-	-	-	100.00	<b>PARÁMETROS DE GRANULOMETRÍA</b>	
	3/4"	19.050	-	-	-	100.00	% Grava	0.3
	1/2"	12.700	-	-	-	100.00	% Grava gruesa	0.0
	3/8"	9.525	0.70	0.10	0.10	99.90	% Grava fina	0.3
	1/4"	6.350	6.350	0.23	0.10	99.90	% Arena	0.7
	N° 4	4.760	1.68	0.23	0.32	99.68	% Arena gruesa	0.0
	N° 6	3.360	-	-	0.32	99.68	% Arena media	0.1
	N° 8	2.380	-	-	0.32	99.68	% Arena fina	0.6
	N° 10	2.000	-	-	0.32	99.68	% de Finos	98.9
	N° 16	1.190	-	-	0.32	99.68	<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
	N° 20	0.840	-	-	0.32	99.68	AASHTO	A-4 (0)
	N° 30	0.590	-	-	0.32	99.68	Clasificación SUCS	ML
	N° 40	0.426	0.76	0.10	0.43	99.57	Nombre de Grupo	
	N° 50	0.297	-	-	0.43	99.57	Limo	
	N° 60	0.250	2.30	0.31	0.74	99.26	<b>ENSAYOS ESTÁNDAR</b>	
	N° 80	0.177	-	-	0.74	99.26	<b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b>	
N° 100	0.149	1.31	0.18	0.92	99.08	Límite Líquido	NP	
N° 200	0.075	1.01	0.14	1.06	98.94	Límite Plástico	NP	
Fondo	-	0.87	0.12	1.18	-	Índice de Plasticidad	NP	
Lavado	-	724.4	98.82	100.00	-			
<b>TOTAL</b>		<b>733.0</b>	<b>100.0</b>					



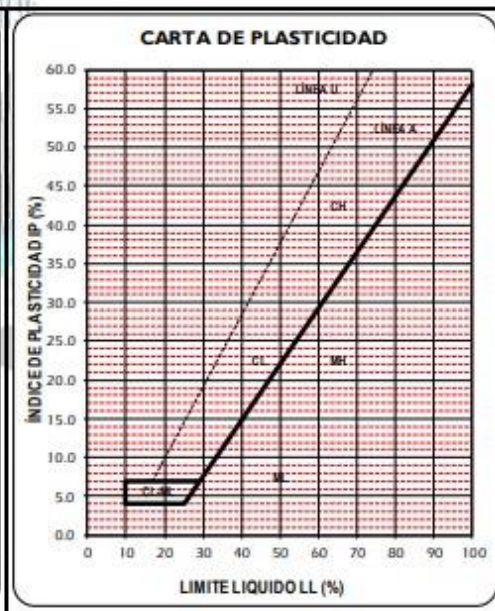
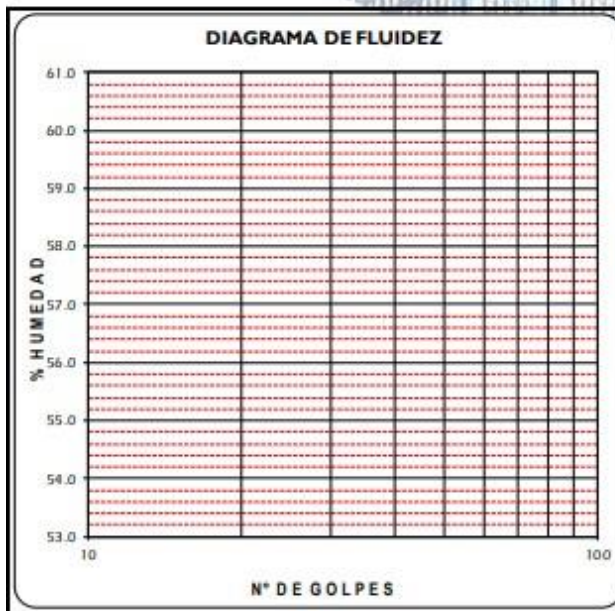
Anexo 29. Ensayo de Constantes Físicas de Calicata 3

**ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS**

(ASTM D-4318, MTC E 111, MTC E 110)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO  
 Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI Departamento : CUSCO  
 Descripción : CALICATA N° 03 Estrato : "B" Provincia : LA CONVENCION  
 Ubicación : Km 0+500 Distrito : KIMBIRI  
 Fecha : Noviembre del 2019 Lugar : IRAPITARI NAJA - NUEVO K.

DESCRIPCIÓN	LIMITE PLÁSTICO	LIMITE LIQUIDO
Ensayo N° (N°)	NO PLÁSTICO	NO PLÁSTICO
Capsula N° (N°)		
Peso Capsula + Suelo Húmedo (gr.)		
Peso Capsula + Suelo Seco (gr.)		
Peso Agua (gr.)		
Peso de la Capsula (gr.)		
Peso Suelo Seco (gr.)		
Contenido de Humedad (%)		
Número de Golpes		



RESULTADOS DEL ENSAYO					
Limite Líquido (%)	0.00	Limite Plástico (%)	NP	Índice Plástico (%)	NP



Anexo 30. Excavación de Calicata 4 (Km 0+750)

## RECORD DE EXCAVACIÓN

(ASTM - D 2488)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI

Designación de Área : SUELO DE FUNDACIÓN

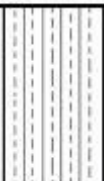

Método de excavación : Manual

Profundidad de excavación : 1.40m.

Excavación : N° 04

Ubicación : Km 0+750

Fecha : Noviembre del 2019

CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	HUMEDAD (%)	
		0.00m.  1.00m.	A		<p>Estrato : "A"</p> <p>- Profundidad de 0.00m. @ 1.00m.</p> <p>- Compuesto por material de cobertura orgánica de color marrón oscuro, con presencia de raíces de pastos. La consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad semi compacto.</p>
SP		1.00m.  1.40m.	B	8.88%	<p>Estrato : "B"</p> <p>- Profundidad de 1.00m. @ 1.40m.</p> <p>- Compuesto por material tipo Aluvial, suelos de color gris claro, conformado por Arena Mal Graduada que se clasifica en el SUCS como SP y en el sistema de clasificación del AASHTO como un A.3 (1), en su composición presenta algunas gravillas de formas sub redondeadas, la fracción ensayada presenta Gravas de 0%, Arenas de 96.67% y finos de 3.33%, la fracción que pasa la malla N° 40 es de nula plasticidad, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad Suelta. El terreno se podría considerar de estructura "Homogénea", tipo Migajosa tiene una resistencia a la excavación manual Firme, de talud con un grado de estabilidad de paredes estable.</p> <p>Depósitos Aluvial</p> <p>Nivel Freático A la profundidad de excavación no se encuentra.</p>
		Inferior			<p>Estrato : "C"</p> <p>- Profundidad de 1.40m.a &gt; Prof.</p> <p>- Ídem al estrato anterior.</p> <p>Contacto Inferido</p>



Anexo 31. Excavación de Calicata 5 (Km 1+000)

**RECORD DE EXCAVACIÓN**  
(ASTM - D 2488)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIMBIRI, DISTRITO DE KIMBIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIMBIRI

Designación de Área : SUELO DE FUNDACIÓN



Método de excavación : Manual

Profundidad de excavación : 1.40m.

Excavación : N° 05

Ubicación : Km 1+000

Fecha : Noviembre del 2019

CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	HUMEDAD (%)	
		0.00m.  0.80m.	A		<p>Estrato : "A"</p> <p>- Profundidad de 0.00m. @ 0.80m.</p> <p>- Compuesto por material de cobertura orgánica de color marrón oscuro, con presencia de raíces de pastos. La consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad semi compacto.</p>
SP-SM		1.40m.	B	10,01%	<p>Estrato : "B"</p> <p>- Profundidad de 0.80m. @ 1.40m.</p> <p>- Compuesto por material tipo Aluvial, suelos de color Gris claro, conformado por Arena Mal Graduada con Limo que se clasifica en el SUCS como SP-SM y en el sistema de clasificación del AASHTO como un A.3 (1), en su composición presenta algunas gravillas de formas sub redondeadas, la fracción ensayada presenta Gravas de 0.1%, Arenas de 92.22% y finos de 7.69%, la fracción que pasa la malla N° 40 es de nula plasticidad, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad Suelta. El terreno se podría considerar de estructura "Homogénea", tipo Migajosa tiene una resistencia a la excavación manual Firme, de talud con un grado de estabilidad de paredes estable.</p> <p>Depósitos Aluvial</p> <p>Nivel Freático A la profundidad de excavación no se encuentra.</p>
		Inferior			<p>Estrato : "C"</p> <p>- Profundidad de 1.40m.a &gt; Prof.</p> <p>- Ídem al estrato anterior.</p> <p>Contacto Inferido</p>

Anexo 32. Excavación de Calicata 6 (Km 1+250)

## RECORD DE EXCAVACIÓN

(ASTM - D 2488)

Proyecto : CREACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL TRAMO IRAPITARI BAJA - NUEVO KIM BIRI, DISTRITO DE KIM BIRI, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

Solicitante : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE KIM BIRI

Designación de Área : SUELO DE FUNDACIÓN



Método de excavación : Manual

Profundidad de excavación : 1.40m.

Excavación : N° 06

Ubicación : Km 1+250

Fecha : Noviembre del 2019

CLASIFICACIÓN SUCS		PROFUNDIDAD			DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL
SÍMBOLO	GRÁFICO	METROS	ESTRATO	HUMEDAD (%)	
		0.00m. 0.70m.	A		<p>Estrato : "A"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 0.00m. @ 0.70m.</li> <li>- Compuesto por material de cobertura orgánica de color negro, con presencia de raíces de pastos. La consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad semi compacto.</li> </ul>
SP-SM		1.40m.	B	8.95%	<p>Estrato : "B"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 0.70m. @ 1.40m.</li> <li>- Compuesto por material tipo Aluvial, suelos de color gris claro, conformado por Arena Mal Graduada con Limo que se clasifica en el SUCS como SP-SM y en el sistema de clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), en su composición presenta algunas gravillas de formas sub redondeadas, la fracción ensayada presenta Gravas de 0%, Arenas de 88.8% y finos de 11.2%, la fracción que pasa la malla N° 40 es de nula plasticidad, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compactidad Medianamente compacta. El terreno se podría considerar de estructura "Homogénea", tipo Migajosa tiene una resistencia a la excavación manual Firme, de talud con un grado de estabilidad de paredes estable.</li> </ul> <p>Depósitos Aluvial</p> <p>Nivel Freático A la profundidad de excavación no se encuentra.</p>
		Inferior			<p>Estrato : "C"</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Profundidad de 1.40m.a &gt; Prof.</li> <li>- Ídem al estrato anterior.</li> </ul> <p>Contacto Inferido</p>