

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Diseño de vía que vincula a caseríos Chambac – Quio – Saucapampa –
Mitopampa en Santa Cruz – Cajamarca**

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes
Sub Línea de investigación: Transportes

Autores:

Mendez Miñano, José Marcelo
Flores Castillo, Jackeline Janneth

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario : Farfán Córdova, Marlon Gastón
Vocal : Serrano Hernández, José Luis

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

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

TRUJILLO – PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024/07/12

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Diseño de vía que vincula a caseríos Chambac – Quio – Saucapampa –
Mitopampa en Santa Cruz – Cajamarca**

Línea de investigación: Ingeniería de Transportes
Sub Línea de investigación: Transportes

Autores:

Mendez Miñano, José Marcelo
Flores Castillo, Jackeline Janneth

Jurado Evaluador:

Presidente : Hurtado Zamora, Oswaldo
Secretario : Farfán Córdova, Marlon Gastón
Vocal : Serrano Hernández, José Luis

Asesor:

Rodríguez Ramos, Mamerto

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

TRUJILLO – PERÚ
2024

Fecha de sustentación: 2024/07/12

Diseño de vía que vincula a caseríos Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa en Santa Cruz – Cajamarca

INFORME DE ORIGINALIDAD

2% INDICE DE SIMILITUD	2% FUENTES DE INTERNET	1% PUBLICACIONES	3% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

.....
Rodríguez Ramos, Mamerto
CIP: 3689

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Ing. Mamerto Rodríguez Ramos, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "Diseño de vía que vincula a caseríos Chambac – Quio – Saucapampa - Mitopampa en Santa Cruz – Cajamarca", de los autores Jackeline Janneth Flores Castillo y José Marcelo Mendez Miñano, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado, documento tiene un índice de puntuación de similitud del 2%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 27 de JUNIO... del 2024...
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis "Diseño de vía que vincula a caseríos Chambac – Quio – Saucapampa – Mitopampa en Santa Cruz – Cajamarca", y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo 28/06/2024



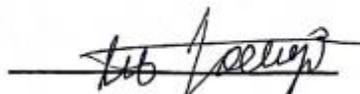
Flores Castillo Jackeline Janneth

DNI: 75689954



Mendez Miñano José Marcelo

DNI: 71082452



Ing. Rodríguez Ramos Mamerto

DNI: 18034417

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

DEDICATORIA

Gracias a Dios, por haber puesto en mi vida buenas personas que me han apoyado para lograr mis metas y siempre guiarme por el mejor camino.

A mis padres Gerónima Castillo Flores y Agustín Flores Gavidia, porque han sido siempre mi pilar más fuerte para conseguir cada logro en mi vida, agradecerles por creer en mí y no dejarme caer ante las adversidades, siempre serán mi más grande motivación para alcanzar cada meta trazada.

A mis hermanos Nelly Flores, Esther Flores, Jesús Flores y David Flores por inculcarme sus valores y ética profesional, por creer en mis capacidades e incentivar-me a estudiar esta carrera, brindándome siempre su apoyo incondicional.

Bach. FLORES CASTILLO, JACKELINE JANNETH

DEDICATORIA

En primer lugar, agradecer a Dios por permitir se logre este importante suceso y que gracias a él están sucediendo cosas buenas en mi vida, sé que en su camino están las cosas correctas y bonitas.

A mis padres, Rocío E. Miñano Cáceda y José Wilmer Mendez Asmat, por guiarme, apoyarme y respaldarme en todo momento. Por siempre darme fuerzas y sobre todo ánimos en todas las etapas de mi vida. Estoy eternamente agradecido con ellos por todo el esfuerzo y amor brindado. El mejor topógrafo del Perú y la única arquitecta con la que no me enojaría si me mueve una columna.

A mi hermana, Mayra D. Mendez Miñano, a quien estoy viendo crecer tanto cómo persona como en el ámbito profesional aplicando el “*verbotubi*” y “*guten tag*”.

A mis abuelos, Mi tita y Abuelito Vidal, La mamá Jesús y el Papá Antonio, los grandes pilares de mis dos apellidos.

A mi tío José F. Mendez Asmat, por enseñarme lo que es un Ingeniero de respeto y por mostrarme el gran mundo de la topografía. Quien es dueño de sus propias convicciones.

Bach. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño de vía que vincula a caseríos Chambac – Quio - Saucepampa – Mitopampa en la provincia de Santa Cruz – Cajamarca”, tuvo como principal objetivo determinar el diseño geométrico y estructural del Camino Vecinal en estudio. La metodología fue tipo aplicada, nivel Descriptivo y de diseño de investigación de Campo. Se obtuvo como resultados, en cuanto a Diseño Geométrico se estableció una Carretera de Tercera Clase por su Topografía Ondulada y por contar con un IMDA de 206 veh/día; respecto a Diseño Estructural se obtuvieron los espesores tanto para Pavimento Rígido y Pavimento Flexible, siendo estos de 2” para la carpeta asfáltica, 6” para la base y 4” para la subbase para un Pavimento Flexible; y para Pavimento Rígido; 5.5” de concreto y 6” de base granular. En cuanto al costo para Pavimento Flexible se determinó un presupuesto de S/ 8,254,642.38 y Pavimento Rígido, S/ 9,062,974.30, siendo más factible y beneficioso el uso de Pavimento Rígido por mantenerse en mejor estado ante factor externos, como lo son los climáticos y aumento progresivo de tránsito vehicular.

Palabras clave: Diseño geométrico, Camino vecinal, Diseño estructural, Topografía.

ABSTRACT

This thesis entitled “Road design that links Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa hamlets in the province of Santa Cruz – Cajamarca”, had as its main objective to determine the geometric and structural design of the Neighborhood Road under study. The methodology was applied type, Descriptive level and Field research design. The results were obtained, in terms of Geometric Design, a Third Class Highway was established due to its Undulating Topography and for having an IMDA of 206 vehicles/day; Regarding Structural Design, the thicknesses were obtained for both Rigid Pavement and Flexible Pavement, these being 2” for the asphalt layer, 6” for the base and 4” for the subbase for a Flexible Pavement; and for Rigid Pavement; 5.5” of concrete and 6” of granular base. Regarding the cost for Flexible Pavement, a budget of S/ 8,254,642.38 and Rigid Pavement, S/ 9,062,974.30 was determined, the use of Rigid Pavement being more feasible and beneficial because it remains in better condition in the face of external factors, such as climatic factors and progressive increase. of vehicular traffic.

Keywords: Geometric design, Local road, Structural design, Topography.

Tabla de Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Problema de Investigación	1
1.1.1.	Descripción del Problema	1
1.1.2.	Formulación del Problema	2
1.2.	Objetivos	2
1.2.1.	Objetivo General	2
1.2.2.	Objetivos Específicos.....	3
1.3.	Justificación del Estudio	3
II.	MARCO DE REFERENCIA	4
2.1.	Antecedentes del Estudio.....	4
2.1.1.	Antecedente Internacional	4
2.1.2.	Antecedente Nacional.....	5
2.1.3.	Antecedente Local	6
2.2.	Marco teórico	7
2.2.1.	Estudio Topográfico	7
2.2.2.	Estudio de Mecánica de Suelos.....	8
2.2.3.	Estudio de Tráfico	14
2.2.4.	Diseño Estructural de Pavimento.....	21
2.2.5.	Diseño Geométrico de Carreteras	28
2.3.	Marco conceptual.....	35
2.3.1.	Afirmado	35
2.3.2.	Agregados	35
2.3.3.	Bombeo	35
2.3.4.	BM	35
2.3.5.	Calicata.....	35
2.3.6.	Cantera.....	35

2.3.7.	Camino vecinal	35
2.3.8.	CBR	36
2.3.9.	Compactación	36
2.3.10.	Diseño.....	36
2.3.11.	Estudio de Tráfico	36
2.3.12.	Granulometría.....	36
2.3.13.	Índice Medio Diario (IMD)	36
2.3.14.	Levantamiento topográfico.....	36
2.3.15.	Mejoramiento de carreteras	37
2.3.16.	Pavimento	37
2.3.17.	Sobreancho	37
2.3.18.	Velocidad de diseño.....	37
2.4.	Sistema de Hipótesis	37
2.5.	Variables e indicadores	38
2.5.1.	Variable única. Diseño de vía	38
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	39
3.1.	Tipo y nivel de Investigación	39
3.1.1.	De acuerdo con la orientación o finalidad	39
3.1.2.	De acuerdo con la técnica de contrastación	39
3.2.	Población y muestra de estudio	39
3.2.1.	Población	39
3.2.2.	Muestra.....	39
3.3.	Diseño de Investigación	40
3.4.	Técnicas e instrumentos de investigación.....	40
3.5.	Procesamiento y análisis de datos	40
3.5.1.	Estado actual de la zona.....	40
3.5.2.	Estudio de tránsito vehicular	41

3.5.3. Estudio de Suelos	51
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	89
4.1. Propuesta de investigación	89
4.2. Diagnóstico de la Vía Existente.....	89
4.3. Situación Actual	90
4.4. Análisis de interpretación de resultados.....	91
4.4.1. Diseño de Estructura del Pavimento Flexible	91
4.4.2. Diseño de Estructura del Pavimento Rígido	95
4.4.3. Diseño Geométrico de la Carretera	100
4.4.4. Presupuesto de Pavimento Flexible.....	122
4.4.5. Presupuesto de Pavimento Rígido.....	126
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	131
VI. CONCLUSIONES	134
VII. RECOMENDACIONES.....	135
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
IX. ANEXOS.....	139

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Categorización de subrasante</i>	9
Tabla 2	<i>Tamaño de muestra del agregado grueso</i>	11
Tabla 3	<i>Categorización de subrasante</i>	12
Tabla 4	<i>Configuración de ejes</i>	17
Tabla 5	<i>Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos</i>	18
Tabla 6	<i>Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para pavimentos rígidos</i>	19
Tabla 7	<i>Pesos y medidas máximas permitidas C2, C3, C4</i>	20
Tabla 8	<i>Periodo de diseño en pavimentos flexibles según el tipo de camino</i>	22
Tabla 9	<i>Cuadro de % de confiabilidad</i>	22
Tabla 10	<i>Valores de confiabilidad al diseño según tipo de tráfico</i>	22
Tabla 11	<i>Coefficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr)</i>	23
Tabla 12	<i>Pérdida de serviciabilidad del pavimento flexible</i>	24
Tabla 13	<i>Pérdida de serviciabilidad del pavimento rígido</i>	24
Tabla 14	<i>Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica</i>	25
Tabla 15	<i>Coefficiente estructural de la base</i>	26
Tabla 16	<i>Coefficiente estructural de la sub base</i>	26
Tabla 17	<i>Coefficientes de drenaje para pavimentos flexibles</i>	26
Tabla 18	<i>Espesores de capas</i>	27
Tabla 19	<i>Índice de serviciabilidad según rango de tráfico</i>	27
Tabla 20	<i>Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico</i>	28
Tabla 21	<i>Valores de coeficiente de transmisión de carga J</i>	28
Tabla 22	<i>Clasificación de carreteras</i>	28
Tabla 23	<i>Clasificación de carreteras por orografía</i>	29
Tabla 24	<i>Vehículo de diseño</i>	30
Tabla 25	<i>Rangos de velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía</i>	31
Tabla 26	<i>Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)</i>	33
Tabla 27	<i>Distancia de visibilidad de parada (metros), en el pendiente 0%</i>	34
Tabla 28	<i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	38
Tabla 29	<i>Técnicas e instrumentos de investigación</i>	40

Tabla 30	<i>Conteo de vehículos</i>	42
Tabla 31	<i>Cálculo del IMD'S</i>	42
Tabla 32	<i>Cálculo del IMDA</i>	43
Tabla 33	<i>Resumen vehicular</i>	44
Tabla 34	<i>Tasa de crecimiento de vehículos ligeros</i>	45
Tabla 35	<i>Tasa de crecimiento de vehículos pesados</i>	46
Tabla 36	<i>IMDA para el año 2024</i>	47
Tabla 37	<i>Factores de distribución direccional y de carril</i>	48
Tabla 38	<i>Ejes equivalentes pavimento flexible</i>	49
Tabla 39	<i>ESAL pavimento flexible</i>	49
Tabla 40	<i>Ejes equivalentes pavimento rígido</i>	50
Tabla 41	<i>ESAL pavimento rígido</i>	51
Tabla 42	<i>Número de calicatas para exploración de suelos</i>	52
Tabla 43	<i>Registro de excavaciones</i>	53
Tabla 44	<i>Ensayo de contenido de humedad - calicata 01</i>	54
Tabla 45	<i>Ensayo de contenido de humedad - calicata 02</i>	55
Tabla 46	<i>Ensayo de contenido de humedad - calicata 03</i>	56
Tabla 47	<i>Ensayo de contenido de humedad - calicata 04</i>	57
Tabla 48	<i>Ensayo de contenido de humedad - calicata 05</i>	58
Tabla 49	<i>Ensayo de contenido de humedad - calicata 06</i>	59
Tabla 50	<i>Análisis granulométrico por tamizado - calicata 01</i>	60
Tabla 51	<i>Análisis granulométrico por tamizado - calicata 02</i>	62
Tabla 52	<i>Análisis granulométrico por tamizado - calicata 03</i>	64
Tabla 53	<i>Análisis granulométrico por tamizado - calicata 04</i>	66
Tabla 54	<i>Análisis granulométrico por tamizado - calicata 05</i>	68
Tabla 55	<i>Análisis granulométrico por tamizado - calicata 06</i>	70
Tabla 56	<i>Límites de atterberg - calicata 01</i>	72
Tabla 57	<i>Límites de atterberg - calicata 02</i>	73
Tabla 58	<i>Límites de atterberg - calicata 03</i>	74
Tabla 59	<i>Límites de atterberg - calicata 04</i>	75
Tabla 60	<i>Límites de atterberg - calicata 05</i>	76
Tabla 61	<i>Límites de atterberg - calicata 06</i>	77
Tabla 62.	<i>Ubicación Política</i>	87
Tabla 63.	<i>Pendientes de Terreno Natural</i>	88

Tabla 64 <i>Módulo de resiliencia de la subrasante</i>	92
Tabla 65 <i>Dimensiones de losa</i>	100
Tabla 66 <i>Dimensiones de tramos tangentes</i>	101
Tabla 67 <i>Tramos de tangente km 0+000.00 - km 12 + 226.00</i>	102
Tabla 68 <i>Radio mínimos</i>	105
Tabla 69 <i>Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	106
Tabla 70 <i>Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	107
Tabla 71 <i>Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	108
Tabla 72 <i>Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	109
Tabla 73 <i>Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	110
Tabla 74 <i>Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	111
Tabla 75 <i>Sobreechancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	112
Tabla 76 <i>Sobreechancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	113
Tabla 77 <i>Sobreechancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	114
Tabla 78 <i>Sobreechancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	115
Tabla 79 <i>Curvas verticales - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa</i>	117
Tabla 80 <i>Curvas verticales – Camino Vecinal Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa</i>	119
Tabla 81 <i>Ancho de calzada</i>	120
Tabla 82 <i>Ancho de berma</i>	121

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Vehículos ligeros</i>	15
Figura 2 <i>Vehículos pesados</i>	16
Figura 3 <i>Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje</i>	44
Figura 4 <i>Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje</i>	44
Figura 5 <i>CBR - Calicata 01</i>	78
Figura 6 <i>CBR - Calicata 02</i>	78
Figura 7 <i>CBR - Calicata 03</i>	79
Figura 8 <i>CBR - Calicata 04</i>	79
Figura 9 <i>CBR - Calicata 05</i>	80
Figura 10 <i>CBR - Calicata 06</i>	80
Figura 11 <i>Proctor modificado - calicata 01</i>	81
Figura 12 <i>Proctor modificado - calicata 02</i>	82
Figura 13 <i>Proctor modificado - calicata 03</i>	83
Figura 14 <i>Proctor modificado - calicata 04</i>	84
Figura 15 <i>Proctor modificado - calicata 05</i>	85
Figura 16 <i>Proctor modificado - calicata 06</i>	86
Figura 17 <i>Subtramo perteneciente al caserío de Quio</i>	89
Figura 18 <i>Subtramo perteneciente al caserío de quio</i>	90
Figura 19 <i>Subtramo perteneciente al caserío de saucepampa</i>	90
Figura 20 <i>Nomograma AASHTO para pavimento flexible</i>	94
Figura 21 <i>Correlación CBR y módulo de reacción de la sub rasante</i>	96
Figura 22 <i>Nomograma AASHTO para pavimento rígido</i>	99
Figura 23 <i>Análisis de precios unitarios para pavimento flexible</i>	122
Figura 24. <i>Presupuesto de pavimento flexible</i>	125
Figura 25 <i>Análisis de precios unitarios de pavimento rígido</i>	126
Figura 26. <i>Presupuesto de pavimento rígido</i>	130
Figura 27. <i>Inicio del tramo en estudio</i>	139
Figura 28. <i>Medición de ancho de vía en progresiva 0+040.00</i>	139
Figura 29. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+050.</i>	140
Figura 30. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+160.00</i>	140
Figura 31. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+140.00</i>	141
Figura 32. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+200.00</i>	141
Figura 33. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+320.00</i>	142

Figura 34. <i>Levantamiento topográfico en progresiva 0+800</i>	142
Figura 35. <i>Talud izquierdo propenso a erosión en la progresiva 0+800.00</i>	143
Figura 36. <i>Las lluvias erosionaron el afirmado en la progresiva 0+900.00</i>	143
Figura 37. <i>Presencia de saturación en progresiva 1+800.00</i>	144
Figura 37. <i>Presencia de saturación en progresiva 1+800.00</i>	144
Figura 38. <i>Talud derecho de la vía propenso a erosión 2+000.00</i>	144
Figura 39. <i>Correcta compactación en progresiva 2+200.00</i>	145
Figura 40. <i>Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 2+450.00</i>	145
Figura 41. <i>Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 2+450.00</i>	146
Figura 42. <i>Progresiva ausencia de material fino en progresiva 2+700</i>	146
Figura 43. <i>Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 3+560</i>	147
Figura 44. <i>Progresiva ausencia de material fino en progresiva 3+700.00</i>	147
Figura 45. <i>Puesto de Salud en progresiva 4+320.00</i>	148
Figura 46. <i>Puesto de salud en progresiva Km. 4+320.00</i>	148
Figura 47. <i>Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 4+950.00</i>	149
Figura 48. <i>Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 5+280.00</i>	149
Figura 49. <i>Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 7+600.00</i>	150
Figura 50. <i>Excesiva presencia de material limoso superficie de rodadura en progresiva 9+600.00</i>	150
Figura 51. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 11+000.00</i>	151
Figura 52. <i>Presencia excesiva de ripio en superficie de rodadura en progresiva 11+600.00</i>	151
Figura 53. <i>Presencia de ahuellamiento en progresiva 11+800.00</i>	152

Índice de Anexos

Anexo 1. Panel fotográfico	139
Anexo 2. Planos de vista en planta y perfil de la carretera.....	153
Anexo 3. Tablas de curvas horizontales.....	165
Anexo 4. Tabla de Tangentes	170

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

1.1.1. Descripción del Problema

Conforme ha ido avanzando el tiempo, se han creado distintos medios de transporte en los que nos hemos podido movilizar, los cuales han sido de gran ayuda para el desarrollo de la sociedad, impactando de manera positiva en la economía de un país.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), mensualmente nos brinda información sobre los datos actualizados de la realidad del país, por lo que en su Informe Técnico de Producción Nacional - N°3- Marzo 2024, el cual muestra cálculo al mes de Enero 2024, nos muestra que los sectores de mayor ponderación son minería (14.36%), manufactura (16.52%) y comercio (10.18%), presentando un incremento en el sector minería y comercio con 8.60% y 2.44% respectivamente, en comparación del año pasado, Enero – 2023.

Así mismo, como menciona el OSITRAN (2020), para el correcto funcionamiento de la actividad económica regional de un País, se tiene como soporte fundamental la interacción económica, desarrollo de infraestructuras y servicios de transporte, puesto que logra una conectividad y accesibilidad en todo el entorno del territorio localizado, es por eso que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008) ejecutó gastos de conservación por niveles de servicio de la red pavimentada y no pavimentada pues las carreteras son la mejor inversión para una reactivación económica debido a que contribuye al mejor desarrollo del país, logrando el incremento de la competitividad local, obteniendo así bajos costos de transporte y facilidad en el intercambio comercial.

Según un informe por el diario El Peruano (2023), nos manifiesta que el servicio de transporte en Perú es uno de los menos eficientes, a pesar de estar en constantes esfuerzos por mejorar esta situación durante los últimos años; así mismo nos da a conocer que hasta el 2022 se tenía un 83.2% de vías terrestres sin pavimentar, siendo una preocupación a la vista; por lo cual la realidad de nuestro país se ve muy relacionado con el uso frecuente de autos, tanto en ciudades al interior del país como en ciudades desarrolladas,

lo cual convierte a los automóviles en un medio primordial para lograr la mejora de la comunidad. Pero debido al crecimiento progresivo del tránsito vehicular el deterioro de los caminos ha ido en aumento, teniendo como consecuencias daños en su estructura y fallas en el pavimento.

En el distrito de Santa Cruz de Succhubamba, ubicada en la región de Cajamarca, se encuentra el Camino Vecinal de longitud de 12+225.95 km el cual está conformado por los Caseríos de Chambac, Quio, Saucepampa y Mitopampa; en los dos últimos mencionados prima la necesidad de satisfacer los servicios básicos como son trabajo, salud, alimentación, comercio y educación; necesidades que no son afrontadas con tanta facilidad debido a la situación del camino que logra conectarlos a la provincia de Santa Cruz de Succhubamba. Este Camino Vecinal se encuentra ejecutado a un nivel de afirmado, que con el paso del tiempo y por factores climatológicos gran parte de su tramo se presenta en mal estado, añadiendo a esta problemática se presenta un aumento de tránsito vehicular pesado debido al comercio con los sembríos (maíz y papa), granjas y canteras que ahora facilita el afirmado.

Finalmente, observamos que la realidad de la vía es la de un camino ejecutado con un material de afirmado, por lo cual enfocamos el desarrollo de nuestro proyecto en proponer el diseño de la vía más adecuado que mejorará la carretera, con el propósito de ir avanzando con la pavimentación y obtener un flujo de tránsito normal logrando de esta manera la integración de los distritos aledaños con los caseríos pertenecientes al área de estudio, y así mejorar la accesibilidad e integración nuevos y mejores bienes y servicios.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el diseño de la vía que vincula Chambac - Quio - Saucepampa - Mitopampa en Santa Cruz - Cajamarca?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Realizar el diseño de vía que vincula Chambac - Quio - Saucepampa - Mitopampa en Santa Cruz - Cajamarca.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar el ESAL proyectado de diseño mediante el conteo de vehículos.
- Determinar el CBR de la Subrasante mediante el Estudio de Mecánica de Suelos.
- Realizar el Diseño Geométrico de la Vía a través de un levantamiento topográfico actual de la vía.
- Establecer los espesores del pavimento flexible y rígido mediante la metodología AASHTO 93.
- Elaborar presupuestos de los pavimentos rígido y flexible.

1.3. Justificación del Estudio

La investigación se justifica académicamente pues se tiene en cuenta temas como Diseño geométrico de carreteras, Diseño estructural de pavimento flexible y rígido, Análisis de tráfico vehicular y Cálculo de cargas vehiculares; temas los cuales concluirán con una propuesta de Diseño de vía más adecuada.

Socialmente se justifica debido a que el diseño geométrico y estructural del Camino vecinal de Chambac – Quio – Saucepampa - Mitopampa facilitarán el acceso a los servicios básicos que no se encuentran en estos caseríos y servirá de base a las entidades del estado como un estudio preliminar para su evaluación, estudio y ejecución del presente proyecto.

Finalmente, económicamente se justifica debido a que el diseño de la presente vía traería consigo beneficios a los caseríos mencionados en el párrafo anterior, estos beneficios serían el incremento del tránsito peatonal, incremento de intercambio comercial que estos caseríos producen y por consiguiente una mayor producción de recursos económicos para los locales.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del Estudio

2.1.1. Antecedente Internacional

Venecia y Niño (2021). En su tesis titulada “Diseño de la estructura de pavimento para la carrera 3 entre calles 2 y 2N en el barrio Villa Fanny y la calle 1B entre carreras 1A y 1B en el barrio primero de abril en San Alberto Cesar - Colombia”. En esta tesis se tiene como objetivo principal proponer la estructura más adecuada para el pavimento en base a lo que requiere la carrera, evaluando sus costos para cada uno de los diseños planteados teniendo en cuenta a sus espesores determinados. Se concluyó que entre ambos pavimentos existen grandes diferencias debido a su proceso constructivo, personal capacitado para ejecución y por ende costos, por lo cual analizando los materiales estudiados respecto a las ventajas y las desventajas que puedan presentar se deduce que a pesar de que el pavimento rígido tiende a tener un mayor costo al inicio posee mejor comportamiento a la intemperie, así mismo requiere de menos capas de materiales y tiene una mayor facilidad de construcción, por último su vida útil es mayor en comparación al flexible y no requiere de reparaciones constantes, por lo tanto resulta ser la mejor opción a largo plazo. El aporte a nuestro proyecto es la comparación minuciosa que se realiza entre ambos pavimentos, reconociendo todos los factores en ventajas y desventajas, concluyendo en que es más favorable construir un pavimento rígido con menos mantenimientos a largo plazo y una mejor garantía de durabilidad a la intemperie.

Valencia y Cruz (2021). En su tesis titulada “Análisis diseño geométrico y estructural de pavimento de cuatro segmentos viales, localizados en la carrera 51D entre calle 38-06 Sur hasta calle 38^a-19 Sur, barrio Muzú, Localidad Puente Aranda Bogotá”. Esta investigación tiene como objetivo principal presentar una solución geométrica y estructural del pavimento siguiendo correctamente los parámetros por la norma AASHTO y las especificaciones del diseño geométrico de IDU. Se concluyó que ante una evaluación de tránsito se obtiene que la circulación es predominante con vehículos pesados por lo cual un pavimento rígido va acorde siendo más óptimo en temas de costos de mantenimiento y durabilidad ante factores ambientales.

El aporte a nuestro proyecto es el análisis que se realiza a la estructura del pavimento mediante parámetros designados por la norma AASHTO y las especificaciones de diseño geométrico IDU, ante las posibles fallas que ocurren en el pavimento debido al tráfico de diseño, proceso constructivo, deficiencias de proyecto, factores ambientales y un deficiente mantenimiento, teniendo muy en cuenta este último factor puesto que un pavimento rígido sale menos costoso en el tiempo.

2.1.2. Antecedente Nacional

Vilchez (2020). En su tesis titulada “Análisis comparativo de costos entre pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera marginal tramo ovalo rondero – Bajo portillo, Satipo”. En esta tesis se tiene como objetivo principal evaluar dos aspectos principales para la ejecución de un pavimento; los cuales son el aspecto funcional y el aspecto económico.

Por parte del aspecto funcional, se considera que el pavimento tenga la resistencia adecuada para las condiciones de la naturaleza y las cargas de tráfico que pasan sobre el pavimento en base a los cálculos realizados según lo que indica la norma, así mismo por parte del aspecto económico, se considera evaluar la diferencia de costo en ejecución y costo de mantenimiento de conservación rutinaria para evaluar al más económico, esta comparación de pavimento rígido y flexible es con la finalidad de poder determinar cuál es el más adecuado y que logre satisfacer las deficiencias y mejorar las condiciones físicas a las vías. Se concluyó con respecto a una comparación de análisis de precios solo a nivel de etapa de construcción que el costo del pavimento rígido es más elevado a comparación al pavimento flexible siendo una diferencia total de s/. 2,966,302.62 equivalente a un 25.02%, y durante la evaluación de costo de mantenimiento se obtuvo una diferencia aprox. del 42.68% a favor del pavimento rígido, por lo cual se plantea optar por el pavimento rígido puesto que a largo plazo sale factible realizar este pavimento por su mayor durabilidad además de que disminuye la probabilidad de que haya mantenimientos concurrentes y de ese modo la vía se mantendrá en buen estado por más tiempo en comparación del flexible.

El aporte a nuestro proyecto es el estudio de análisis de precios respecto a pavimento rígido y flexible, puesto que recomienda realizar un pavimento rígido al tener mayor resistencia y menos mantenimientos periódicos, puesto que en el caso del pavimento flexible se consideró mantenimiento rutinario año tras año y un mantenimiento periódico cada 5 años, mientras que en el caso del pavimento rígido se requiere un mantenimiento de conservación rutinaria, siendo la diferencia en un porcentaje favorable para el pavimento rígido.

Canahui (2021). En su tesis titulada “Análisis comparativo técnico – económico entre pavimento flexible y rígido por los métodos instituto de asfalto y AASHTO -93, en Jr Abraham Valdelomar, urbanización Tambopata, distrito Juliaca, provincia San Román - Puno”. La tesis tiene como objetivo principal realizar el análisis comparativo entre ambos pavimentos para lograr mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, impulsando de tal modo el desarrollo social y económico de todos los pobladores.

Se concluyó técnicamente que un pavimento flexible es menor en costo al de un pavimento rígido ya sea por el método IN SITU o por el método AASHTO-93, sin embargo, no considera costos de mantenimiento, por lo cual solo es un aporte a nivel costo de ejecución. El aporte a nuestro proyecto es el estudio de diseño estructural que se ha realizado aplicando las normas de AASHTO 93 para el desarrollo de ambos pavimentos y así calcular sus espesores, por lo cual nos sirve de guía para el procedimiento que se va a llevar a cabo para una correcta comparación y análisis, también nos recomienda evaluar la zona en la que se realizará el pavimento, considerando condiciones climáticas y el tráfico, siendo de suma importancia para la elección de alguno de ellos.

2.1.3. Antecedente Local

Paredes y Ramos (2022). En su tesis titulada “Comparación estructural entre el diseño del pavimento rígido y flexible, para el AA. HH. Las Palmeras – Trujillo - 2022”. En la tesis, como principal objetivo se plantea encontrar las diferencias estructurales entre los diseños de pavimentos, como lo son el rígido y flexible en el Asentamiento Humano Las Palmeras, esta vía

tiene una longitud de 9 kilómetros. Se concluyó que tiene un CBR de 11% lo cual indica que la subrasante tiene una buena capacidad, en cuanto al estudio de tráfico tiene un IMDA de 309 veh/día, entonces debido al bajo tránsito y además de su menor costo a comparación del pavimento rígido, se determinó que es mejor para la vía el diseño de pavimento flexible. El aporte a nuestro proyecto es la influencia que tiene del estudio de tránsito en la comparación de ambos pavimentos, puesto que se tiene que analizar si es conveniente el costo que conlleva realizar un pavimento rígido respecto a la cantidad de ESAL que transita por el pavimento.

Abau (2021). En su tesis titulada “Análisis comparativo del diseño de pavimento rígido y flexible para el Asentamiento Humano Túpac Amaru, Distrito El Porvenir, Trujillo 2021”. En la tesis se plantea como objetivo realizar el levantamiento topográfico, estudio mecánico de suelos, estudio de tráfico vehicular, diseño geométrico y estructural y el análisis comparativo entre ambos pavimentos.

Se llegó a la conclusión gracias al estudio topográfico que en este terreno existe un volumen de relleno total en pavimento flexible (19.88m³) y pavimento asfáltico (19.88 m³) y volumen de corte en pavimento flexible (7.35 m³) y pavimento rígido (8.52m³), también se determinó a través del estudio de suelos, un CBR al 95% de 16.23%, con un ESAL de 745.265 EE, para el diseño estructural se obtuvo en pavimento flexible un espesor estructural de 30cm y para el rígido de 40 cm. El aporte a nuestro proyecto es el análisis técnico económico que se realizó, siendo favorable ejecutar un pavimento rígido ya que nos da un total de s/. 1´439.975,97, mientras que el costo del pavimento flexible es s/. 1´794.110,56; considerando que ambos están incluyendo costos de mantenimiento, por lo cual en un periodo de diseño de 20 años resulta favorable la ejecución de un pavimento rígido.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Estudio Topográfico

2.2.1.1. Sistema de Referencia Geodésico. Este sistema nos permite tener las referencias de las coordenadas sobre cualquier punto de la superficie de la tierra, el sistema utilizado en el Perú es el WGS84, el cual cuenta con un margen de error de 2cm.

2.2.1.2. Georreferenciación. Comprende los puntos de control geográficos, que serán ubicados mediante las coordenadas UTM a una equidistancia aproximada de 10 Km cada una a lo largo del tramo siendo estos puntos ubicados en lugares cercanos y accesibles.

2.2.1.3. Puntos de Control. Los puntos de control horizontal y vertical que lleguen a ser alterados por alguna operación constructiva deben ser reubicados en áreas estables, las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados deben ser establecidos antes de que los puntos iniciales se vean alterados (MTC, 2008).

2.2.1.4. Sección transversal. El espaciamiento en las secciones no debe exceder de 10 m en tramos de curvas y 20 m en tramos en tangente y con radios menores a 100 m. En los puntos donde existan quiebres, se tomarán secciones adicionales, siendo necesarias en los puntos de quiebre (MTC, 2008).

2.2.1.5. Estacas de talud y referencias. Las estacas de talud estarán ubicadas de tal manera que al momento de realizar el corte de talud no sean movidas, evitando así perder la información plasmada en ellas (MTC, 2008).

2.2.1.6. Monumentación. Todos los hitos y la monumentación de puntos que fueron ubicados durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación (MTC, 2008).

2.2.2. Estudio de Mecánica de Suelos

2.2.2.1. Generalidades

Este estudio comprende procesos de excavación y realización de calicatas donde las dimensiones de estas dependen del tipo de obra que se quiera ejecutar, de las cuales se obtienen muestras que son representativas de los diferentes tipos de suelos y rocas que conforman la superficie del terreno (MTC, 2018). Siendo importante su realización puesto que cualquier tipo de estructura siempre será asentada sobre suelo natural y/o tratado, por lo cual se debe conocer sus propiedades.

2.2.2.2. Tipos de Suelos

2.2.2.2.1. Suelos Granulares. Suelos conformados por piedras muy pequeñas, pero de fácil visión, así como de arenas y grava un poco más grande y bolones, este tipo de suelo resulta ser estable cuando se encuentra bien confinado, una de sus propiedades es que son permeables, y también resistentes a la deformación (MTC, 2018).

2.2.2.2. Suelos Finos. Son suelos con partículas en su mayoría de tamaño inferiores a 0.075 mm, es decir que pasan a través del tamiz N°200 ASTM, estos están conformados en su mayoría principalmente por limos y minerales de arcillas, como caolinitas, illitas, materia orgánica, otros.

2.2.2.3. Suelos Arenosos. En este tipo de suelo su contenido de arcilla y limo no sobrepasan el 20%, por lo cual no poseen una estructura definida son suelos sueltos de poca cohesión, y una escasa capacidad de retención de agua (MTC, 2018).

2.2.2.3. Ensayos de Laboratorio. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E. 050 nos brinda la siguiente tabla 1, la cual norma a cada uno de los ensayos que se deben realizar para determinar las propiedades de un suelo.

Tabla 1

Categorización de subrasante

ENSAYOS DE LABORATORIO	
DESCRIPCIÓN	NORMA APLICABLE
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127:1998
SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128:1999
SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129:1999
SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada	NTP 339.141:1999
SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio	NTP 339.145:1999

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2006)

2.2.2.3.1. Ensayo para determinar Contenido de humedad (NTP 339.127). Este ensayo representa la proporción porcentual entre la fase líquida y sólida del suelo; es decir su peso en seco, expresándose en la siguiente ecuación 1, donde:

$$\omega(\%) = \frac{W_w \times 100}{W_s} \quad (1)$$

Donde:

- W_w = Peso del agua

- W_s = Peso seco de la muestra

2.2.2.3.2. Ensayo para determinar Análisis granulométrico (NTP 339.128). El objetivo principal es encontrar la distribución de los tamaños de las partículas de agregados finos y gruesos a través de los tamices.

Según Ayala, Y., Delgado, H. Cuellar, V. y Salazar, A. (2019), nos indican que tan necesario es conocer la distribución de los tamaños de las partículas de los agregados para determinar el cumplimiento de las partículas de agregado respecto a los requerimientos de alguna especificación, así mismo, proveer datos necesarios para el control de la producción de la mezcla.

A. Equipo y herramientas

- **Mallas:** Las cuales son denominadas también como tamices, siendo montadas una sobre otra y evitar que se pierda material durante el proceso de tamizado. Además, la norma ASTM E11, nos indica que estos deberán cumplir con las especificaciones sugeridas respecto al material, que debe ser producido los tamices con un medio de tela metálica tejida montada en un marco, para su uso en pruebas.

- **Balanza:** Sirve para determinar las masas del ensayo, con una resolución de 0.1g.

- **Horno:** Siendo este equipo capaz de soportar una temperatura de 110 ± 5 °C.

- **Vibrador mecánico:** Es opcional, puesto que se puede realizar un zarandeo manual, pero de ser el caso les brinda movimiento a los tamices durante el proceso de laboratorio, causando rebote y giro en las partículas.

B. Método de prueba

- **Preparación de equipo.** Se va a seleccionar los tamices que se van a utilizar de acuerdo a las especificaciones requeridas en el diseño, luego se verifica que los tamices estén correctamente limpios y libres de algún material. Y finalmente ordenar uno sobre otro, cada tamiz de manera decreciente.

- **Preparación de la muestra.** Para agregado fino, el tamaño de la muestra, luego de ser llevado al horno deberá ser igual a 300g como mínimo, según lo indica la norma ASTM D75.

Para agregado grueso, el tamaño de la muestra va a depender del tamaño nominal del agregado, es decir después de ser secado en el horno, deberá tener por lo menos una cantidad mínima como se indica en la tabla 2:

Tabla 2

Tamaño de muestra del agregado grueso

Tamaño nominal, mm (pulg)	Tamaño mínimo de la muestra(g)
9.5 (3/8)	1000
12.5 (1/2)	2000
19.0 (3/4)	5000
25.0 (1)	10000
37.5 (1 ½)	15000

Nota: La tabla muestra el peso mínimo que debe tener la muestra de acuerdo a cada tamaño nominal del agregado grueso.

C. Ejecución de la prueba

- Registrar la muestra inicial (A), con un aproximado a 0.1g.
- Colocar toda la muestra en la malla superior.
- Agitar los tamices de manera manual o con el vibrador mecánico.
- Realizar los cálculos de masas
- En caso de la diferencia de masa inicial respecto a la final, después del tamizado sea mayor a 0.3% o negativa, el ensayo deberá ser descartado.

2.2.2.3.3. Ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (NTP 339.129): Propiedad del suelo de no perder volumen ni romperse cuando se les somete a fuerzas de compresión, siempre que cuente con cierto grado de humedad.

A. Determinación del Límite Líquido: El procedimiento general consiste en colocar una muestra húmeda en la copa de Casagrande, dividirlo en dos con el acanalador y contar el número de golpes requerido para cerrar la ranura.

En caso que el número de golpes sea igual a 25 como indica la norma, el contenido de humedad de la muestra viene a ser el límite líquido.

En caso contrario siempre se suele realizar por lo menos 3 veces este proceso con 3 diferentes contenidos de humedad, para que luego se pueda graficar los datos y según una escala semilogarítmica hallar cual es el contenido de humedad para los 25 golpes.

B. Determinación del Límite Plástico: Este procedimiento se trabaja con el material preparado para el límite líquido con un aprox de 20 gr.

Luego se procede a amasar en forma de rodillito la muestra sobre una placa de vidrio considerando que la masa no se pegue en los dedos.

El rollito debe ser adelgazado en cada movimiento que se realice hasta estar cerca de un diámetro de 3.2 mm.

Se continúa enrollando hasta que este pierda su plasticidad y comience a romperse.

Una vez que se obtiene este quiebre se debe colocar el rollito en un recipiente y llevarlo a pesar para determinar así su contenido de humedad.

Se sacan por lo menos dos muestras de este ensayo para poder encontrar en el promedio el resultado del límite plástico.

C. Índice de Plasticidad (IP): Viene a ser la diferencia entre el Límite Líquido y el Límite plástico, como lo representa la ecuación 2.

$$P.I = LL - PL \quad (2)$$

2.2.2.3.4. Ensayo para determinar CBR (NTP 339.145:1999): *Calcula* la capacidad del suelo de resistir el esfuerzo cortante y así poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y carpeta asfáltica, se efectúa bajo condiciones de densidad y humedades controladas. (MTC, 2018).

Siendo clasificados según el CBR que arroje el ensayo como lo muestra la tabla 3.

Tabla 3

Categorización de subrasante

Categoría de subrasante	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR >= 3% A CBR <6%
S2: Subrasante Regular	De CBR >= 6% A CBR <10%
S3: Subrasante Buena	De CBR >= 10% A CBR <20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR >= 20% A CBR <30%
S5: Subrasante Excelente	CBR >= 30%

Fuente: En la tabla se describe la clasificación de la subrasante en función al porcentaje de CBR que se haya calculado.

2.2.2.3.5. Ensayo para determinar el Proctor modificado (ASTM D1557 – 12): La finalidad del ensayo Proctor es determinar la cantidad óptima de agua de un suelo que permite la mejor compactación para una energía dada, siendo este ensayo de carácter de estudio porque estudia una energía de compactación más importante como la que se requiere en la subrasante o en las capas que conforman la estructura de pavimento.

La norma nos indica que para este ensayo está limitado solo para suelos que pasen por el tamiz N°4 es decir el 100%, o que por máximo tengan retenido un 10% en esta malla, teniendo en cuenta que este 10% pase al 100% por el tamiz N°3/8", de ser contrario se puede utilizar el ensayo estándar o normal.

A. Materiales e Instrumentos en Laboratorio

- Moldes de Diámetro=4" y Altura=4.6", o también un molde de Diámetro=6" y Altura=6".
- Pisón o martillo, que se puede utilizar de manera manual o también mecánica, con un peso de 10lbs.
- Una balanza
- Un horno
- Tamices de 2", ¾" y No. 4"
- Recipientes
- Bandeja metálica
- Espátula
- Regla metálica
- Muestra de suelo natural

B. Procedimiento en laboratorio

- Primero se toma unos 2.5 a 3 kg aprox. de la muestra y se le coloca al horno para su secado, colocándolo en la bandeja de manera extendida.
- Se comienza a tamizar, ordenando los tamices de mayor a menor, excluyendo todo aquel material que se quede retenido sobre el tamiz N°4".
- Procedemos a mezclar el material cernido con un poco de agua hasta obtener una mezcla que sea ligeramente humedad.
- Se procede a pesar el molde con la placa de base.

- Se divide el molde de suelo alterado en 5 cortes que serán utilizadas en la compactación.
- Luego se procede a llenar por capas en el molde siendo por cada capa de tierra un total de 56 golpes con el pisón cayendo a una altura de 45 cm= 18".
- Luego se procede a pesar el molde con el suelo húmedo
- Se toma 2 porciones de 100 g de ambas partes superior e inferior del molde.
- Se lleva a secado en el horno por 12 hrs.

2.2.3. Estudio de Tráfico

2.2.3.1. Tipos de tránsito. Según el Manual de carreteras (2018) los tipos de Tránsito se clasifican en:

- Tránsito anual (TA): Es la cantidad de vehículos que transitan a lo largo del año, por la zona de estudio (T = 1 año).
- Tránsito semanal (TS): Es la cantidad de vehículos que transitan a lo largo de una semana, por la zona de estudio (T = 1 semana).
- Tránsito diario (TD): Es la cantidad de vehículos que transitan a lo largo del día, por la zona de estudio (T = 1 día).

2.2.3.2. Vehículos de diseño. Para la realización del Diseño Geométrico de Carreteras se debe tener en cuenta los tipos de vehículos que van a circular en la zona de estudio, por lo que es esencial conocer cómo se clasifican para poder identificarlos.

Por lo tanto, es fundamental que de los vehículos que sean seleccionados se deberá estudiar su peso representativo, dimensiones y características puesto que esto condiciona la definición geométrica de la carretera.

Entonces, tenemos según el Reglamento Nacional de Vehículos (2018) la siguiente clasificación:

2.2.3.2.1. Vehículos Livianos. Respecto a este tipo de vehículos se conocen también como vehículos de pasajeros puesto que, no son de carga pesada o no transportan mercaderías de volumen y peso pronunciado.

- Jeep (VL)
- Auto (VL)
- Bus (B2, B3, B4 y BA)

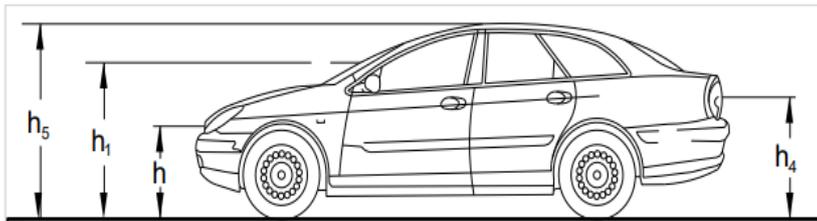
- Camión C2, 4 R

Respecto a sus dimensiones a modo de referencia se cita según el Manual de carreteras las dimensiones generales respecto a este tipo de vehículos, así como se muestra en la figura 1.

- Ancho: 2.10 m.
- Largo: 5.80 m.
- h: Altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h1: altura de los ojos del conductor: 1.07 m.
- h2: altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m.
- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- h5: altura del techo de un automóvil: 1.30 m

Figura 1

Vehículos ligeros



Nota: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

2.2.3.2.2. Vehículos Pesados. A diferencia de los vehículos livianos, estos vehículos transportan mercaderías de volumen y peso pronunciado, así como sus dimensiones que son extensas.

En esta clasificación tenemos:

- Semi trailers de 3 ejes
- Semi trailers de 4 ejes
- Trailers de 5 ejes o más

A modo de referencia se cita según el Manual de carreteras las dimensiones generales respecto a este tipo de vehículos.

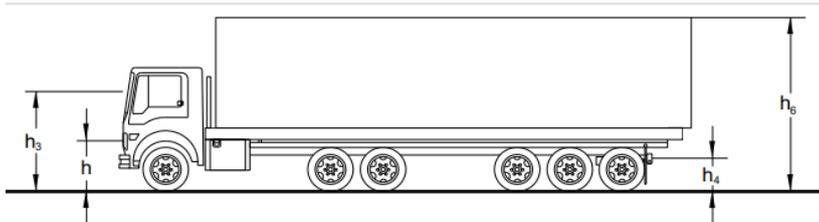
- h: altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- h3: altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.

- h4: altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.

- h6: altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m

Figura 2

Vehículos pesados



Nota: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

2.2.3.3. Índice medio diario (IMD)

Según el Manual de carreteras (2018), para poder realizar un buen diseño de las carreteras, es necesario contabilizar la demanda de transporte vehicular que circula por una vía en específico, el cual será realizado diariamente para luego realizar revisiones y estudios en función a los resultados del IMDA.

2.2.3.4. Índice medio diario semanal (IMDS)

Este índice se da en un periodo de 7 días equivalente a una semana, donde se realiza el conteo diario del tráfico según el tipo de vehículo, en un determinado tramo o punto de la red vial, aplicando la ecuación 3.

$$IMDS = \sum Vi/7 \quad (3)$$

Donde:

Vi: Volumen vehicular diario durante los 7 días

2.2.3.5. Índice medio diario anual (IMDA)

Este índice nos muestra el valor promedio de los volúmenes diarios que existen durante 1 año a lo largo de una sección de vía seleccionada para el proyecto en estudio. Así mismo brinda la información necesaria que requiere el proyectista para poder determinar las características de diseño que tendrá la carretera.

Si queremos pronosticar el valor de vehículos para un año se aplicará la siguiente ecuación 4:

$$IMDA = IMDS \times FC \quad (4)$$

Donde:

IMDS: Índice medio diario semanal o Promedio de tráfico diario semanal

FC: Factor de corrección estacional

2.2.3.6. Crecimiento del tránsito

Mediante la ecuación 5 que nos brinda el Manual de carreteras DG 2018, se puede conocer el volumen que estima tener en el horizonte propuesto del proyecto, en base al volumen de tráfico presente del año.

$$Pf = Po \times (1 + Tc)^n \quad (5)$$

Donde:

- **Pf:** Tránsito final
- **Po:** Tránsito inicial
- **Tc:** Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo
- **n:** Año a estimarse

2.2.3.7. Número de repeticiones de Ejes Equivalentes (EE)

Según el Manual de carreteras DG.2018, un EE es un efecto de deterioro que se presenta en un pavimento a causa de un eje simple de dos ruedas convencionales con 8.2 tn de peso.

Los Ejes Equivalentes (EE) son aquellos factores causantes del deterioro de la estructura del pavimento a causa de las distintas cargas que estas presentan y ejercen sobre esta.

En la tabla 4 se presenta la configuración de ejes:

Donde:

- RS: Rueda Simple
- RD: Rueda Doble

Tabla 4

Configuración de ejes

Conjunto de Eje (S)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Gráfico
Eje Simple (Con rueda Simple)	1RS	02	
Eje Simple (Con rueda Doble)	1RD	04	

Eje Tandem (1 Eje Con rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
Eje Tandem (2 Eje rueda Doble)	2RD	08	
Eje Tridem (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
Eje Tridem (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Nota: La tabla nos muestra la cantidad de ejes y el número de neumáticos por eje que presenta un carro.

Tabla 5

Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = (P/6.6)^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = (P/8.2)^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = (P/14.8)^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = (P/15.1)^{4.0}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = (P/20.7)^{3.9}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = (P/21.8)^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Nota: La tabla nos muestra las fórmulas correspondientes para cada tipo de eje, y poder hallar el valor del Eje equivalente para pavimento flexible.

Tabla 6

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

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	$EE_{s1} = (P/6.6)^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	$EE_{s2} = (P/8.2)^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = (P/13.0)^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = (P/13.3)^{4.1}$
Eje Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = (P/16.6)^{4.0}$
Eje Tridem (3 ejes ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = (P/17.5)^{4.0}$

P = peso real por eje en toneladas

Nota: La tabla nos muestra las fórmulas correspondientes para cada tipo de eje, y poder hallar el valor del Eje equivalente para pavimento rígido.

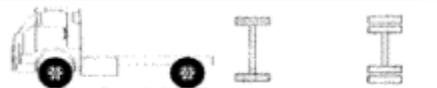
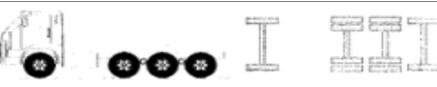
2.2.3.8. Factores de Equivalencia por Eje

Según el Manual de Carreteras, el cálculo de factores de EE se realizará utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas.

A continuación, en la tabla 7 se puede ver el Factor de Vehículo Pesado para diversas clases de vehículos pesados.

Tabla 7

Pesos y medidas máximas permitidas C2, C3, C4

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

Nota: Esta tabla nos brinda los pesos por cada eje que posee un vehículo, obteniendo con esta información el peso total de d cada vehículo según su clasificación.

2.2.4. Diseño Estructural de Pavimento

A lo largo del tiempo han existido diversos métodos para el dimensionamiento de la estructura de un pavimento, entre los cuales algunos eran de modos empíricos los cuales se basan en el tipo de suelo y aplican un alto factor de seguridad el cual genera espesores de capa excesivos no acorde al tráfico existente de la zona, así mismo también existen los semi empíricos donde no sólo se realiza lo mencionado anteriormente sino también se aplican ensayos de laboratorio, primordialmente al CBR.

Por otro lado, existen los métodos racionales, teniendo estos un sustento teórico – experimental, siendo en Perú, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones a través del Manual de Carreteras que optan por usar el método AASHTO 93 para cualquier diseño de pavimentos.

Dicha estructura está conformada por varias capas granulares como: sub base, base y en la parte superior con una capa de rodadura de carpeta asfáltica, el cual está diseñado para un periodo de duración entre 15 – 25 años.

2.2.4.1. Metodología AASHTO 93

Su propósito es determinar los espesores de cada capa que conforma el pavimento, las cuales serán elaboradas sobre el terreno subrasante logrando que soporten las cargas vehiculares y su servicialidad sea aceptable en un periodo de diseño considerable.

Como vemos en la ecuación 6, que AASHTO 93 nos brinda para pavimentos flexibles es:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

(6)

Donde:

- W_{18} : Número de ESAL´s
- SN: Número Estructural
- Z_r : Desviación Estándar Normal
- S_0 : Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- ΔPSI : Diferencia de Servicialidad ($P_o - P_t$)
- P_o : Servicialidad Inicial
- P_t : Servicialidad Final

- M_R : Módulo Resiliente

Así mismo AASHTO 93, nos brinda para pavimentos rígidos la siguiente ecuación 7:

$$\text{Log}W_{82} = Z_R S_D + 7.35 \log(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{1.25 \times 10^{19}}\right)}{(D+25.4)^{0.46}} + (4.22 - 0.32P_t) \log \left[\frac{Mr C d x (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left[0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0.25}} \right]} \right] \quad (7)$$

2.2.4.1.1. Periodo de Diseño. Para poder determinar los parámetros requeridos por AASHTO 93 para el desarrollo del diseño del pavimento flexible, iniciamos identificando el tipo de tráfico, hallando con este dato el tiempo de servicio en buen funcionamiento que debe tener la vía.

Tabla 8

Periodo de diseño en pavimentos flexibles según el tipo de camino

Tipo de camino	Periodo de análisis
Gran volumen de tránsito urbano	30 – 50 años
Gran volumen de tránsito rural	20 – 50 años
Bajo volumen pavimentado	15 – 25 años

Nota: La tabla muestra que el periodo de vida útil que debe tener una vía, se ve relacionado a la magnitud que tiene la esta.

2.2.4.1.2. Confiabilidad (R). Según AASHTO (1993), con este parámetro “R”, se mide el grado de confianza que se le dará al diseño del pavimento, es decir que tan confiable son los estudios previos realizados, en la tabla 9 y 10 se clasifica según el tipo de vía y el tipo de tráfico, clasificándolos así:

Tabla 9

Cuadro de % de confiabilidad

Tipo de Vía	% de Confiabilidad
Autopistas	80 al 95% de confiabilidad
Carreteras interregionales	70 al 90% de confiabilidad
Avenidas principales	65 al 85% de confiabilidad
Red local urbana	50 al 75% de confiabilidad

Nota: La tabla nos muestra el % de confiabilidad en función al tipo de vía.

Tabla 10

Valores de confiabilidad al diseño según tipo de tráfico

Tipo de Camino	Tráfico	Ejes Equivalentes	Acumulados	Confiabilidad
----------------	---------	-------------------	------------	---------------

Caminos de Bajo volumen de Tránsito	Tp0	100,000	150,000	65%
	Tp1	150,001	300,000	70%
	Tp2	300,001	500,000	75%
	Tp3	500,001	750,000	80%
	Tp4	750,001	1,000,000	80%
Resto de caminos	Tp5	1,000,000	1,500,000	85%
	Tp6	1,500,000	3,000,000	85%
	Tp7	3,000,000	5,000,000	85%
	Tp8	5,000,000	7,500,000	90%
	Tp9	7,500,000	10,000,000	90%
	Tp10	10,000,000	12,500,000	90%
	Tp11	12,500,000	15,000,000	90%
	Tp12	15,000,000	20,000,000	95%
	Tp13	20,000,000	25,000,000	95%
	Tp14	25,000,000	30,000,000	95%
	Tp15	>30,000,000		95%

Nota: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, 2014

2.2.4.1.3. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (ZR). Este valor corresponde al tipo de tráfico que se está trabajando, como nos muestra la tabla 11:

Tabla 11

Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal (Zr)

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Desviación Estándar Normal (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,001	150,000	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	-0.842
	T _{P4}	750,001	1,000,000	-0.842

Nota: La tabla nos muestra la desviación estándar normal para cada tipo de tráfico.

2.2.4.1.4. Desviación Estándar (So). Según AASHTO (1993), sirve como un parámetro de seguridad ante cualquier diferente comportamiento que se pueda presentar entre las dimensiones de las capas del pavimento diseñado y los realmente ejecutados.

- Para pavimentos flexibles varía entre: 0.40 a 0.50
- Para pavimentos rígidos varía entre: 0.30 a 0.45

2.2.4.1.5. Pérdida de servicialidad (ΔPSI). Según AASHTO (1993), viene a ser la diferencia entre el índice de servicio inicial y el servicio final que tiene el pavimento.

Valores aproximados:

- Para un pavimento nuevo, se estima entre: 4.5 a 4.
- Para un pavimento que ha llegado al fin de su vida útil, se estima entre: 1.5 a 2.
- Para pavimentos con un nivel aceptable de servicialidad, se estima entre: 2 a 2.5.

Tabla 12

Pérdida de serviciabilidad del pavimento flexible

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Diferencial de Servicialidad (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.8
	T _{P2}	300,001	500,000	1.8
	T _{P3}	500,001	750,000	1.8
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.8

Nota: La tabla muestra la pérdida de serviciabilidad según el tipo de tráfico con el que se cuenta para pavimento flexible.

Tabla 13

Pérdida de serviciabilidad del pavimento rígido

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Diferencial de Servicialidad (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	2.1
	T _{P2}	300,001	500,000	2.1
	T _{P3}	500,001	750,000	2.1
	T _{P4}	750,001	1,000,000	2.1

Nota: La tabla muestra la pérdida de serviciabilidad según el tipo de tráfico con el que se cuenta para pavimento rígido.

2.2.4.1.6. Módulo de resiliencia de la subrasante (MR). Según AASHTO (1993), es un valor de la capacidad de soporte del terreno de la subrasante, el cual consistente en aplicar mediante un instrumento especial cargas sobre la superficie de la subrasante y hasta obtener un asentamiento determinado, brindándonos la ecuación 8.

$$MR(PSI) = 2555 \times CBR^{0.64} \quad (8)$$

2.2.4.1.7. Número Estructural (NE). Según AASHTO (1993), es el número que expresa la resistencia del pavimento en función del valor de soporte del suelo, de la carga vehicular y grado de servicialidad de la vía, el cual se determina con la ecuación 9.

$$NE = a_1 \times h_1 + a_2 \times h_2 \times D_2 + a_3 \times h_3 \times D_3 \quad (9)$$

Donde:

- a1= Coeficiente estructural del asfalto
- h1= Espesor de la carpeta asfáltica
- a2= Coeficiente estructural de la base
- h2= Espesor de la base
- D2= Coeficiente de drenaje de la base
- a3= Coeficiente estructural de la sub base
- h3= Espesor de la sub base
- D3= Coeficiente de drenaje de la sub base

2.2.4.1.8. Coeficientes Estructural de capas

A. Coeficiente estructural de carpeta asfáltica:

De la Tabla 14 obtenemos el coeficiente de la carpeta asfáltica según la Estabilidad Marshall.

Tabla 14

Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

Estabilidad Marshall	Coeficientes
5000 lbs	0.33
6000 lbs	0.36
7000 lbs	0.39
8000 lbs	0.41
9000 lbs	0.43
10000 lbs	0.45

Nota: Elaboración Propia

B. Coeficiente Estructural de la Base

De la Tabla 15 obtenemos el coeficiente de la Base según el CBR al 80%.

Tabla 15*Coefficiente estructural de la base*

CBR	Estructural
CBR 40%	0.11
CBR 50%	0.12
CBR 60%	0.125
CBR 70%	0.13
CBR 80%	0.135
CBR 90%	0.14
CBR 100%	0.145

*Nota: Elaboración Propia***C. Coeficiente Estructural de la Subbase**

De la Tabla 16 obtenemos el coeficiente de la Subbase según el CBR al 30%.

Tabla 16*Coefficiente estructural de la sub base*

Valor CBR	Coefficiente estructural
10%	0.08
20%	0.09
30%	0.11
40%	0.12
50%	0.125
60%	0.13

*Nota: Elaboración propia***D. Coeficientes de drenaje**

En todo diseño de pavimento es importante reconocer el comportamiento del drenaje ya que este factor influye en la estructura y por ende en la vida útil que este tendrá. Según lo observamos en la Tabla 17 que brinda la norma AASHTO 93.

Tabla 17*Coefficientes de drenaje para pavimentos flexibles*

Calidad del Drenaje	1%	1 a 5%	5 a 25%	25%
----------------------------	-----------	---------------	----------------	------------

Excelente	1.4 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Bueno	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Nota: Elaboración propia

2.2.4.1.9. Espesores de Capas

De la Tabla 18 se puede obtener los espesores de las capas del pavimento según el ESAL determinado en el estudio.

Tabla 18

Espesores de capas

ESAL	Carpeta asfáltica en caliente	Base CBR mínimo 80%	Sub base CBR mínimo 30%
Hasta 1.5 millones	2"	8"	6"
De 1.5 a 2 millones	2.5"	10"	6"
De 2 a 3 millones	3"	10"	8"
De 3 a 4 millones	3.5"	12"	10"
De 4 a 5 millones	4"	12"	10"

Nota: Elaboración Propia

2.2.4.2. Parámetros de Diseño Estructural de Pavimento Rígido

2.2.4.2.1. Serviciabilidad (ΔPSI)

Tabla 19

Índice de serviciabilidad según rango de tráfico

Tipo de caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Diferencial de Serviciabilidad (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.8
	T _{P2}	300,001	500,000	1.8
	T _{P3}	500,001	750,000	1.8
	T _{P4}	750,001	1,000,000	1.8

Nota: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, 2013

2.2.4.2.2. Resistencia a flexotracción del concreto (M_r)

Tabla 20*Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico*

Rangos de Tráfico pesado expresado en EE	Resistencia Mínima a la flexotracción del concreto (Mr)	Resistencia Mínima equivalente a la compresión del concreto (F'c)
<= 5'000,000 EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
>5'000,000 EE <= 15'000,000 EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
>15'000,000 EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Nota: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, 2013**2.2.4.2.3. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)****Tabla 21***Valores de coeficiente de transmisión de carga J*

Tipo de Berma	Granular o Asfáltica		Concreto Hidráulico	
	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)	SI (con pasadores)	NO (sin pasadores)
Valores J	2.8	3.8	2.8	3.8

Nota: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, 2014**2.2.5. Diseño Geométrico de Carreteras**

En este capítulo se indicarán los parámetros requeridos para poder presentar la propuesta de diseño geométrico de la carretera en mención. Con el fin de garantizar la seguridad y cumplir con los requisitos mínimos que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). El diseño será compatible con su entorno y será compatible con la topografía natural haciéndola cómoda, estética y económica, es importante resalta que para poder diseñar las carreteras de deben tener en cuenta factor externos como los son la conformación geológica, el volumen de tránsito vehicular de la vía, los terrenos privados y la topografía. En cuanto a factores internos tenemos las velocidades de diseño, las cuales están ligadas a la seguridad y la estética de la vía.

2.2.5.1. Clasificación de Carreteras**Tabla 22***Clasificación de carreteras*

Tipo de Vía	Ancho de Carril	Separador Central	IMDA
Autopistas de Primeras Clase	2 o más (3.60 m - min)	6.00 m (min)	≥ 6000 Veh/día

Autopistas de Segunda Clase	2 o ms (3.60 m - min)	6.00 – 1.00 m	6000 – 4001 Veh/día
Carretera de Primera Clase	2 o más (3.30 m - min)	-	4000 – 2001 Veh/día
Carretera de Segunda Clase	2 o más (3.30 m - min)	-	2000 – 401 Veh/día
Carretera de Tercera Clase	1 a 2 o más (2.50 – 3.00 m)	-	< 400 Veh/día
Trocha Carrozable	1 (4.00 m)	-	< 200 Veh/día

Nota: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

Tabla 23

Clasificación de carreteras por orografía

Tipo de Vía	Pendientes Transversales	Pendientes Longitudinales
Terreno Plano (Tipo 01)	< 10%	< 3%
Terreno Ondulado (Tipo 02)	11% - 50%	3% - 6%
Terreno Accidentado (Tipo 03)	51% - 100%	6% - 8%
Terreno Escarpado (Tipo 04)	> 100%	> 8%

Nota: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

2.2.5.2. Vehículo de Diseño. Es la velocidad que se usará para el diseño, esta será la máxima velocidad con la que podrá circular el vehículo sobre una determinada sección de la carretera, esto se tiene en cuenta por seguridad y comodidad, tal y como lo muestra la tabla 24 (DG, 2018).

Tabla 24.*Vehículo de diseño*

Tipo de vehiculo	Alto total	Ancho total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio min. Rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70/1.90/4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00/12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30/0.80/2.15/7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.0	1.20	5.40/6.80/1.40/6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.0	1.20	5.45/5.70/1.40/2.15/5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40/11.90	2.00	1

Nota: Manual de carreteras

2.2.5.3. Velocidad de Diseño. Es la velocidad máxima a la que debe transitar un vehículo por la vía sin que se altere la seguridad de la persona al volante. Esta velocidad depende del tipo de carretera, su demanda y la topografía del terreno, representada en la tabla 25.

Tabla 25

Rangos de velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño de un Tramo Homogéneo (km/h)														
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130				
Autopista de Clase I	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															
Autopista de Clase II	Plano															
	Ondulado															
	Accidentado															
	Escarpado															

Carretera de Clase I	Plano	
	Ondulado	
	Accidentado	
	Escarpado	
Carretera de Clase II	Plano	
	Ondulado	
	Accidentado	
	Escarpado	
Carretera de Clase III	Plano	
	Ondulado	
	Accidentado	
	Escarpado	

Nota: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

2.2.5.4. Distancia de Visibilidad

Esta distancia viene a ser la longitud que se proyecta hacia adelante de la carretera, la cual es visible para el conductor del vehículo permitiendo de esta manera la ejecución segura de diferentes maniobras, ya sea por obligación o por decisión propia.

En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de paso o adelantamiento.
- Visibilidad de cruce con otra vía.

2.2.5.5. Distancia de Visibilidad de parada

Es la distancia mínima requerida para que un vehículo se detenga mientras viaja con su respectiva velocidad de diseño, antes de encontrarse en su trayectoria con un vehículo u objeto inmóvil.

La distancia de parada para pavimentos húmedos se calcula mediante la siguiente ecuación 10:

$$Dp = 0.278 \times V \times tp + 0.039 \frac{V^2}{a} \quad (10)$$

Donde:

- Dp: Distancia de parada (m)
- V: Velocidad de diseño (Km/h)
- Tp: Tiempo de percepción + reacción (s)
- a: Deceleración en m/s²

Asimismo, la pendiente de la carretera tiene influencia sobre la distancia de parada, por lo cual esta influencia es importante para determinar los valores de la pendiente de subida o bajada => a 6% y para velocidades de diseño > a 70 km/h. Como podemos observar en la tabla 26 y tabla 27.

Tabla 26

Distancia de visibilidad de parada con pendiente (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58

60	87	92	97	80	77	75
70	110	116	124	100	97	93
80	136	144	154	123	118	114
90	164	174	187	148	141	136
100	194	207	223	174	167	160
110	227	243	262	203	194	186
120	283	293	304	234	223	214
130	310	338	375	267	252	238

Nota: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

Tabla 27

Distancia de visibilidad de parada (metros), en el pendiente 0%

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.6	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: Manual de carreteras: Diseño geométrico, 2018

2.2.5.6. Diseño en Planta, Sección Transversal y Perfil

2.2.5.6.1. Diseño Geométrico en Planta. También conocido como Alineamiento Horizontal constituidos por, grado de curvatura, curvas circulares y alineamientos rectos. El alineamiento horizontal deberá permitir el flujo natural e ininterrumpido de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño que corresponde, en la mayor parte de la carretera.

2.2.5.6.2. Diseño Geométrico en Perfil. Constituido por unas rectas enlazadas en serie por curvas verticales parabólicas, estas rectas son conocidas como tangentes, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas. Es importante indicar que el Perfil Longitudinal está controlado por principalmente la Topografía, Alineamiento horizontal, Distancias de Visibilidad, Velocidad de Proyecto.

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Afirmado

“Capa de material seleccionado el cual ha sido previamente procesado en base al diseño que se indique. Cumple la función de capa de rodadura y de soporte de tránsito para vías que no se encuentran pavimentadas.” (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006)

2.3.2. Agregados

“Son el conjunto de partículas de tamaño variado, las cuales van desde partículas casi imperceptibles hasta pedazos de rocas; puede ser de procedencia natural o artificial.” (Concretos Supermix, s.f.).

2.3.3. Bombeo

“Es la pendiente transversal en la plataforma, ubicada en tramos en tangente.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

2.3.4. BM

“Punto topográfico, constituido de concreto y una varilla de acero, los cuales en conjunto se le conoce como Hito”

2.3.5. Calicata

“Son trabajos de excavación a cielo abierto, se realizan hasta la profundidad que se crea conveniente, es necesario tomar medidas de seguridad para realizar este tipo de trabajos, evitando así el desprendimiento de material.” (Manual de Ensayo de Materiales, 2016).

2.3.6. Cantera

“Fuente de donde se extraen los materiales usados para distintos usos tales como mejoramientos de suelos y terraplenes, afirmando, agregado para relleno, subbase y base granular.” (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

2.3.7. Camino vecinal

“Sirve de comunicación y unión, entre centros poblados y el resto del país, articulando a la Red Vial Departamental y/o Red Vial Nacional.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

2.3.8. CBR

“Es el ensayo para determinar el índice de resistencia de la muestra de suelo en estudio, el cual es conocido como California Bearing Ratio.” (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

2.3.9. Compactación

“Es el proceso de aplicar fuerza sobre el suelo para eliminar los vacíos de aire que existen, aumentando así su densidad, generando una mejora en las propiedades del suelo.” (Maquinaria Carrán, s.f.)

2.3.10. Diseño

“Es el conjunto de trabajos previos como parámetros y lineamientos que determinarán la propuesta de las características técnicas del camino.” (Guía para la formulación de proyectos de inversión exitosos, 2011).

2.3.11. Estudio de Tráfico

“Tiene como objetivo clasificar, cuantificar y determinar a los vehículos que transitan en el área de estudio, con la finalidad de determinar la clasificación de la vía además de ser importante para el diseño del pavimento.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

2.3.12. Granulometría

“Es la representación de los tamaños que posee el agregado, esta información se obtiene mediante el tamizado.” (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

2.3.13. Índice Medio Diario (IMD)

“Conteo de número promedio de vehículos que transitan por la zona en estudio en un periodo de 24 horas.” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018).

2.3.14. Levantamiento topográfico

“Conjunto de operaciones que ejecutadas en un determinado terreno y con los adecuados instrumentos se puede extraer información geográfica, la cual podemos representarla de manera gráfica en un plano, este plano es esencial para ubicar el área de estudio o proyecto en ejecución.” (Nivelación de Terrenos por Regresión Tridimensional, 2010)

2.3.15. Mejoramiento de carreteras

“Se refiere a mejorar las características de la vía en ejecución, estas mejoras pueden ser geométricas, en las que se incluyen los cambios en el eje de la vía, mayor radio de curvatura y mejora de calidad en la superficie de rodadura.” (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006)

2.3.16. Pavimento

“Estructura de varias capas, la cual está construida sobre la subrasante del camino logrando distribuir y resistir los esfuerzos ejercidos por los vehículos, además de mejorar la transitabilidad y seguridad.” (Manual de Ensayos de Materiales, 2016).

2.3.17. Sobrecancho

“Ancho adicional en los tramos en curva de una superficie de rodadura que compensa el mayor espacio requerido por los vehículos.” (Manual de Carreteras: Diseño Geométrico, 2018).

2.3.18. Velocidad de diseño

“Velocidad establecida a la que puede transitar un vehículo de forma segura, en alguna sección determinada de la vía.” (Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial, 2006)

2.4. Sistema de Hipótesis

El diseño de Vía en el Camino Vecinal Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa del KM 0+000.00 – KM 12+226.00 más adecuado será el pavimento rígido debido a que su estructura representará mayor tiempo de vida ante el aumento del tránsito vehicular y las adversidades climáticas que presenta esta región.

2.5. Variables e indicadores

2.5.1. Variable única. Diseño de vía

Tabla 28

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos de medición
Diseño de vía	Responde a una necesidad justificada social y económica evaluando los parámetros geométricos y estructurales, con el fin de que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio. (MTC,2008)	Se determinará las dimensiones geométricas y estructurales del pavimento, teniendo en cuenta las variables de diseño del pavimento y geométrico, ambos relacionados con la normativa peruana aún vigente	Estudio de Tráfico	Volumen Vehicular IMDA	Conteo vehicular
			Estudios Topográficos	Puntos de Ref. Orografía Pendientes Distancias	Libreta de Campo, Estación Total, Hitos
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría Contenido humedad Límites de Atterberg CBR	Ensayos de Laboratorio de EE.TT.
			Diseño Geométrico	Velocidad de Diseño Ancho de Calzada Perfil Longitudinal	Manual de Diseño Geométrico 2018
			Diseño Estructural	Pavimento Diseño Suelo	AASTHO 93

Nota: Esta tabla muestra la operacionalización de la variable única.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de Investigación

3.1.1. De acuerdo con la orientación o finalidad

La investigación es aplicada, debido a que nos basamos en Estudios previos básicos de Ingeniería como son Estudios vehicular, Topográfico y de Mecánica de Suelos; al igual que usando los Estudios de la rama de Caminos se pudo diseñar de manera Geométrica y Estructural el Camino Vecinal en estudio.

3.1.2. De acuerdo con la técnica de contrastación

Descriptiva, porque mediante el presente Proyecto se propone los parámetros más adecuados para el Camino Vecinal en estudio, describiendo tanto geométrica como estructuralmente las características obtenidas; todo esto basado en los estudios realizados en gabinete como en campo.

3.2. Población y muestra de estudio

3.2.1. Población

La investigación presentada está confirmada por el Camino Vecinal conformado por los caseríos Chambac – Quio – Saucepampa y Mitopampa, se puede considerar también como población el IMDA obtenido del Estudio de tráfico vehicular obtenido del Camino vecinal antes mencionado, este último será de utilidad para futuros proyectos y su respectivo diseño geométrico, el cual es de suma importancia ya que lo manifestado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en cuanto a la Red Vial Existente pavimentada en Caminos Vecinales son del 80.8%, este porcentaje es notorio en las zonas aledañas al área de estudio.

3.2.2. Muestra

Se tomó como muestra el alineamiento horizontal existente debido a que es ahí donde se tuvo que proyectar la carretera; se tomó además el levantamiento topográfico, este nos permitió determinar el porcentaje de pendiente real logrando así determinar la clasificación de la carretera, sumado a esto también se pudo georreferenciar el área del proyecto y saber con precisión por donde proyectar el alineamiento horizontal.

3.3. Diseño de Investigación

De campo, porque la recolección de datos se hizo en el Camino Vecinal, tales como las muestras el estudio de tráfico vehicular, estudio de suelo, la realización del levantamiento topográfico. Se empleará la metodología AASHTO 93 para determinar los espesores del pavimento flexible y pavimento rígido; y la DG-2018 para el diseño geométrico de la carretera.

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 29

Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas	Instrumentos	Descripción
Levantamiento topográfico	Estación total	Mediante este proceso se pudo determinar la orografía, la demanda de la vía, pendientes, la geometría y cotas del terreno con ayuda de hitos, datos importantes y primordiales para elaborar un diseño geométrico según la Norma DG-2018
Revisión de estudio de Mecánica de Suelos	Estudio de suelos	Con la información obtenida en campo se elaboraron los diversos ensayos que permitieron obtener el CBR del suelo en estudio.
Conteo de tráfico vehicular en campo	Conteo vehicular	Ubicados en un punto determinado del tramo en estudio realizamos el conteo vehicular correspondiente al método del cual pudimos obtener el IMDA para así establecer el ESAL con la que cuenta el camino vecinal
Elaboración de Diseño Geométrico	Laptop, Manual DG-2018, levantamiento topográfico y AutoCAD Civil 3D	Usando el Software Civil 3D se elaboró el diseño geométrico, al cual se importó el levantamiento topográfico obtenido en campo, se tuvo en cuenta los parámetros establecidos en la Norma DG-2018
Elaboración de Diseño Estructural	Método AASHTO 93, Excel	Con los datos obtenidos respecto al tipo de carretera en que se trabajará y el ESAL con el que cuenta, se hallaron todos los parámetros que el método AASHTO 93 nos brinda para hallar los espesores de capas del pavimento.

Nota: Elaboración propia.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

3.5.1. Estado actual de la zona

El tramo de estudio en su estado actual, el cual está ejecutado a nivel de afirmado, cuenta con tramos en buen estado y en estado regular debido a

factores climáticos; se pudo notar la presencia de ahuellamiento por el aumento progresivo de vehículos, no se realizó la correcta compactación, el tramo final de la carretera cuenta con una pendiente muy elevada. Observada la situación actual de la vía, el siguiente paso es elaborar un diseño geométrico adecuado el cual respete la superficie del terreno y sobre todo respete la geometría actual de la vía en estudio.

3.5.2. Estudio de tránsito vehicular

Este estudio, determinó el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 tn, siendo este un valor muy importante al momento de realizar el diseño del pavimento flexible y rígido del camino vecinal Chambac – Quio – Saucepampa - Mitopampa, durante su periodo de diseño; para el cual se usó la siguiente ecuación 9:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2tn}} = \Sigma(EE_{día-carril} \times Fca \times 365) \quad (11)$$

Donde:

- $EE_{día-carril}$ = Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo.
- Fca = Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

3.5.2.1. Metodología – Trabajo de campo. El trabajo de campo consistió en el conteo de vehículos por 7 días consecutivos, del 11 de JULIO al 17 de JULIO del 2022, para poder determinar el volumen de tránsito que soporta la vía y obtener de esta manera el IMDs.

Para esto se identificó 01 estación de conteo vehicular en Mitopampa en el Km 12+225.95.

3.5.2.2. Conteo de Vehículos. Partiendo del análisis de recolección de datos realizado en el trabajo de campo, se organizará y clasificará cada tipo de vehículo con su respectivo conteo para de esta manera poder determinar la carga que la estructura del pavimento debe soportar durante su periodo de vida útil. La tabla 30 muestra el conteo vehicular, que se realizó durante 7 días desde el 11/07/2022 al 17/07/2022.

Tabla 30*Conteo de vehículos*

Día	Auto	Station Wagon	Pick Up	Camión 2E
Lunes 11/07/2022	64	41	84	47
Martes 12/07/2022	50	35	72	56
Miércoles 13/07/2022	56	38	80	48
Jueves 14/07/2022	60	40	78	43
Viernes 15/07/2022	51	28	82	55
Sábado 16/07/2022	50	39	71	48
Domingo 17/07/2022	46	33	67	40

*Nota: Elaboración Propia***3.5.2.3. Cálculo del IMDA**

El cálculo del Índice Medio Diario Semanal (IMD'S), nos sirve para poder conocer el volumen vehicular por días de la semana, es decir, un promedio de los vehículos contabilizados durante los 7 días de la semana, como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31*Cálculo del IMD'S*

Día	Auto	Station Wagon	Pick Up	Camión 2E
Lunes 11/07/2022	64	41	84	47
Martes 12/07/2022	50	35	72	56
Miércoles 13/07/2022	56	38	80	48
Jueves 14/07/2022	60	40	78	43
Viernes 15/07/2022	51	28	82	55
Sábado 16/07/2022	50	39	71	48
Domingo 17/07/2022	46	33	67	40
IMDs	54	36	76	48

Nota: Elaboración propia.

La cantidad de tráfico va a variar cada mes dependiendo de la época del año en la que nos encontremos, ya sean por festividades o épocas de vacaciones; por lo cual es necesario obtener el IMDA, aplicando el Factor de

Corrección Estacional. Donde este factor es estimado por las estadísticas del flujo de vehículos registrados en el Peaje de Cuculí, siendo esta la más cercana a la zona de estudio.

Por lo tanto, el Factor de corrección obtenido corresponde al periodo del mes de Julio, donde para vehículos ligeros será: 0.95737523 y para vehículos pesados será el valor: 0.98347382 tal y como lo muestra la figura 3 y 4.

Tabla 32

Cálculo del IMDA

Día	Auto	Station Wagon	Pick Up	Camión 2E
Lunes 11/07/2022	64	41	84	47
Martes 12/07/2022	50	35	72	56
Miércoles 13/07/2022	56	38	80	48
Jueves 14/07/2022	60	40	78	43
Viernes 15/07/2022	51	28	82	55
Sábado 16/07/2022	50	39	71	48
Domingo 17/07/2022	46	33	67	40
IMDs	54	36	76	48
IMDA	52	34	73	47
2022	52	34	73	47

Nota: La tabla nos muestra el IMDA final hallada por cada tipo de vehículo, así mismo su proyección del IMDA para el 2022.

Mediante la siguiente ecuación 12:

$$IMDA = \frac{(VDL1+VDL2+VDL3+VDL4+VDL5+VDSab+VD Dom)}{7} \times FCE \quad (12)$$

Donde:

- VDL1, VDL2, VDL3, VDL4, VDL5: Volúmenes de tráfico registrados en los días laborales
- VD sab: Volumen de tráfico registrado el sábado
- VD dom: Volumen de tráfico registrado el domingo
- FCE: Factor de corrección estacional
- IMDA: Índice Medio Diario Anual

Figura 3

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje

N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros FC											
1	AGUAS CALIENTES	0.9334	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0232	0.9845
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9379	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0621	1.0845	1.1559	0.9021
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.0003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0346	0.9733
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	1.0240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0585	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676
13	CHALHUIPUIQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1897	0.6261
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0684	0.6549
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1992	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673
21	CUCULLI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9443	0.9671	0.9672	1.0218
22	DESIVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176
23	DESIVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.6290
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531

Nota: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Figura 4

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados FC											
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9322
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9684	0.9505	0.9335	0.9456	0.9465	0.9933
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8525
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9633
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9962	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0119	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9948	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257
13	CHALHUIPUIQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9930	0.9674	0.8073
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9665	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892
21	CUCULLI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895
22	DESIVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440
23	DESIVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566

Nota: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

3.5.2.4. Resumen del Tráfico Promedio Semanal y del Índice Medio

Diario Anual

Tabla 33

Resumen vehicular

Tipo de Vehículo	IMDs	Fc	IMDA	Distribución (%)
Auto	54	0.95737523	52	25%
Station Wagon	36	0.95737523	34	17%
Pick Up	76	0.95737523	73	35%
Camion 2 Ejes	48	0.98347382	47	23%
Total	214		206	100%

Nota: La tabla nos muestra el resumen de los IMDA obtenidos, donde se logra apreciar que en mayor porcentaje tenemos vehículos tipo pick up con un 35%.

3.5.2.5. Población Futura de Vehículos al 2024. Para calcular el IMDA de diseño, será necesario conocer cuál es el horizonte de evaluación del proyecto, por lo que se propone como una fase inicial de inversión de 2 años, por lo cual para hallar la población futura de vehículos vamos a definir la Tasa de Crecimiento (TC) según el tipo de vehículo, la cual obtenemos de las tablas 34 y 35.

Tabla 34

Tasa de crecimiento de vehículos ligeros

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
Departamento	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Nota: La tabla brindada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones nos muestra que para el departamento de Cajamarca para vehículos ligeros su TC es 0.57%.

Tabla 35

Tasa de crecimiento de vehículos pesados

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
Departamento	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

Nota: La tabla brindada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones nos muestra que para el departamento de Cajamarca para vehículos pesados su TC es 1.29%.

Siendo el departamento de Cajamarca el lugar de estudio se obtuvieron los datos para:

- Vehículos Ligeros: 0.57%

- Vehículos Pesados: 1.29%

Así mismo el tiempo propuesto que pasa del estudio de proyecto hasta la ejecución: 2 años.

Por lo tanto, hallamos la Población Futura al 2024 con la ecuación 5, antes mencionada y hallamos el IMDA futuro como lo muestra la tabla 36.

Tabla 36
IMDA para el año 2024

Tipo de Vehículo	IMDA	TC	Población futura 2024
Auto	52	0.57	52.60
Station Wagon	34	0.57	34.40
Pick Up	73	0.57	73.84
Camion 2 Ejes	47	1.29	48.22
Total	206		209.06

Nota: Elaboración propia

3.5.2.6. Factor de crecimiento Acumulado (Fca). Para realizar el análisis del diseño estructural del pavimento flexible y pavimento rígido en la carretera en estudio, se estableció un periodo de diseño de 20 años. La tasa de crecimiento promedio anual que se consideró para la población de Cajamarca es del 2%.

Según la Guía AASHTO para el diseño estructural del pavimento, 1993, indica que los valores para el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) se puede obtener aplicando la siguiente ecuación 13.

$$Fca = (((1+r)^n)-1)/r \quad (13)$$

Donde:

r: tasa de crecimiento

n: periodo de diseño

Por lo tanto, reemplazando los datos con un periodo de diseño igual a 20 años y una tasa anual de crecimiento de vehículos igual a 1.29%, dando un resultado de Fca igual a 22.66.

3.5.2.7. Factor de distribución direccional (Fd) y de carril (Fc)

Respecto a los Factores direccional y Factor de carril los obtenemos de la Tabla 37, considerando el Número de calzadas, siendo en este caso de 1 calzada, con un número de sentidos igual a 2 y un número de carriles por sentido igual a 1, por lo tanto, el Fd = 0.50 y el Fc = 1.0.

Tabla 37

Factores de distribución direccional y de carril

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado FdxFc 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: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos DG 2018

3.5.2.8. Cálculo de Ejes Equivalentes para pavimentos flexibles

Para el cálculo de Los ejes Equivalentes, vamos a partir de los datos obtenidos anteriormente respecto al IMDA 2024, siendo la cantidad promedio de vehículos por día que transitarán por la vía en estudio.

Por lo cual vamos a reconocer el Tipo de eje al que pertenece cada vehículo, así mismo el número de llantas que tiene por eje y lo podemos ubicar en la Tabla 4, para posteriormente conocer la Carga por Eje en toneladas que soporta el pavimento obteniéndolos de la Tabla 5.

De tal modo que vamos a obtener los Ejes Equivalentes para el pavimento flexible aplicando la fórmula correspondiente según las cargas por eje y finalmente poder obtener el ESAL, así como lo muestra la Tabla 38.

Tabla 38

Ejes equivalentes pavimento flexible

	TIPO DE VEHÍCULO	IMDA 2024	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE TN	EE P. FLEXIBLE	EE*IMDA FLEXIBLE
VEHICULOS LIGEROS	AUTO	52.5994	SIMPLE	2	1	0.0005	0.0277
		52.5994	SIMPLE	2	1	0.0005	0.0277
	STATION WAGON	34.3919	SIMPLE	2	1	0.0005	0.0181
		34.3919	SIMPLE	2	1	0.0005	0.0181
	PICK UP	73.8414	SIMPLE	2	1	0.0005	0.0389
		73.8414	SIMPLE	2	1	0.0005	0.0389
VEHICULOS PESADOS	CAMION 2E	47.5417	SIMPLE	2	7	1.2654	60.1577
		47.5417	TANDE M	4	11	3.2383	153.9538
TOTAL							214.2811

Nota: La tabla muestra el valor hallado de los Ejes Equivalentes considerando las fórmulas correspondientes según norma, dando por resultado para pavimento flexible un EE igual a 214.2811.

3.5.2.9. Cálculo de ESAL para pavimentos flexibles.

Para calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes, recopilaremos la información antes mencionada como la Tasa anual de crecimiento de vehículos pesados, el tiempo de vida útil que se ha considerado es de 20 años y el Factor de crecimiento obtenido de: 22.66, como se muestra en la Tabla 39.

Tabla 39

ESAL pavimento flexible

Pavimento Flexible		
Tasa anual del crecimiento vehículos pesados	r	1.29%
Tiempo de vida útil de pavimento (año)	n	20
Factor de crecimiento acumulado de vehículos pesados: $\frac{((1+r)^n-1)}{r}$	Fca	22.660
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido	Tipo	1 calzada, 2 Sentidos, 1 Carril x sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.5

Número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL) #REE=365*(∑EE*IMDA)*Fd*Fc*Fca	ESAL	886131.86
---	-------------	-----------

Nota: La tabla muestra el número de repeticiones de ejes equivalentes obtenido para el pavimento flexible, siendo un total de 886131.86.

3.5.2.10. Cálculo de Ejes Equivalentes para pavimento rígido

Para este cálculo vamos a partir del mismo modo respecto al IMDA 2024, siendo la cantidad promedio de vehículos por día que transitarán por la vía en estudio.

De tal modo que vamos a obtener los Ejes Equivalentes para el pavimento rígido aplicando la fórmula correspondiente según las cargas por eje que nos brinda la tabla 6 y finalmente poder obtener el ESAL como lo muestra la tabla 40.

Tabla 40

Ejes equivalentes pavimento rígido

	TIPO DE VEHÍCULO	IMDA 2024	TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE TN	EE P. FLEXIBLE	EE*IMDA RÍGIDO
VEHICULOS LIGEROS	AUTO	52.5994	SIMPLE	2	1	0.0004	0.0230
		52.5994	SIMPLE	2	1	0.0004	0.0230
	STATION WAGON	34.3919	SIMPLE	2	1	0.0004	0.0150
	WAGON	34.3919	SIMPLE	2	1	0.0004	0.0150
	PICK UP	73.8414	SIMPLE	2	1	0.0004	0.0322
		73.8414	SIMPLE	2	1	0.0004	0.0322
VEHICULOS PESADOS	CAMION 2E	47.5417	SIMPLE	2	7	1.2654	60.5128
		47.5417	TANDEM	4	11	3.2383	158.5434
TOTAL							219.1966

Nota: La tabla muestra el valor hallado de los Ejes Equivalentes considerando las fórmulas correspondientes según norma, dando por resultado para pavimento rígido un EE igual a 219.1966.

3.5.2.11. Cálculo de ESAL para pavimento Rígido

Respecto a los Factores direccional y Factor de carril los podemos obtener de la Tabla 38, considerando el Número de calzadas, el número de sentidos y el número de carriles por sentido que posee nuestra vía, hallando el ESAL en la tabla 41.

Tabla 41*ESAL pavimento rígido*

Pavimento Rígido		
Tasa anual del crecimiento vehículos pesados	r	1.29%
Tiempo de vida útil de pavimento (año)	n	20
Factor de crecimiento acumulado de vehículos pesados: $((1+r)^n-1)/r$	Fca	22.660
Nº de calzadas, sentidos y carriles por sentido	Tipo	1 Calzada, 2 Sentidos, 1 Carril x sentido
Factor direccional*Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd	0.5
Número de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL) $\#REE=365*(\sum EE*IMDA)*Fd*Fc*Fca$	ESAL	906459.32

Nota: La tabla muestra el número de repeticiones de ejes equivalentes obtenido para el pavimento rígido, siendo un total de 906459.32.

3.5.3. Estudio de Suelos

La importancia de realizar este estudio es conocer las características físicas, mecánicas y químicas del terreno para realizar un correcto diseño del *pavimento*.

3.5.3.1. Exploración de Campo. Los datos del estudio de mecánica de suelos fueron obtenidos a nivel de perfil del expediente técnico “Mejoramiento del camino vecinal ca – 588 entre Chambac – Quio – El sauce – Mitopampa de los 4 caseríos del distrito de Santa Cruz – provincia de Santa Cruz – departamento de Cajamarca”, en el año 2019.

Teniendo en cuenta el Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos se ha realizado una exploración de suelos para obtener los datos de laboratorio, puesto que no se tuvo acceso total a esa información. Por lo tanto, nos indica el manual que se debe ubicar las calicatas longitudinalmente de manera alternada quedando dentro del ancho de calzada y a distancias similares, tal como se muestra en la tabla 42.

Tabla 42*Número de calicatas para exploración de suelos*

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día; de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas x km 	
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicatas x km 	

Nota: Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos

Sección: Suelos y Pavimentos, 2014

Según la norma por ser una carretera de tercera clase compete realizar 2 calicatas x km, sin embargo, vamos a realizar dicho estudio a nivel de perfil por

lo cual se utilizarán datos secundarios del expediente, pero al no tener la información del estudio completa se efectuará el número de calicatas que especifica la Tabla 42 pero en lugar de ser cada 1 km será cada 4km.

Se llevó a cabo la realización de 6 calicatas a cielo abierto, las cuales tuvieron una profundidad de 1.50m. como lo muestra la tabla 43.

Tabla 43

Registro de excavaciones

N° CALICATA	PROFUNDIDAD	PROGRESIVA
C – 1	1.5m	4+200
C – 2	1.5m	4+550
C – 3	1.5m	8+810
C – 4	1.5m	9+260
C – 5	1.5m	11+600
C – 6	1.5m	11+950

Nota: La tabla muestra la profundidad a la que fue excavada cada calicata cada 4 km en las distintas progresivas.

3.5.3.2. Ensayos de Laboratorio

En el Laboratorio con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos.

3.5.3.2.1. Contenido de Humedad:

Este ensayo se realizó para determinar el contenido de humedad de las muestras de suelo de las diferentes calicatas obtenidas.

Tabla 44*Ensayo de contenido de humedad - calicata 01*

Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying ASTM C566-19																													
<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>																													
PROGRESIVA	:	4+200.00																											
LUGAR DE ENSAYO	:	Casario de Quio – Colegio inicial primaria Quio																											
		<table border="1"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Descripción</th> <th style="text-align: center;">Und</th> <th style="text-align: center;">Datos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de ensayo</td> <td style="text-align: center;">N°</td> <td style="text-align: center;">001</td> </tr> <tr> <td>Recipiente N°</td> <td style="text-align: center;">N°</td> <td style="text-align: center;">2R</td> </tr> <tr> <td>Masa de recipiente + muestra húmedo</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">8810.3</td> </tr> <tr> <td>Masa de recipiente + muestra seca</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">8675.7</td> </tr> <tr> <td>Masa de agua</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">134.6</td> </tr> <tr> <td>Masa de recipiente</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">726.0</td> </tr> <tr> <td>Masa de muestra seca</td> <td style="text-align: center;">g</td> <td style="text-align: center;">7949.7</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad de la muestra*</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td style="text-align: center;">1.7</td> </tr> </tbody> </table>	Descripción	Und	Datos	N° de ensayo	N°	001	Recipiente N°	N°	2R	Masa de recipiente + muestra húmedo	g	8810.3	Masa de recipiente + muestra seca	g	8675.7	Masa de agua	g	134.6	Masa de recipiente	g	726.0	Masa de muestra seca	g	7949.7	Contenido de Humedad de la muestra*	%	1.7
Descripción	Und	Datos																											
N° de ensayo	N°	001																											
Recipiente N°	N°	2R																											
Masa de recipiente + muestra húmedo	g	8810.3																											
Masa de recipiente + muestra seca	g	8675.7																											
Masa de agua	g	134.6																											
Masa de recipiente	g	726.0																											
Masa de muestra seca	g	7949.7																											
Contenido de Humedad de la muestra*	%	1.7																											

Nota: La tabla muestra el contenido de humedad obtenido para la calicata 01 siendo igual a 1.7%, lo que quiere decir la cantidad de agua que se encuentra en el sólido estudiado, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 46

Ensayo de contenido de humedad - calicata 03

Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying ASTM C566-19		
<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>		
PROGRESIVA	:	8+810.00
LUGAR DE ENSAYO	:	Caserio de Saucepampa
Descripción	Und	Datos
N° de ensayo	N°	001
Recipiente N°	N°	AR
Masa de recipiente + muestra húmedo	g	7221.80
Masa de recipiente + muestra seca	g	7063.70
Masa de agua	g	158.10
Masa de recipiente	g	765.90
Masa de muestra seca	g	6297.80
Contenido de Humedad de la muestra*	%	2.5

Nota: La tabla muestra el contenido de humedad obtenido para la calicata 03 siendo igual a 2.5%, lo que quiere decir la cantidad de agua que se encuentra en el sólido estudiado, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 47*Ensayo de contenido de humedad - calicata 04*

**Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying
ASTM C566-19**

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA : 9+260.00
LUGAR DE ENSAYO : Caserio de Saucepampa

Descripción	Und	Datos
N° de ensayo	N°	001
Recipiente N°	N°	PI
Masa de recipiente + muestra húmedo	g	5267.10
Masa de recipiente + muestra seca	g	5201.90
Masa de agua	g	65.20
Masa de recipiente	g	753.00
Masa de muestra seca	g	4448.90
Contenido de Humedad de la muestra*	%	1.5

Nota: La tabla muestra el contenido de humedad obtenido para la calicata 04 siendo igual a 1.5%, lo que quiere decir la cantidad de agua que se encuentra en el sólido estudiado, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 48

Ensayo de contenido de humedad - calicata 05

Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying ASTM C566-19		
<u>DATOS DE LA MUESTRA</u>		
PROGRESIVA	:	11+600.00
LUGAR DE ENSAYO	:	Caserio de Mitopampa
Descripción	Und	Datos
N° de ensayo	N°	001
Recipiente N°	N°	SC
Masa de recipiente + muestra húmedo	g	8351.50
Masa de recipiente + muestra seca	g	8190.90
Masa de agua	g	160.60
Masa de recipiente	g	939.30
Masa de muestra seca	g	7251.60
Contenido de Humedad de la muestra*	%	2.2

Nota: La tabla muestra el contenido de humedad obtenido para la calicata 05 siendo igual a 2.2%, lo que quiere decir la cantidad de agua que se encuentra en el sólido estudiado, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

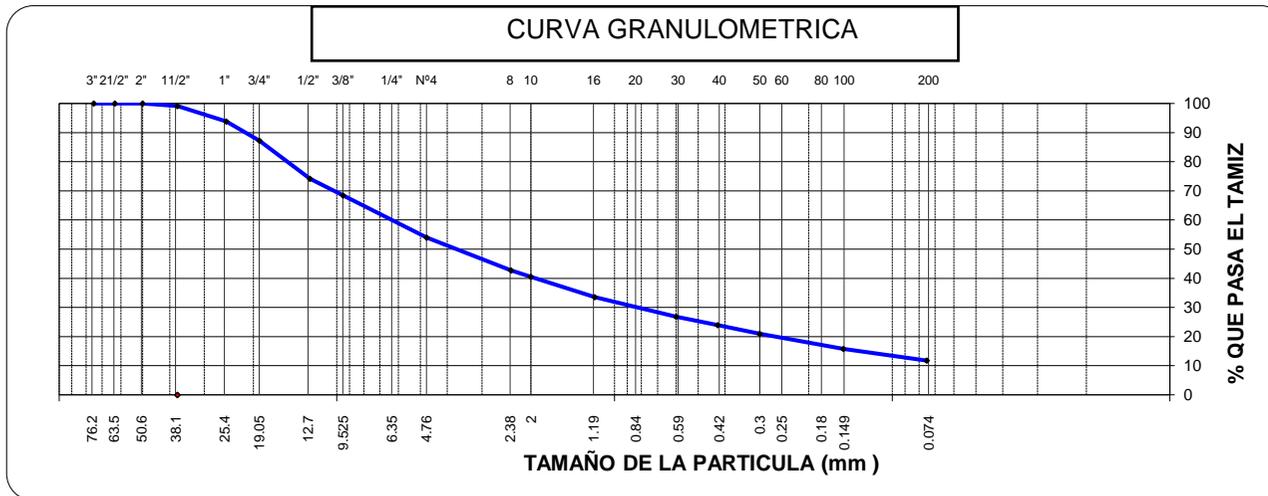
Tabla 50

Análisis granulométrico por tamizado - calicata 01

DATOS DE LA MUESTRA				
PROGRESIVA:		4+200.00		
LUGAR DE ENSAYO:		CASERIO QUIO – COLEGIO INICIAL PRIMARIO QUIO		

Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75	0	0	100
2 1/2 in.	63	0	0	100
2 in.	50	0	0	100
1 1/2 in.	37.5	1	1	99
1 in.	25	5	6	94
3/4 in.	19	7	13	87
1/2 in.	12.5	13	26	74
3/8 in.	9.5	6	32	68
No.4	4.75	14	46	54
No.8	2.36	11	57	43
No.10	2	2	59	41
No.16	1.18	7	66	34
No. 30	0.600	7	73	27
No.40	0.425	3	76	24
No.50	0.300	3	79	21
No.100	0.150	5	84	16
No. 200	0.075	4	88	12

Características de la Muestra	
T.M (in.)	2
T.M.N (in.)	3/4
Grava (%)	46
Arena (%)	42
Fino (%)	12

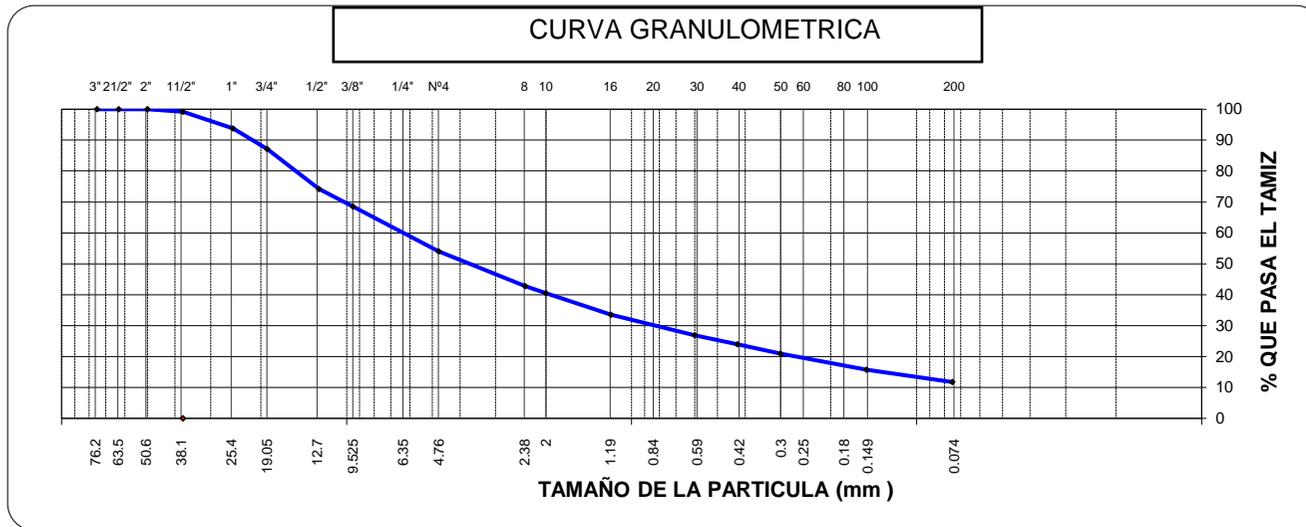


Nota: De la Tabla se obtiene el Tamaño Máximo igual a 2" y el Tamaño Máximo Nominal igual a 3/4" para la calicata 01, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 51

Análisis granulométrico por tamizado - calicata 02

Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates ASTM C136/C136M - 19																																																																																																
DATOS DE LA MUESTRA																																																																																																
PROGRESIVA:		4+550.00																																																																																														
LUGAR DE ENSAYO:		CASERIO QUIO																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Designación de Tamices</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Material total retenido en cada tamiz (%)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Material retenido entre tamices consecutivos (%)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Material total que pasa por cada tamiz (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Alternativo</th> <th style="text-align: center;">Estandar (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">3 in.</td><td style="text-align: center;">75</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2 1/2 in.</td><td style="text-align: center;">63</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2 in.</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1 1/2 in.</td><td style="text-align: center;">37.5</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">99</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1 in.</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">87</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3/4 in.</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">75</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1/2 in.</td><td style="text-align: center;">12.5</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">65</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3/8 in.</td><td style="text-align: center;">9.5</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">57</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.4</td><td style="text-align: center;">4.75</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.8</td><td style="text-align: center;">2.36</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">68</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.10</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">70</td><td style="text-align: center;">30</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.16</td><td style="text-align: center;">1.18</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">75</td><td style="text-align: center;">25</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No. 30</td><td style="text-align: center;">0.600</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">81</td><td style="text-align: center;">19</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.40</td><td style="text-align: center;">0.425</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">84</td><td style="text-align: center;">16</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.50</td><td style="text-align: center;">0.300</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">87</td><td style="text-align: center;">13</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.100</td><td style="text-align: center;">0.150</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">90</td><td style="text-align: center;">10</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No. 200</td><td style="text-align: center;">0.075</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">92</td><td style="text-align: center;">7.9</td></tr> </tbody> </table>					Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)	Alternativo	Estandar (mm)	3 in.	75	0	0	100	2 1/2 in.	63	0	0	100	2 in.	50	0	0	100	1 1/2 in.	37.5	1	1	99	1 in.	25	12	13	87	3/4 in.	19	12	25	75	1/2 in.	12.5	10	35	65	3/8 in.	9.5	8	43	57	No.4	4.75	17	60	40	No.8	2.36	8	68	32	No.10	2	2	70	30	No.16	1.18	6	75	25	No. 30	0.600	6	81	19	No.40	0.425	3	84	16	No.50	0.300	3	87	13	No.100	0.150	3	90	10	No. 200	0.075	2	92	7.9
Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)																																																																																												
Alternativo	Estandar (mm)																																																																																															
3 in.	75	0	0	100																																																																																												
2 1/2 in.	63	0	0	100																																																																																												
2 in.	50	0	0	100																																																																																												
1 1/2 in.	37.5	1	1	99																																																																																												
1 in.	25	12	13	87																																																																																												
3/4 in.	19	12	25	75																																																																																												
1/2 in.	12.5	10	35	65																																																																																												
3/8 in.	9.5	8	43	57																																																																																												
No.4	4.75	17	60	40																																																																																												
No.8	2.36	8	68	32																																																																																												
No.10	2	2	70	30																																																																																												
No.16	1.18	6	75	25																																																																																												
No. 30	0.600	6	81	19																																																																																												
No.40	0.425	3	84	16																																																																																												
No.50	0.300	3	87	13																																																																																												
No.100	0.150	3	90	10																																																																																												
No. 200	0.075	2	92	7.9																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Características de la Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">T.M (in.)</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">T.M.N (in.)</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Grava (%)</td><td style="text-align: center;">60</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Arena (%)</td><td style="text-align: center;">32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Fino (%)</td><td style="text-align: center;">8</td></tr> </tbody> </table>					Características de la Muestra		T.M (in.)	2	T.M.N (in.)	1	Grava (%)	60	Arena (%)	32	Fino (%)	8																																																																																
Características de la Muestra																																																																																																
T.M (in.)	2																																																																																															
T.M.N (in.)	1																																																																																															
Grava (%)	60																																																																																															
Arena (%)	32																																																																																															
Fino (%)	8																																																																																															



Nota: De la tabla se obtiene el Tamaño Máximo igual a 2" y el Tamaño Máximo Nominal igual a 1" para la calicata 02, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 52

Análisis granulométrico por tamizado - calicata 03

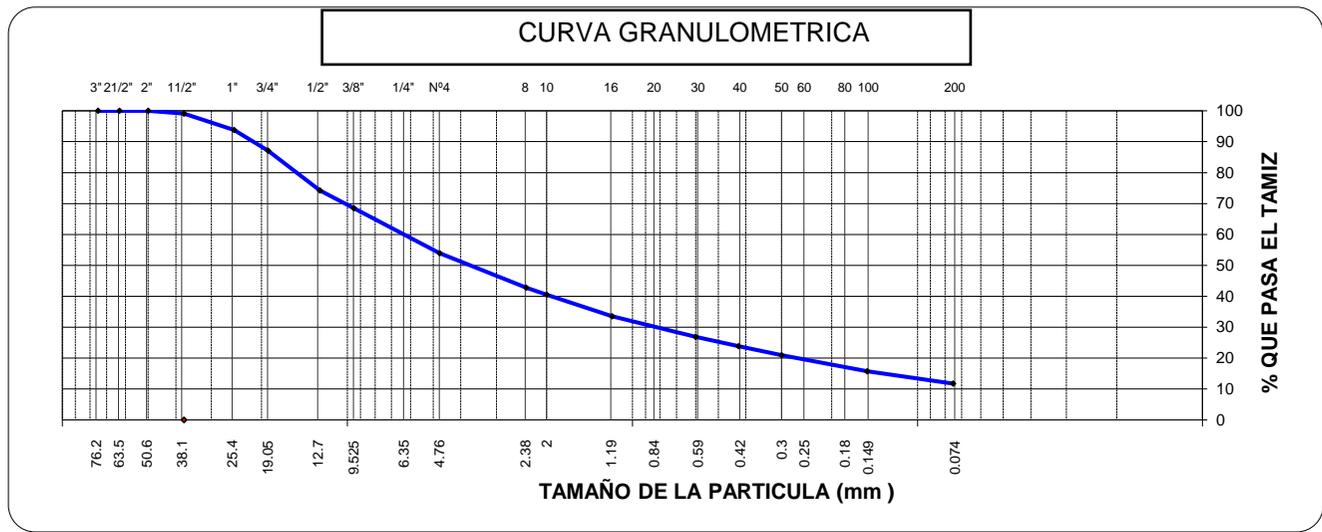
**Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
ASTM C136/C136M - 19**

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA: 8+810.00
LUGAR DE ENSAYO: SAUCEPAMPA

Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75	0	0	100
2 1/2 in.	63	0	0	100
2 in.	50	0	0	100
1 1/2 in.	37.5	0	0	100
1 in.	25	8	8	92
3/4 in.	19	10	18	82
1/2 in.	12.5	10	28	72
3/8 in.	9.5	5	33	67
No.4	4.75	19	52	48
No.8	2.36	11	63	37
No.10	2	2	65	35
No.16	1.18	8	73	27
No. 30	0.600	7	80	20
No.40	0.425	3	82	18
No.50	0.300	2	84	16
No.100	0.150	3	87	13
No. 200	0.075	3	90	9.9

Características de la Muestra	
T.M (in.)	1 1/2
T.M.N (in.)	1
Grava (%)	52
Arena (%)	38
Fino (%)	10

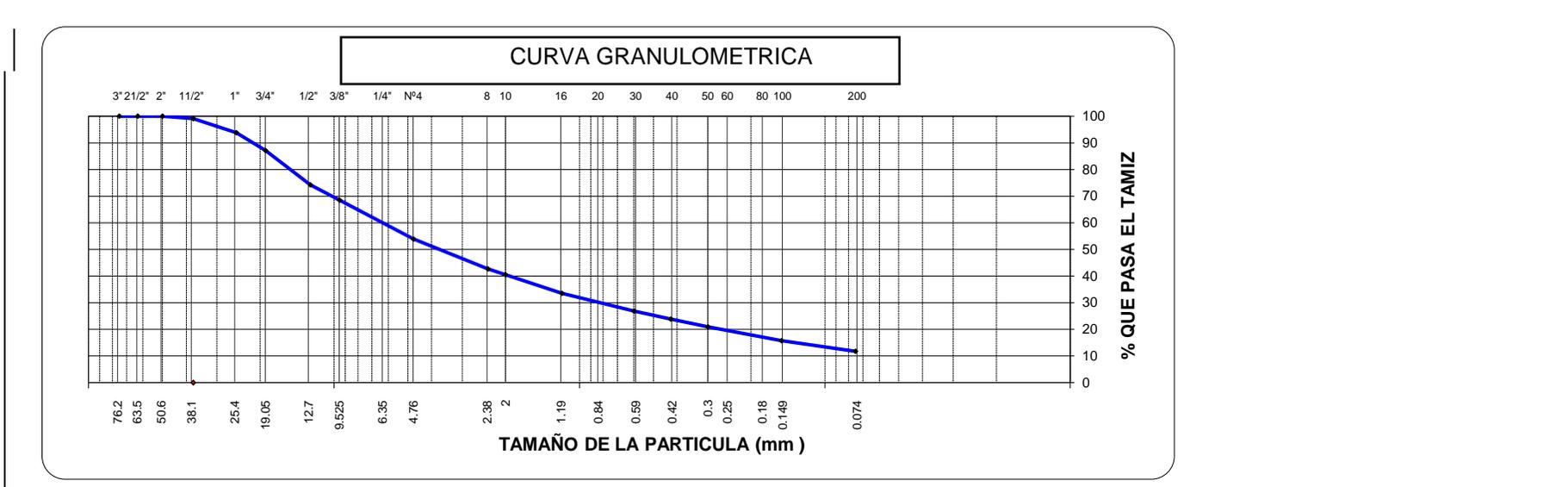


Nota: De la tabla se obtiene el Tamaño Máximo igual a 1 ½” y el Tamaño Máximo Nominal igual a 1” para la calicata 03, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 53

Análisis granulométrico por tamizado - calicata 04

Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates ASTM C136/C136M - 19																																																																																																
DATOS DE LA MUESTRA																																																																																																
PROGRESIVA:		9+260.00																																																																																														
LUGAR DE ENSAYO:		SAUCEPAMPA																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Designación de Tamices</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Material total retenido en cada tamiz (%)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Material retenido entre tamices consecutivos (%)</th> <th rowspan="2" style="text-align: center;">Material total que pasa por cada tamiz (%)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Alternativo</th> <th style="text-align: center;">Estandar (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">3 in.</td><td style="text-align: center;">75</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2 1/2 in.</td><td style="text-align: center;">63</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2 in.</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">0</td><td style="text-align: center;">100</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1 1/2 in.</td><td style="text-align: center;">37.5</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">99</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1 in.</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">94</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3/4 in.</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">87</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">1/2 in.</td><td style="text-align: center;">12.5</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">74</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">3/8 in.</td><td style="text-align: center;">9.5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">68</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.4</td><td style="text-align: center;">4.75</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">54</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.8</td><td style="text-align: center;">2.36</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">58</td><td style="text-align: center;">42</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.10</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">60</td><td style="text-align: center;">40</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.16</td><td style="text-align: center;">1.18</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">67</td><td style="text-align: center;">33</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No. 30</td><td style="text-align: center;">0.600</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">74</td><td style="text-align: center;">26</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.40</td><td style="text-align: center;">0.425</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">77</td><td style="text-align: center;">23</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.50</td><td style="text-align: center;">0.300</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">80</td><td style="text-align: center;">20</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No.100</td><td style="text-align: center;">0.150</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">85</td><td style="text-align: center;">15</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">No. 200</td><td style="text-align: center;">0.075</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">89</td><td style="text-align: center;">11</td></tr> </tbody> </table>					Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)	Alternativo	Estandar (mm)	3 in.	75	0	0	100	2 1/2 in.	63	0	0	100	2 in.	50	0	0	100	1 1/2 in.	37.5	1	1	99	1 in.	25	6	6	94	3/4 in.	19	7	13	87	1/2 in.	12.5	13	26	74	3/8 in.	9.5	6	32	68	No.4	4.75	15	46	54	No.8	2.36	12	58	42	No.10	2	3	60	40	No.16	1.18	7	67	33	No. 30	0.600	7	74	26	No.40	0.425	3	77	23	No.50	0.300	3	80	20	No.100	0.150	5	85	15	No. 200	0.075	4	89	11
Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)																																																																																												
Alternativo	Estandar (mm)																																																																																															
3 in.	75	0	0	100																																																																																												
2 1/2 in.	63	0	0	100																																																																																												
2 in.	50	0	0	100																																																																																												
1 1/2 in.	37.5	1	1	99																																																																																												
1 in.	25	6	6	94																																																																																												
3/4 in.	19	7	13	87																																																																																												
1/2 in.	12.5	13	26	74																																																																																												
3/8 in.	9.5	6	32	68																																																																																												
No.4	4.75	15	46	54																																																																																												
No.8	2.36	12	58	42																																																																																												
No.10	2	3	60	40																																																																																												
No.16	1.18	7	67	33																																																																																												
No. 30	0.600	7	74	26																																																																																												
No.40	0.425	3	77	23																																																																																												
No.50	0.300	3	80	20																																																																																												
No.100	0.150	5	85	15																																																																																												
No. 200	0.075	4	89	11																																																																																												
<table border="1" style="width: 50%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">Características de la Muestra</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">T.M (in.)</td><td style="text-align: center;">2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">T.M.N (in.)</td><td style="text-align: center;">1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Grava (%)</td><td style="text-align: center;">46</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Arena (%)</td><td style="text-align: center;">43</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Fino (%)</td><td style="text-align: center;">11</td></tr> </tbody> </table>					Características de la Muestra		T.M (in.)	2	T.M.N (in.)	1	Grava (%)	46	Arena (%)	43	Fino (%)	11																																																																																
Características de la Muestra																																																																																																
T.M (in.)	2																																																																																															
T.M.N (in.)	1																																																																																															
Grava (%)	46																																																																																															
Arena (%)	43																																																																																															
Fino (%)	11																																																																																															



Nota: De la figura se obtiene el Tamaño Máximo igual a 2" y el Tamaño Máximo Nominal igual a 1" para la calicata 04, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 54

Análisis granulométrico por tamizado - calicata 05

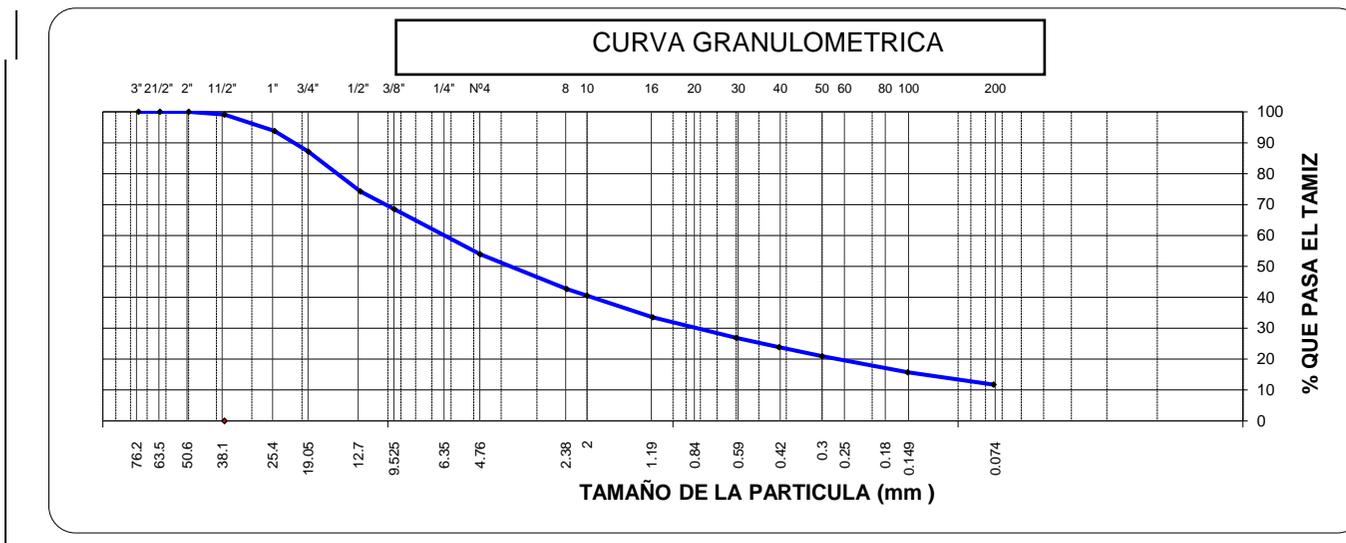
**Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
ASTM C136/C136M – 19**

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA: 11+600.00
LUGAR DE ENSAYO: CASERIO MITOPAMPA

Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)
Alternativo	Estandar (mm)			
3 in.	75	0	0	100
2 1/2 in.	63	0	0	100
2 in.	50	0	0	100
1 1/2 in.	37.5	1	1	99
1 in.	25	12	13	87
3/4 in.	19	14	27	73
1/2 in.	12.5	9	36	64
3/8 in.	9.5	4	40	60
No.4	4.75	17	57	43
No.8	2.36	11	68	32
No.10	2	2	71	29
No.16	1.18	7	78	22
No. 30	0.600	6	83	17
No.40	0.425	2	86	14
No.50	0.300	2	87	13
No.100	0.150	3	90	10
No. 200	0.075	2	92	8.1

Características de la Muestra	
T.M (in.)	2
T.M.N (in.)	1
Grava (%)	57
Arena (%)	35
Fino (%)	8



Nota: De la tabla se obtiene el Tamaño Máximo igual a 2" y el Tamaño Máximo Nominal igual a 1" para la calicata 05, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

Tabla 55

Análisis granulométrico por tamizado - calicata 06

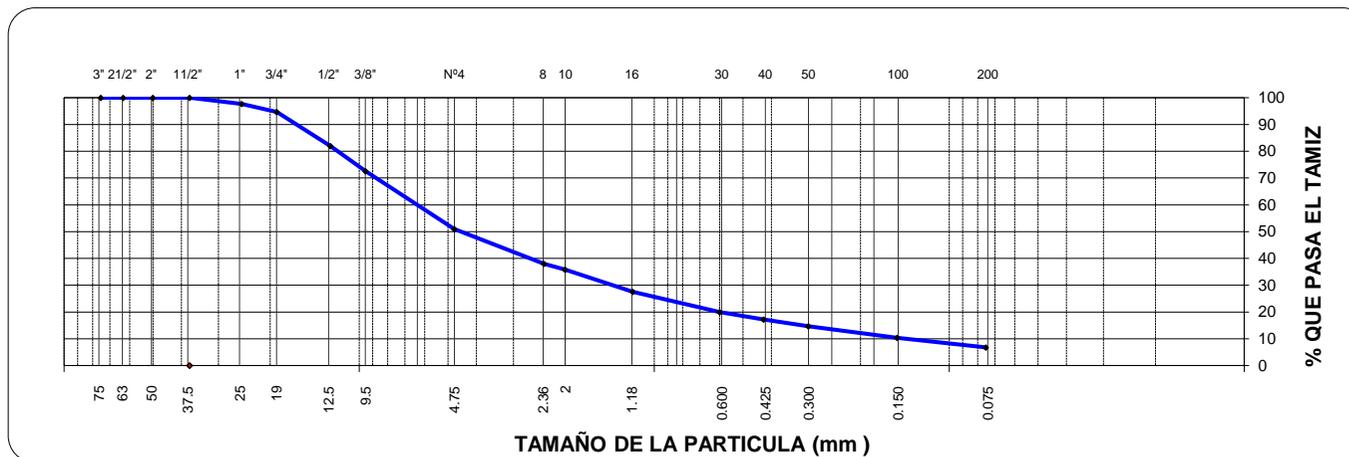
**Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
ASTM C136/C136M – 19**

DATOS DE LA MUESTRA

PROGRESIVA: 11+950.00
LUGAR DE ENSAYO: CASERIO DE MITOPAMPA - SUM

Designación de Tamices		Material total retenido en cada tamiz (%)	Material retenido entre tamices consecutivos (%)	Material total que pasa por cada tamiz (%)
Alternativo	Estándar (mm)			
3 in.	75	0	0	100
2 1/2 in.	63	0	0	100
2 in.	50	0	0	100
1 1/2 in.	37.5	0	0	100
1 in.	25	2	2	98
3/4 in.	19	3	5	95
1/2 in.	12.5	13	18	82
3/8 in.	9.5	9	27	73
No.4	4.75	21	49	51
No.8	2.36	13	62	38
No.10	2	3	64	36
No.16	1.18	8	73	28
No. 30	0.600	8	80	20
No.40	0.425	3	83	17
No.50	0.300	2	86	15
No.100	0.150	4	90	10
No. 200	0.075	3	93	7

Características de la Muestra	
T.M (in.)	1 1/2
T.M.N (in.)	3/4
Grava (%)	49
Arena (%)	44
Fino (%)	7



Nota: De la tabla se obtiene el Tamaño Máximo igual a 1 1/2" y el Tamaño Máximo Nominal igual a 3/4" para la calicata 06, obtenido en el laboratorio por la Empresa Contratista FERSA INGENIEROS S.A.C.

3.5.3.2.3. Límite Líquido, Límite Plástico e Índice Plasticidad

Tabla 56

Límites de atterberg - calicata 01

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 4+200.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO QUIO – COLEGIO INICIAL PRIMARIA QUIO

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
Recipiente N°	4	B	Z	8	9
N° de Golpes	15	26	32		
R + Suelo Hum.	31.92	30.16	30.19	29.85	30.22
R + Suelo Seco	30.58	29.07	29.16	29.01	29.48
Peso Recip.	24.44	23.73	23.91	23.25	24.74
Peso Agua	1.34	1.09	1.03	0.84	0.74
Peso S. Seco	6.14	5.34	5.25	5.76	4.74
% de Humedad	21.82	20.41	19.62	14.58	15.61

LL	20.4
----	-------------

LP	15.1
----	-------------

IP	5.3
----	------------

Nota: La figura nos indica una recta azul que es cada uno de los valores de contenido de humedad respecto al número de golpes en los que cerró la ranura, ubicándonos en el golpe 25 para hallar el Límite líquido respecto a la recta, obteniendo de la calicata 06 un LL = 20.4, así mismo se halla el LP que viene a ser el promedio de los contenido de humedad obtenidos de su respectiva prueba, dando como promedio un LP = 15.1 y por consecuencia el IP es igual a 5.3, siendo solo la diferencia de ambos ensayos.

Tabla 57

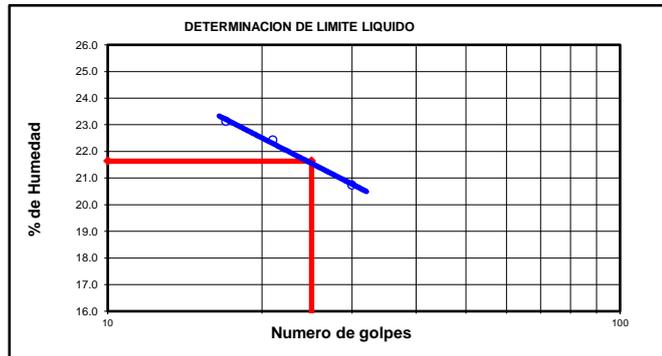
Límites de atterberg - calicata 02

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 4+550.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO QUIO

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
Recipiente N°	A	B	Z	5	8
N° de Golpes	17	21	30		
R + Suelo Hum.	32.34	34.16	33.23	31.68	31.18
R + Suelo Seco	30.92	32.25	31.63	30.75	30.12
Peso Recip.	24.78	23.73	23.91	24.57	23.25
Peso Agua	1.42	1.91	1.6	0.93	1.06
Peso S. Seco	6.14	8.52	7.72	6.18	6.87
% de Humedad	23.13	22.42	20.73	15.05	15.43



LL	21.6
LP	15.2
IP	6.4

Nota: La figura nos indica una recta azul que es cada uno de los valores de contenido de humedad respecto al número de golpes en los que cerró la ranura, ubicándonos en el golpe 25 para hallar el Límite líquido respecto a la recta, obteniendo de la calicata 06 un LL = 21.6, así mismo se halla el LP que viene a ser el promedio de los contenido de humedad obtenidos de su respectiva prueba, dando como promedio un LP = 15.2 y por consecuencia el IP es igual a 6.4, siendo solo la diferencia de ambos ensayos.

Tabla 58

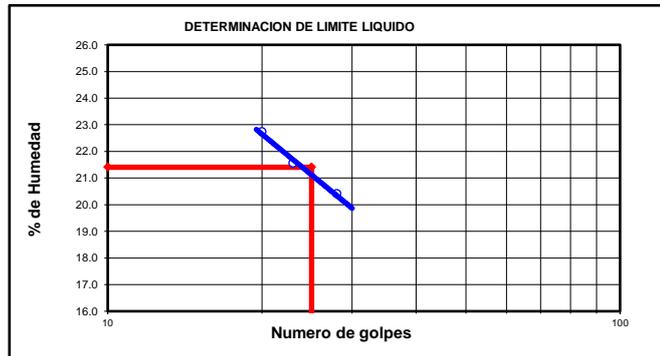
Límites de atterberg - calicata 03

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 8+810.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO SAUCEPAMPA

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
Recipiente N°	4	5	8	A	K
N° de Golpes	20	23	28		
R + Suelo Hum.	34.59	36.02	34.11	36.28	31.55
R + Suelo Seco	32.71	33.99	32.27	34.66	30.39
Peso Recip.	24.44	24.57	23.25	24.78	23.36
Peso Agua	1.88	2.03	1.84	1.62	1.16
Peso S. Seco	8.27	9.42	9.02	9.88	7.03
% de Humedad	22.73	21.55	20.40	16.40	16.50



LL	21.4
LP	16.4
IP	5.0

Nota: La figura nos indica una recta azul que es cada uno de los valores de contenido de humedad respecto al número de golpes en los que cerró la ranura, ubicándonos en el golpe 25 para hallar el Límite líquido respecto a la recta, obteniendo de la calicata 06 un LL = 21.4, así mismo se halla el LP que viene a ser el promedio de los contenido de humedad obtenidos de su respectiva prueba, dando como promedio un LP = 16.4 y por consecuencia el IP es igual a 5.0, siendo solo la diferencia de ambos ensayos.

Tabla 59

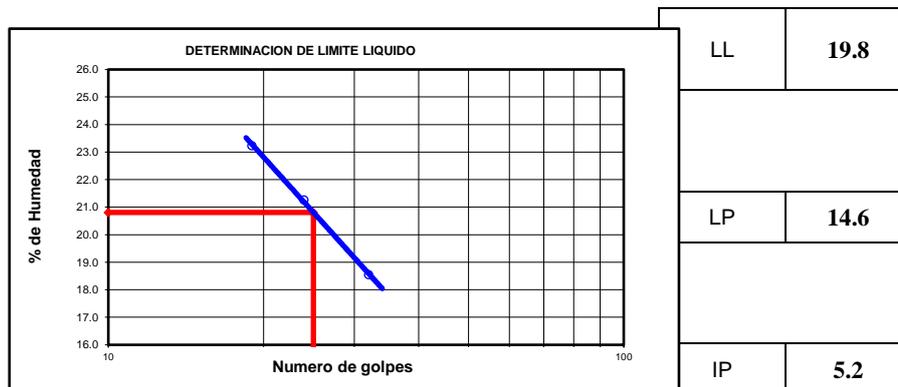
Límites de atterberg - calicata 04

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 9+260.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO SAUCEPAMPA

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
Recipiente N°	A	5	8	4	K
N° de Golpes	19	25	30		
R + Suelo Hum.	42.72	42.16	42.41	32.75	32.77
R + Suelo Seco	39.67	39.26	39.3	31.69	31.57
Peso Recip.	24.78	24.58	23.25	24.45	23.37
Peso Agua	3.05	2.9	3.11	1.06	1.2
Peso S. Seco	14.89	14.68	16.05	7.24	8.2
% de Humedad	20.48	19.75	19.38	14.64	14.63



Nota: La figura nos indica una recta azul que es cada uno de los valores de contenido de humedad respecto al número de golpes en los que cerró la ranura, ubicándonos en el golpe 25 para hallar el Límite líquido respecto a la recta, obteniendo de la calicata 06 un LL = 19.8, así mismo se halla el LP que viene a ser el promedio de los contenido de humedad obtenidos de su respectiva prueba, dando como promedio un LP = 14.6 y por consecuencia el IP es igual a 5.2, siendo solo la diferencia de ambos ensayos.

Tabla 60

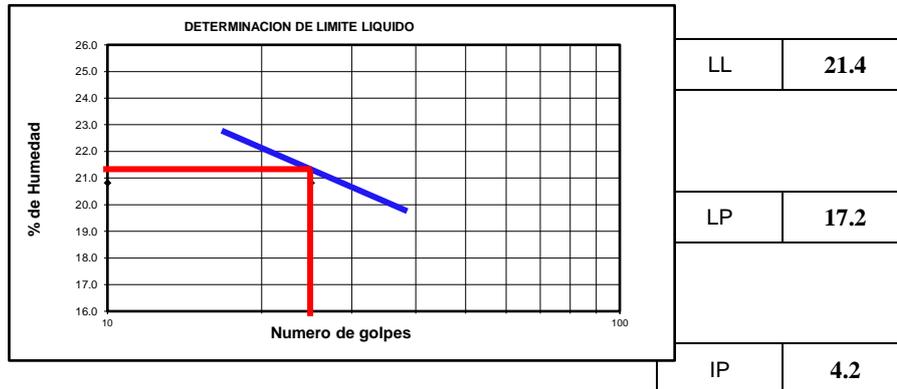
Límites de atterberg - calicata 05

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 11+600.00

LUGAR DE ENSAYO: MITOPAMPA

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
Recipiente N°	A	9	Z	5	8
N° de Golpes	19	25	31		
R + Suelo Hum.	44.2	42.35	43.10	33.4	33.0
R + Suelo Seco	40.52	39.25	39.8	31.90	31.60
Peso Recip.	23.91	24.78	23.73	23.24	23.36
Peso Agua	3.68	3.10	3.30	1.50	1.0
Peso S. Seco	16.61	14.47	16.07	8.66	8.24
% de Humedad	22.2	21.4	20.5	17.3	17



Nota: La figura nos indica una recta azul que es cada uno de los valores de contenido de humedad respecto al número de golpes en los que cerró la ranura, ubicándonos en el golpe 25 para hallar el Límite líquido respecto a la recta, obteniendo de la calicata 06 un LL = 21.4, así mismo se halla el LP que viene a ser el promedio de los contenido de humedad obtenidos de su respectiva prueba, dando como promedio un LP = 17.2 y por consecuencia el IP es igual a 4.2, siendo solo la diferencia de ambos ensayos.

Tabla 61

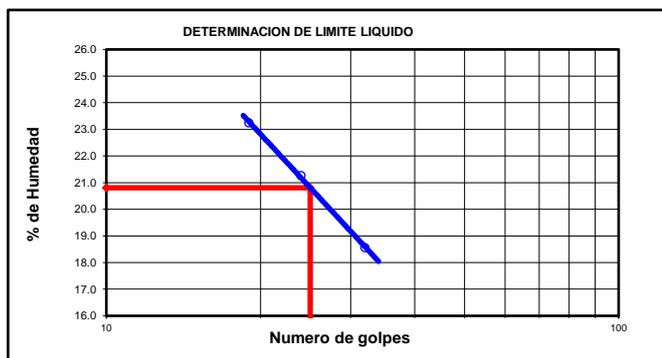
Límites de atterberg - calicata 06

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 11+950.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERIO DE MITOPAMPA - SUM

Ensayo	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
Recipiente N°	A	9	Z	5	8
N° de Golpes	19	24	32		
R + Suelo Hum.	41.54	43.75	44.68	33.1	33.42
R + Suelo Seco	38.38	40.24	41.43	31.85	32.15
Peso Recip.	24.78	23.73	23.91	23.24	23.36
Peso Agua	3.16	3.51	3.25	1.25	1.27
Peso S. Seco	13.6	16.51	17.52	8.61	8.79
% de Humedad	23.24	21.26	18.55	14.52	14.45



LL	20.8
LP	14.5
IP	6.3

Nota: La figura nos indica una recta azul que es cada uno de los valores de contenido de humedad respecto al número de golpes en los que cerró la ranura, ubicándonos en el golpe 25 para hallar el Límite líquido respecto a la recta, obteniendo de la calicata 06 un LL = 20.8, así mismo se halla el LP que viene a ser el promedio de los contenido de humedad obtenidos de su respectiva prueba, dando como promedio un LP = 14.5 y por consecuencia el IP es igual a 6.3, siendo solo la diferencia de ambos ensayos.

3.5.3.2.4. CBR (California Bearing Ratio)

Figura 5

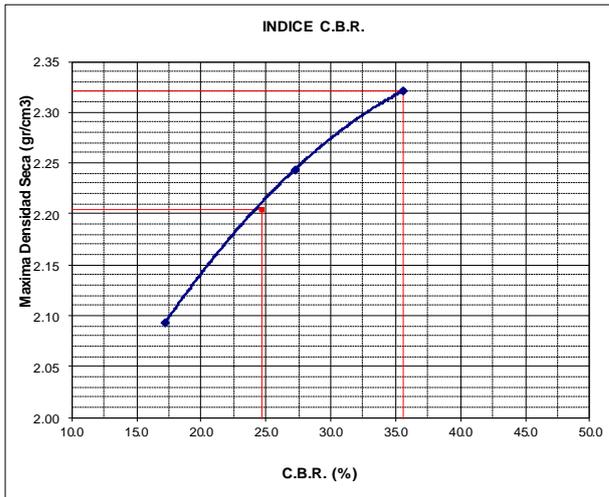
CBR - Calicata 01

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 4+200.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO QUIO – COLEGIO INICIAL PRIMARIA QUIO

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.321

95% DE M.D.S. : 2.205

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	35.6 %
-----------------------------	--------

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" :	24.6 %
----------------------------	--------

Nota: La figura muestra el CBR al 95% obtenido, siendo igual a 24.6%.

Figura 6

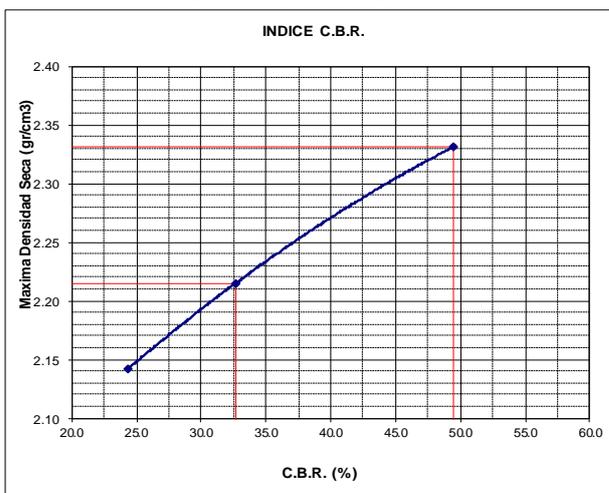
CBR - Calicata 02

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 4+550.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO QUIO

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.331

95% DE M.D.S. : 2.214

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	49.5 %
-----------------------------	--------

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" :	32.6 %
----------------------------	--------

Nota: La figura muestra el CBR al 95% obtenido, siendo igual a 32.6%.

Figura 7

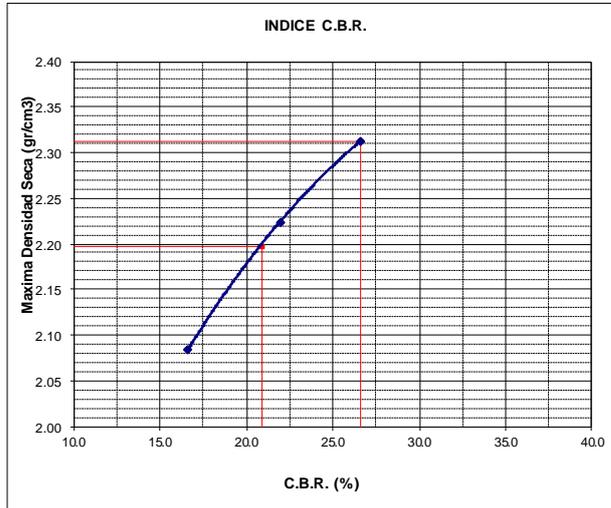
CBR - Calicata 03

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 8+810.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO SAUCEPAMPA

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.313

95% DE M.D.S. : 2.197

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	26.5 %
-----------------------------	--------

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" :	20.9 %
---------------------------	--------

Nota: Esta figura nos muestra el CBR al 95% obtenido en base a la Máxima Densidad Seca, donde el valor arrojado según la curva es igual a 20.9%

Figura 8

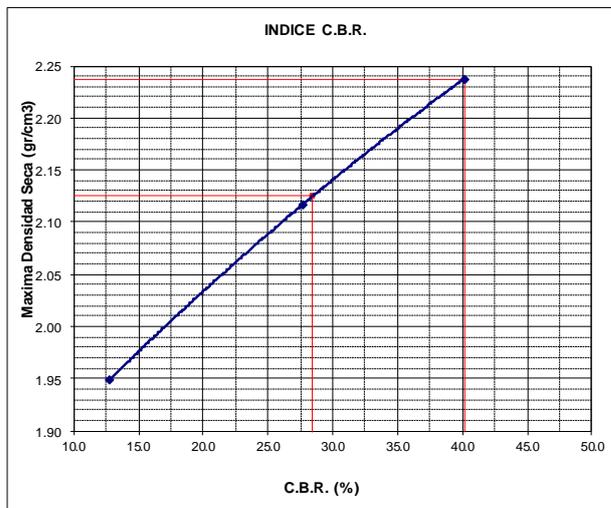
CBR - Calicata 04

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 9+260.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERÍO SAUCEPAMPA

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.237

95% DE M.D.S. : 2.125

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	40.0 %
-----------------------------	--------

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" :	28.4 %
---------------------------	--------

Nota: Esta figura nos muestra el CBR al 95% obtenido en base a la Máxima Densidad Seca, donde el valor arrojado según la curva es igual a 28.4%

Figura 9

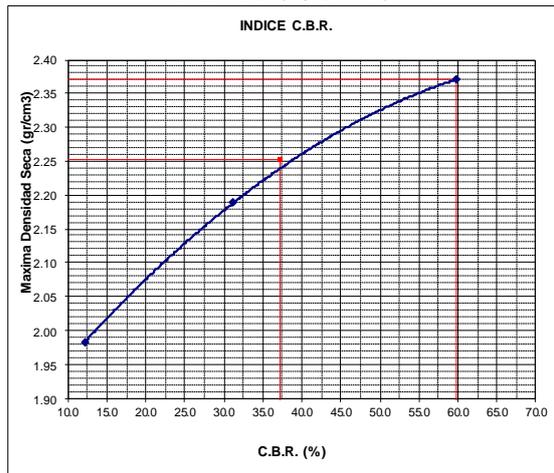
CBR - Calicata 05

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 11+600.00

LUGAR DE ENSAYO: MITOPAMPA

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.371
95% DE M.D.S. : 2.252

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	59.9 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 01" :	37.2 %

Nota: Esta figura nos muestra el CBR al 95% obtenido en base a la Máxima Densidad Seca, donde el valor arrojado según la curva es igual a 37.2%

Figura 10

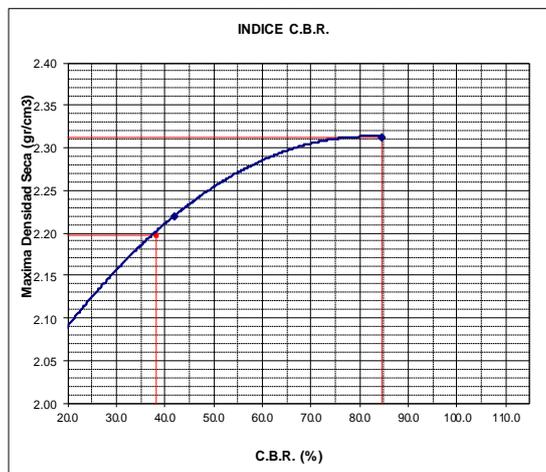
CBR - Calicata 06

DATOS DE LA MUESTRA:

PROGRESIVA: 11+950.00

LUGAR DE ENSAYO: CASERIO DE MITOPAMPA – SUM

DETERMINACION DE C.B.R.



M.D.S. : 2.313
95% DE M.D.S. : 2.197

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" :	82.4 %
C.B.R. (95% M.D.S.) 01" :	38.1 %

Nota: Esta figura nos muestra el CBR al 95% obtenido en base a la Máxima Densidad Seca, donde el valor arrojado según la curva es igual a 38.1%

3.5.3.2.5. Proctor Modificado

Figura 11

Proctor modificado - calicata 01

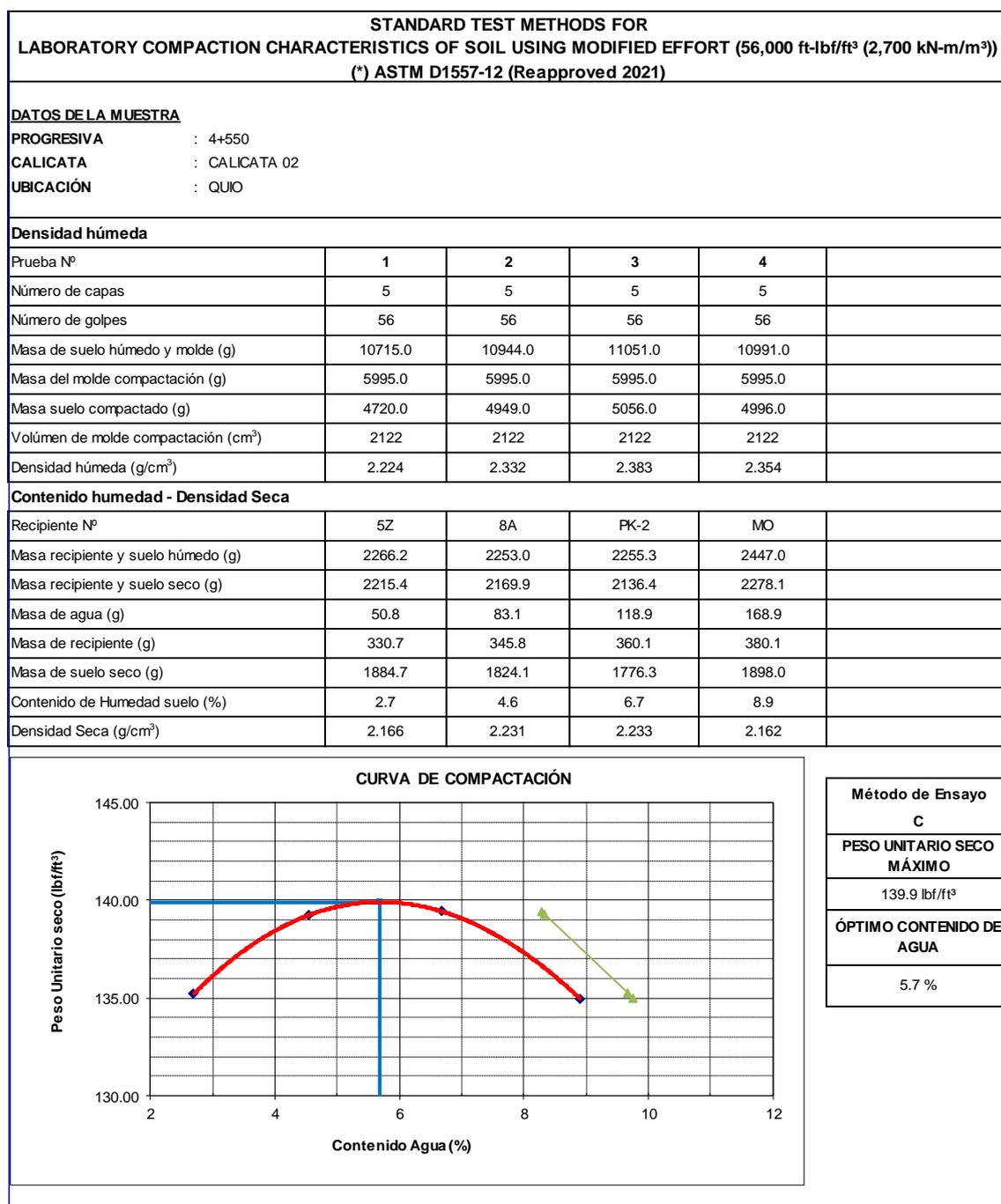
STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³)) (* ASTM D1557-12 (Reapproved 2021))					
DATOS DE LA MUESTRA					
PROGRESIVA	: 4+200.00				
CALICATA	: CALICATA 01				
UBICACIÓN	: QUIO - COLEGIO INICIAL - PRIMARIA QUIO				
Densidad húmeda					
Prueba N°	1	2	3	4	
Número de capas	5	5	5	5	
Número de golpes	56	56	56	56	
Masa de suelo húmedo y molde (g)	10925.0	11061.0	11162.0	11160.0	
Masa del molde compactación (g)	6013.0	6013.0	6013.0	6013.0	
Masa suelo compactado (g)	4912.0	5048.0	5149.0	5147.0	
Volúmen de molde compactación (cm ³)	2121	2121	2121	2121	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.316	2.380	2.428	2.427	
Contenido humedad - Densidad Seca					
Recipiente N°	SC-7	SC-8	PZ-9	NTP-1	
Masa recipiente y suelo húmedo (g)	3004.7	3215.7	3802.1	3486.4	
Masa recipiente y suelo seco (g)	2916.6	3087.9	3618.9	3269.7	
Masa de agua (g)	88.1	127.8	183.2	216.7	
Masa de recipiente (g)	498.3	499.4	903.0	709.4	
Masa de suelo seco (g)	2418.3	2588.5	2716.0	2560.3	
Contenido de Humedad suelo (%)	3.6	4.9	6.7	8.5	
Densidad Seca (g/cm ³)	2.234	2.268	2.274	2.237	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="flex: 1;"> <p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p> <p>Y-axis: Peso Unitario seco (lb/ft³) X-axis: Contenido Agua (%)</p> </div> <div style="flex: 0.5; border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Método de Ensayo C</p> <p>PESO UNITARIO SECO MÁXIMO 142.2 lb/ft³</p> <p>ÓPTIMO CONTENIDO DE AGUA 6.1 %</p> </div> </div>					

Nota: La figura nos muestra que el ensayo de Proctor modificado de la calicata 01, donde se obtuvo un peso unitario seco máximo igual a 142.2 lb/ft² y un

óptimo contenido de agua igual a 6.1%, el cual nos servirá para un buen control en la calidad de compactación en campo.

Figura 12

Proctor modificado - calicata 02

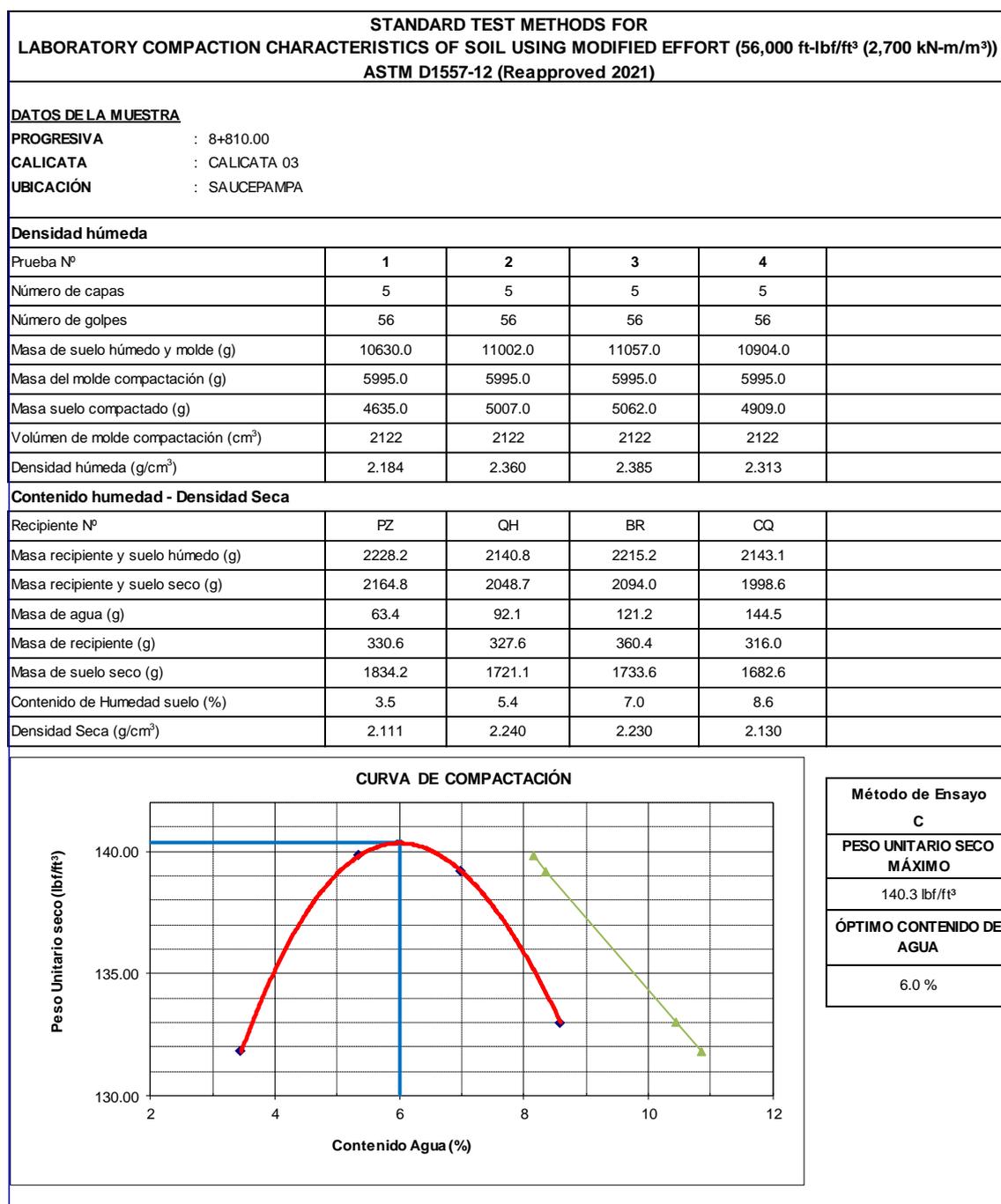


Nota: La figura nos muestra que el ensayo de Proctor modificado determina la relación entre la densidad seca y la humedad de compactación que contenga cada prueba, por lo cual de esta calicata 02 se obtuvo un peso unitario seco

máximo igual a 139.9 lbf/ft² y un óptimo contenido de agua igual a 5.7%, el cual nos servirá para un buen control en la calidad de compactación en campo.

Figura 13

Proctor modificado - calicata 03

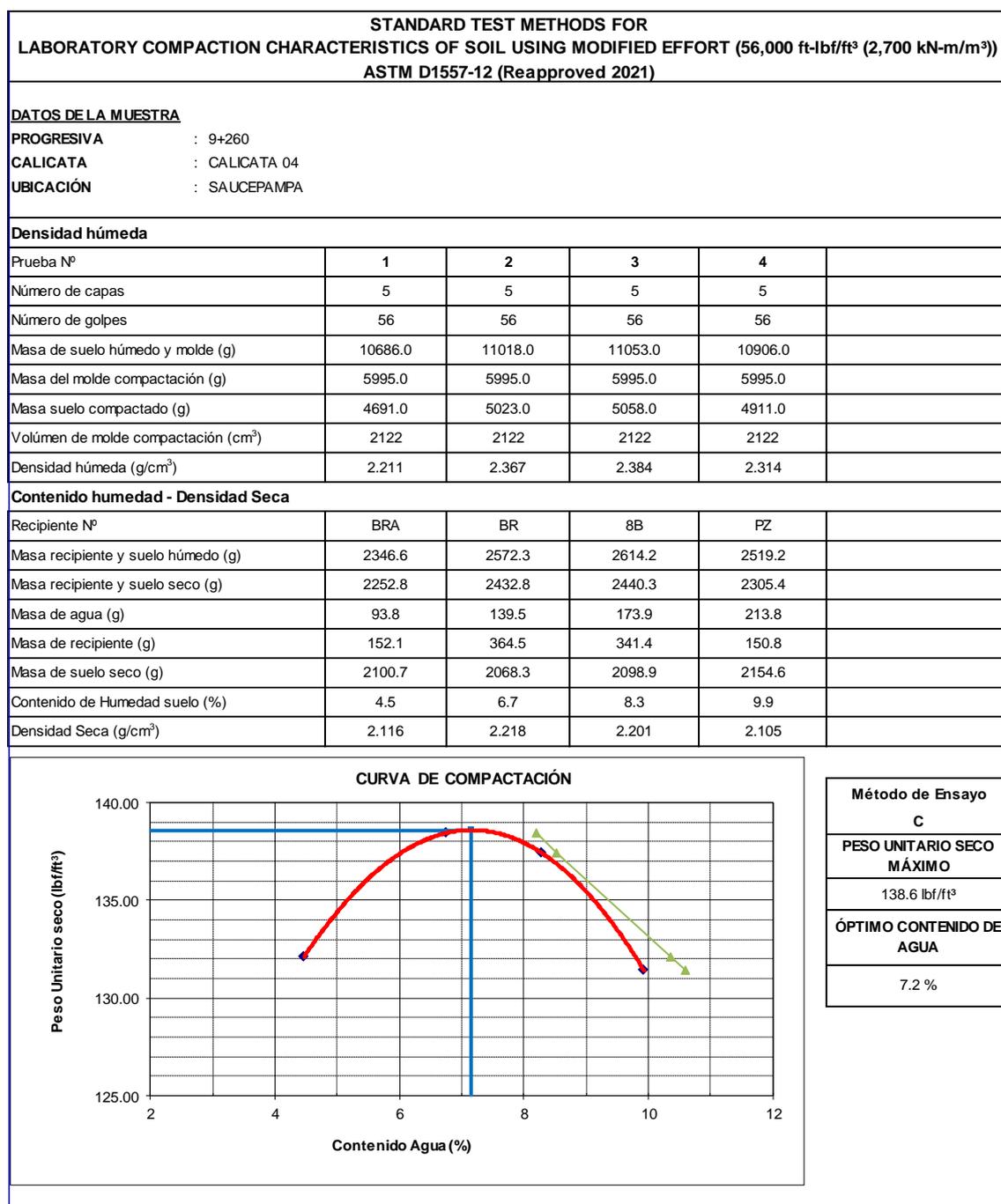


Nota: La figura nos muestra que el ensayo de Proctor modificado determina la relación entre la densidad seca y la humedad de compactación que contenga cada prueba, por lo cual de esta calicata 03 se obtuvo un peso unitario seco

máximo igual a 140.3 lbf/ft² y un óptimo contenido de agua igual a 6.0%, el cual nos servirá para un buen control en la calidad de compactación en campo.

Figura 14

Proctor modificado - calicata 04

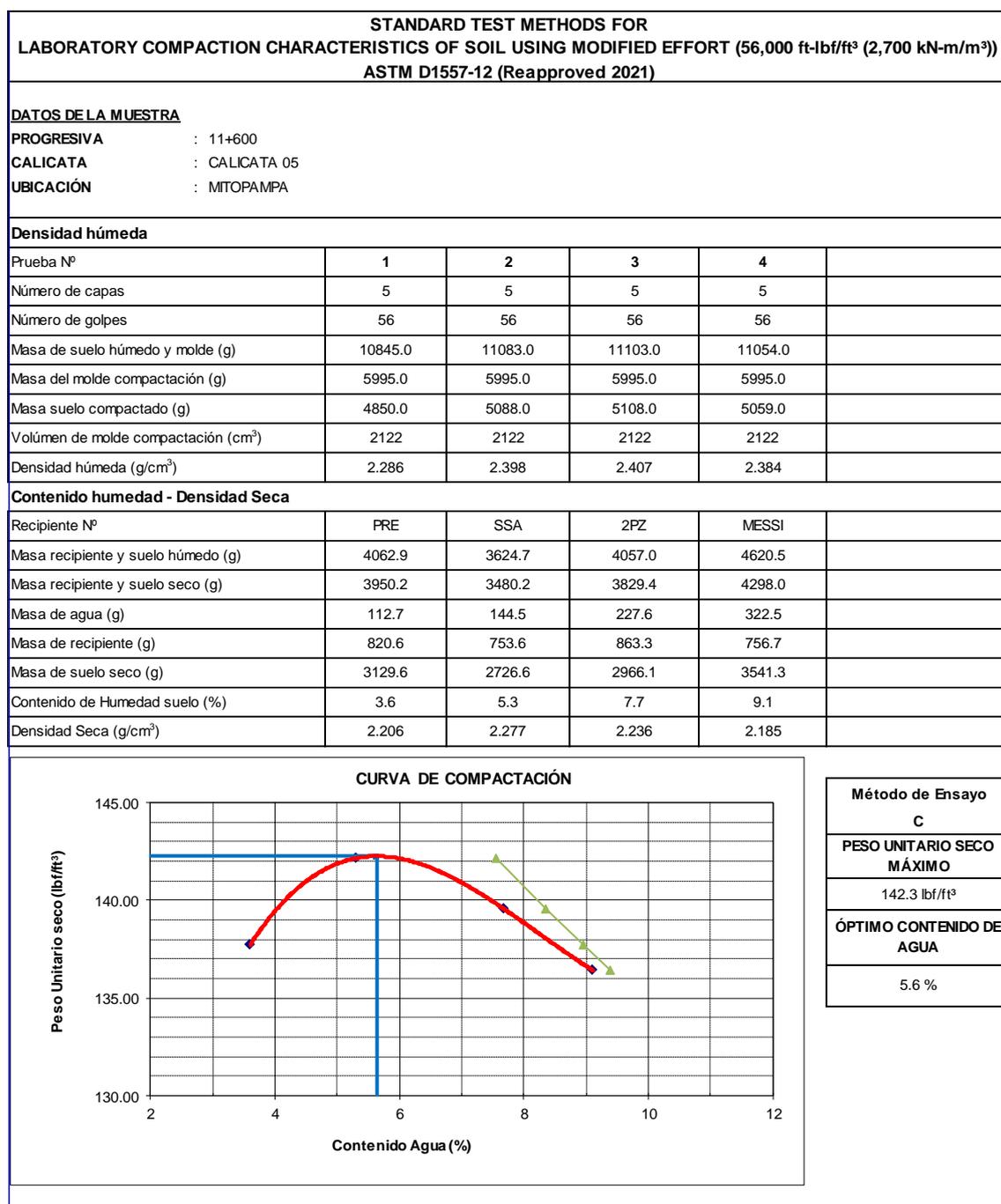


Nota: La figura nos muestra que el ensayo de Proctor modificado determina la relación entre la densidad seca y la humedad de compactación que contenga cada prueba, por lo cual de esta calicata 04 se obtuvo un peso unitario seco

máximo igual a 138.6 lbf/ft² y un óptimo contenido de agua igual a 7.2%, el cual nos servirá para un buen control en la calidad de compactación en campo.

Figura 15

Proctor modificado - calicata 05

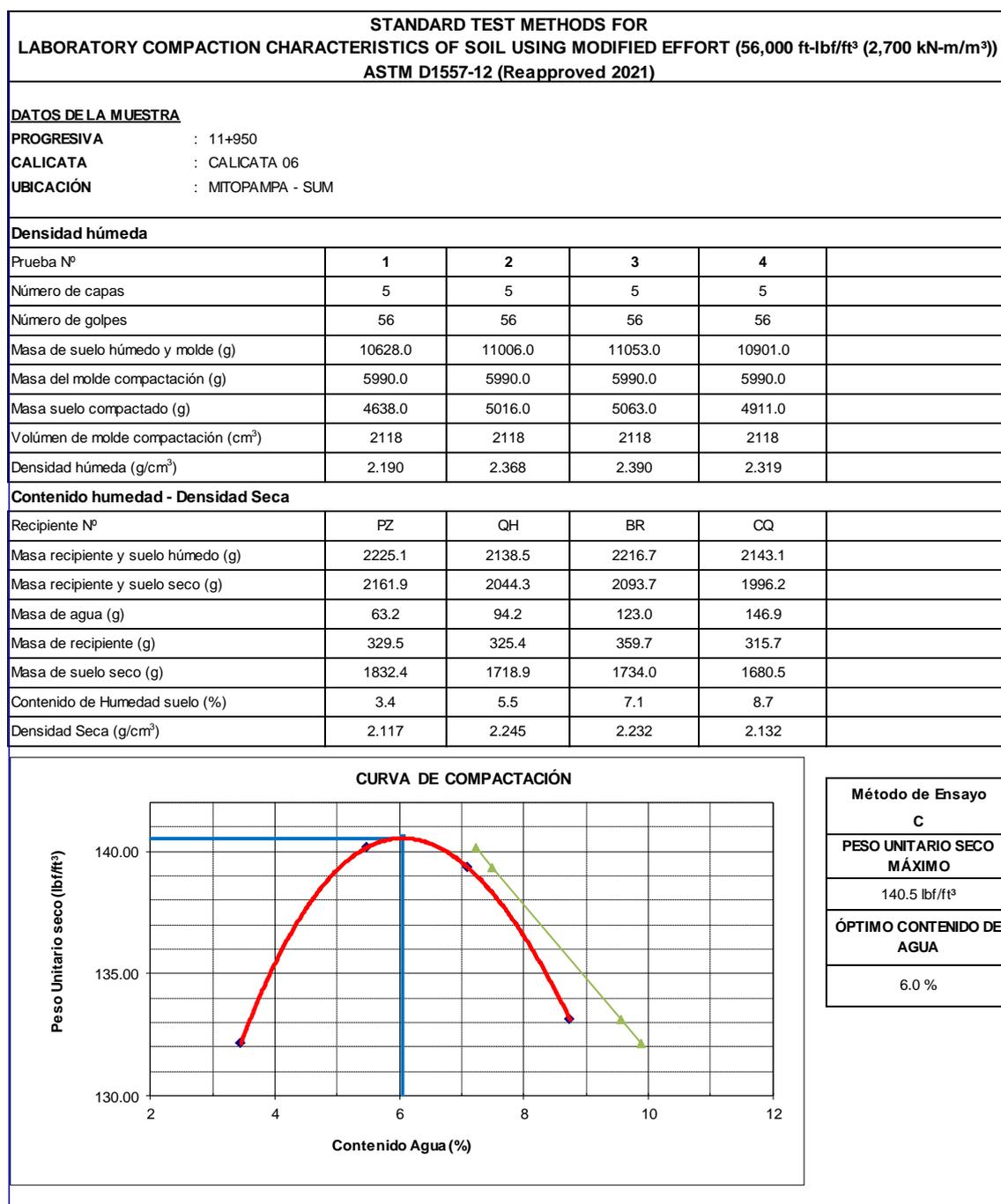


Nota: La figura nos muestra que el ensayo de Proctor modificado determina la relación entre la densidad seca y la humedad de compactación que contenga cada prueba, por lo cual de esta calicata 05 se obtuvo un peso unitario seco

máximo igual a 142.3 lbf/ft² y un óptimo contenido de agua igual a 5.6%, el cual nos servirá para un buen control en la calidad de compactación en campo.

Figura 16

Proctor modificado - calicata 06



Nota: La figura nos muestra que el ensayo de Proctor modificado determina la relación entre la densidad seca y la humedad de compactación que contenga cada prueba, por lo cual de esta calicata 06 se obtuvo un peso unitario seco

máximo igual a 140.5 lbf/ft² y un óptimo contenido de agua igual a 6.0%, el cual nos servirá para un buen control en la calidad de compactación en campo.

3.5.4. Estudio topográfico

El Perú cuenta con tres paralelos (M, L y K) los cuales limitan al Perú de este a oeste en tres partes, Siendo el Paralelo M el que abarca toda la región Cajamarca; además cuenta con tres zonas (17, 18 y 19), estas limitan al país de norte a sur en tres partes ubicándose el proyecto en estudio en la Zona 17.

Se realizó el levantamiento topográfico y con el apoyo del Software Civil 3D se pudo georreferenciar correctamente obteniendo los resultados de la Tabla 62 y mediante la Tabla de Pendiente debidamente parametrizadas en base a las pendientes establecidas por la DG-21018 se pudo Clasificar por Orografía indicando que el terreno en estudio es un Terreno Ondulado pues las pendientes entre 11.00% al 50.00% son las que predominan, contando con un área de 429,203.27 m² (42.92 ha), esta información se puede corroborar con la Tabla 63.

Tabla 62.

Ubicación Política

Departamento	Provincia	Región	Zona	Paralelo
Cajamarca	Santa Cruz	Sierra	17	M

Nota: La tabla nos muestra en las primeras tres columnas la ubicación política del proyecto; mientras que en las dos últimas su ubicación topográfica.

Tabla 63.

Pendientes de Terreno Natural

Clasificación Orográfica	Pendiente mínima (S%min)	Pendiente máxima (S% máx)	Área (m ²)	Área (ha)
Terreno Plano (Tipo 01)	0.01%	10.00%	150,687.23	15.07
Terreno Ondulado (Tipo 02)	11.00%	50.00%	429,230.27	42.92
Terreno Accidentado (Tipo 03)	51.00%	100.00%	82,994.33	8.30

Terreno Escarpado (Tipo 04)	100.00%	>100.00%	19,128.11	1.91
------------------------------------	---------	----------	-----------	------

Nota: La tabla nos muestra el área que abarcan las pendientes establecidas por la DG-2018, siendo las pendientes con mayor extensión de terreno las que se encuentran entre el 11.00% y 50.00%, haciendo que el terreno sea considerado Ondulado (Tipo 02), dato importante para la clasificación de la Carretera en base a su Orografía, lo que ayudará con el Diseño Geométrico.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Propuesta de investigación

Dándole prioridad al objetivo principal de la investigación, que es el diseño geométrico de la carretera y diseño estructural del pavimento de esta, en el Camino Vecinal Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa, se han seguido parámetros establecidos por normativa peruana vigente perteneciente al Ministerio de Transportes y Comunicaciones en los Manuales de Carreteras.

Es importante tener en cuenta que circulan desde vehículos livianos hasta vehículos pesados y que esta ejecutado a nivel de afirmado.

El proyecto en estudio presenta ahuellamientos en algunos tramos debido a las constante lluvias y el tránsito pesado, producto de las cosechas pertenecientes a los campos agrícolas de los distintos caseríos, con la finalidad de tener acceso al distrito de Santa Cruz y comercializar su mercadería se decidió proponer el diseño de pavimento flexible y rígido, haciendo un análisis comparativo técnico – económico del diseño, con la finalidad de encontrar la mejor solución para el problema en específico.

4.2. Diagnóstico de la Vía Existente

El Camino Vecinal que vincula los caseríos de Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa cuenta con una longitud total de KM 12+226.00, el cual

Figura 17

Subtramo perteneciente al caserío de Quio



Nota: En la figura podemos observar uno de los tramos de la carretera del caserío mostrando su estado actual.

Figura 18

Subtramo perteneciente al caserío de quio



Nota: Elaboración Propia.

Figura 19

Subtramo perteneciente al caserío de saucepampa



Nota: Elaboración Propia.

4.3. Situación Actual

La carretera que vincula los tramos de Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa, se encuentra en nivel de afirmado, por las cuales transitan vehículos ligeros como: autos, pick up, camionetas y también camiones de 2 ejes 4 ruedas.

Respecto al tránsito no existe tráfico desviado dado que es la única ruta de acceso entre los tramos de la vía del centro poblado Chambac - Mitopampa, no hay otra ruta alterna que puedan elegir los usuarios de la vía, por tanto, el 100% del tráfico se realiza por esta ruta.

4.4. Análisis de interpretación de resultados

4.4.1. Diseño de Estructura del Pavimento Flexible

De acuerdo al estudio de tráfico en la zona de estudio en la vía Chambac - Quío – Saucepampa Mitopampa se obtuvo el Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn igual a 886131.86 EE acumulados representados por vehículos livianos entre Autos, station wagon, pick up y pesados como camión de 2 ejes, así mismo con un valor de CBR igual a 30.30%.

Para poder calcular los espesores de las capas correspondientes para el diseño estructural del pavimento flexible es necesario conocer ciertos datos que nos ayudarán a calcular el SN que viene a ser el Número Estructural de Diseño, Así mismo la metodología AASHTO 93 nos proporciona el uso de monogramas para efectos más prácticos, puesto que la ecuación 6, suele ser un poco más compleja como lo veremos a continuación.

4.4.1.1. Número de ESAL (W18). Del proceso de cálculos realizados en base al IMDA se obtuvo como resultado un valor de ESAL = 886131.86, demostrado en la tabla 39.

Por lo tanto, expresado en millones es:

$$W18 = 0.9 \times 10^6$$

4.4.1.2. Confiabilidad (R%). Este factor viene a ser la probabilidad que tiene una estructura para comportarse de acuerdo a lo previsto durante su periodo de vida útil, así es como obtenemos de la tabla 10.

Por lo tanto, tenemos que, según el valor de los Ejes Equivalentes Acumulados obtenidos en la tabla 39, estamos en el rango de Tráfico tipo TP4, el cual comprende entre 750,001 a 1,000,000, por lo cual obtuvimos una confiabilidad de:

$$R\% = 80\%$$

4.4.1.3. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (ZR)

De la tabla 11 vamos a obtener el dato de ZR según el valor de los Ejes Equivalentes Acumulados obtenidos, siendo en este caso para el tipo TP4.

Por lo cual obtenemos el siguiente valor:

$$Z_R = -0.842$$

4.4.1.4. Error normal combinado (So). Los valores del So para pavimentos flexibles están comprendidos entre 0.40 y 0.50, por lo cual la norma nos recomienda utilizar el valor promedio de:

$$S_o = 0.45$$

4.4.1.5. Pérdida de servicialidad del pavimento (Δ PSI). Para la pérdida de servicialidad se calcula restando la servicialidad inicial y la final por lo cual para este proyecto se trabajará con el tipo TP4.

Por lo cual obtenemos de la tabla 12:

$$\Delta\text{PSI} = 1.8$$

4.4.1.6. Módulo de resiliencia de la subrasante (MR). Equivalencia del CBR en relación al módulo de resiliencia de los suelos, de lo cual, aplicamos la ecuación 8:

- $MR(\text{PSI}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$
- Por lo tanto, **$MR(\text{PSI}) = 22673.27$**

Tabla 64

Módulo de resiliencia de la subrasante

CBR (95%)	CBR Promedio	MR(PSI)
24.6		
32.6		
20.9	30.30	22673.2714
28.4		
37.2		
38.1		

Nota: La tabla muestra el Módulo de resiliencia que este está en función del CBR AL 95%, obteniendo de esta manera una capacidad de $MR = 22673.27$ PSI.

4.4.1.7. Carpeta asfáltica. Se tiene que, para el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica, se determina mediante la estabilidad MARSHALL:

$$\text{Coeficiente estructural} = 0.41$$

$$\text{Estabilidad Marshall} = 8000 \text{ Lbs}$$

4.4.1.8. Base. Se tiene que para Base de pavimento flexible:

$$\text{CBR (\%)} = 80\%$$

Coeficiente Estructural = 0.135

MR(PSI) = 28000

4.4.1.9. Sub base. Se tiene que para Sub Base de pavimento flexible:

CBR (%) = 30%

Coeficiente Estructural = 0.11

MR(PSI) = 22673.271

4.4.1.10. Resumen de datos

4.4.1.10.1. Datos de tráfico y propiedades de la Subrasante

- Numero de ejes equivalentes total (W18) = 0.9×10^6
- Factor de confiabilidad (R) = 0.80
- Desviación Estándar Normal (Zr) = -0.842
- Error Normal Combinado (So) = 0.45
- Módulo de resiliencia de Subrasante (KSI) = $22673.27/1000 = 22.7$
- Servicialidad inicial (Pi) = 3.8
- Servicialidad final (Pt) = 2
- Δ PSI = 1.8
- Periodo de diseño = 20

4.4.1.10.2. Datos para estructuración del refuerzo

Coeficientes estructurales de capa:

- Concreto asfáltico convencional (a1) = 0.41
- Base granular (a2) = 0.135
- Subbase (a3) = 0.11
- Coeficiente de drenaje base (D2) = 1
- Coeficiente de drenaje subbase (D3) = 1

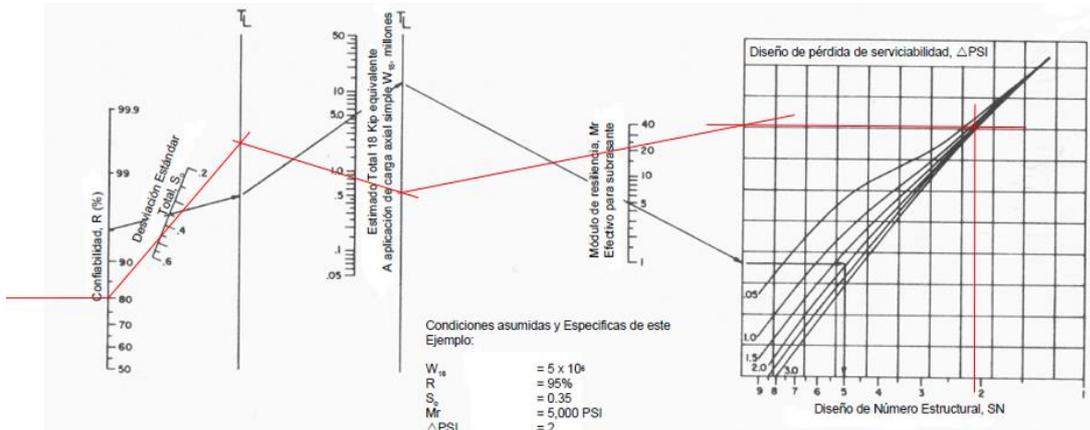
4.4.1.11. Cálculo del SN (Número Estructural)

Hallaremos el SN mediante un primer análisis, ubicándonos en el monograma que muestra la Figura 20, la cual nos brinda AASHTO 93, de la cual con los datos antes mencionados podemos ubicarlos en el gráfico, tal cual lo muestra la línea roja y de esa manera hallar el valor del SN.

Por lo tanto, obtuvimos un SN igual a 2.07

Figura 20

Nomograma AASHTO para pavimento flexible



Nota: En el gráfico se representa con una línea roja el recorrido de los resultados de cada elemento, para hallar el Numero Estructural (SN) del pavimento. Tomado de AASHTO Guide for Design of Pavement Structure 1993

Así mismo aplicando la ecuación 6 anteriormente mencionada, se despeja la variable SN y obtenemos un valor de: 2.05

Finalmente, con ambos resultados sacaremos el promedio para que ese sea nuestro SN con el cual trabajaremos para encontrar los espesores de las capas de nuestro pavimento.

Obtenemos el valor de SN: 2.06

4.4.1.12. Cálculo de espesor de las capas para pavimento flexible

Primero se realizará el cálculo, colocando los valores en la ecuación 7, para las diferentes capas y observamos si cumple o no cumple, de ser el segundo caso tenemos que volver a analizar hasta que exista una igualdad o similitud de valores respecto al SN.

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

$$2.06 = 0.41 \cdot 2'' + 0.135 \cdot 8'' \cdot 1 + 0.11 \cdot 6'' \cdot 1$$

$$2.06 = 2.56 \rightarrow \text{No cumple}$$

Colocada

$$2.06 = 0.41 * 2'' + 0.135 * 6'' * 1 + 0.11 * 4'' * 1$$

$$2.06 = 2.054 \rightarrow \text{Ligeramente cumple}$$

4.4.2. Diseño de Estructura del Pavimento Rígido

Para el diseño de este pavimento, de acuerdo al estudio mostrado en la tabla 41 se obtuvo 906459.32 EE acumulados representados por vehículos livianos entre Autos, station wagon, pick up y vehículo pesado con camión de 2 ejes.

Para poder calcular los espesores de las capas correspondientes para el diseño estructural del pavimento rígido es necesario conocer ciertos datos que nos ayudarán a calcular el SN que viene a ser el Número Estructural de Diseño. Así tenemos los siguientes datos:

4.4.2.1. Número de ESAL (W18)

Como fue mencionado anteriormente en el estudio vial, tras los cálculos realizados en base al IMDA se obtuvo como resultado un valor de ESAL = 906459.32

Por lo tanto, expresado en millones es: $W18 = 0.9 \times 10^6$

4.4.2.2. Serviciabilidad (Δ PSI)

Este parámetro muestra la diferencia que existe entre el valor inicial y final de serviciabilidad del pavimento, clasificándolo según el tipo de tráfico al que pertenezca para pavimentos rígidos, así como se muestra en la tabla 13.

Al ser en este caso el tránsito tipo TP4 se considera una diferencial de serviciabilidad (Δ PSI) = 2.10

4.4.2.3. Confiabilidad (%R)

De la tabla 10, obtenemos la confiabilidad para el tránsito tipo TP4 y viene a ser 80%.

4.4.2.4. Error Normal Combinado (So)

Según su confiabilidad para el tránsito tipo TP4 viene a ser -0.842.

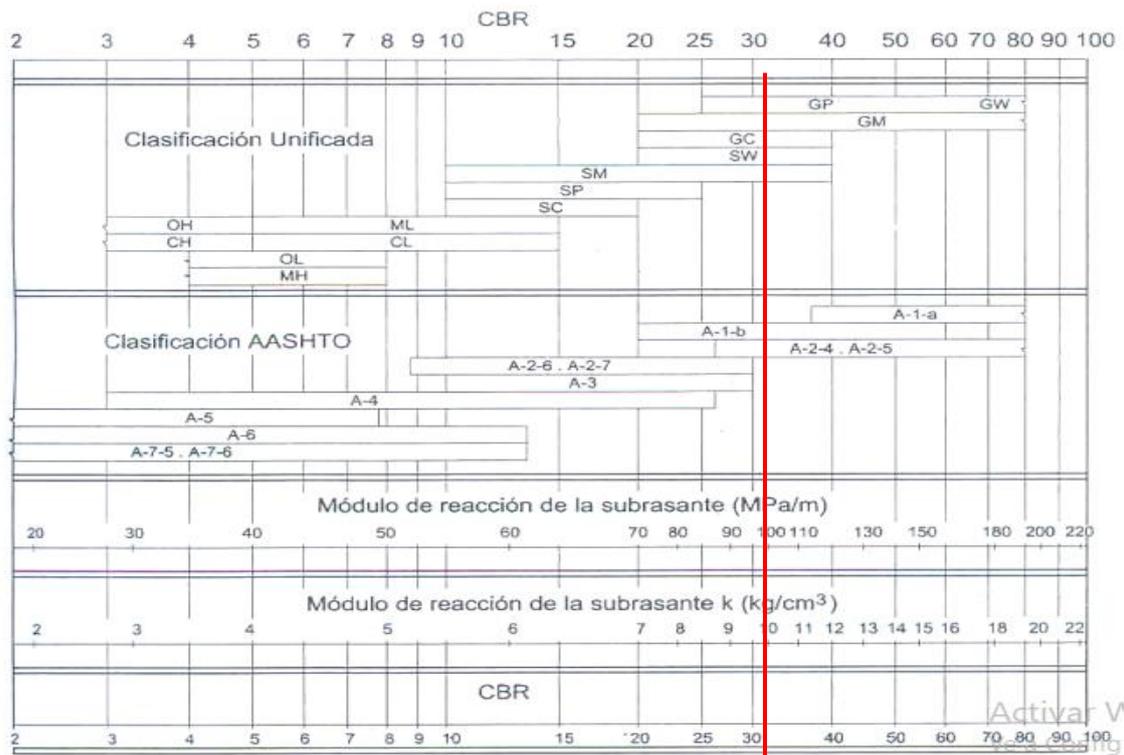
4.4.2.5. Módulo de Reacción de la Subrasante (k)

El coeficiente de reacción de la Sub rasante va a determinar si se necesita o no realizar mejoras a nivel de capa, por lo cual existe el ensayo que esta normado en ASTM D – 1196 y AASHTO T – 222, donde las unidades de K vienen a ser en Mpa / m.

Sin embargo, para este caso vamos a trabajar según lo normado por AASHTO utilizando las correlaciones directas que nos permitirá encontrar el coeficiente de reacción K en función del tipo de suelo y su CBR, como se muestra en la Figura 21.

Figura 21

Correlación CBR y módulo de reacción de la sub rasante



Nota: De la figura 21 obtuvimos que para un CBR=30.30%, la proyección que nos indica para determinar el módulo de reacción (Kc) es igual a, kc=100Mpa/m.

4.4.2.6. Resistencia a flexo tracción del concreto (Mr)

El módulo de rotura está normalizado por la ASTM C – 78, por lo cual ha sido introducido como un parámetro para el diseño de pavimento rígido debido a que el concreto trabaja a flexión.

Para el tráfico que estamos trabajando con 906459.32 EE, tenemos que:

$$Mr = 40 \text{ kg/cm}^2 \text{ o } 3.92 \text{ Mpa}$$

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

4.4.2.7. Módulo Elástico del concreto (Ec)

Este parámetro es importante en cualquier tipo de estructuras de concreto armado, la cual se encuentra en base a la resistencia a compresión o flexotracción del concreto, para lo cual en este caso vamos a utilizar la fórmula brindada por AASHTO 93 el cual nos indica que el módulo elástico puede ser encontrado usando la siguiente correlación mostrada en la ecuación 15.

$$E = 57,000 X (F'c)^{0.5} \tag{15}$$

Donde:

$$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ expresado en PSI es } 3982.54 \text{ PSI}$$

Por lo tanto:

$$Ec = 57,000 \times (3982.54)^{0.5}$$

$$Ec = 3597120.02 \text{ PSI ó } 24801.27 \text{ Mpa}$$

4.4.2.8. Coeficiente de Drenaje (Cd)

Para este caso se va a considerar una calidad de Drenaje buena donde, $Cd = 1$.

4.4.2.9. Coeficiente de Transferencia de Carga (J)

Este valor está directamente proporcional al espesor del concreto puesto que a mayor el valor mayor es el espesor, este parámetro viene a representar la capacidad que tiene la estructura como transmisora de cargas entre fisuras y juntas.

De lo cual de la tabla 21 obtenemos el valor de: $J = 3.8$

4.4.2.10. Resumen de Datos

4.4.2.10.1. Datos de tráfico y parámetros

Numero de ejes equivalentes total (W18) = 0.9×10^6

Serviciabilidad inicial (Pi) = 4.10

Serviciabilidad final (Pt) = 2.00

Serviciabilidad (Δ PSI) = 2.10

Confiabilidad (%R) = 0.80

Desviación Estándar Normal (Zr) = -0.842

Error Normal Combinado (So) = 0.35

Módulo de Reacción de la Subrasante (K) = 100 Mpa/m

Resistencia a flexotracción del concreto (S'c) = 568.934PSI ó 40 kg/cm²
ó 3.92 Mpa

Módulo Elástico del Concreto (Ec) = 3597120.02 PSI ó 24801.27 Mpa

Coefficiente de Drenaje (Cd) = 1

Coefficiente de Transferencia de Carga (J) = 3.8

Periodo de diseño = 20

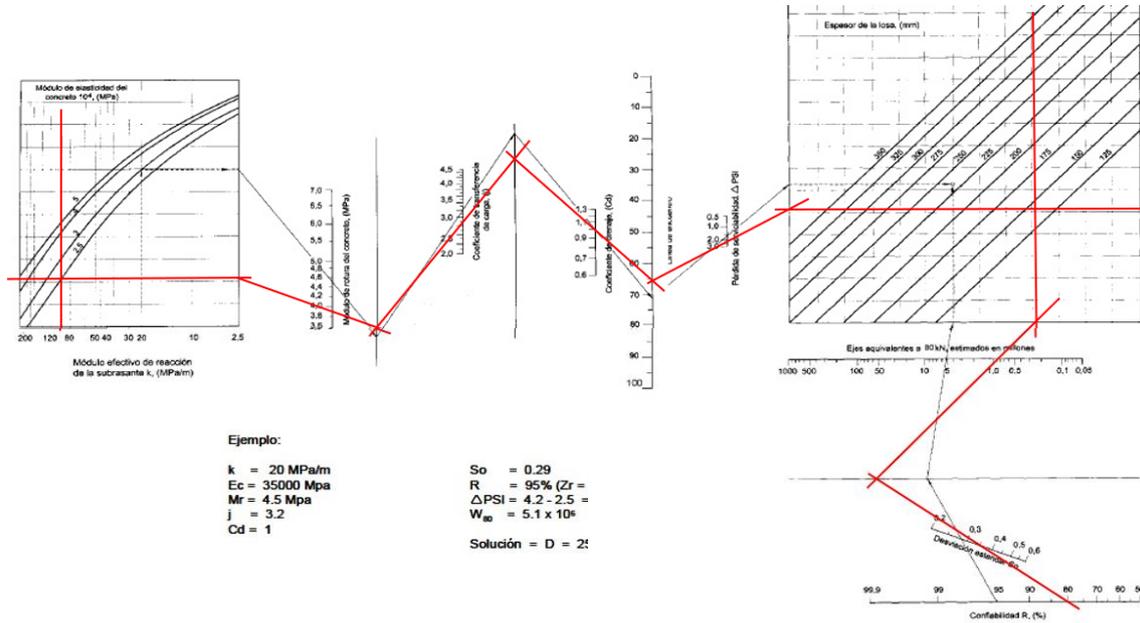
4.4.2.11. Cálculo de Espesor de Losa de Concreto

- Hallaremos el D mediante un primer análisis ubicándonos en el Nomograma que nos brinda AASHTO 93, de la cual con los datos antes mencionados podemos ubicarlos en la Figura 22 y de esa manera hallar el valor.

Por lo tanto, obtuvimos espesor de Losa (D) = 172 mm

Figura 22

Nomograma AASHTO para pavimento rígido



Nota: En el gráfico se representa con una línea roja el recorrido de los diferentes parámetros que estipula AASHTO 93, para determinar el SN igual a 140mm

- Otra manera de calcular el D es aplicando la fórmula que nos brinda AASHTO 93, en la ecuación 7; donde al reemplazar con los datos obtenidos hallamos un valor por medio de la iteración $D = 138.11 \text{ mm} = 13.8 \text{ cm} = 5.43''$, es decir con 14 cm de espesor.

- Por lo tanto, obtenemos del promedio un espesor final de $140 \text{ mm} = 14 \text{ cm} = 5.5''$ y una subbase granular de $6''$ ya que según norma AASHTO nos indica como mínimo un valor de $6''$.

4.4.2.12. Juntas

Las juntas sirven para controlar y reducir las fisuras que se puedan originar en el pavimento a causa de la contracción que sufre el concreto por la pérdida de humedad, así mismo por los cambios de temperatura que existe en la superficie de la losa.

Existen Juntas Longitudinales y Transversales, siendo las primeras las que delimitan el carril por el que transitan los vehículos, y las juntas transversales son perpendiculares a las longitudinales. Según el Manual de carreteras (2018), El largo de los paños de la losa están determinados por las condiciones de

construcción de las juntas de contracción y de dilatación indicados en la tabla 65.

Tabla 65

Dimensiones de losa

ANCHO DE CARRIL (M)	LONGITUD DE LOSA (M)
2.70	3.30
3.00	3.70
3.30	4.10
3.60	4.50

Nota: Esta tabla nos muestra que el ancho de carril que tiene nuestra carretera, influenciará en la longitud de losa, brindando este la cantidad de juntas que se ubicaran a lo largo del tramo, en base a estos datos.

Por lo cual, al ser de un ancho de 3.00 m de carril la longitud que corresponde es de 3.70m, entonces obtendremos una junta longitudinal que divida la calzada en 2 carriles, a lo largo de los 12+226.00 km y cada 3.70m juntas transversales.

4.4.3. Diseño Geométrico de la Carretera

4.4.3.1. Clasificación de la Vía

Clasificar una carretera es uno de los parámetros más importantes e iniciales, por lo que el Camino Vecinal Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa cuenta con la siguiente clasificación:

- **Por su demanda.** Tomando en cuenta los datos obtenidos del conteo vehicular, el cual se procesó en gabinete se obtuvo 309 veh/día, menor al parámetro establecido en la Tabla N° 15 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, que es de 400 veh/día, lo cual hace la presente en una Carretera de Tercera Clase.

- **Por su Orografía.** Se realizó el cálculo de pendiente transversal máxima, la cual nos dio como resultado ser un Terreno Ondulado – Tipo 02

4.4.3.1.1. Velocidad de diseño

Este parámetro se obtuvo en función a su Clasificación por Demanda (Carretera de Tercera Clase) y a su Orografía (Terreno Ondulado), teniendo en cuenta la Tabla N° 18 del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018, obtuvimos un rango de entre 40 a 90 km/h pero debido a que las curvas

horizontales que se obtienen causarían demasiadas modificaciones en el trazo ejecutado y no justifica la cantidad de vehículos que transitan por este tramo en estudio se le consideró 30 km/h como la velocidad de diseño.

4.4.3.1.2. Tramo Tangentes

Estos tramos rectos entre curvas, definen su longitud en base a la velocidad de diseño, longitud la cual está especificada en la tabla 66.

Tabla 66

Dimensiones de tramos tangentes

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

Nota: La tabla nos indica las dimensiones de las tangentes establecidas en base a sus respectivas Velocidades de Diseño, estas nos indican las medidas a las que se debe regir el Diseño Geométrico de la carretera con el fin de poder ser más seguridad y transitables. Es importante recalcar que las Velocidades de Diseño se logran definir por medio de la Topografía y el Estudio de Conteo Vehicular.

Las longitudes que se tomaron en cuenta sean máximas o mínimas para una velocidad de diseño de 30 km/h fueron:

L mín. s (longitud mínima de alineamiento para trazos en S) = 42m

L mín. o (longitud mínima para el resto de los casos) = 84m

L máx (longitud máxima deseable) = 500m

Tabla 67*Tramos de tangente km 0+000.00 - km 12 + 226.00*

N°	TIPO	LONGITUD (m)	COMPROBACIÓN	Progresiva
1	Tangente	2.45	NO CUMPLE	0+000.00m
2	Tangente	43.00	CUMPLE	0+089.28m
3	Tangente	44.00	CUMPLE	0+187.77m
4	Tangente	74.87	CUMPLE	0+234.84m
5	Tangente	76.60	CUMPLE	0+339.25m
6	Tangente	114.29	CUMPLE	0+450.40m
7	Tangente	157.84	CUMPLE	0+627.75m
8	Tangente	59.71	CUMPLE	0+826.32m
9	Tangente	226.83	CUMPLE	0+914.59m
10	Tangente	67.05	CUMPLE	1+182.77m
11	Tangente	64.00	CUMPLE	1+276.15m
12	Tangente	53.18	CUMPLE	1+369.41m
13	Tangente	326.94	CUMPLE	1+459.53m
14	Tangente	208.98	CUMPLE	1+827.86m
15	Tangente	63.60	CUMPLE	2+104.37m
16	Tangente	42.56	CUMPLE	2+189.72m
17	Tangente	46.50	CUMPLE	2+252.19m
18	Tangente	90.04	CUMPLE	2+292.22m
19	Tangente	88.45	CUMPLE	2+420.20m
20	Tangente	100.64	CUMPLE	2+527.82m
21	Tangente	57.24	CUMPLE	2+732.90m
22	Tangente	46.95	CUMPLE	2+833.06m
23	Tangente	59.52	CUMPLE	2+891.18m
24	Tangente	122.44	CUMPLE	2+966.86m
25	Tangente	61.99	CUMPLE	3+097.04m
26	Tangente	51.50	CUMPLE	3+165.46m
27	Tangente	43.21	CUMPLE	3+245.50m
28	Tangente	81.30	CUMPLE	3+324.62m
29	Tangente	42.64	CUMPLE	3+446.41m
30	Tangente	44.76	CUMPLE	3+536.82m
31	Tangente	59.89	CUMPLE	3+599.14m
32	Tangente	97.81	CUMPLE	3+665.98m
33	Tangente	23.82	NO CUMPLE	3+789.30m
34	Tangente	25.34	NO CUMPLE	3+841.34m
35	Tangente	112.76	CUMPLE	3+934.35m
36	Tangente	49.04	CUMPLE	4+098.34m
37	Tangente	20.87	NO CUMPLE	4+224.81m
38	Tangente	58.65	CUMPLE	4+331.89m
39	Tangente	49.85	CUMPLE	4+433.65m
40	Tangente	166.10	CUMPLE	4+485.60m

41	Tangente	75.70	CUMPLE	4+681.35m
42	Tangente	45.96	CUMPLE	4+766.89m
43	Tangente	38.83	NO CUMPLE	4+881.91m
44	Tangente	80.77	CUMPLE	4+980.86m
45	Tangente	43.92	CUMPLE	5+113.03m
46	Tangente	28.49	NO CUMPLE	5+182.26m
47	Tangente	52.32	CUMPLE	5+238.30m
48	Tangente	48.55	CUMPLE	5+318.58m
49	Tangente	16.92	NO CUMPLE	5+381.97m
50	Tangente	38.12	NO CUMPLE	5+428.27m
51	Tangente	38.27	NO CUMPLE	5+500.06m
52	Tangente	40.10	NO CUMPLE	5+549.08m
53	Tangente	41.62	NO CUMPLE	5+589.71m
54	Tangente	44.23	CUMPLE	5+686.48m
55	Tangente	161.61	CUMPLE	5+760.18m
56	Tangente	37.05	NO CUMPLE	5+944.00m
57	Tangente	155.23	CUMPLE	6+030.63m
58	Tangente	81.23	CUMPLE	6+254.06m
59	Tangente	152.28	CUMPLE	6+355.82m
60	Tangente	100.67	CUMPLE	6+525.94m
61	Tangente	49.05	CUMPLE	6+649.37m
62	Tangente	50.37	CUMPLE	6+707.21m
63	Tangente	48.20	CUMPLE	6+798.66m
64	Tangente	43.35	CUMPLE	6+846.97m
65	Tangente	45.95	CUMPLE	6+876.76m
66	Tangente	71.52	CUMPLE	6+940.38m
67	Tangente	67.45	CUMPLE	7+027.91m
68	Tangente	106.00	CUMPLE	7+120.83m
69	Tangente	46.27	CUMPLE	7+238.55m
70	Tangente	40.99	NO CUMPLE	7+309.62m
71	Tangente	44.07	CUMPLE	7+362.04m
72	Tangente	44.90	CUMPLE	7+395.50m
73	Tangente	46.26	CUMPLE	7+436.66m
74	Tangente	51.42	CUMPLE	7+491.08m
75	Tangente	38.39	NO CUMPLE	7+568.12m
76	Tangente	185.35	CUMPLE	7+682.69m
77	Tangente	56.71	CUMPLE	7+926.11m
78	Tangente	46.94	CUMPLE	8+025.19m
79	Tangente	78.79	CUMPLE	8+079.20m
80	Tangente	48.17	CUMPLE	8+201.98m
81	Tangente	56.45	CUMPLE	8+253.80m
82	Tangente	118.84	CUMPLE	8+319.80m
83	Tangente	73.67	CUMPLE	8+488.70m
84	Tangente	109.99	CUMPLE	8+589.63m
85	Tangente	53.93	CUMPLE	8+726.22m

86	Tangente	42.57	CUMPLE	8+772.19m
87	Tangente	49.23	CUMPLE	8+904.84m
88	Tangente	42.98	CUMPLE	8+977.54m
89	Tangente	44.88	CUMPLE	9+018.05m
90	Tangente	45.69	CUMPLE	9+102.87m
91	Tangente	44.45	CUMPLE	9+220.03m
92	Tangente	82.98	CUMPLE	9+286.54m
93	Tangente	56.11	CUMPLE	9+423.66m
94	Tangente	63.93	CUMPLE	9+516.82m
95	Tangente	49.26	CUMPLE	9+677.33m
96	Tangente	42.89	CUMPLE	9+731.71m
97	Tangente	76.20	CUMPLE	9+797.19m
98	Tangente	53.07	CUMPLE	9+891.38m
99	Tangente	42.19	CUMPLE	9+994.08m
100	Tangente	48.89	CUMPLE	10+016.12m
101	Tangente	43.98	CUMPLE	10+115.89m
102	Tangente	78.17	CUMPLE	10+174.67m
103	Tangente	42.12	CUMPLE	10+262.16m
104	Tangente	95.01	CUMPLE	10+315.18m
105	Tangente	43.91	CUMPLE	10+475.17m
106	Tangente	43.95	CUMPLE	10+569.96m
107	Tangente	42.95	CUMPLE	10+658.48m
108	Tangente	74.42	CUMPLE	10+736.66m
109	Tangente	45.31	CUMPLE	10+869.36m
110	Tangente	56.16	CUMPLE	10+926.34m
111	Tangente	77.36	CUMPLE	11+020.28m
112	Tangente	48.79	CUMPLE	11+128.82m
113	Tangente	67.98	CUMPLE	11+258.72m
114	Tangente	76.00	CUMPLE	11+347.83m
115	Tangente	77.09	CUMPLE	11+440.93m
116	Tangente	75.55	CUMPLE	11+539.23m
117	Tangente	45.63	CUMPLE	11+639.18m
118	Tangente	185.06	CUMPLE	11+681.20m
119	Tangente	185.00	CUMPLE	11+946.49m
120	Tangente	86.33	CUMPLE	12+139.62m

Nota: La tabla presenta las dimensiones de las Tangentes, con sus respectivas progresivas con el fin de poder ubicarlas en el Tramo de Estudio, gran número de las Tangentes cumplen con los parámetros establecidos por la DG-2018, pero debido a que ciertos tramos de la son de topografía escarpada y cuentan con curvas muy cerradas no se sobrepuso la funcionalidad sobre la normativa.

• **Radio mínimo**

Este parámetro, es el radio mínimo que define el menor valor que puede tener el radio de una curva para que la velocidad de diseño no sea interrumpida, obtenidas de la tabla 68.

Tabla 68

Radios mínimos

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado
Área urbana	30	4	0.17	33.7	35
	40	4	0.17	60	60
	50	4	0.16	98.4	100
	60	4	0.15	149.2	150
	70	4	0.14	214.3	215
	80	4	0.14	280	280
	90	4	0.13	375.2	375
	100	4	0.12	492.1	495
	110	4	0.11	635.2	635
	120	4	0.09	872.2	875
	130	4	0.08	1,108.9	1,110
Área rural (con peligro de hielo)	30	6	0.17	30.8	30
	40	6	0.17	54.8	55
	50	6	0.16	89.5	90
	60	6	0.15	135	135
	70	6	0.14	192.9	195
	80	6	0.14	252.9	255
	90	6	0.13	335.9	335
	100	6	0.12	437.4	440
	110	6	0.11	560.4	560
	120	6	0.09	755.9	755
	130	6	0.08	950.5	950
Área rural (plano y ondulada)	30	8	0.17	28.3	30
	40	8	0.17	50.4	50
	50	8	0.16	82	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	500
	120	8	0.09	667	670
	130	8	0.08	831.7	835
Área rural (Accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
	130	12	0.08	665.4	665

Nota: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2018)

Tabla 69*Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
1	Espiral	100.90	30.00	52.830m	36.326m	0+055.78m	0+019.45m	0+072.28m	728604.67	9268174.02
2	Espiral	84.26	30.00	44.116m	27.134m	0+153.79m	0+126.66m	0+170.77m	728492.18	9268142.11
3	Espiral	8.18	30.00	4.282m	2.144m	0+216.71m	0+214.56m	0+218.84m	728524.32	9268077.66
4	Curva	28.21	60.00	29.541m	15.076m	0+324.79m	0+309.71m	0+339.25m	728625.68	9268040.63
5	Curva	32.99	60.00	34.547m	17.767m	0+433.62m	0+415.85m	0+450.40m	728700.00	9267960.29
6	Espiral	55.50	30.00	29.060m	15.784m	0+597.47m	0+581.69m	0+610.75m	728857.56	9267914.10
7	Curva	42.44	55.00	40.736m	21.353m	0+806.94m	0+785.58m	0+826.32m	728818.77	9267706.40
8	Curva	29.75	55.00	28.558m	14.609m	0+900.64m	0+886.03m	0+914.59m	728866.93	9267623.73
9	Curva	39.49	60.00	41.353m	21.536m	1+162.95m	1+141.41m	1+182.77m	729094.62	9267492.16
10	Curva	18.86	80.00	26.334m	13.287m	1+263.10m	1+249.82m	1+276.15m	729130.28	9267396.73
11	Curva	27.94	60.00	29.259m	14.927m	1+355.07m	1+340.15m	1+369.41m	729188.74	9267325.42
12	Curva	26.46	80.00	36.951m	18.811m	1+441.39m	1+422.58m	1+459.53m	729268.91	9267291.87
13	Curva	29.64	80.00	41.386m	21.167m	1+807.64m	1+786.47m	1+827.86m	729508.79	9267014.22
14	Curva	48.37	80.00	67.537m	35.928m	2+072.77m	2+036.84m	2+104.37m	729759.55	9266925.25
15	Curva	49.83	25.00	21.744m	11.614m	2+179.59m	2+167.98m	2+189.72m	729801.36	9266822.27
16	Curva	141.04	15.00	36.925m	42.411m	2+257.68m	2+215.27m	2+252.19m	729764.32	9266751.84
17	Curva	152.82	10.00	26.671m	41.359m	2+306.91m	2+265.55m	2+292.22m	729853.52	9266790.27
18	Curva	39.52	55.00	37.936m	19.757m	2+402.02m	2+382.26m	2+420.20m	729757.35	9266673.65
19	Curva	19.97	55.00	19.174m	9.685m	2+518.33m	2+508.65m	2+527.82m	729757.37	9266555.76
20	Espiral	134.53	30.00	70.439m	71.590m	2+717.05m	2+645.46m	2+715.90m	729710.79	9266364.23

Nota: La Tabla presenta las distintas partes que conforman una curva, estas pueden ser tanto en Espiral como en Curva.

Tabla 70*Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
21	Curva	122.95	20.00	42.918m	36.799m	2+826.94m	2+790.14m	2+833.06m	729826.67	9266503.18
22	Curva	110.20	20.00	38.466m	28.668m	2+881.39m	2+852.72m	2+891.18m	729861.41	9266425.46
23	Curva	16.83	55.00	16.155m	8.136m	2+958.84m	2+950.71m	2+966.86m	729930.38	9266492.70
24	Curva	8.06	55.00	7.736m	3.874m	3+093.18m	3+089.30m	3+097.04m	730049.69	9266554.67
25	Curva	6.70	55.00	6.436m	3.222m	3+162.25m	3+159.03m	3+165.46m	730114.86	9266577.61
26	Curva	29.73	55.00	28.535m	14.596m	3+231.56m	3+216.96m	3+245.50m	730177.11	9266608.09
27	Espiral	59.19	40.00	41.319m	22.717m	3+291.02m	3+268.30m	3+309.62m	730214.91	9266654.55
28	Espiral	10.62	35.00	6.485m	3.252m	3+426.18m	3+422.93m	3+429.41m	730343.78	9266602.93
29	Espiral	32.42	35.00	19.803m	10.175m	3+510.20m	3+500.02m	3+519.82m	730424.49	9266624.16
30	Espiral	45.15	40.00	31.519m	16.629m	3+569.25m	3+552.62m	3+584.14m	730448.41	9266678.50
31	Curva	6.65	60.00	6.960m	3.484m	3+662.51m	3+659.03m	3+665.98m	730541.82	9266694.38
32	Curva	26.57	55.00	25.504m	12.985m	3+776.78m	3+763.80m	3+789.30m	730652.77	9266721.74
33	Curva	29.40	55.00	28.221m	14.429m	3+827.55m	3+813.12m	3+841.34m	730702.75	9266710.46
34	Espiral	53.95	40.00	37.666m	20.360m	3+902.05m	3+881.69m	3+919.35m	730775.69	9266727.38
35	Curva	53.37	55.00	51.228m	27.642m	4+074.76m	4+047.11m	4+098.34m	730870.69	9266579.91
36	Espiral	67.94	40.00	47.428m	26.948m	4+189.33m	4+162.38m	4+209.81m	730987.71	9266562.89
37	Espiral	75.65	35.00	46.213m	27.174m	4+292.85m	4+265.68m	4+311.89m	730994.09	9266453.77
38	Espiral	5.08	35.00	3.103m	1.552m	4+412.10m	4+410.54m	4+413.65m	731119.25	9266471.78
39	Espiral	17.89	35.00	10.930m	5.510m	4+460.18m	4+454.67m	4+465.60m	731164.92	9266457.56
40	Curva	24.26	70.00	29.641m	15.046m	4+666.75m	4+651.70m	4+681.35m	731351.22	9266546.17

Nota: La Tabla presenta las distintas partes que conforman una curva, estas pueden ser tanto en Espiral como en Curva.

Tabla 71*Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
41	Curva	9.40	60.00	9.846m	4.934m	4+761.98m	4+757.05m	4+766.89m	731446.83	9266549.74
42	Espiral	55.94	40.00	39.055m	21.242m	4+849.09m	4+827.85m	4+866.91m	731530.81	9266571.87
43	Espiral	143.58	20.00	50.120m	60.803m	4+986.54m	4+925.74m	4+975.86m	731546.03	9266711.59
44	Espiral	118.61	20.00	41.402m	33.689m	5+100.32m	5+066.63m	5+108.03m	731623.70	9266543.79
45	Espiral	99.58	15.00	26.070m	17.744m	5+168.93m	5+151.19m	5+177.26m	731671.80	9266624.97
46	Espiral	123.47	10.00	21.549m	18.599m	5+232.35m	5+213.75m	5+235.30m	731718.65	9266569.48
47	Curva	26.71	60.00	27.966m	14.242m	5+304.86m	5+290.62m	5+318.58m	731727.76	9266656.99
48	Curva	15.46	55.00	14.842m	7.466m	5+374.60m	5+367.13m	5+381.97m	731763.67	9266717.38
49	Espiral	133.97	10.00	23.382m	23.542m	5+425.43m	5+401.89m	5+425.27m	731802.76	9266749.79
50	Espiral	135.62	10.00	23.671m	24.518m	5+495.91m	5+471.39m	5+495.06m	731784.66	9266657.88
51	Espiral	40.55	18.00	12.740m	6.650m	5+533.99m	5+527.34m	5+540.08m	731826.16	9266705.30
52	Curva	31.80	55.00	30.529m	15.669m	5+574.84m	5+559.18m	5+589.71m	731866.88	9266698.88
53	Espiral	66.10	40.00	46.149m	26.028m	5+651.36m	5+625.33m	5+671.48m	731941.21	9266719.08
54	Curva	8.62	55.00	8.275m	4.145m	5+756.05m	5+751.90m	5+760.18m	731986.70	9266618.74
55	Curva	18.18	70.00	22.213m	11.201m	5+932.99m	5+921.78m	5+944.00m	732020.25	9266445.00
56	Espiral	18.31	30.00	9.585m	4.834m	6+000.88m	5+996.05m	6+005.63m	732057.67	9266388.87
57	Espiral	34.75	30.00	18.194m	9.387m	6+220.25m	6+210.86m	6+229.06m	732275.29	9266395.87
58	Curva	19.61	60.00	20.533m	10.368m	6+345.65m	6+335.28m	6+355.82m	732309.71	9266275.75
59	Curva	17.04	60.00	17.843m	8.988m	6+517.09m	6+508.10m	6+525.94m	732401.36	9266130.63
60	Curva	23.71	55.00	22.756m	11.543m	6+638.15m	6+626.61m	6+649.37m	732493.27	9266051.62

Nota: La Tabla presenta las distintas partes que conforman una curva, estas pueden ser tanto en Espiral como en Curva.

Tabla 72*Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
61	Curva	8.40	60.00	8.796m	4.406m	6+702.82m	6+698.41m	6+707.21m	732521.36	9265993.01
62	Curva	42.80	55.00	41.082m	21.552m	6+779.13m	6+757.58m	6+798.66m	732564.05	9265929.74
63	Espiral	103.45	20.00	36.112m	25.348m	6+834.21m	6+808.86m	6+844.97m	732619.32	9265915.45
64	Curva	17.13	55.00	16.440m	8.282m	6+868.60m	6+860.32m	6+876.76m	732594.20	9265873.41
65	Curva	35.97	60.00	37.670m	19.479m	6+922.19m	6+902.71m	6+940.38m	732580.08	9265821.59
66	Curva	15.29	60.00	16.014m	8.055m	7+019.95m	7+011.90m	7+027.91m	732615.13	9265728.95
67	Curva	24.32	60.00	25.468m	12.929m	7+108.29m	7+095.36m	7+120.83m	732667.12	9265657.42
68	Curva	11.19	60.00	11.716m	5.877m	7+232.71m	7+226.83m	7+238.55m	732775.57	9265595.65
69	Curva	25.84	55.00	24.802m	12.615m	7+297.43m	7+284.82m	7+309.62m	732836.99	9265575.12
70	Curva	43.16	55.00	41.434m	21.756m	7+342.37m	7+320.61m	7+362.04m	732869.45	9265543.43
71	Curva	168.36	10.00	29.384m	98.107m	7+464.22m	7+366.11m	7+395.50m	732874.91	9265419.62
72	Curva	150.46	10.00	26.261m	37.935m	7+448.33m	7+410.40m	7+436.66m	732898.82	9265568.66
73	Espiral	34.69	30.00	18.162m	9.369m	7+467.28m	7+457.92m	7+476.08m	732919.27	9265503.52
74	Espiral	56.57	30.00	29.620m	16.143m	7+536.64m	7+520.49m	7+550.12m	732879.93	9265446.34
75	Espiral	69.10	30.00	36.179m	20.656m	7+642.16m	7+621.51m	7+657.69m	732945.81	9265362.41
76	Curva	55.46	60.00	58.077m	31.540m	7+899.57m	7+868.03m	7+926.11m	732707.33	9265257.32
77	Curva	44.14	55.00	42.376m	22.302m	8+005.12m	7+982.82m	8+025.19m	732681.80	9265149.76
78	Curva	43.83	55.00	42.072m	22.125m	8+059.25m	8+037.13m	8+079.20m	732634.26	9265119.47
79	Espiral	20.05	40.00	13.997m	7.071m	8+180.06m	8+172.98m	8+186.98m	732607.43	9264999.61
80	Espiral	5.23	40.00	3.651m	1.827m	8+236.98m	8+235.15m	8+238.80m	732633.12	9264948.94

Nota: La Tabla presenta las distintas partes que conforman una curva, estas pueden ser tanto en Espiral como en Curva.

Tabla 73*Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
81	Curva	28.22	60.00	29.554m	15.083m	8+305.33m	8+290.25m	8+319.80m	732688.02	9264908.33
82	Curva	31.87	90.00	50.056m	25.694m	8+464.34m	8+438.64m	8+488.70m	732758.89	9264765.31
83	Curva	26.03	60.00	27.261m	13.870m	8+576.24m	8+562.37m	8+589.63m	732748.02	9264652.60
84	Curva	27.71	55.00	26.602m	13.567m	8+713.18m	8+699.62m	8+726.22m	732796.21	9264523.90
85	Curva	25.05	55.00	24.045m	12.218m	8+760.36m	8+748.15m	8+772.19m	732831.80	9264492.13
86	Espiral	97.54	30.00	51.072m	34.232m	8+868.00m	8+833.77m	8+884.84m	732885.83	9264400.04
87	Espiral	104.24	10.00	18.193m	12.854m	8+964.20m	8+951.35m	8+969.54m	732943.67	9264496.02
88	Curva	30.44	55.00	29.219m	14.963m	9+003.79m	8+988.83m	9+018.05m	732956.73	9264451.54
89	Curva	38.15	60.00	39.950m	20.747m	9+083.67m	9+062.92m	9+102.87m	732927.09	9264376.60
90	Espiral	61.63	30.00	32.272m	17.896m	9+185.65m	9+167.76m	9+200.03m	732842.78	9264318.07
91	Curva	21.07	60.00	22.061m	11.156m	9+275.64m	9+264.48m	9+286.54m	732896.06	9264242.27
92	Curva	51.70	60.00	54.140m	29.070m	9+398.59m	9+369.52m	9+423.66m	732936.23	9264125.80
93	Curva	35.38	60.00	37.050m	19.137m	9+498.90m	9+479.77m	9+516.82m	733034.70	9264091.38
94	Espiral	127.15	30.00	66.576m	60.370m	9+656.12m	9+595.75m	9+662.33m	733189.52	9264119.25
95	Curva	23.33	55.00	22.393m	11.354m	9+720.67m	9+709.31m	9+731.71m	733110.97	9264031.39
96	Curva	30.76	55.00	29.525m	15.128m	9+782.79m	9+767.66m	9+797.19m	733083.24	9263975.45
97	Curva	17.18	60.00	17.991m	9.064m	9+882.45m	9+873.39m	9+891.38m	732998.94	9263920.94
98	Espiral	132.32	15.00	34.640m	33.943m	9+988.39m	9+954.44m	9+989.08m	732941.48	9263833.29
99	Espiral	31.92	15.00	8.358m	4.290m	10+007.05m	10+002.76m	10+011.12m	732989.04	9263853.85
100	Espiral	44.24	40.00	30.883m	16.257m	10+091.27m	10+075.01m	10+105.89m	733067.68	9263823.69

Nota: La Tabla presenta las distintas partes que conforman una curva, estas pueden ser tanto en Espiral como en Curva.

Tabla 74*Elementos de curva - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
101	Espiral	9.10	40.00	6.350m	3.182m	10+151.50m	10+148.32m	10+154.67m	733079.88	9263763.41
102	Curva	8.90	60.00	9.322m	4.671m	10+257.51m	10+252.84m	10+262.16m	733035.21	9263667.48
103	Curva	12.52	60.00	13.113m	6.583m	10+308.65m	10+302.07m	10+315.18m	733005.71	9263625.67
104	Espiral	114.54	20.00	39.984m	31.120m	10+456.31m	10+425.19m	10+465.17m	732907.09	9263518.10
105	Espiral	55.38	40.00	38.662m	20.991m	10+532.28m	10+511.29m	10+549.96m	733004.55	9263524.17
106	Espiral	28.63	40.00	19.989m	10.208m	10+628.70m	10+618.49m	10+638.48m	733038.50	9263431.66
107	Curva	37.95	80.00	52.991m	27.509m	10+711.18m	10+683.67m	10+736.66m	732990.24	9263364.66
108	Espiral	109.66	20.00	38.280m	28.386m	10+849.46m	10+821.08m	10+859.36m	732996.32	9263225.21
109	Curva	30.93	65.00	35.087m	17.982m	10+909.23m	10+891.25m	10+926.34m	733054.27	9263276.99
110	Curva	36.08	60.00	37.785m	19.543m	11+002.04m	10+982.50m	11+020.28m	733144.02	9263303.85
111	Curva	29.78	60.00	31.181m	15.951m	11+113.59m	11+097.64m	11+128.82m	733250.45	9263266.33
112	Espiral	84.84	40.00	59.233m	36.553m	11+216.04m	11+179.48m	11+238.72m	733352.62	9263274.11
113	Curva	20.19	60.00	21.139m	10.680m	11+337.37m	11+326.69m	11+347.83m	733332.60	9263141.24
114	Curva	16.33	60.00	17.104m	8.610m	11+432.44m	11+423.83m	11+440.93m	733344.29	9263046.67
115	Curva	20.26	60.00	21.214m	10.719m	11+528.74m	11+518.02m	11+539.23m	733328.73	9262951.52
116	Espiral	12.60	20.00	4.400m	2.209m	11+626.99m	11+624.78m	11+629.18m	733346.10	9262854.71
117	Espiral	14.86	20.00	5.187m	2.608m	11+668.62m	11+666.01m	11+671.20m	733327.70	9262817.54
118	Curva	6.51	60.00	6.821m	3.414m	11+943.09m	11+939.67m	11+946.49m	733395.97	9262552.11
119	Curva	7.76	60.00	8.122m	4.067m	12+135.56m	12+131.50m	12+139.62m	733436.31	9262363.90

Nota: La Tabla presenta las distintas partes que conforman una curva, estas pueden ser tanto en Espiral como en Curva.

• Sobrehancho

Es el ensanchamiento en las curvas con un radio reducido, con el fin de asegurar un adecuado espacio de circulación de los vehículos en estos tramos estrechos de la vía, de esta forma se mantiene una distancia entre el vehículo y el borde de la calzada, expresado en la ecuación 16.

$$S_a = n(R - \sqrt{R^2 + L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad (16)$$

Donde:

Sa: Sobrehancho

n: Número de carriles

Rc: Radio de curvatura circular (m)

L: Distancia entre eje posterior y parte frontal

V: Velocidad de diseño (km/h)

Tabla 75

Sobrehancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa

Curva	Radio	Sa	Sa Real	P%	Lmin E	Lmin P%	Tipo de curva
01	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
02	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
03	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
04	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
05	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
06	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
07	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
08	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
09	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
10	80.00	0.6	0.6	5.50	NO CURV. TRANSICIÓN	18.00 m	CURVA
11	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
12	80.00	0.6	0.6	5.50	NO CURV. TRANSICIÓN	18.00 m	CURVA
13	80.00	0.6	0.6	5.50	NO CURV. TRANSICIÓN	18.00 m	CURVA
14	80.00	0.6	0.6	5.50	NO CURV. TRANSICIÓN	18.00 m	CURVA
15	25.00	1.4	1.8	8.00	35.00	24.00 m	ESPIRAL
16	15.00	2.1	2.1	8.00	65.00	24.00 m	ESPIRAL
17	10.00	2.9	3	8.00	105.00	24.00 m	ESPIRAL
18	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
19	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
20	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL

Nota: La tabla presenta el cálculo de los sobreanchos, en base a la Velocidad de Diseño, Radio y Peralte. Si en caso el Radio es menor o igual al mínimo establecido por la DG-2018 se considerará el cálculo de una Curva de Transición.

Tabla 76

Sobreancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa

Curva	Radio	Sa	Sa Real	P%	Lmin E	Lmin P%	Tipo de curva
21	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
22	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
23	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
24	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
25	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
26	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
27	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
28	35.00	1.1	1.2	7.50	20.00	22.00 m	ESPIRAL
29	35.00	1.1	1.2	7.50	20.00	22.00 m	ESPIRAL
30	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
31	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
32	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
33	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
34	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
35	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
36	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
37	35.00	1.1	1.2	7.50	20.00	22.00 m	ESPIRAL
38	35.00	1.1	1.2	7.50	20.00	22.00 m	ESPIRAL
39	35.00	1.1	1.2	7.50	20.00	22.00 m	ESPIRAL
40	70.00	0.7	0.9	6.00	NO CURV. TRANSICIÓN	19.00 m	CURVA
41	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
42	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
43	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
44	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
45	15.00	2.1	2.1	8.00	65.00	24.00 m	ESPIRAL
46	10.00	2.9	3	8.00	105.00	24.00 m	ESPIRAL
47	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
48	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
49	10.00	2.9	3	8.00	105.00	24.00 m	ESPIRAL
50	10.00	2.9	3	8.00	105.00	24.00 m	ESPIRAL
51	18.00	1.8	1.8	8.00	50.00	24.00 m	ESPIRAL
52	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
53	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
54	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
55	70.00	0.7	0.9	6.00	NO CURV. TRANSICIÓN	19.00 m	CURVA
56	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
57	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
58	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
59	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
60	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA

Nota: La tabla presenta el cálculo de los sobreanchos, en base a la Velocidad de Diseño, Radio y Peralte. Si en caso el Radio es menor o igual al

mínimo establecido por la DG-2018 se considerará el cálculo de una Curva de Transición.

Tabla 77

Sobreancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa

CURVA #	RADIO	Sa	Sa Real	P%	Lmin E	Lmin P%	TIPO DE CURVA
61	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
62	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
63	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
64	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
65	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
66	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
67	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
68	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
69	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
70	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
71	10.00	2.9	3	8.00	105.00	24.00 m	ESPIRAL
72	10.00	2.9	3	8.00	105.00	24.00 m	ESPIRAL
73	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
74	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
75	30.00	1.2	1.2	8.00	25.00	24.00 m	ESPIRAL
76	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
77	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
78	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
79	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
80	40.00	1	1.2	7.50	15.00	22.00 m	ESPIRAL
81	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
82	90.00	0.6	0.6	5.20	NO CURV. TRANSICIÓN	17.00 m	CURVA
83	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
84	55.00	0.8	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA

85	55.00	0.8	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
86	30.00	1.2	1.2	8.0	25.00	24.00 m	ESPIRAL
87	10.00	2.9	3	8.0	105.00	24.00 m	ESPIRAL
88	55.00	0.8	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
89	60.00	0.7	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
90	30.00	1.2	1.2	8.0	25.00	24.00 m	ESPIRAL
91	60.00	0.7	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
92	60.00	0.7	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
93	60.00	0.7	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
94	30.00	1.2	1.2	8.0	25.00	24.00 m	ESPIRAL
95	55.00	0.8	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
96	55.00	0.8	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
97	60.00	0.7	0.9	6.3	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
98	15.00	2.1	2.1	8.0	65.00	24.00 m	ESPIRAL
99	15.00	2.1	2.1	8.0	65.00	24.00 m	ESPIRAL
100	40.00	1	1.2	6.3	20.00	20.00 m	ESPIRAL

Nota: La tabla presenta el cálculo de los sobreeanchos, en base a la Velocidad de Diseño, Radio y Peralte. Si en caso el Radio es menor o igual al mínimo establecido por la DG-2018 se considerará el cálculo de una Curva de Transición.

Tabla 78

Sobreeancho - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa

CURVA #	RADIO	Sa	Sa Real	P%	Lmin E	Lmin P%	TIPO DE CURVA
101	40.00	1	1.2	6.30	20.00	20.00 m	ESPIRAL
102	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
103	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
104	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
105	40.00	1	1.2	6.30	20.00	20.00 m	ESPIRAL
106	40.00	1	1.2	6.30	20.00	20.00 m	ESPIRAL
107	80.00	0.6	0.6	5.50	NO CURV. TRANSICIÓN	18.00 m	CURVA
108	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL

109	65.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
110	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
111	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
112	40.00	1	1.2	6.30	20.00	20.00 m	ESPIRAL
113	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
114	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
115	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
116	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
117	20.00	1.7	1.8	8.00	45.00	24.00 m	ESPIRAL
118	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA
119	60.00	0.7	0.9	6.30	NO CURV. TRANSICIÓN	20.00 m	CURVA

Nota: La tabla presenta el cálculo de los sobreeanchos, en base a la Velocidad de Diseño, Radio y Peralte. Si en caso el Radio es menor o igual al mínimo establecido por la DG-2018 se considerará el cálculo de una Curva de Transición.

• Curvas Verticales

Son percibidas desde los planos en perfil, se encuentran unidas en la proyección vertical del PIV por pendientes tanto de entrada como de salida, ambas pendientes deberán considerar tener no menos de 0.5% y por ser una carretera de Tercera Clase y habiendo considerado una Velocidad de Diseño de 30km/h su pendiente no debe superar el 10%, en caso supere esta pendiente debe el tramo no debe ser mayor a los 180 m.

Tabla 79*Curvas verticales - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

PVI	Station	PVI	Longitud (m)	Elevation	Grade	In	Grade	S% máx 10%	S% min 0.5%
1	0+000.00m	2021.944m		5.03%				Si	Si
2	0+180.00m	2031.000m	18.74	5.03%	6.63%	1.60%	Sag	Si	Si
3	0+295.00m	2038.627m	108.99	6.63%	6.36%	0.80%	Crest	Si	Si
4	0+505.37m	2052.000m	75.16	6.36%	5.96%	0.60%	Crest	Si	Si
5	0+690.00m	2063.000m	12.80	5.96%	8.38%	2.42%	Sag	Si	Si
6	0+920.00m	2082.275m	250.91	8.38%	8.50%	0.12%	Sag	Si	Si
7	1+105.28m	2098.024m	12.97	8.50%	3.80%	4.70%	Crest	Si	Si
8	1+210.00m	2102.000m	4.80	3.80%	-2.45%	6.25%	Crest	Si	Si
9	1+388.86m	2097.610m	12.81	-2.45%	1.37%	3.83%	Sag	Si	Si
10	1+767.69m	2102.805m	11.34	1.37%	4.02%	2.65%	Sag	Si	Si
11	1+980.00m	2111.336m	4.88	4.02%	-2.13%	6.15%	Crest	Si	Si
12	2+137.47m	2107.981m	4.51	-2.13%	4.52%	6.65%	Sag	Si	Si
13	2+244.96m	2112.841m	12.94	4.52%	10.09%	5.57%	Sag	Si	Si
14	2+425.00m	2131.000m	35.07	10.09%	10.94%	0.86%	Sag	Si	Si
15	2+530.40m	2142.533m	7.37	10.94%	3.48%	7.46%	Crest	Si	Si
16	2+630.00m	2146.000m	4.06	3.48%	11.11%	7.63%	Sag	No	Si
17	2+720.00m	2156.000m	45.90	11.11%	11.76%	0.65%	Sag	No	No
18	2+805.00m	2166.000m	17.00	11.76%	10.00%	1.76%	Crest	No	Si
19	2+895.00m	2175.000m	17.00	10.00%	8.24%	1.76%	Crest	Si	Si
20	3+065.00m	2189.000m	6.59	8.24%	3.68%	4.55%	Crest	Si	Si

Nota: La tabla presenta curvas verticales, son Cóncavas (Sag) o Convexas (Crest).

Tabla 80.*Curvas verticales - camino vecinal chambac - quio - saucepampa - mitopampa*

PVI	Station	PVI	Longitud (m)	Elevation	Grade	In	Grade	S% máx 10%	S% min 0.5%
21	3+255.00m	2196.000m	12.83	3.68%	-3.87%	7.56%	Crest	Si	Si
22	3+358.23m	2192.000m	16.90	-3.87%	-5.65%	1.77%	Crest	Si	Si
23	3+424.16m	2188.275m	4.54	-5.65%	1.39%	7.04%	Sag	Si	Si
24	3+835.00m	2194.000m	7.14	1.39%	-2.81%	4.20%	Crest	Si	Si
25	3+915.93m	2191.729m	5.56	-2.81%	-8.20%	5.39%	Crest	Si	Si
26	4+001.80m	2184.687m	13.06	-8.20%	-5.21%	2.99%	Sag	Si	Si
27	4+108.40m	2179.130m	4.66	-5.21%	1.22%	6.44%	Sag	Si	Si
28	4+225.00m	2180.557m	95.10	1.22%	-0.35%	1.58%	Crest	Si	Si
29	4+328.64m	2180.191m	11.41	-0.35%	-5.12%	4.77%	Crest	Si	Si
30	4+489.34m	2171.962m	56.40	-5.12%	-7.78%	2.66%	Crest	Si	Si
31	4+675.12m	2157.509m	128.42	-7.78%	-8.95%	1.17%	Crest	Si	Si
32	4+805.31m	2145.859m	15.55	-8.95%	-2.20%	6.74%	Sag	Si	Si
33	4+935.00m	2143.000m	18.21	-2.20%	6.03%	8.24%	Sag	Si	Si
34	5+112.35m	2153.702m	35.71	6.03%	10.23%	4.20%	Sag	Si	No
35	5+339.75m	2176.974m	171.31	10.23%	11.11%	0.88%	Sag	No	No
36	5+520.00m	2197.000m	52.75	11.11%	13.95%	2.84%	Sag	No	No
37	5+735.00m	2227.000m	20.00	13.95%	6.45%	7.50%	Crest	No	Si
38	5+890.00m	2237.000m	21.80	6.45%	13.33%	6.88%	Sag	Si	No
39	6+010.00m	2253.000m	22.80	13.33%	10.00%	3.33%	Crest	No	Si
40	6+050.00m	2257.000m	0.38	10.00%	0.00%	10.00%	Crest	Si	Si
41	6+110.88m	2257.000m	13.18	0.00%	-8.50%	8.50%	Crest	Si	Si
42	6+286.77m	2242.044m	21.77	-8.50%	-1.61%	6.89%	Sag	Si	Si
43	6+506.14m	2238.509m	84.98	-1.61%	0.15%	1.77%	Sag	Si	Si
44	6+825.00m	2239.000m	61.81	0.15%	2.58%	2.43%	Sag	Si	Si
45	6+980.00m	2243.000m	16.53	2.58%	-6.49%	9.07%	Crest	Si	Si

Nota: La tabla presenta curvas verticales, son Cóncavas (Sag) o Convexas (Crest).

Tabla 80*Curvas verticales – Camino Vecinal Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa*

PVI	Station	PVI	Longitud (m)	Elevation	Grade	In	Grade	S% máx 10%	S% min 0.5%
46	7+192.88m	2229.179m	64.66	-6.49%	-8.81%	2.32%	Crest	Si	Si
47	7+454.58m	2206.117m	129.51	-8.81%	-9.97%	1.16%	Crest	Si	Si
48	7+671.46m	2184.494m	17.01	-9.97%	-1.15%	8.82%	Sag	Si	Si
49	8+009.27m	2180.607m	36.35	-1.15%	-5.28%	4.13%	Crest	Si	Si
50	8+305.00m	2165.000m	39.41	-5.28%	-1.47%	3.81%	Sag	Si	Si
51	8+566.83m	2161.149m	30.33	-1.47%	-6.42%	4.95%	Crest	Si	Si
52	8+897.59m	2139.927m	61.04	-6.42%	-8.87%	2.46%	Crest	Si	Si
53	9+179.13m	2114.944m	20.43	-8.87%	-1.53%	7.34%	Sag	Si	Si
54	9+312.74m	2112.897m	85.75	-1.53%	-0.23%	1.30%	Sag	Si	Si
55	9+610.24m	2112.201m	27.09	-0.23%	-5.77%	5.54%	Crest	Si	Si
56	10+002.65m	2089.556m	29.39	-5.77%	-0.67%	5.10%	Sag	Si	Si
57	10+456.28m	2086.527m	68.37	-0.67%	-2.86%	2.19%	Crest	Si	Si
58	10+795.82m	2076.811m	28.05	-2.86%	2.49%	5.35%	Sag	Si	Si
59	11+085.00m	2084.000m	32.33	2.49%	7.13%	4.64%	Sag	Si	Si
60	11+520.00m	2115.000m	25.92	7.13%	12.91%	5.79%	Sag	Si	No
61	11+715.00m	2140.181m	30.02	12.91%	7.92%	5.00%	Crest	No	Si
62	11+924.28m	2156.750m	56.18	7.92%	10.59%	2.67%	Sag	Si	No
63	12+125.00m	2178.000m	28.51	10.59%	15.85%	5.26%	Sag	No	No
64	12+225.95m	2194.000m		15.85%				No	

Nota: La tabla presenta curvas verticales, son Cóncavas (Sag) o Convexas (Crest).

Tabla 81

Ancho de calzada

Clasificación Tráfico Tipo Orografía	Autopista								Carretera 4,000 – 2,001 Primera Clase				Carretera 4,000 – 2,001 Primera Clase				Carretera < 400 Tercera Clase						
	>6,000 Primera Clase				6,000 – 4,001 Segunda Clase				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
	1	2	3	4	1	2	3	4															
30 km/h																					6	6	
40 km/h																	6.6	6.6	6.6	6			
50 km/h											7.2	7.2					6.6	6.6	6.6	6.6	6		
60 km/h						7.2	7.2	7	7.2	7	7	7.2	7.2	7.2	7.2	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6			
70 km/h																					6.6	6.6	
80 km/h	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2							6.6	6.6	
90 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2	7.2					7.2						6.6	6.6	
100 km/h	7.2	7.2	7.2		7.2	7.2	7.2		7.2						7.2								
110 km/h	7.2	7.2			7.2																		
120 km/h	7.2	7.2			7.2																		
130 km/h	7.2																						

Nota: Se clasifica según su Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

Tabla 82

Ancho de berma

La berma indicada según la DG 2018 en base a la información del proyecto en estudio es de 0.50m

Clasificación Tráfico Tipo Orografía	Autopista								Carretera 4,000 – 2,001 Primera Clase				Carretera 4,000 – 2,001 Primera Clase				Carretera < 400 Tercera Clase					
	>6,000 Primera Clase				6,000 – 4,001 Segunda Clase				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
	1	2	3	4	1	2	3	4														
30 km/h																					0.5	0.5
40 km/h																	1.2	1.2	0.9	0.5		
50 km/h											2.6	2.6			1.2	1.2	1.2	0.9	0.9			
60 km/h					3	3	2.6	2.6	3	3	2.6	2.6	2	2	1.2	1.2	1.2	1.2				
70 km/h			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1.2		1.2	1.2				
80 km/h	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		2	2			1.2	1.2				
90 km/h	3	3	3		3	3	3		3	3			2				1.2	1.2				
100 km/h	3	3	3		3	3	3		3				2									
110 km/h	3	3			3																	
120 km/h	3	3			3																	
130 km/h	3																					

Nota: Se clasifica según su Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)

4.4.4. Presupuesto de Pavimento Flexible

Figura 23

Análisis de precios unitarios para pavimento flexible

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ – CAJAMARCA						
Sub Presupuesto	01 - PAVIMENTO FLEXIBLE						
Cliente							
Ubicación	CAJAMARCA						
Partida	01.01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 X 3.60					
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ.	Costo unitario directo por : u			1208.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	8.0000	26.06	208.48	
0147010004	PEON	hh	2.0000	16.0000	18.53	296.48	
							504.96
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2",3" Y 4"	kg		1.0000	5.08	5.08	
0205000046	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4"	m3		0.2000	30.00	6.00	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		1.2000	28.81	34.57	
0230990104	GIGANTOGRAFIA	u		1.0500	123.73	129.92	
0230990139	GRAMPAS	cja		0.5550	8.90	4.94	
0238000003	HORMIGON	m3		0.4800	25.00	12.00	
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		50.0000	9.92	496.00	
							688.51
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	504.96	15.15	
							15.15
Partida	01.01.02	ALQUILER DE CASETA PARA OFICINA, ALMACEN Y GUARDIANIA					
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ.	Costo unitario directo por : mes			500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0239010103	ALQUILER DE LOCAL PARA OFICINA, ALMACEN Y GUARDIANIA	mes		1.0000	500.00	500.00	
							500.00
Partida	2.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			6000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0230990124	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb		1.0000	6000.00	6000.00	
							6000.00
Partida	2.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			1200.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0230990123	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb		1.0000	1200.00	1200.00	
							1200.00
Partida	2.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			1400.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0230990125	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb		1.0000	1400.00	1400.00	
							1400.00
Partida	2.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			500.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0230990126	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	glb		1.0000	500.00	500.00	
							500.00
Partida	2.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			1000.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales							
0230990127	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS	glb		1.0000	1000.00	1000.00	
							1000.00

Partida	03.01.01	SEÑALIZACION DE AREAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 1500.0000	EQ. 1500.0000	Costo unitario directo por : m		1.24	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0053	20.49	0.11
		Materiales					0.11
0229040092	CINTA DE SEÑALIZACION		m		1.0500	0.76	0.80
		Equipos					0.80
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.11	0.33
							0.33
Partida	03.01.02	LETREROS INFORMATIVOS					
Rendimiento	u/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : u		153.39	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL		hh	0.1000	0.0160	20.49	0.33
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.1600	18.53	2.96
		Materiales					3.29
0230990135	LETRERO DE AREA DE RESIDUOS SOLIDOS		u		1.0000	50.00	50.00
0230990136	LETRERO DE ALMACEN DE COMBUSTIBLE		u		1.0000	50.00	50.00
0230990137	LETRERO DE ALMACEN DE RESIDUOS PELIGROSOS		u		1.0000	50.00	50.00
		Equipos					150.00
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	3.29	0.10
							0.10
Partida	03.01.03	EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m2		100.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales					
0230990138	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS		u		1.0000	100.00	100.00
							100.00
Partida	04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		0.61	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0320	18.53	0.59
		Materiales					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.59	0.02
							0.61
Partida	04.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN PAVIMENTACIÓN					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		1.62	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0160	26.06	0.42
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0320	18.53	0.59
		Materiales					1.01
0230150042	YESO EN BOLSAS DE 18 KG		bls		0.0050	5.08	0.03
0244010003	ESTACAS DE MADERA		p2		0.1000	2.12	0.21
		Materiales					0.24
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.01	0.03
0349880020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0160	21.19	0.34
							0.37
Partida	04.02.01	CORTE A NIVEL DE LA SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		8.19	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0457	18.53	0.85
		Materiales					0.85
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.85	0.03
0349040094	EXCAVADORA HIDRÁULICA 3290		hm	1.0000	0.0229	320.00	7.31
							7.34
Partida	04.02.02	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1500.0000	EQ. 1500.0000	Costo unitario directo por : m2		3.29	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0107	18.53	0.20
		Materiales					0.20
0239050000	AGUA		m3		0.0300	5.00	0.15

							Equipos	0.15
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.20		0.01	
0348040004	CISTERNA DE AGUA 5000L	hm	1.0000	0.0053	90.00		0.48	
0349030008	RODILLO LISO CS56	hm	1.0000	0.0053	180.00		0.96	
0349090001	MOTONIVELADORA 140k	hm	1.0000	0.0053	280.00		1.49	
							2.94	
Partida	04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			16.68	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0356	18.53	0.66	
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	0.66	0.02	
0348110006	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000		0.0711	155.00	11.02	
0349040095	CARGADOR FRONTAL 962H	hm	1.0000		0.0178	280.00	4.98	
							16.02	
Partida	04.03.01	SUB BASE GRANULAR E=0.20M						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1000.0000	EQ. 1000.0000	Costo unitario directo por : m2			17.21	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	0.1000	0.0008	26.06	0.02	
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0080	20.49	0.16	
0147010004	PEON		hh	8.0000	0.0640	18.53	1.19	
		Materiales						
0239050000	AGUA		m3		0.1200	5.00	0.60	
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	0.66	0.02	
0348110006	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000		0.0711	155.00	11.02	
0349040095	CARGADOR FRONTAL 962H	hm	1.0000		0.0178	280.00	4.98	
							16.02	
Partida	04.03.02	BASE GRANULAR E=15M						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1500.0000	EQ. 1500.0000	Costo unitario directo por : m2			9.38	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.0213	18.53	0.40	
		Materiales						
0205010000	AFIRMADO		m3		0.2500	28.00	7.00	
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	0.39	0.01	
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000		0.0053	90.00	0.48	
0349090001	MOTONIVELADORA 140k	hm	1.0000		0.0053	280.00	1.49	
							1.99	
Partida	04.03.03	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2500.0000	EQ. 2500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.49	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0032	26.06	0.08	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	0.66	0.03	
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	1.0000		0.0032	350.00	1.12	
0349040095	CARGADOR FRONTAL 962H	hm	1.0000		0.0032	280.00	0.90	
0349040096	CAMION IMPRIMADOR DE 1800 GLS	hm	1.0000		0.0032	340.00	1.09	
							3.14	
Partida	04.03.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2.5"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1250.0000	EQ. 1250.0000	Costo unitario directo por : m2			36.63	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
		Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0064	26.06	0.17	
0147010003	OFICIAL		hh	2.0000	0.0128	20.49	0.26	
0147010004	PEON		hh	8.0000	0.0512	18.53	0.95	
		Materiales						
0201050007	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE		m3		0.0650	450.00	29.25	
0203030003	TRANSPORTE DE MEZCLA C/VOLQUETE 10M3		m3		0.0650	76.90	5.00	
		Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	0.66	0.02	
0349030008	RODILLO LISO CS56	hm	1.0000		0.0064	180.00	1.15	
0349030009	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP	hm	1.0000		0.0064	188.95	1.21	
							2.38	

Nota: La figura describe el análisis de precios unitarios que se ha realizado por cada partida para un pavimento flexible, tomando en cuenta los recursos que se utilizarán, esto incluye la mano de obra, materiales y equipos; en base a sus rendimientos, la cuadrilla que sea necesaria y su precio por unidad.

Figura 24.

Presupuesto de Pavimento Flexible

Presupuesto						
Proyecto	VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA					
Sub Presupuesto	01 - PAVIMENTO FLEXIBLE					
Cliente						
Ubicación	CAJAMARCA					
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
01	OBRAS GENERALES					S/. 3,708.62
01.01	TRABAJOS PROVISIONALES					
01.01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 X 3.60	UND		1.00 S/. 1,208.62 S/.	1,208.62	
01.01.02	ALQUILER DE ALMACEN, OFICINA Y GUARDIANIA	MES		5.00 S/. 500.00 S/.	2,500.00	
02	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA					S/. 11,500.00
02.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB		1.00 S/. 6,000.00 S/.	6,000.00	
02.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB		1.00 S/. 1,200.00 S/.	1,200.00	
02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND		2.00 S/. 1,400.00 S/.	2,800.00	
02.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB		1.00 S/. 500.00 S/.	500.00	
02.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS	GLB		1.00 S/. 1,000.00 S/.	1,000.00	
03	PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL					S/. 254.63
03.01	PROGRAMA DE CONTINGENCIA					
03.01.01	SEÑALIZACION DE AREAS	M		1.00 S/. 1.24 S/.	1.24	
03.01.02	LETREROS INFORMATIVOS	UND		1.00 S/. 153.39 S/.	153.39	
03.01.03	EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS	UND		1.00 S/. 100.00 S/.	100.00	
04	PAVIMENTACION					S/. 5,847,092.86
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES					
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	73380.00	S/. 0.61 S/.	44,810.23	
04.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN PAVIMENTACIÓN	M2	73380.00	S/. 1.62 S/.	118,630.51	
04.02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS					
04.02.01	CORTE A NIVEL DE LA SUBRASANTE	M3	22014.00	S/. 8.19 S/.	180,225.79	
04.02.02	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	M2	73380.00	S/. 3.29 S/.	241,199.08	
04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	22014.00	S/. 16.68 S/.	367,163.68	
04.03	PAVIMENTO FLEXIBLE					
04.03.01	SUB BASE GRANULAR E=0.20M	M2	73380.00	S/. 17.21 S/.	1,262,555.73	
04.03.02	BASE GRANULAR E=15M	M2	73380.00	S/. 9.38 S/.	688,329.35	
04.03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	M2	73380.00	S/. 3.49 S/.	256,299.90	
04.03.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2.5"	M2	73380.00	S/. 36.63 S/.	2,687,876.58	
COSTO DIRECTO						S/. 6,067,569.92
GASTOS GENERALES						10.00% S/. 606,756.99
UTILIDAD						5.00% S/. 303,378.50
PARCIAL						S/. 6,977,705.41
I.G.V.						18.00% S/. 1,255,986.97
VALOR REFERENCIAL						S/. 8,233,692.38
SUPERVISIÓN						S/. 20,950.00
PRESUPUESTO TOTAL						S/. 8,254,642.38

Son: OCHO MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y DOS CON 38/100 NUEVOS SOLES

Nota: La figura describe el presupuesto total para el pavimento flexible el cual se rige a un metrado considerado respecto al tramo en estudio, y el Análisis de Precios Unitarios que se hallaron para poder encontrar el monto total que se necesitará para poder ejecutar este diseño de pavimento.

4.4.5. Presupuesto de Pavimento Rígido

Figura 25

Análisis de precios unitarios de pavimento rígido

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ – CAJAMARCA						
Sub Presupuesto	01 - PAVIMENTO FLEXIBLE						
Cliente							
Ubicación	CAJAMARCA						
Partida	01.01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 X 3.60					
Rendimiento	u/DIA	MO. 1.0000	EQ.	Costo unitario directo por : u			1208.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	8.0000	26.06	208.48
0147010004	PEON		hh	2.0000	16.0000	18.53	296.48
							504.96
	Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2",3" Y 4"		kg		1.0000	5.08	5.08
0205000046	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4"		m3		0.2000	30.00	6.00
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bls		1.2000	28.81	34.57
0230990104	GIGANTOGRAFIA		u		1.0500	123.73	129.92
0230990139	GRAMPAS		cja		0.5550	8.90	4.94
0238000003	HORMIGON		m3		0.4800	25.00	12.00
0243040000	MADERA TORNILLO		p2		50.0000	9.92	496.00
							688.51
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	504.96	15.15
							15.15
Partida	01.01.02	ALQUILER DE CASETA PARA OFICINA, ALMACEN Y GUARDIANIA					
Rendimiento	mes/DIA	MO. 1.0000	EQ.	Costo unitario directo por : mes			500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0239010103	ALQUILER DE LOCAL PARA OFICINA, ALMACEN Y GUARDIANIA		mes		1.0000	500.00	500.00
							500.00
Partida	2.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			6000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0230990124	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL		glb		1.0000	6000.00	6000.00
							6000.00
Partida	2.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			1200.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0230990123	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA		glb		1.0000	1200.00	1200.00
							1200.00
Partida	2.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			1400.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0230990125	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD		glb		1.0000	1400.00	1400.00
							1400.00
Partida	2.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			500.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0230990126	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD		glb		1.0000	500.00	500.00
							500.00
Partida	2.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS					
Rendimiento	glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.000	Costo unitario directo por : glb			1000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0230990127	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS		glb		1.0000	1000.00	1000.00
							1000.00

Partida	03.01.01	SEÑALIZACION DE AREAS					
Rendimiento	m/DIA	MO. 1500.0000	EQ. 1500.0000	Costo unitario directo por : m			1.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0053	20.49	0.11
		Materiales					0.11
0229040092	CINTA DE SEÑALIZACION		m		1.0500	0.76	0.80
		Equipos					0.80
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.11	0.33
							0.33
Partida	03.01.02	LETREROS INFORMATIVOS					
Rendimiento	u/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : u			153.39
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL		hh	0.1000	0.0160	20.49	0.33
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.1600	18.53	2.96
		Materiales					3.29
0230990135	LETRERO DE AREA DE RESIDUOS SOLIDOS		u		1.0000	50.00	50.00
0230990136	LETRERO DE ALMACEN DE COMBUSTIBLE		u		1.0000	50.00	50.00
0230990137	LETRERO DE ALMACEN DE RESIDUOS PELIGROSOS		u		1.0000	50.00	50.00
		Equipos					150.00
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	3.29	0.10
							0.10
Partida	03.01.03	EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m2			100.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Materiales					
0230990138	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS		u		1.0000	100.00	100.00
							100.00
Partida	04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2			0.61
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0320	18.53	0.59
		Materiales					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.59	0.02
							0.61
Partida	04.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN PAVIMENTACIÓN					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2			1.62
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.0160	26.06	0.42
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0320	18.53	0.59
		Materiales					1.01
0230150042	YESO EN BOLSAS DE 18 KG		bis		0.0050	5.08	0.03
0244010003	ESTACAS DE MADERA		p2		0.1000	2.12	0.21
		Materiales					0.24
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.01	0.03
0349880020	ESTACION TOTAL		hm	1.0000	0.0160	21.19	0.34
							0.37
Partida	04.02.01	CORTE A NIVEL DE LA SUBRASANTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			8.19
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0457	18.53	0.85
		Materiales					0.85
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.85	0.03
0349040094	EXCAVADORA HIDRÁULICA 3290		hm	1.0000	0.0229	320.00	7.31
							7.34
Partida	04.02.02	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1500.0000	EQ. 1500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.29

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0107	18.53	0.20
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0300	5.00	0.15
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.20	0.01
0348040004	CISTERNA DE AGUA 5000L	hm	1.0000	0.0053	90.00	0.48
0349030008	RODILLO LISO CS56	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.96
0349090001	MOTONIVELADORA 140k	hm	1.0000	0.0053	280.00	1.49
2.94						
Partida	04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3		16.68
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0356	18.53	0.66
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.66	0.02
0348110006	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	4.0000	0.0711	155.00	11.02
0349040095	CARGADOR FRONTAL 962H	hm	1.0000	0.0178	280.00	4.98
16.02						
Partida	5.01	BASE GRANULAR E=16M				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1500.0000	EQ. 1500.0000	Costo unitario directo por : m2		9.38
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0213	18.53	0.40
Materiales						
0205010000	AFIRMADO	m3		0.2500	28.00	7.00
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.39	0.01
0348040003	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 122 HP 2,000 gl	hm	1.0000	0.0053	90.00	0.48
0349090001	MOTONIVELADORA 140k	hm	1.0000	0.0053	280.00	1.49
1.99						
Partida	5.02	COMPACTACION DE BASE DE MATERIAL GRANULAR E=16M, C/EQUIPO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1000.0000	EQ. 1000.0000	Costo unitario directo por : m2		2.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	20.49	0.16
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0160	18.53	0.30
Materiales						
0239050000	AGUA	m3		0.0300	5.00	0.15
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.46	0.01
0348110006	CISTERNA DE AGUA 5000L	hm	1.0000	0.0080	90.00	0.72
0349040095	RODILLO LISO CS56	hm	1.0000	0.0080	180.00	1.44
2.17						
Partida	5.03	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PARA PAVIMENTO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m2		53.39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	26.06	11.58
Materiales						
0202000008	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO #8	kg		0.1500	5.10	0.77
0202010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2000	5.08	1.02
0243040000	MADERA TORNILLO	p2		4.0000	9.92	39.68
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	11.58	0.35
0.35						
Partida	5.04	PAVIMENTO RIGIDO DE CONCRETO				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 44.0000	EQ. 44.0000	Costo unitario directo por : m3		367.02

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1818	26.06	4.74
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.3636	19.05	6.93
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.0909	18.53	20.21
Materiales						
0337010001	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" A 3/4"	m3		0.5300	30.00	15.90
0337010001	ARENA GRUESA	m3		0.5200	55.00	28.60
0337010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		9.7300	28.81	280.32
0239050000	AGUA	m3		0.1751	5.00	0.88
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	110.43	3.31
0348040004	REGLA VIBRADORA FLOTANTE - Motor de 1.5HP	hm	1.0000	0.1818	21.19	3.85
0349030008	VIBRADOAR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.1818	12.50	2.27
9.44						
Parida	5.05	CURADO DE CONCRETO				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m2		2.13
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0640	18.53	1.19
Materiales						
0337010001	ARENA GRUESA	m3		0.0150	55.00	0.83
0239050000	AGUA	m3		0.0150	5.00	0.08
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.98	0.05
0.05						
Parida	5.06	JUNTA ASFALTICA				
Rendimiento	m/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m		12.47
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.1333	26.06	3.47
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.2667	18.53	4.94
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0060	40.00	0.24
0213000025	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal		0.1750	11.86	2.08
0260010003	TECKNOPORT DE 1" X 4" X 8"	gal		0.1250	11.86	1.48
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	8.41	0.25
0.25						

Nota: La figura describe el análisis de precios unitarios que se ha realizado por cada partida para un pavimento rígido, tomando en cuenta los recursos que se utilizarán, esto incluye la mano de obra, materiales y equipos; en base a sus rendimientos, la cuadrilla que sea necesaria y su precio por unidad.

Figura 26.

Presupuesto de Pavimento Rígido

Presupuesto						
Proyecto	VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ – CAJAMARCA					
Sub Presupuesto	02 - PAVIMENTO RIGIDO					
Cliente	CAJAMARCA					
Ubicación	CAJAMARCA					
Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
01	OBRAS GENERALES					S/. 3,708.62
01.01	TRABAJOS PROVISIONALES					
01.01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 X 3.60	UND	1.00	S/. 1,208.62	S/.	1,208.62
01.01.02	ALQUILER DE ALMACEN, OFICINA Y GUARDIANIA	MES	5.00	S/. 500.00	S/.	2,500.00
02	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA					S/. 11,500.00
02.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	GLB	1.00	S/. 6,000.00	S/.	6,000.00
02.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GLB	1.00	S/. 1,200.00	S/.	1,200.00
02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND	2.00	S/. 1,400.00	S/.	2,800.00
02.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00	S/. 500.00	S/.	500.00
02.05	RECURSOS PARA RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS	GLB	1.00	S/. 1,000.00	S/.	1,000.00
03	PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL					S/. 354.63
03.01	PROGRAMA DE CONTINGENCIA					
03.01.01	SEÑALIZACION DE AREAS	M	1.00	S/. 1.24	S/.	1.24
03.01.02	LETREROS INFORMATIVOS	UND	1.00	S/. 153.39	S/.	153.39
03.01.03	EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS	UND	2.00	S/. 100.00	S/.	200.00
04	PAVIMENTACION					S/. 1,157,043.11
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES					
04.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	30575.00	S/.	0.61 S/.	18,670.93
04.01.02	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO EN PAVIMENTACIÓN	M2	30575.00	S/.	1.62 S/.	49,429.38
04.02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS					
04.02.01	CORTE A NIVEL DE LA SUBRASANTE	M3	31553.40	S/.	8.19 S/.	258,323.63
04.02.02	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	M2	73380.00	S/.	3.29 S/.	241,199.08
04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	35339.81	S/.	16.68 S/.	589,420.09
05	PAVIMENTO RIGIDO					S/. 5,490,639.26
05.01	BASE GRANULAR E=0.15M	M2	73380.00	S/.	9.38 S/.	688,329.35
05.02	COMPACTACION DE BASE DE MATERIAL GRANULAR E=16M, C/EQUIPO	M2	73380.00	S/.	2.78 S/.	204,304.60
05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL DE PAVIMENTO	M2	12138.00	S/.	53.39 S/.	648,055.37
05.04	PAVIMENTO RIGIDO DE CONCRETO F' C=210 KG/CM2 CALZADA E=0.18M	M3	10273.20	S/.	367.02 S/.	3,770,420.09
05.05	CURADO DE CONCRETO	M2	73380.00	S/.	2.13 S/.	156,660.43
05.06	JUNTAS ASFALTICAS E=1"	M	1834.50	S/.	12.47 S/.	22,869.43
COSTO DIRECTO						S/. 6,663,245.62
GASTOS GENERALES						10.00% S/. 666,324.56
UTILIDAD						5.00% S/. 333,162.28
PARCIAL						S/. 7,662,732.46
I.G.V.						18.00% S/. 1,379,291.84
VALOR REFERENCIAL						S/. 9,042,024.30
SUPERVISIÓN						S/. 20,950.00
PRESUPUESTO TOTAL						S/. 9,062,974.30

Son: NUEVE MILLONES SESENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS SETENTA Y CUATRO CON 30/100 NUEVOS SOLES

Nota: La figura describe el presupuesto total para el pavimento rígido el cual se rige a un metrado considerado respecto al tramo en estudio, y el Análisis de Precios Unitarios que se hallaron para poder encontrar el monto total que se necesitará para poder ejecutar este diseño de pavimento.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

- Según la clasificación de carreteras que nos brinda la DG – 2018 en el capítulo I, nos estipula que para considerar una carretera de tercera clase se debe de contar con un IMDA menor a 400 veh/día, por lo tanto, analizaremos nuestros resultados obtenidos mediante nuestro estudio de tráfico, donde partimos del IMDA para hallar los Ejes Equivalentes para el pavimento, obteniendo como resultado 206 veh/día, confirmando de este modo que pertenece a una carretera de tercera clase.
- Según el Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos, nos indica que el tránsito está conformado por diferentes tipos de vehículos, los cuales cuentan con diferentes tipos de peso y números de ejes que producen diversas tensiones y deformaciones en el pavimento, originando fallas futuras, es por esto que se tiene en cuenta el cálculo de Ejes Equivalentes, que viene a ser la representación numérica de un número de cargas por eje simple, equivalente a 18 Kips, del cual para pavimento rígido se obtuvo un valor de 219 veh/día y para pavimento flexible igual a 214 veh/día, por consiguiente se obtuvo el Número de ESAL para pavimento flexible: 886131.86 y un ESAL para pavimento rígido: 906459.32, siendo estos valores fundamentales para el diseño estructural del pavimento.
- Respecto al estudio de suelos, el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, nos brinda el número de calicatas que se deben realizar para la exploración de suelos, así mismo nos indica que al ser el estudio a nivel de perfil se pueden realizar 2 calicatas cada 4km; por lo cual se hicieron en total 6 calicatas a los 4+200, 4+550, 8+810, 9+260, 11+600, 11+950; de los cuales se proceden a llevar a ensayos de laboratorio para poder conocer las propiedades y clasificación del material en estudio, se aplicaron ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de atterberg, Proctor modificado y CBR, en donde obtuvimos un CBR promedio de 30.30%, donde la norma nos indica que el suelo es excelente, así mismo se determinó un IP promedio igual a 5.4 siendo de baja plasticidad, donde el manual señala que al ser un suelo poco arcilloso lo hace menos susceptible de presentar problemas asociados a la baja resistencia al corte, los excesivos cambios volumétricos y altas deformaciones. .

- Según el Manual de Carreteras DG-2018 y con los datos obtenidos en campo, Se realizó el diseño geométrico del Camino Vecinal Chambac – Quio – Saucepampa – Mitopampa. En base al Capítulo I: Clasificación por Orografía, el tramo de estudio al que se le realizó el levantamiento topográfico es un Terreno Ondulado (Tipo 2). En Clasificación por Demanda, según los datos obtenidos es una Carretera de Tercera Clase.

Según lo indicado en el Capítulo II: Velocidad de Diseño, pudimos obtener que la Velocidad de Diseño más adecuada es de 40 km/h, por su Clasificación por Orografía y Demanda obtenida, pero debido a que los parámetros establecidos básicos, como lo son Radios mínimos de curvas, Tangentes mínimas, Curvas Verticales y Sobreanchos, son incompatibles con el tramo en estudio se optó por usar una Velocidad de Diseño de 30 km/h puesto a que sus parámetros geométricos si se adecuan mejor a la topografía de este tramo. Haciendo de esta Carretera más segura y sobre todo evitando excesivos movimientos de tierras.

Según el Capítulo III: Tangentes mínimas, nos da a saber que la tangente mínima es de 42.00 metros en trazos en “S”, en caso la Tangente se encuentre entre dos curvas del mismo sentido la Tangente mínima será de 84.00 metros, por último, la tabla nos indica que la longitud máxima de la Tangente será de 500.00 metros. En este capítulo también se nos hace saber los Radios Mínimos adecuados en base a la Velocidad de Diseño y la Topografía obtenida dando como resultado un Radio mínimo de 30.00 metros puesto a que nos encontramos en un Terreno Ondulado y la Velocidad de Diseño escogida es de 30 km/h.

- El autor Briceño en su tesis “Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO-93 y la del Instituto del asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, La Libertad” menciona que la metodología AASHTO-93 presenta mejores resultados para las condiciones propias del camino vecinal, en comparación de la metodología del Instituto del Asfalto, puesto que contempla menos parámetros y menos precisión en el procedimiento y cálculo de espesores, es así que estamos de acuerdo con utilizar la Metodología AASHTO -93, el cual nos brinda una ecuación y un monograma para el diseño estructural de un pavimento flexible, a través de

los cuales obtuvimos un promedio de Numero Estructural (SN) igual a 2.06, y con los datos obtenidos se obtiene por iteración que el espesor de carpeta asfáltica es: 2" \approx 5.08cm, la base: 6" \approx 15.24 cm y la subbase: 4" \approx 10.16 cm; así mismo para los espesores de pavimento rígido se aplica el monograma y fórmulas brindadas por la norma, de lo cual se obtuvo un espesor de 5.5" \approx 14 cm de concreto, y una base granular de 6" \approx 15.24 cm, cumpliendo con la norma AASHTO que nos indica como mínimo un valor de 6" \approx 15.24 cm para base granular.

- El autor Vilchez en su tesis "Análisis comparativo de costos entre pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera marginal tramo ovalo Rondero – Bajo, Portillo, Satipo" menciona en su conclusión que es factible construir un pavimento rígido puesto que tiene mayor costo de construcción pero menor costo en mantenimiento, teniendo en cuenta que estos mantenimientos para un pavimento flexible se realizan cada año, y cada 5 años un Mantenimiento más profundo que implica resanar bacheos a profundidad total de poca extensión, sellos asfáltico y la aplicación de recapeos y fresado, sin embargo para pavimento rígido solo se hacen mantenimiento de relleno de juntas y grietas que aparezcan para evitar su desgaste a la exposición. En esta parte nos mostramos de acuerdo al autor de esta investigación, porque la evaluación económica nos permite contribuir con la selección del tipo de pavimento que se va a ejecutar, puesto que se desea evitar gastos mayores en futuras contemplaciones como son mantenimientos rutinarios; es así que en nuestros resultados obtuvimos que en costo de construcción el Pavimento Rígido es más costoso por S/ 1,086,535.67 respecto al pavimento flexible, siendo favorable para una mejor conservación y menos costo de mantenimiento.

VI. CONCLUSIONES

- El ESAL obtenido tanto para pavimento flexible y pavimento rígido mediante el conteo vehicular fue de 886131.86 y 906459.32, respectivamente.
- Mediante el Estudio de Mecánica de Suelos se obtuvo un CBR promedio de 30.30%, lo cual nos indica que contamos con una subrasante regular.
- Se realizó el diseño geométrico de la vía, la cual se diseñó a en base a una velocidad de 30km/h, dando como resultado una longitud total de Km 12+226.00 y un ancho de calzada promedio de 6.30m
- Se aplicó la Metodología AASHTO, por lo que se pudo establecer lo siguiente, en cuanto al Pavimento flexible el espesor de diseño es de 30.48 cm, con carpeta asfáltica de 2" \approx 5.08cm, base granular de 6" \approx 15.24 cm y subbase de 4" \approx 10.16 cm. De igual forma se estableció que el espesor para el Pavimento rígido es de 5.5" \approx 14 cm y una subbase granular de 6" \approx 15 cm.
- Se elaboraron los presupuestos tanto para Pavimento flexible y Pavimento Rígido, dando como resultado S/ 7,976,438.63 y S/ 9,062,974.30; respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- Respecto a los aspectos topográficos se recomienda monumentar los BM's de manera que estos permanezcan fijos y estables, de esta manera garantizarán un mejor flujo de trabajo en el futuro, un claro ejemplo son los Puntos Geodésicos de Orden "C", los cuales sirven de apoyo para proyectos de ingeniería.
- En el Diseño Horizontal de la carretera, hay tramos pequeños que no cumplen con las tangentes mínimas establecidas por la DG-2018 debido a que se invaden terrenos privados, esta problemática se presentó durante la ejecución del afirmado. Se recomienda llegar a un acuerdo claro y justo entre Contratista y la Comunidad para poder hacer de este proyecto uno seguro, que permita respetar los parámetros fijados.
- Debido al aumento progresivo de vehículos transitando por el tramo en estudio, lo más adecuado será ejecutar Señalización Vertical y Horizontal como lo establece el Manual de Seguridad Vial 2017.
- Se recomienda considerar el sellado de juntas en el caso de un pavimento rígido, puesto que evitará que el agua ingrese por las juntas, la cual puede llegar a dañar los pasadores o barras de amarres y provocar más daños en el pavimento como deslizamientos.

VIII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association of State Highway and Transportation Officials (1993).
AASHTO Guide for Design of Pavement Structures.
- Abau, J. (2021). Análisis comparativo del diseño de pavimento rígido y flexible para el Asentamiento Humano Túpac Amau, Distrito El Porvenir, Trujillo 2021. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad César Vallejo, Trujillo.
- Briceño, L. & Narcizo, W. (2019). Análisis comparativo del diseño estructural del pavimento flexible entre las metodologías de la AASHTO-93 y la del Instituto del asfalto para el camino vecinal de Julcán al caserío de Chuan parte baja, distrito de Julcán, provincia de Julcán, La Libertad. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Canahuiri, R. (2021). Análisis comparativo técnico – económico entre pavimento flexible y rígido por los métodos instituto de asfalto y AASHTO-93, en Jr Abraham Valdelomar, urbanización Tambopata, distrito Juliaca, provincia San Román - Puno. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Peruana Union, Juliaca.
- Condori, E. (2020). Propuesta económica de diseño de pavimento para el intercambio vial a desnivel en la Av. Jorge Basadre Grohmann, tramo: Avenida Intiorko – calle Venezuela, alto de la alianza, Tacna. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada de Tacna, Tacna.
- Cruz, M., & Valencia, D. (2021). Análisis diseño geométrico y estructura de pavimento de cuatro segmentos viales, para el mejoramiento de la movilidad localizados en la carrera 51D entre calle 38-06 sur hasta calle 38^a-19 sur, Barrio Muzú, localidad puente Aranda Bogotá. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Católica, Colombia.
- El Peruano (2023). Transporte, nuestra otra prioridad. Perú.
<https://www.elperuano.pe/noticia/213411-transporte-nuestra-otra-prioridad>

- Instituto Mexicano del Transporte (2019). Manual de Ensayos para Laboratorio: Agregados (AG) para mezclas asfálticas. Sanfandilla.México.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021). Informe técnico Producción Nacional. Lima.
- Instituto Nacional de Vías de Colombia (2008). Manual de Diseño Geométrico. Colombia.
<http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>
- James Cárdenas Grisales (2013). Diseño Geométrico de Carreteras. (Colombia)
- José Mendoza Dueñas (2022). Topografía y Geodesia. Lima - Perú
<https://ingnovando.com/wp-content/uploads/2020/06/MUESTRA-LIBRO-DE-TOPOGRAF%C3%8DA.pdf>
- Josep Maria Franquet Bernis (2010). Nivelación De Terrenos Por Regresión Tridimensional. Universidad Nacional De Educación A Distancia, Tortosa
<https://www.eumed.net/libros-gratis/2011b/967/el%20levantamiento%20topografico%20y%20la%20taquimetria.html>
- Ministerio de Defensa (2015). Especificaciones Técnicas Para Posicionamiento Geodésico Estático Relativo con Receptores Del Sistema Satelital De Navegación Global, Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. Lima
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos. Lima.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de carreteras: Diseño Geométrico. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2024). Informe Multianual de Inversiones en Asociaciones Público Privadas. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima.
- OSITRAN (2020). La causalidad entre el crecimiento económico y la expansión del transporte aéreo: Un análisis empírico para Perú. Lima.
- Paredes, L., & Ramos, I. (2022). Comparación estructural entre el diseño del pavimento rígido y flexible, para el AA.HH. Las Palmeras. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad César Vallejo, Trujillo.
- Venecia, J., & Niño, J. (2021). Diseño de la estructura de pavimento para la carrera 3 entre calles 2 y 2 N en el barrio Villa Fanny y la calle 1B entre carreras 1ª y 1B en el barrio primero de abril en San Alberto Cesar. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Católica, Bogotá.
- Vilchez, C. (2020). Análisis comparativo de costos entre pavimento rígido y flexible de las vías alternas carretera Marginal tramo Ovalo Rondero – Bajo Portillo, Satipo. (Tesis para obtención de Título profesional de Ingeniero Civil). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico

Figura 27.

Inicio de tramo en estudio progresiva 0+000.00



Nota: La figura muestra la progresiva 0+000.00, inicio del tramo en estudio.

Figura 28.

Medición de ancho de vía en progresiva 0+040.00



Nota: La figura muestra que se corroboró que la superficie de rodadura cuenta con el ancho mínimo de vía establecido por la DG-2018 de 6.60 metros para una Carretera de Tercera Clase.

Figura 29.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+050.00



Nota: La figura muestra presencia de ahuellamiento en la progresiva 0+050.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril.

Figura 30.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+160.00



Nota: La figura muestra presencia de ahuellamiento en la progresiva 0+160.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril.

Figura 31.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+140.00



Nota: La figura muestra presencal de ahuellamiento en la progresiva 0+140.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril.

Figura 32.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+200.00



Nota: La figura muestra presencal de ahuellamiento en la progresiva 0+200.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril.

Figura 33.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 0+320.00



Nota: La figura muestra presencias de ahuellamiento en la progresiva 0+320.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril.

Figura 34.

Levantamiento topográfico en progresiva 0+800.00



Nota: La figura muestra que se realizó el levantamiento topográfico en el tramo inicial del Camino Vecinal, progresiva 0+800.00 por medio de una Estación Total.

Figura 35.

Talud izquierdo propenso a erosión en la progresiv 0+800.00



Nota: La figura muestra la progresiva 0+800.00, la cual es propensa a erosionar en su totalidad debido a la mala compactación y a su talud elevado, lo que dejaría expuesta a la alcantarilla

Figura 36.

Las lluvias erosionaron el afirmado en la progresiva 0+900.00



Nota: La figura muestra presencial de ahuellamiento en la progresiva 0+900.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril. Podemos notar la progresiva ausencia de material fino en el afirmado.

Figura 37.

Presencia de saturación en progresiva 1+800.00



Nota: La figura muestra la presencia de saturación en la progresiva 0+140.00 debido a que se encuentra al lado de una captación de agua sin ser aislada del afirmado, lo que hace que la superficie de rodadura sea inestable.

Figura 38.

Talud derecho de la vía propenso a erosión 2+000.00



Nota: La figura muestra la progresiva 2+000.00, la cual es propensa a erosionar en su totalidad debido a la mala compactación y a su talud elevado, lo que dejaría expuesta a la alcantarilla

Figura 39.

Correcta compactación en progresiva 2+200.00



Nota: La figura muestra la progresiva 2+200.00, este tramo se encuentra debidamente compactado y pese a que en los bordes están aparentemente sin compactar estos ya no forman parte de la superficie de rodadura, este tramo cuenta con un ancho de aproximadamente 9.00 metros

Figura 40.

Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 2+450.00



Nota: La figura muestra que se realizó el levantamiento topográfico en el tramo inicial del Camino Vecinal, progresiva 2+450.00 por medio de una Estación Total.

Figura 41.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 2+500.00



Nota: La figura muestra presencal de ahuellamiento en la progresiva 2+500.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril. Podemos notar la progresiva ausencia de material fino en el afirmado.

Figura 42.

Progresiva ausencia de material fino en progresiva 2+700.00



Nota: La figura muestra la progresiva 2+700.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril. Podemos notar la progresiva ausencia de material fino en el afirmado.

Figura 43.

Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 3+560.00



Nota: La figura muestra que se realizó el levantamiento topográfico en el tramo inicial del Camino Vecinal, progresiva 3+560.00 por medio de una Estación Total.

Figura 44.

Progresiva ausencia de material fino en progresiva 3+700.00



Nota: La figura muestra la progresiva 3+700.00 debido a las constantes lluvias y a los malos trabajos de compactación al borde del carril. Podemos notar la progresiva ausencia de material fino en el afirmado.

Figura 45.

Puesto de Salud en progresiva 4+320.00



Nota: La figura muestra en la progresiva 4+320.00 la presencia de un Puesto de Salud, al cual se llega con cierta dificultad cuando llueve debido a la inestabilidad de ciertos tramos del camino vecinal.

Figura 46.

Puesto de salud en progresiva Km. 4+320.00



Nota: La figura muestra en la progresiva 4+320.00 la presencia de un Puesto de Salud, al cual se llega con cierta dificultad cuando llueve debido a la inestabilidad de ciertos tramos del camino vecinal.

Figura 47.

Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 4+950.00



Nota: La figura muestra que se realizó el levantamiento topográfico en el tramo inicial del Camino Vecinal, progresiva 4+950.00 por medio de una Estación Total.

Figura 48.

Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 5+280.00



Nota: La figura muestra que se realizó el levantamiento topográfico en el tramo inicial del Camino Vecinal, progresiva 5+280.00 por medio de una Estación Total.

Figura 49.

Trabajos de levantamiento topográfico en progresiva 7+600.00



Nota: La figura muestra que se realizó el levantamiento topográfico en el tramo inicial del Camino Vecinal, progresiva 7+600.00 por medio de una Estación Total.

Figura 50.

Excesiva presencia de material limoso superficie de rodadura en progresiva 9+600.00



Nota: La figura muestra la excesiva presencia de material limoso, lo que hace de este tramo inestable y peligroso para el transporte vehicular. La presencia de ahuellamiento es muy propensa a notarse en un lapso de tiempo más corto.

Figura 51.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 11+000.00



Nota: La figura muestra la excesiva presencia de material limoso, lo que hace de este tramo inestable y peligroso para el transporte vehicular. La presencia de ahuellamiento es muy propensa a notarse en un lapso de tiempo más corto.

Figura 52.

Presencia excesiva de ripio en superficie de rodadura en progresiva 11+600.00



Nota: La figura muestra el Caserío de Mitopampa donde en la mayoría del tiempo ocurren lluvias muy fuertes; ocasionando que la superficie de rodadura sea afectada, de tal forma que la presencia de material fino sea menor conforme pasan las lluvias.

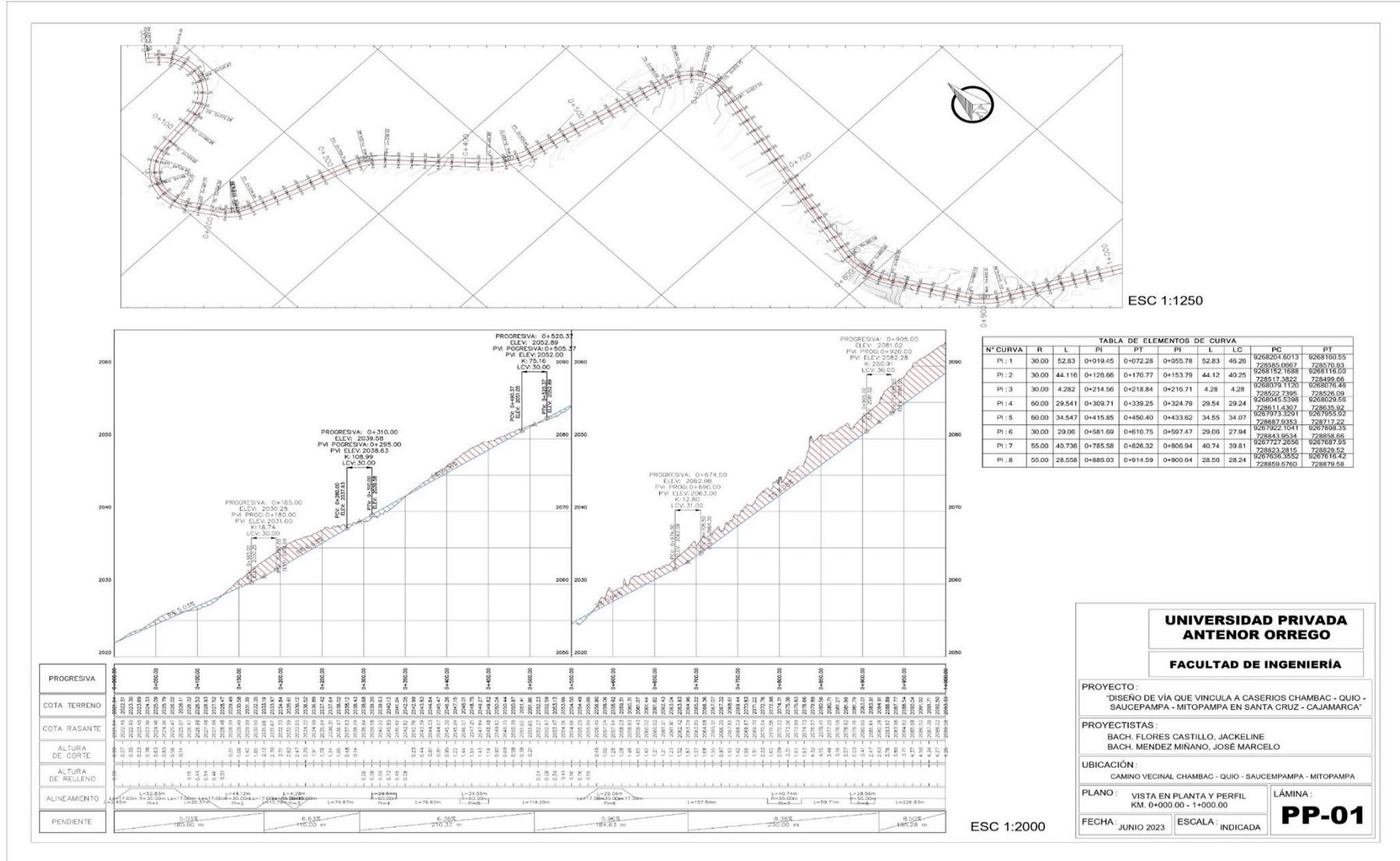
Figura 53.

Presencia de ahuellamiento en progresiva 11+800.00



Nota: La figura muestra el Caserío de Mitopampa donde en la mayoría del tiempo ocurren lluvias muy fuertes; ocasionando que la superficie de rodadura sea afectada, de tal forma que la presencia de material fino sea menor conforme pasan las lluvias

Anexo 2. Planos de vista en planta y perfil de la carretera



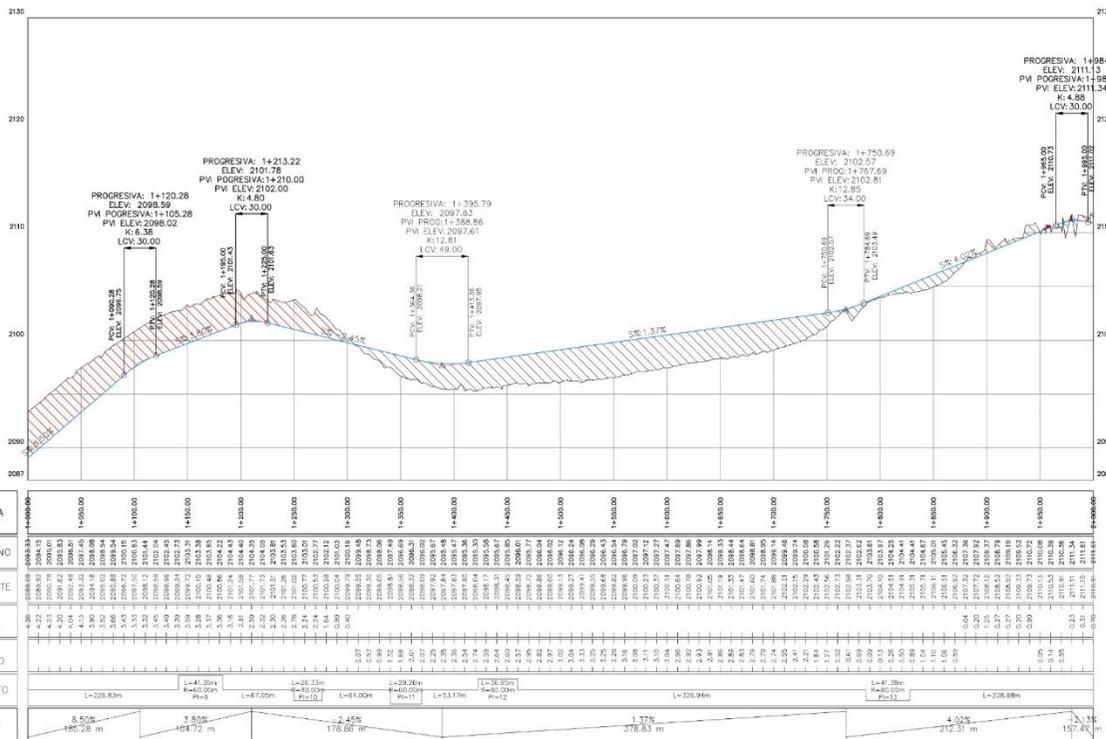
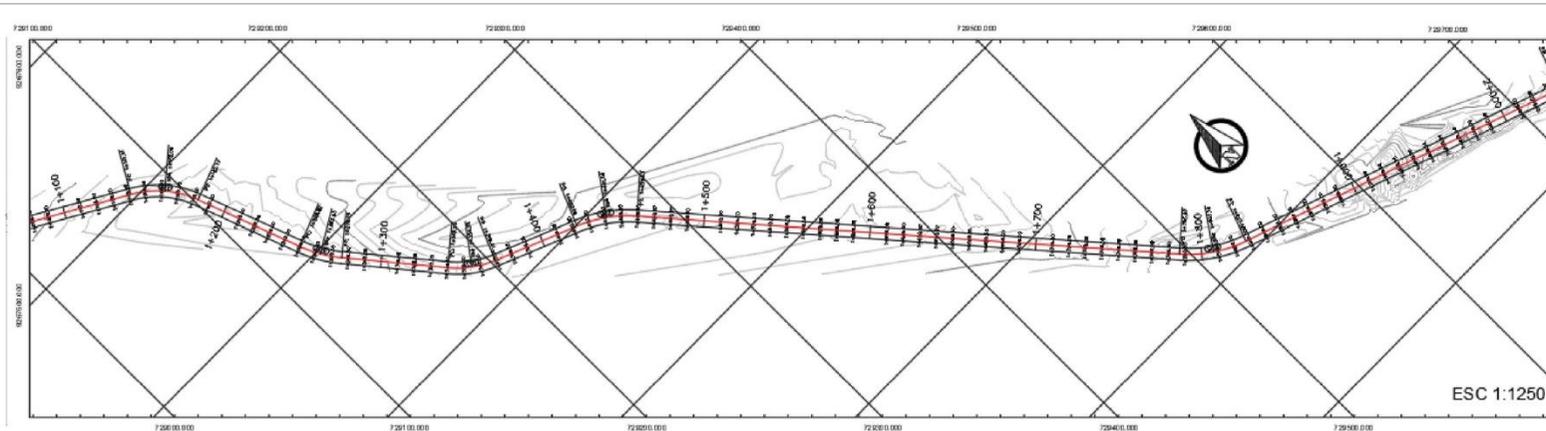


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI: 9	60.00	41.353	1+141.41	1+182.77	1+162.95	41.35	40.54	9267502.9338	9267471.98
PI: 10	80.00	26.334	1+249.82	1+276.15	1+263.10	26.33	26.22	9267406.1768	9267386.45
PI: 11	60.00	29.259	1+340.15	1+368.41	1+355.07	29.26	28.97	9267325.6247	9267338.70
PI: 12	80.00	36.951	1+422.58	1+450.53	1+441.39	36.95	36.62	9267335.9633	9267319.66
PI: 13	80.00	41.386	1+786.47	1+827.86	1+807.64	41.39	40.93	9267179.2762	9267202.51
								9267299.1310	9267277.83
								9267351.5814	9267303.21
								9267030.2372	9267007.14
								926494.9481	926528.74

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 1+000.00 - 2+000.00

FECHA: JUNIO 2023

ESCALA: INDICADA

PP-02

ESC 1:2000

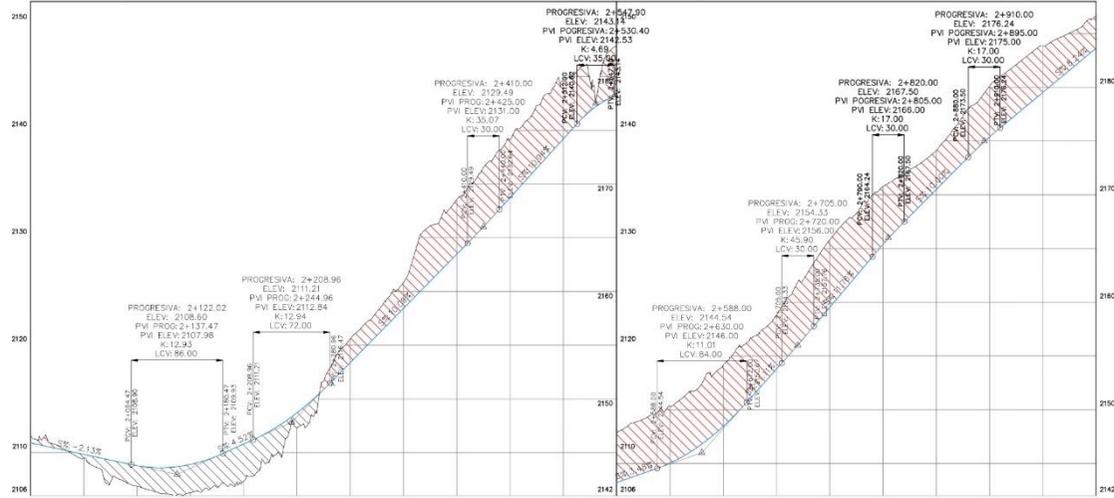
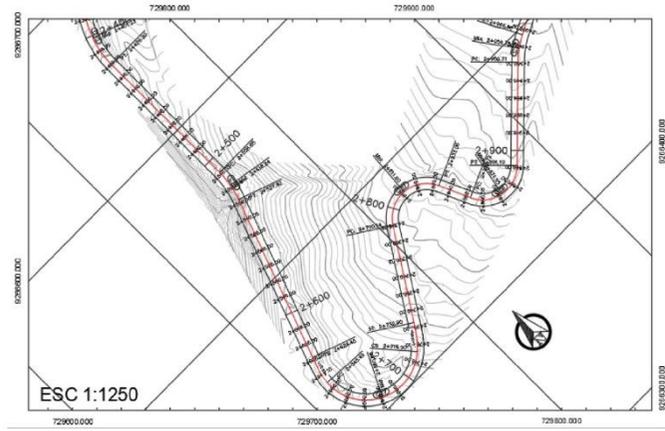
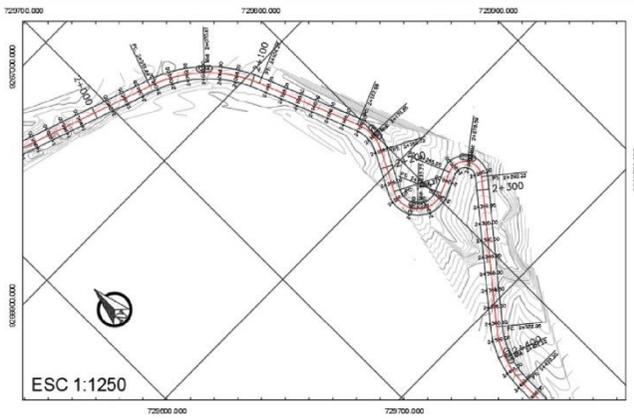


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI: 14	80.00	67.537	2+036.84	2+104.37	2+072.77	67.54	65.55	9266937.264	9266891.98
PI: 15	25.00	21.744	2+167.98	2+189.72	2+179.58	21.74	21.07	9266833.0303	9266811.99
PI: 16	15.00	36.925	2+215.27	2+252.19	2+257.68	36.93	28.28	926706.8678	926735.35
PI: 17	55.00	37.936	2+382.26	2+420.20	2+402.02	37.94	37.19	9266785.3814	9266758.62
PI: 18	55.00	19.174	2+508.05	2+527.82	2+518.33	19.17	19.08	9266684.8910	9266653.99
PI: 19	30.00	70.439	2+645.46	2+715.90	2+717.05	70.44	55.34	9266435.6661	9266411.00
PI: 20	10.00	26.671	2+265.55	2+292.22	2+306.91	26.67	19.44	926715.4466	926764.98
PI: 21	20.00	42.918	2+790.14	2+833.06	2+828.94	42.92	35.14	9269775.3061	9269758.99
PI: 22	20.00	38.466	2+852.72	2+891.18	2+891.39	38.47	32.81	926815.5391	926827.21
PI: 23	55.00	16.155	2+950.71	2+966.86	2+958.84	16.16	16.1	9266472.3031	9266469.58
								926606.5493	92661.69
								9266451.6200	9266445.47
								926849.7098	926881.93
								9266487.0229	9266486.43
								728924.5495	728937.60

PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE	ALTURA DE RELLENO	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
2+000.00	2111.17	2111.17	0.00	0.00	L=208.38m R=14	-2.13%
2+050.00	2105.65	2105.65	0.00	0.00	L=63.60m	157.47 m
2+100.00	2108.96	2108.96	0.00	0.00	L=21.24m	4.52%
2+150.00	2108.60	2108.60	0.00	0.00	L=36.93m	107.49 m
2+200.00	2112.21	2112.21	0.00	0.00	L=30.04m	10.08%
2+250.00	2112.54	2112.54	0.00	0.00	L=30.04m	182.04 m
2+300.00	2129.49	2129.49	0.00	0.00	L=37.34m	10.94%
2+350.00	2131.00	2131.00	0.00	0.00	L=88.45m	105.40 m
2+400.00	2143.14	2143.14	0.00	0.00	L=18.17m	3.48%
2+450.00	2143.95	2143.95	0.00	0.00	L=100.64m	97.60 m
2+500.00	2167.50	2167.50	0.00	0.00	L=70.44m	11.11%
2+550.00	2184.53	2184.53	0.00	0.00	L=27.00m	90.00 m
2+600.00	2176.24	2176.24	0.00	0.00	L=57.24m	84.00 m
2+650.00	2176.00	2176.00	0.00	0.00	L=42.00m	10.00%
2+700.00	2176.00	2176.00	0.00	0.00	L=38.47m	90.00 m
2+750.00	2176.00	2176.00	0.00	0.00	L=59.52m	170.00 m
2+800.00	2176.00	2176.00	0.00	0.00	L=16.16m	

ESC 1:2000

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTENOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBARC - QUIJO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

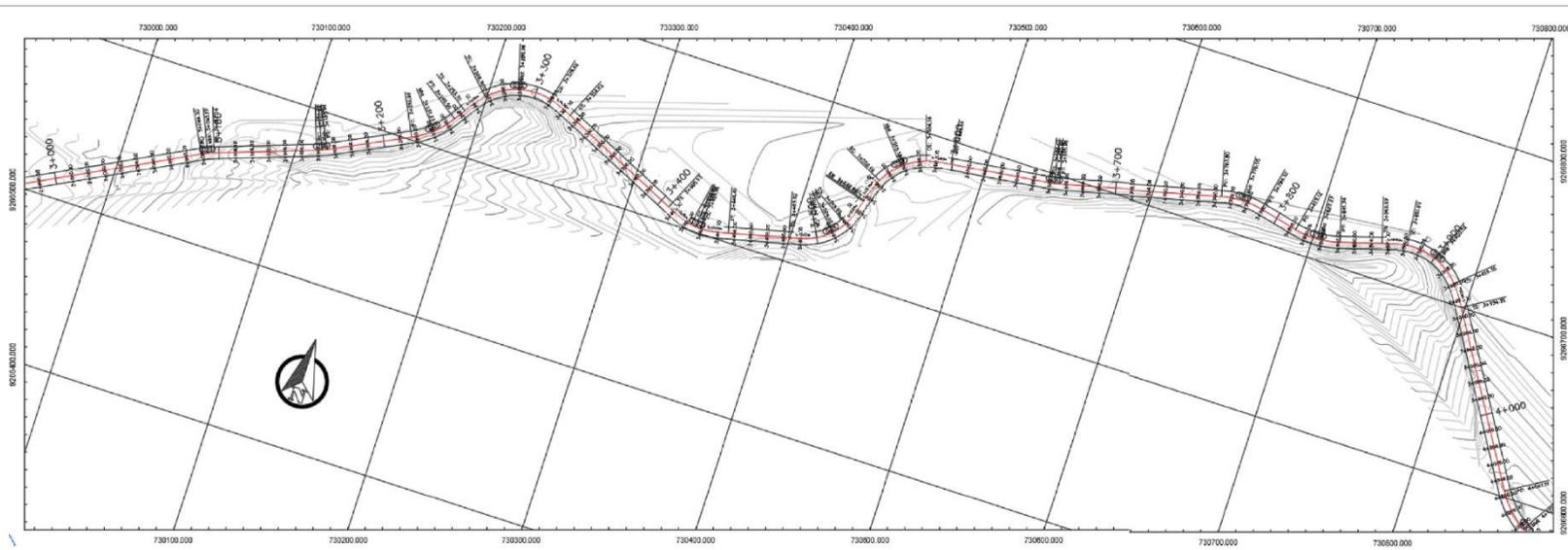
UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBARC - QUIJO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 2+000.00 - 3+000.00

FECHA: JUNIO 2023

ESCALA: INDICADA

PP-03



ESC 1:1250

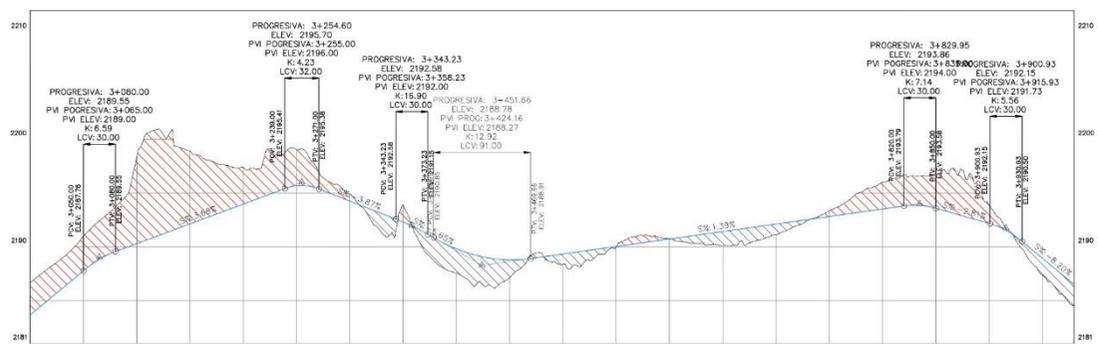


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA												
N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT			
PI: 24	55.00	7.736	3+089.30	3+097.04	3+093.18	7.74	7.73	9296552.8865	9296555.396			
PI: 25	55.00	6.436	3+159.03	3+165.46	3+162.25	6.44	6.43	9296576.5305	9296579.02			
PI: 26	55.00	28.535	3+216.98	3+245.50	3+231.56	28.53	28.22	9296601.9315	9296603.7			
PI: 27	40.00	41.319	3+268.30	3+306.62	3+291.02	41.32	39.51	9296638.4655	9296649.01			
PI: 28	35.00	6.485	3+422.93	3+429.41	3+426.18	6.48	6.48	9296660.5455	9296662.01			
PI: 29	35.00	19.803	3+500.02	3+519.82	3+510.20	19.8	19.54	9296681.4545	9296682.96			
PI: 30	40.00	31.519	3+552.62	3+584.14	3+569.25	31.52	30.71	9296693.86	9296698.82			
PI: 31	60.00	6.96	3+659.03	3+655.98	3+662.51	6.96	6.96	9296693.3361	9296695.21			
PI: 32	55.00	25.504	3+783.80	3+780.30	3+776.78	25.5	25.28	9296713.6350	9296714.20			
PI: 33	55.00	28.221	3+813.12	3+841.34	3+827.55	28.22	27.91	9296725.2724	9296725.2724			
PI: 34	40.00	37.666	3+881.69	3+919.35	3+902.05	37.67	36.29	9296755.4368	9296759.31			

PROGRESIVA	3+000.00	3+050.00	3+100.00	3+150.00	3+200.00	3+250.00	3+300.00	3+350.00	3+400.00	3+450.00	3+500.00	3+550.00	3+600.00	3+650.00	3+700.00	3+750.00	3+800.00	3+850.00	3+900.00	3+950.00	4+000.00	
COTA TERRENO	2183.55	2184.47	2185.45	2186.43	2187.41	2188.39	2189.37	2190.35	2191.33	2192.31	2193.29	2194.27	2195.25	2196.23	2197.21	2198.19	2199.17	2200.15	2201.13	2202.11	2203.09	2204.07
COTA RASANTE	2183.55	2184.47	2185.45	2186.43	2187.41	2188.39	2189.37	2190.35	2191.33	2192.31	2193.29	2194.27	2195.25	2196.23	2197.21	2198.19	2199.17	2200.15	2201.13	2202.11	2203.09	2204.07
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO	L=122.44m		L=61.99m																			
PENDIENTE	-0.75%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%		-0.61%	

ESC 1:2000

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

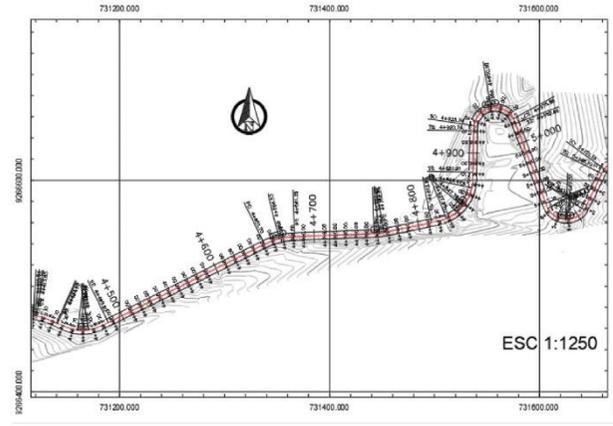
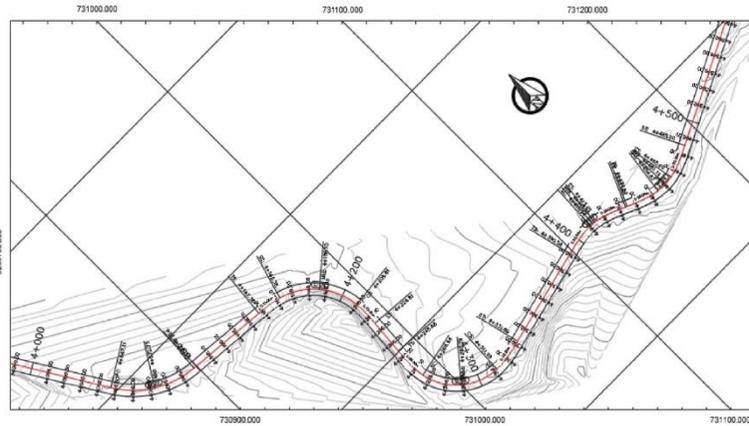
PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 3+000.00 - 4+000.00

FECHA: JUNIO 2023 ESCALA: INDICADA

PP-04



ESC 1:1250

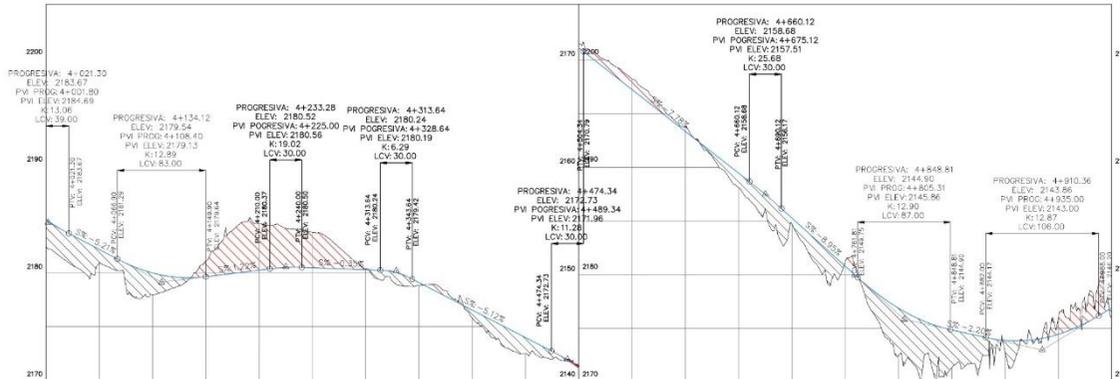


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA

N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI : 35	55.00	51.228	4+047.11	4+098.34	4+074.76	51.23	49.4	9266903.5482	9266577.32
PI : 36	40.00	47.428	4+102.38	4+209.81	4+189.33	47.43	44.7	9266570.3776	9266535.96
PI : 37	35.00	46.213	4+265.68	4+311.89	4+292.85	46.21	42.93	9266480.3929	9266452.45
PI : 38	35.00	3.103	4+410.54	4+413.65	4+412.10	3.1	3.1	9266511.8571	9266471.57
PI : 39	35.00	10.93	4+454.67	4+465.60	4+460.18	10.93	10.89	9266488.6484	9266471.57
PI : 40	70.00	29.641	4+651.70	4+681.35	4+666.75	29.64	29.42	9266559.4848	9266546.73
PI : 41	60.00	9.846	4+757.05	4+766.89	4+761.98	9.85	9.83	9266549.5521	9266550.72
PI : 42	40.00	39.055	4+827.85	4+866.91	4+849.00	39.05	37.52	9266563.8190	9266592.07
PI : 43	20.00	50.12	4+925.74	4+975.86	4+986.54	50.12	38	9266651.4701	9266658.01
								731537.9952	731574.77

PROGRESIVA	4+000.00	4+050.00	4+100.00	4+150.00	4+200.00	4+250.00	4+300.00	4+350.00	4+400.00	4+450.00	4+500.00	4+550.00	4+600.00	4+650.00	4+700.00	4+750.00	4+800.00	4+850.00	4+900.00	4+950.00	4+999.00	
COTA TERRENO	2184.50	2182.44	2180.42	2178.54	2176.86	2175.35	2174.00	2172.80	2171.75	2170.85	2170.00	2169.20	2168.50	2167.90	2167.40	2167.00	2166.70	2166.50	2166.40	2166.40	2166.50	2166.60
COTA RASANTE	2184.50	2182.44	2180.42	2178.54	2176.86	2175.35	2174.00	2172.80	2171.75	2170.85	2170.00	2169.20	2168.50	2167.90	2167.40	2167.00	2166.70	2166.50	2166.40	2166.40	2166.50	2166.60
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
ALINEAMIENTO	L=112.70m																					
FENDIENTE	8.21%	106.60 m	1.22%	116.60 m	0.75%	103.64 m	0.75%	160.77 m	5.12%	185.77 m	0.05%	130.19 m	8.05%	129.69 m	2.20%	129.69 m	6.02%	127.35 m				

ESC 1:2000

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

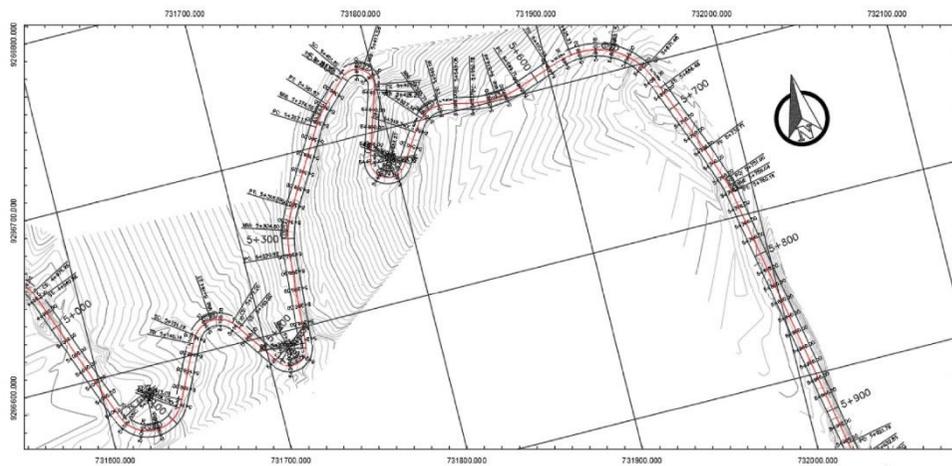
PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO:
VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 4+000.00 - 5+000.00

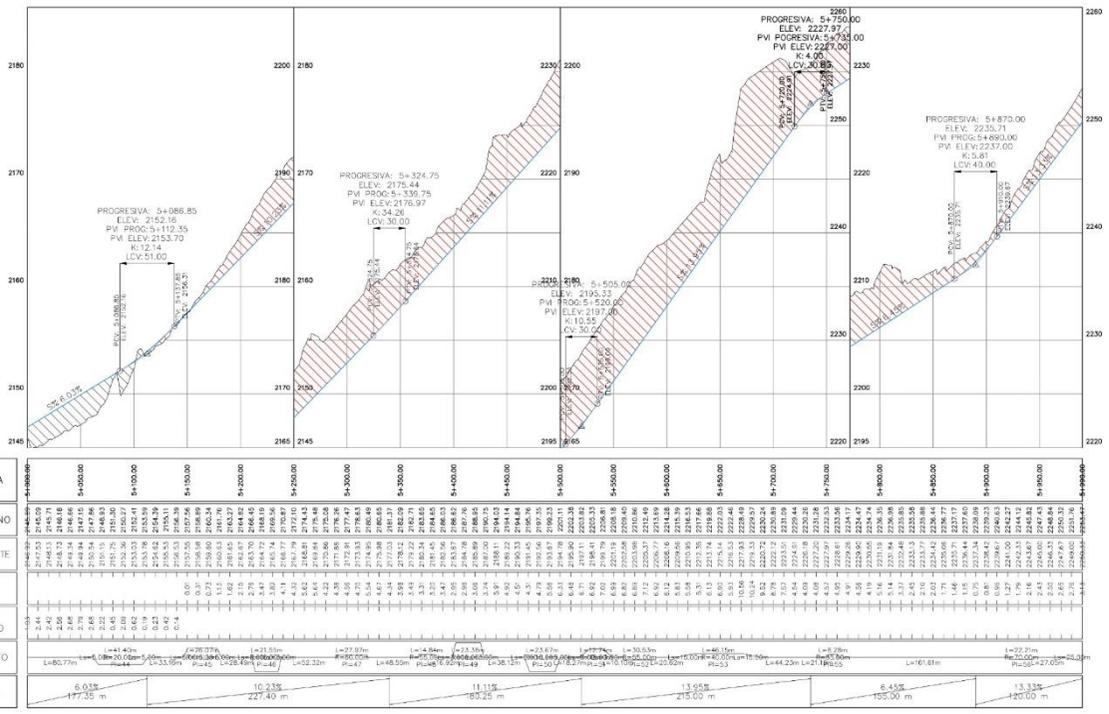
LÁMINA:
PP-05

FECHA: JUNIO 2023
ESCALA: INDICADA



ESC 1:1250)

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA										
N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT	
PI : 44	20.00	41.402	5+066.63	5+108.03	5+100.32	41.4	34.4	9266573.4709	9266571.98	
PI : 45	15.00	26.07	5+151.19	5+177.26	5+168.93	26.07	22.91	731907.7669	731642.13	
PI : 46	10.00	21.549	5+213.75	5+235.30	5+232.35	21.55	17.62	9266103.5383	9266572.39	
PI : 47	60.00	27.996	5+290.62	5+318.58	5+304.89	27.97	27.71	731861.4851	731684.32	
PI : 48	55.00	14.842	5+367.13	5+381.97	5+374.60	14.84	14.8	9266582.8776	9266587.03	
PI : 49	10.00	23.382	5+401.89	5+425.27	5+425.23	23.38	18.41	731705.7493	731722.71	
PI : 50	10.00	23.871	5+471.39	5+495.06	5+495.91	23.67	18.52	9266542.7885	9266666.23	
PI : 51	18.00	12.74	5+527.34	5+540.08	5+533.99	12.74	12.48	731726.7533	731735.03	
PI : 52	55.00	30.529	5+559.18	5+589.71	5+574.84	30.53	30.14	9266703.9568	9266722.54	
PI : 53	40.00	46.149	5+625.33	5+671.48	5+651.38	46.15	43.63	731759.8490	731769.05	
PI : 54	55.00	8.275	5+751.90	5+760.18	5+756.05	8.28	8.27	9266736.2190	9266726.52	
PI : 55	70.00	22.213	5+921.78	5+944.00	5+932.99	22.21	22.12	731785.9634	731799.18	
PI : 56	30.00	9.585	5+996.05	6+005.63	6+000.88	9.59	9.54	9266892.3655	9266874.47	
								9266700.3040	9266700.72	
								731821.2612	731832.80	
								9266702.2153	9266704.11	
								731851.5689	731881.85	
								9266715.1120	9266697.17	
								731915.4885	731955.28	
								9266822.5405	9266814.67	
								731985.3126	731987.49	
								9266445.0937	9266435.21	
								732018.1263	732026.70	
								9266391.7795	9266387.32	
								732053.8084	732062.26	



ESC 1:2000

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTENOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENZES MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO:
VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 5+000.00 - 6+000.00

LÁMINA:
PP-06

FECHA:
JUNIO 2023

ESCALA:
INDICADA

PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE	ALTURA DE RELLENO	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
5+000.00	2145.00	2145.00	0.00	0.00	L=80.77m	6.03%
5+100.00	2152.16	2152.16	0.00	0.00	L=33.96m	177.35 m
5+200.00	2165.00	2165.00	0.00	0.00	L=30.00m	10.23%
5+300.00	2175.44	2175.44	0.00	0.00	L=42.00m	227.40 m
5+400.00	2185.00	2185.00	0.00	0.00	L=30.00m	11.11%
5+500.00	2195.00	2195.00	0.00	0.00	L=30.00m	85.25 m
5+600.00	2205.00	2205.00	0.00	0.00	L=30.00m	13.95%
5+700.00	2215.00	2215.00	0.00	0.00	L=30.00m	215.00 m
5+800.00	2225.00	2225.00	0.00	0.00	L=30.00m	6.45%
5+900.00	2235.00	2235.00	0.00	0.00	L=30.00m	105.00 m
5+900.00	2245.00	2245.00	0.00	0.00	L=30.00m	13.33%
5+900.00	2255.00	2255.00	0.00	0.00	L=30.00m	120.00 m

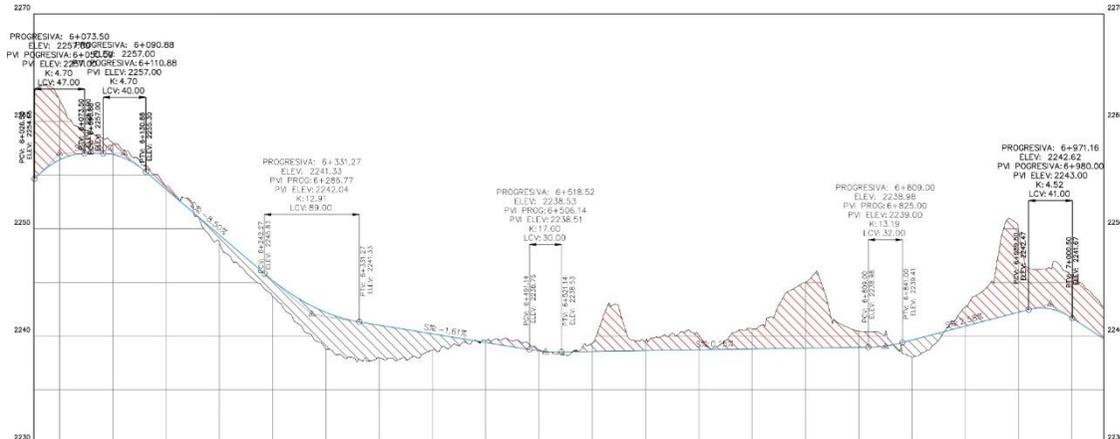
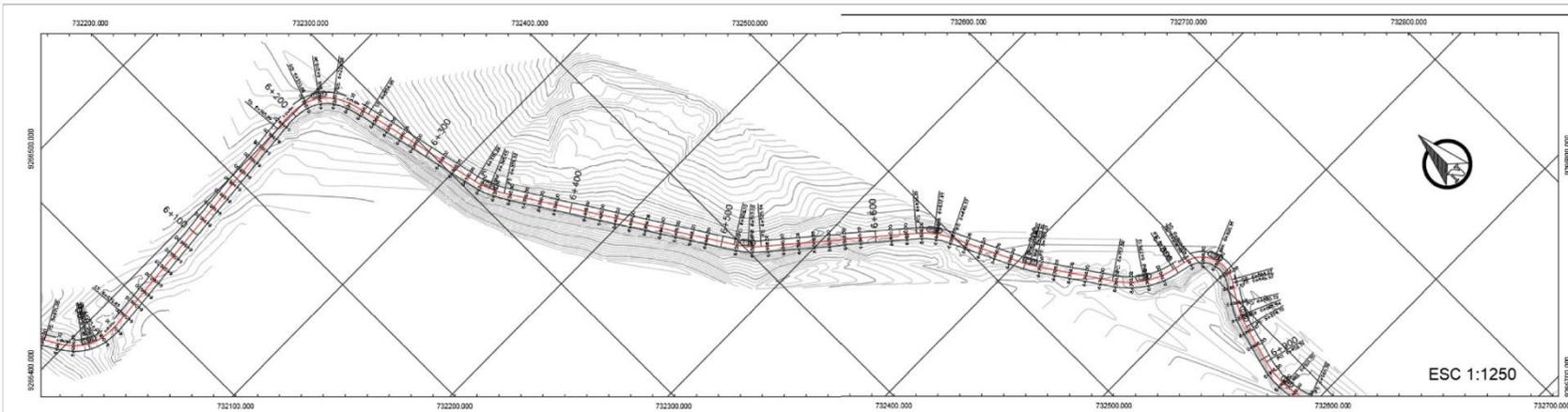


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI: 57	30.00	18.194	6+210.88	6+229.06	6+220.25	18.19	17.92	9296398.8825	9296388.33
PI: 58	60.00	20.533	6+335.28	6+355.82	6+345.65	20.53	20.43	9296206.4043	9296280.88
PI: 59	60.00	17.843	6+508.10	6+525.94	6+517.09	17.84	17.78	9296138.2305	9296124.77
PI: 60	55.00	22.756	6+626.61	6+649.37	6+636.15	22.76	22.59	9296059.1477	9296041.21
PI: 61	60.00	8.796	6+698.41	6+707.21	6+702.82	8.8	8.79	9295956.5636	9295948.16
PI: 62	55.00	41.082	6+757.58	6+798.66	6+779.13	41.08	40.13	9295854.5153	9295826.26
PI: 63	20.00	36.112	6+808.88	6+844.97	6+834.21	36.11	31.4	9295751.9458	9295723.83
PI: 64	55.00	16.44	6+860.32	6+876.76	6+868.60	16.44	16.38	9295652.2491	9295624.82
PI: 65	60.00	37.67	6+902.71	6+940.38	6+922.19	37.67	37.05	9295551.9998	9295581.04

PROGRESIVA	6+000.00	6+100.00	6+200.00	6+300.00	6+400.00	6+500.00	6+600.00	6+700.00	6+800.00	6+900.00	6+900.00	7+000.00
COTA TERRENO	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85
COTA RASANTE	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85	2251.85
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO	[Diagram showing horizontal alignment with curve lengths and stationing]											
PENDIENTE	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO:
VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 6+000.00 - 7+000.00

LÁMINA:
PP-07

FECHA: JUNIO 2023
ESCALA: INDICADA

ESC 1:2000

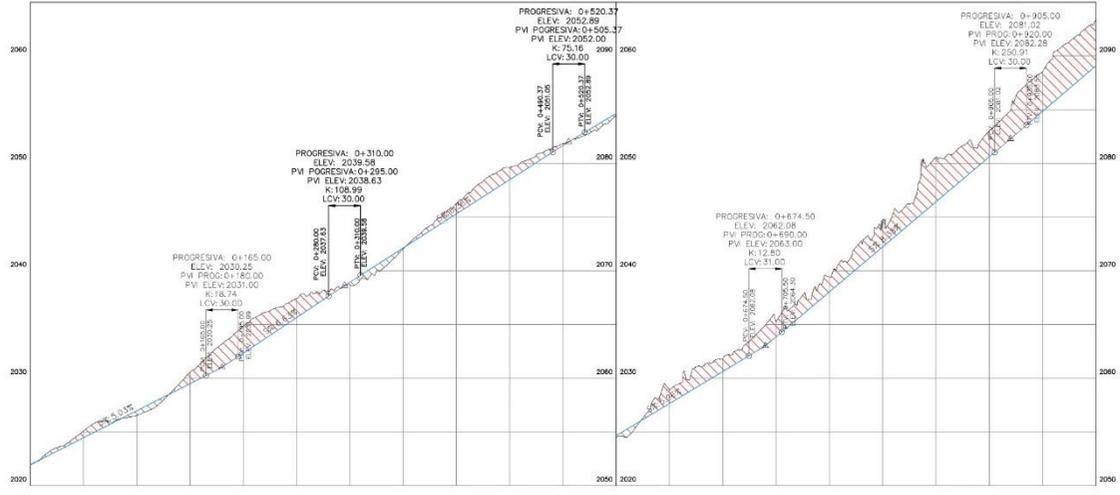
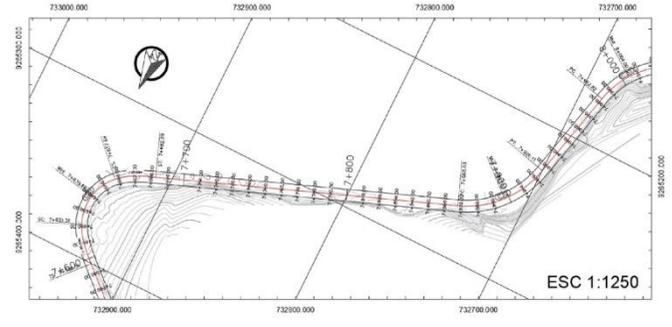
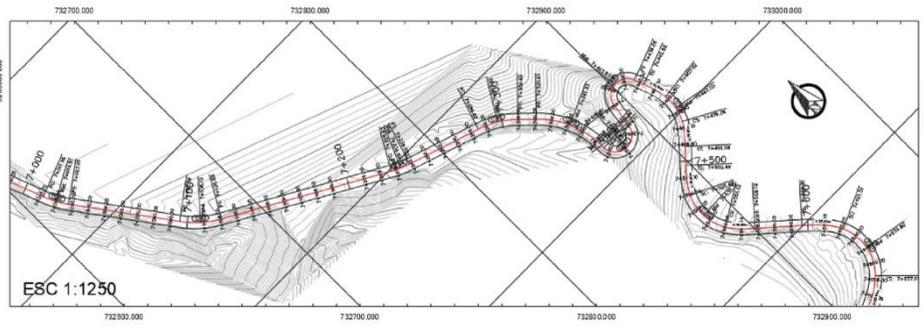


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
N° CURVA	R	L	PT	PI	L	LC	PC	PT	
PI: 66	60.00	16.014	7+011.90	7+027.91	7+019.95	16.01	15.97	9265736.4805	9265722.43
PI: 67	60.00	25.468	7+095.36	7+120.83	7+108.29	25.47	25.28	9265665.8748	9265651.02
PI: 68	60.00	11.716	7+226.83	7+238.55	7+232.71	11.72	11.7	9265598.5548	9265583.78
PI: 69	55.00	24.802	7+284.82	7+309.62	7+297.43	24.8	24.59	9265517.4644	9265501.14
PI: 70	55.00	41.434	7+320.61	7+362.04	7+342.37	41.43	40.46	9265458.0304	9265442.70
PI: 71	10.00	29.384	7+366.11	7+395.50	7+464.22	29.38	19.9	9265383.8842	9265368.47
PI: 72	10.00	26.261	7+410.40	7+436.06	7+448.33	26.26	19.34	9265317.8332	9265301.70
PI: 73	30.00	18.162	7+457.92	7+476.08	7+467.28	18.16	17.89	9265251.8352	9265235.29
PI: 74	30.00	29.62	7+520.49	7+550.12	7+536.64	29.62	28.43	9265187.8126	9265171.49
PI: 75	30.00	36.179	7+621.51	7+657.09	7+642.16	36.18	34.03	9265123.8352	9265107.06
PI: 76	60.00	58.077	7+868.03	7+926.11	7+899.57	58.08	55.84	9265058.8126	9265041.79
PI: 77	55.00	42.376	7+982.82	8+025.19	8+005.12	42.38	41.34	9264993.8126	9264976.47

PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE	ALTURA DE RELLENO	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
0+000.00	2020.00	2020.00	0.00	0.00	L=12.80m R=30.00m PI=1	5.03%
0+100.00	2025.00	2025.00	0.00	0.00	L=14.12m R=30.00m PI=2	6.53%
0+200.00	2030.00	2030.00	0.00	0.00	L=4.28m R=30.00m PI=3	6.53%
0+300.00	2035.00	2035.00	0.00	0.00	L=74.87m R=30.00m PI=4	6.53%
0+400.00	2040.00	2040.00	0.00	0.00	L=76.63m R=30.00m PI=5	6.53%
0+500.00	2045.00	2045.00	0.00	0.00	L=24.55m R=30.00m PI=6	6.53%
0+600.00	2050.00	2050.00	0.00	0.00	L=14.29m R=30.00m PI=7	6.53%
0+700.00	2055.00	2055.00	0.00	0.00	L=28.05m R=30.00m PI=8	6.53%
0+800.00	2060.00	2060.00	0.00	0.00	L=114.29m R=30.00m PI=9	6.53%
0+900.00	2065.00	2065.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=10	6.53%
0+1000.00	2070.00	2070.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=11	6.53%
0+1100.00	2075.00	2075.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=12	6.53%
0+1200.00	2080.00	2080.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=13	6.53%
0+1300.00	2085.00	2085.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=14	6.53%
0+1400.00	2090.00	2090.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=15	6.53%
0+1500.00	2095.00	2095.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=16	6.53%
0+1600.00	2100.00	2100.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=17	6.53%
0+1700.00	2105.00	2105.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=18	6.53%
0+1800.00	2110.00	2110.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=19	6.53%
0+1900.00	2115.00	2115.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=20	6.53%
0+2000.00	2120.00	2120.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=21	6.53%
0+2100.00	2125.00	2125.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=22	6.53%
0+2200.00	2130.00	2130.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=23	6.53%
0+2300.00	2135.00	2135.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=24	6.53%
0+2400.00	2140.00	2140.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=25	6.53%
0+2500.00	2145.00	2145.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=26	6.53%
0+2600.00	2150.00	2150.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=27	6.53%
0+2700.00	2155.00	2155.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=28	6.53%
0+2800.00	2160.00	2160.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=29	6.53%
0+2900.00	2165.00	2165.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=30	6.53%
0+3000.00	2170.00	2170.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=31	6.53%
0+3100.00	2175.00	2175.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=32	6.53%
0+3200.00	2180.00	2180.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=33	6.53%
0+3300.00	2185.00	2185.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=34	6.53%
0+3400.00	2190.00	2190.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=35	6.53%
0+3500.00	2195.00	2195.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=36	6.53%
0+3600.00	2200.00	2200.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=37	6.53%
0+3700.00	2205.00	2205.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=38	6.53%
0+3800.00	2210.00	2210.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=39	6.53%
0+3900.00	2215.00	2215.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=40	6.53%
0+4000.00	2220.00	2220.00	0.00	0.00	L=117.70m R=30.00m PI=41	6.53%

ESC 1:2000

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBA - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBA - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL LÁMINA:
KM. 7+000.00 - 8+000.00 **PP-08**

FECHA: JUNIO 2023 ESCALA: INDICADA

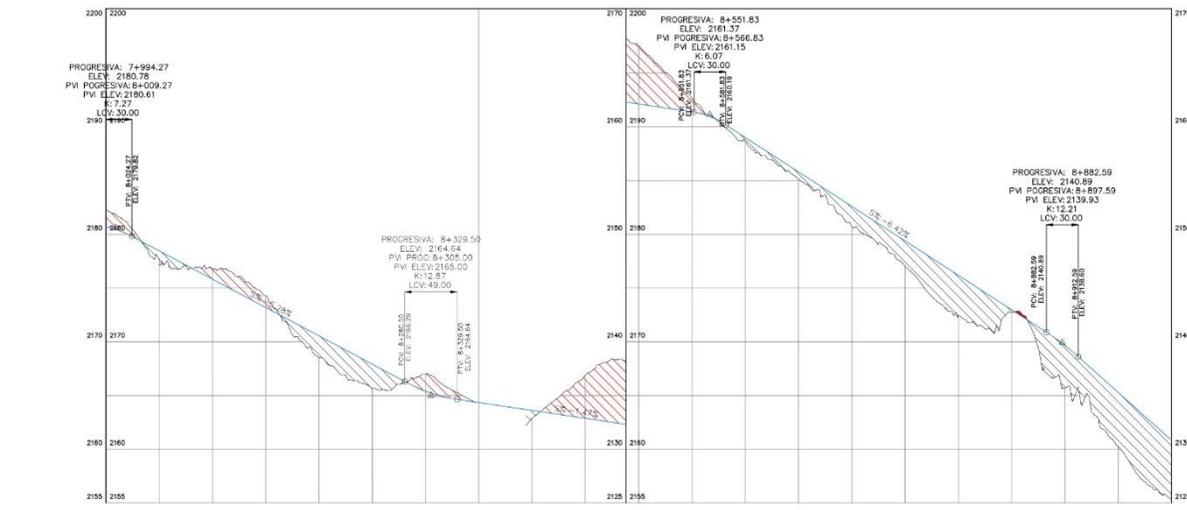
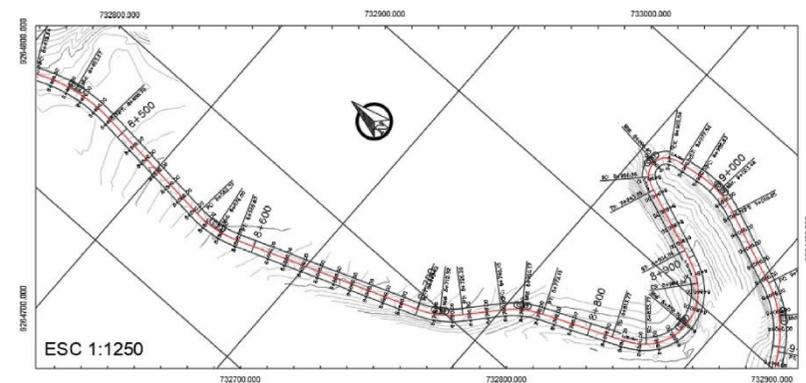
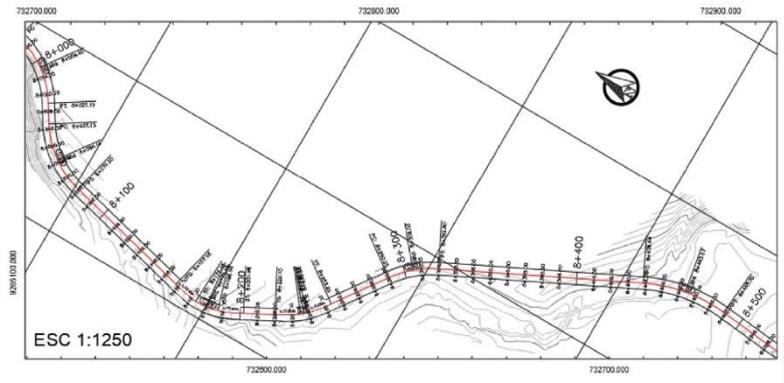


Tabla de Elementos de Curva

N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI - 78	55.00	42.072	8+037.13	8+079.20	8+059.25	42.07	41.05	9285131.3615	9285097.97
PI - 79	40.00	13.997	8+172.98	8+186.98	8+180.06	14	13.93	9285096.9492	9285092.96
PI - 80	40.00	3.651	8+235.15	8+238.80	8+236.98	3.65	3.65	9284990.3682	9284947.82
PI - 81	60.00	29.554	8+290.25	8+319.80	8+305.33	29.55	29.26	9284917.0744	9284894.82
PI - 82	90.00	50.056	8+438.64	8+488.70	8+464.34	50.06	49.41	9282676.7271	9282694.72
PI - 83	60.00	27.261	8+562.37	8+589.63	8+576.24	27.26	27.03	9282406.4090	9282403.61
PI - 84	55.00	26.602	8+699.82	8+728.22	8+713.18	26.6	26.34	9282749.9554	9282752.89
PI - 85	55.00	24.045	8+748.15	8+772.19	8+760.36	24.05	23.85	9282791.4521	9282806.33
PI - 86	30.00	51.072	8+833.77	8+884.84	8+868.00	51.07	45.12	9282425.3682	9282442.20
PI - 87	10.00	18.193	8+951.35	8+969.54	8+964.20	18.19	15.70	9282862.7957	9282907.81
PI - 88	55.00	29.219	8+988.83	9+018.05	9+003.79	29.22	28.88	9282934.7437	9282950.44

PROGRESIVA	8+000.00	8+050.00	8+100.00	8+150.00	8+200.00	8+250.00	8+300.00	8+350.00	8+400.00	8+450.00	8+500.00	8+550.00	8+600.00	8+650.00	8+700.00	8+750.00	8+800.00	8+850.00	8+900.00	8+950.00	8+999.00	
COTA TERRENO	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
COTA RASANTE	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00	2186.00
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO	L=14.00m																					
PENDIENTE	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%	-1.47%

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACQUELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
LAMINA: KM. 8+000.00 - 8+000.00

FECHA: JUNIO 2023
ESCALA: INDICADA

PP-09

ESC 1:2000

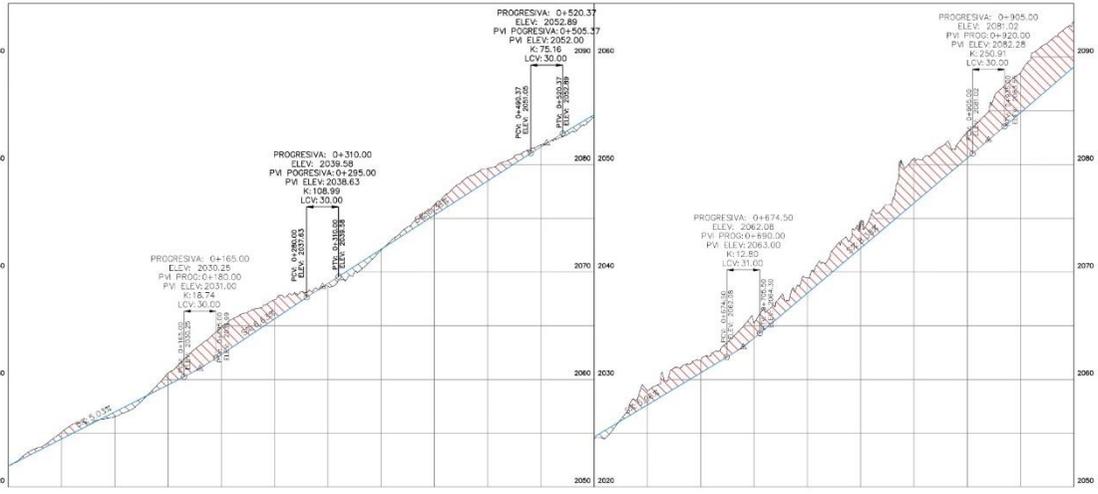
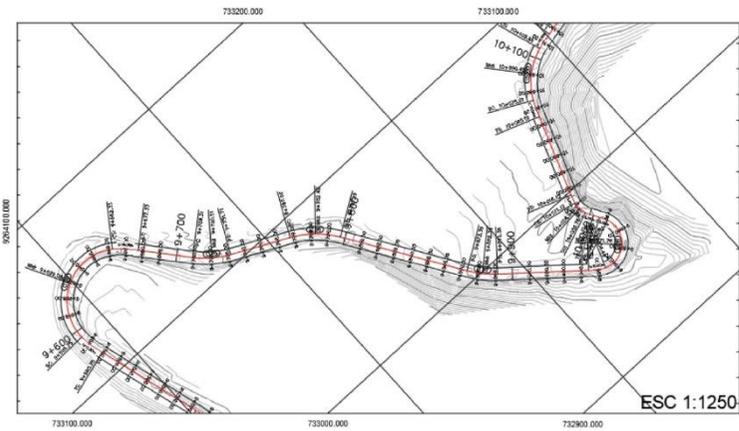
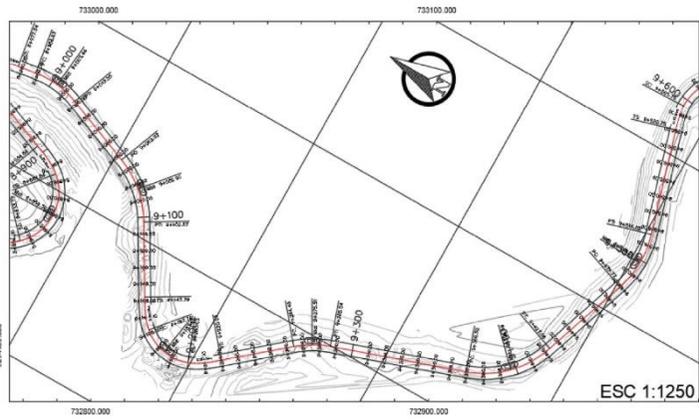


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA									
N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI: 89	60.00	39.95	9+062.92	9+102.87	9+083.67	39.95	39.22	9264396.5931	9264396.14
PI: 90	30.00	32.272	9+167.76	9+200.03	9+185.65	32.27	30.74	9264331.6495	9264331.36
PI: 91	60.00	22.061	9+264.48	9+286.54	9+275.64	22.06	21.94	9264246.4298	9264246.19
PI: 92	60.00	54.14	9+389.52	9+423.66	9+398.59	54.14	52.32	9264220.9801	9264220.75
PI: 93	60.00	37.05	9+479.77	9+516.82	9+498.90	37.05	36.46	9264007.6937	9264006.69
PI: 94	30.00	66.576	9+595.75	9+662.33	9+656.12	66.58	53.73	9263116.6379	9263116.21
PI: 95	55.00	22.393	9+709.31	9+731.71	9+720.67	22.39	22.24	9264117.2709	9264117.02
PI: 96	55.00	29.525	9+767.66	9+797.19	9+782.79	29.53	29.17	9263988.0017	9263987.2
PI: 97	60.00	17.991	9+873.39	9+891.38	9+882.45	17.99	17.92	9263889.9613	9263889.54
PI: 98	15.00	34.64	9+954.44	9+989.08	9+988.39	34.64	27.44	9263885.0142	9263884.72

PROGRESIVA	COTA TERRENO	COTA RASANTE	ALTURA DE CORTE	ALTURA DE RELLENO	ALINEAMIENTO	PENDIENTE
0+000.00	2020.00	2020.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+050.00	2022.50	2022.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+100.00	2025.00	2025.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+150.00	2027.50	2027.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+200.00	2030.00	2030.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+250.00	2032.50	2032.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+300.00	2035.00	2035.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+350.00	2037.50	2037.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+400.00	2040.00	2040.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+450.00	2042.50	2042.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+500.00	2045.00	2045.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+550.00	2047.50	2047.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+600.00	2050.00	2050.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+650.00	2052.50	2052.50	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%
0+700.00	2055.00	2055.00	0.00	0.00	L=20.00m R=1=17.00m R=2=17.00m	0.00%

ESC 1:2000

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTONOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

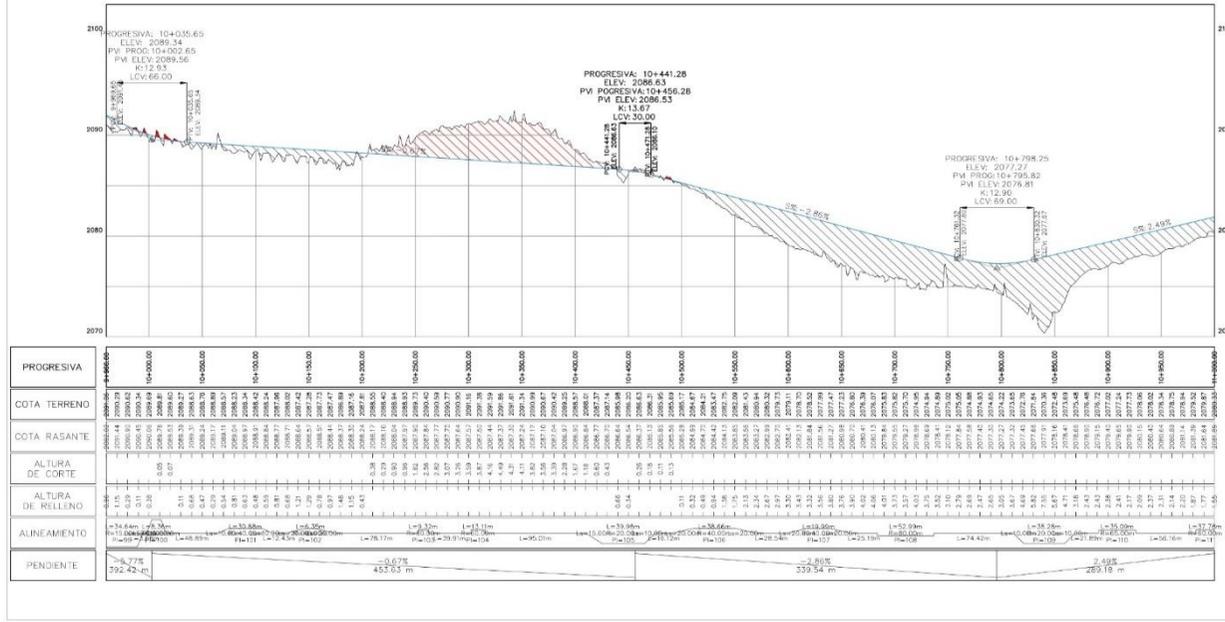
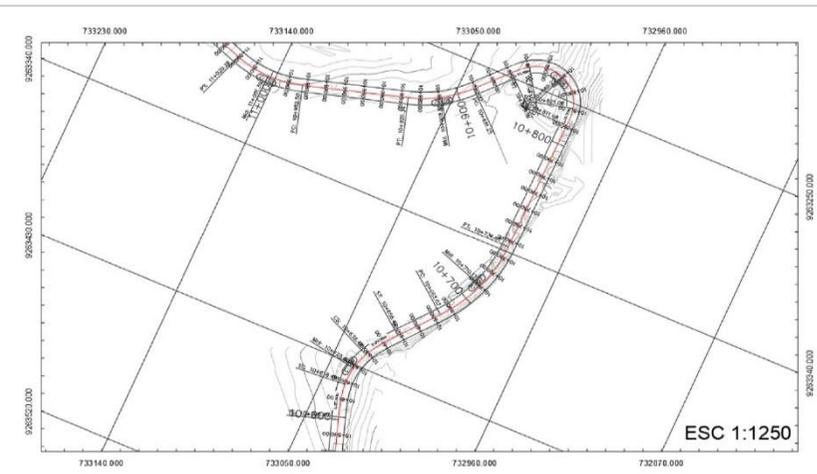
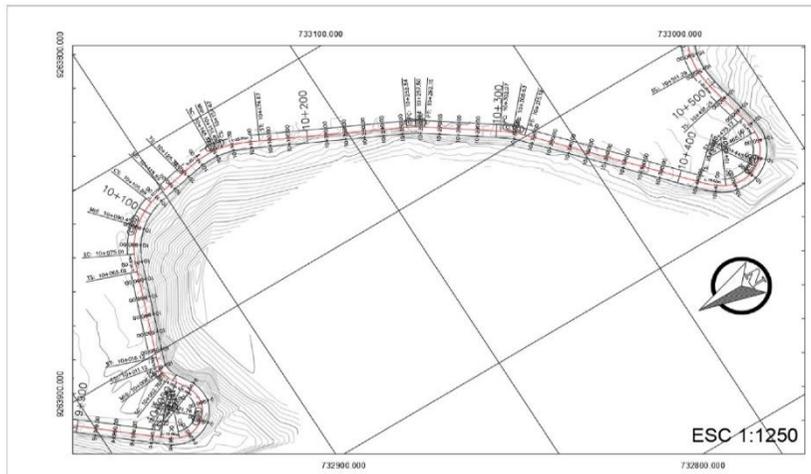
UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 9+000.00 - 10+000.00

FECHA: JUNIO 2023

ESCALA: INDICADA

PP-10



N° CURVA	R	L	PI	PT	PI	L	LC	PC	PT
PI : 99	15.00	8.358	10+002.78	10+011.12	10+007.05	8.36	8.25	9263852.2819	9263853.07
PI : 100	40.00	30.883	10+075.01	10+105.89	10+091.27	30.88	30.12	9263831.1091	9263830.28
PI : 101	40.00	6.35	10+148.32	10+154.67	10+151.50	6.35	6.34	9263706.5896	9263706.30
PI : 102	60.00	9.322	10+252.84	10+282.16	10+257.51	9.32	9.31	9263037.2745	9263032.51
PI : 103	60.00	13.113	10+302.07	10+315.18	10+308.65	13.11	13.09	9263051.0538	9263021.25
PI : 104	20.00	39.984	10+425.19	10+465.17	10+456.31	39.98	33.65	9263546.0102	9263517.18
PI : 105	40.00	38.692	10+511.29	10+549.96	10+532.28	38.66	37.17	9263024.7929	9263006.55
PI : 106	40.00	19.989	10+618.49	10+638.48	10+628.70	19.99	19.78	9263037.7412	9263024.29
PI : 107	80.00	52.991	10+683.67	10+736.66	10+711.18	52.99	52.03	9263386.1370	9263337.16
PI : 108	20.00	38.28	10+821.08	10+859.36	10+849.46	38.28	32.7	9263262.7983	9263240.78
PI : 109	65.00	35.087	10+891.25	10+926.34	10+909.23	35.09	34.66	9263089.6504	9263030.06
PI : 110	60.00	37.785	10+882.50	11+020.28	11+002.04	37.78	37.16	9263042.1402	9263071.50
								9263036.2507	9263007.35
								9263125.3024	9263162.46

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTENOR ORREGO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MIÑANO, JOSÉ MARCELO

UBICACIÓN:
CAMINO VECINAL CHAMBAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM. 10+000.00 - 11+000.00

FECHA: JUNIO 2023

ESCALA: INDICADA

**LÁMINA:
PP-11**

ESC 1:2000

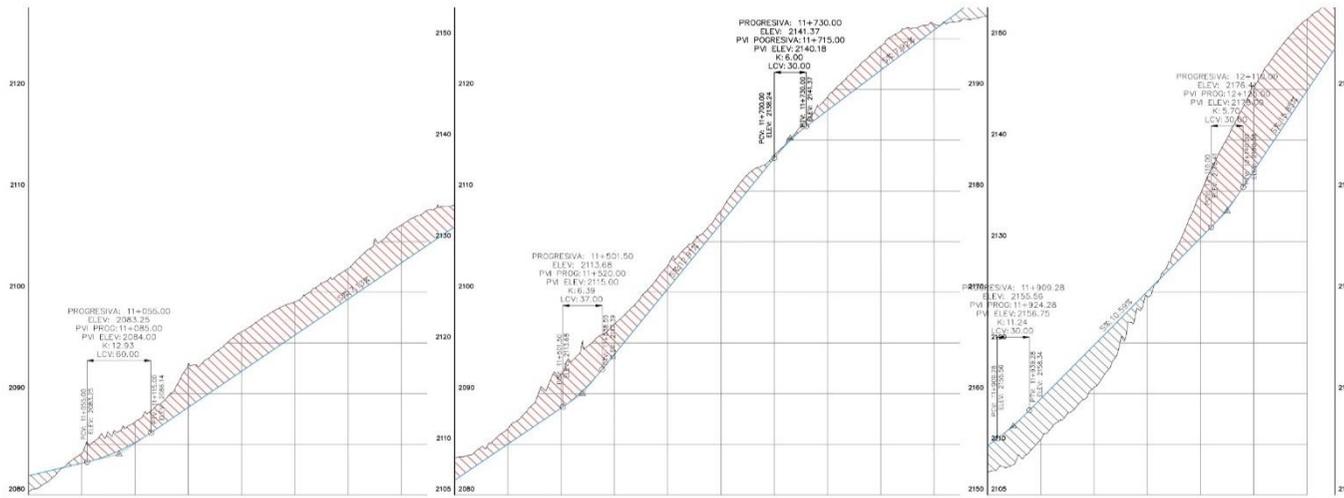
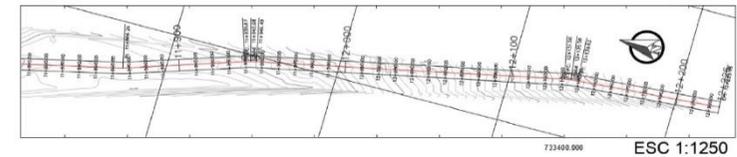
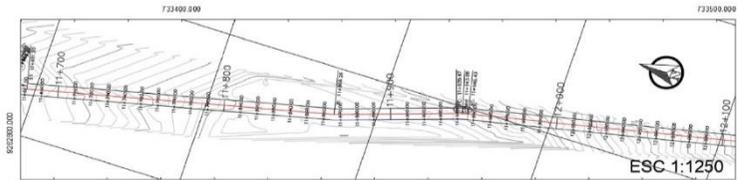
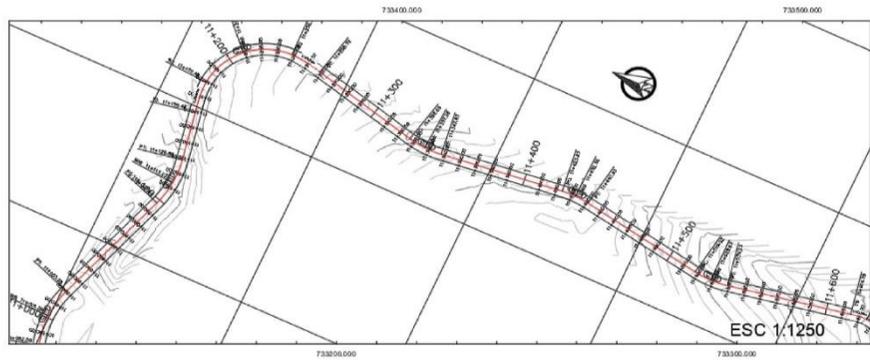


TABLA DE PUNTEROS DE CURVA									
NO. CURVA	B	L	P	E	S	PI	PV	PT	PC
P-111	82.00	21.81	11407.64	11428.84	11413.88	81.34	81.34	82.07	82.07
P-112	82.00	28.20	11419.84	11428.72	11429.50	82.20	81.67	82.00	82.00
P-113	82.00	21.90	11438.80	11442.81	11437.57	81.21	81.21	81.94	81.94
P-114	82.00	17.94	11443.45	11448.81	11452.64	81.11	81.05	81.78	81.78
P-115	82.00	21.74	11454.20	11458.23	11458.74	81.21	81.21	81.94	81.94
P-116	82.00	2.41	11464.76	11468.91	11468.98	81.38	81.38	82.00	82.00
P-117	82.00	11.97	11468.71	11473.00	11468.82	81.38	81.37	82.00	82.00
P-118	82.00	8.22	11483.17	11487.48	11483.28	81.82	81.82	82.00	82.00
P-119	82.00	4.10	12413.11	12418.63	12415.93	81.17	81.17	81.80	81.80

PROGRESIVA	11+000.00	11+050.00	11+100.00	11+150.00	11+200.00	11+250.00	11+300.00	11+350.00	11+400.00	11+450.00	11+500.00	11+550.00	11+600.00	11+650.00	11+700.00	11+750.00	11+800.00	11+850.00	11+900.00	11+950.00	12+000.00	12+050.00	12+100.00	12+150.00	12+200.00	12+250.00			
COTA TERRENO	2083.45	2085.53	2087.45	2089.14	2090.65	2091.94	2092.98	2093.74	2094.21	2094.41	2094.35	2094.04	2093.48	2092.68	2091.64	2090.37	2088.88	2087.17	2085.24	2083.09	2080.72	2078.14	2075.35	2072.36	2069.17	2065.78	2062.19	2058.40	
COTA RASANTE	2083.45	2085.53	2087.45	2089.14	2090.65	2091.94	2092.98	2093.74	2094.21	2094.41	2094.35	2094.04	2093.48	2092.68	2091.64	2090.37	2088.88	2087.17	2085.24	2083.09	2080.72	2078.14	2075.35	2072.36	2069.17	2065.78	2062.19	2058.40	
ALTURA DE CORTE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALTURA DE RELLENO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ALINEAMIENTO	L=32.28m R=111	L=21.18m R=112																											
PENDIENTE	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%	2.49%

**UNIVERSIDAD PRIVADA
ANTENOR ORRGO**

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
"DISEÑO DE VÍA QUE VINCULA A CASERIOS CHAMBIAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA EN SANTA CRUZ - CAJAMARCA"

PROYECTISTAS:
BACH. FLORES CASTILLO, JACKELINE
BACH. MENDEZ MARIANO, JOSE MARCELO

UBICACION:
CAMINO VECINAL CHAMBIAC - QUIO - SAUCEPAMPA - MITOPAMPA

PLANO: VISTA EN PLANTA Y PERFIL
KM 11+000.00 - 12+226.00

FECHA: JUNIO 2023

ESCALA: INDICADA

PP-12

Anexo 3. Tablas de curvas horizontales

Nº CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	Sa (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
1	Espiral	100.90	30.00	1.2	52.83	36.33	0+055.78m	0+019.45m	0+072.28m	728604.67	9268174.02
2	Espiral	84.26	30.00	1.2	44.12	27.13	0+153.79m	0+126.66m	0+170.77m	728492.18	9268142.11
3	Espiral	8.18	30.00	1.2	4.28	2.14	0+216.71m	0+214.56m	0+218.84m	728524.32	9268077.66
4	Curva	28.21	60.00	0.9	29.54	15.08	0+324.79m	0+309.71m	0+339.25m	728625.68	9268040.63
5	Curva	32.99	60.00	0.9	34.55	17.77	0+433.62m	0+415.85m	0+450.40m	728700.00	9267960.29
6	Espiral	55.50	30.00	1.2	29.06	15.78	0+597.47m	0+581.69m	0+610.75m	728857.56	9267914.10
7	Curva	42.44	55.00	0.9	40.74	21.35	0+806.94m	0+785.58m	0+826.32m	728818.77	9267706.40
8	Curva	29.75	55.00	0.9	28.56	14.61	0+900.64m	0+886.03m	0+914.59m	728866.93	9267623.73
9	Curva	39.49	60.00	0.9	41.35	21.54	1+162.95m	1+141.41m	1+182.77m	729094.62	9267492.16
10	Curva	18.86	80.00	0.6	26.33	13.29	1+263.10m	1+249.82m	1+276.15m	729130.28	9267396.73
11	Curva	27.94	60.00	0.9	29.26	14.93	1+355.07m	1+340.15m	1+369.41m	729188.74	9267325.42
12	Curva	26.46	80.00	0.6	36.95	18.81	1+441.39m	1+422.58m	1+459.53m	729268.91	9267291.87
13	Curva	29.64	80.00	0.6	41.39	21.17	1+807.64m	1+786.47m	1+827.86m	729508.79	9267014.22
14	Curva	48.37	80.00	0.6	67.54	35.93	2+072.77m	2+036.84m	2+104.37m	729759.55	9266925.25
15	Curva	49.83	25.00	1.2	21.74	11.61	2+179.59m	2+167.98m	2+189.72m	729801.36	9266822.27
16	Curva	141.04	15.00	2.1	36.93	42.41	2+257.68m	2+215.27m	2+252.19m	729764.32	9266751.84
17	Curva	152.82	10.00	3	26.67	41.36	2+306.91m	2+265.55m	2+292.22m	729853.52	9266790.27
18	Curva	39.52	55.00	0.9	37.94	19.76	2+402.02m	2+382.26m	2+420.20m	729757.35	9266673.65
19	Curva	19.97	55.00	0.9	19.17	9.69	2+518.33m	2+508.65m	2+527.82m	729757.37	9266555.76
20	Espiral	134.53	30.00	1.2	70.44	71.59	2+717.05m	2+645.46m	2+715.90m	729710.79	9266364.23
21	Curva	122.95	20.00	1.8	42.92	36.80	2+826.94m	2+790.14m	2+833.06m	729826.67	9266503.18
22	Curva	110.20	20.00	1.8	38.47	28.67	2+881.39m	2+852.72m	2+891.18m	729861.41	9266425.46
23	Curva	16.83	55.00	0.9	16.16	8.14	2+958.84m	2+950.71m	2+966.86m	729930.38	9266492.70
24	Curva	8.06	55.00	0.9	7.74	3.87	3+093.18m	3+089.30m	3+097.04m	730049.69	9266554.67
25	Curva	6.70	55.00	0.9	6.44	3.22	3+162.25m	3+159.03m	3+165.46m	730114.86	9266577.61

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	Sa (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
26	Curva	29.73	55.00	0.9	28.54	14.60	3+231.56m	3+216.96m	3+245.50m	730177.11	9266608.09
27	Espiral	59.19	40.00	1.2	41.32	22.72	3+291.02m	3+268.30m	3+309.62m	730214.91	9266654.55
28	Espiral	10.62	35.00	1.2	6.49	3.25	3+426.18m	3+422.93m	3+429.41m	730343.78	9266602.93
29	Espiral	32.42	35.00	1.2	19.80	10.18	3+510.20m	3+500.02m	3+519.82m	730424.49	9266624.16
30	Espiral	45.15	40.00	1.2	31.52	16.63	3+569.25m	3+552.62m	3+584.14m	730448.41	9266678.50
31	Curva	6.65	60.00	0.9	6.96	3.48	3+662.51m	3+659.03m	3+665.98m	730541.82	9266694.38
32	Curva	26.57	55.00	0.9	25.50	12.99	3+776.78m	3+763.80m	3+789.30m	730652.77	9266721.74
33	Curva	29.40	55.00	0.9	28.22	14.43	3+827.55m	3+813.12m	3+841.34m	730702.75	9266710.46
34	Espiral	53.95	40.00	1.2	37.67	20.36	3+902.05m	3+881.69m	3+919.35m	730775.69	9266727.38
35	Curva	53.37	55.00	0.9	51.23	27.64	4+074.76m	4+047.11m	4+098.34m	730870.69	9266579.91
36	Espiral	67.94	40.00	1.2	47.43	26.95	4+189.33m	4+162.38m	4+209.81m	730987.71	9266562.89
37	Espiral	75.65	35.00	1.2	46.21	27.17	4+292.85m	4+265.68m	4+311.89m	730994.09	9266453.77
38	Espiral	5.08	35.00	1.2	3.10	1.55	4+412.10m	4+410.54m	4+413.65m	731119.25	9266471.78
39	Espiral	17.89	35.00	1.2	10.93	5.51	4+460.18m	4+454.67m	4+465.60m	731164.92	9266457.56
40	Curva	24.26	70.00	0.9	29.64	15.05	4+666.75m	4+651.70m	4+681.35m	731351.22	9266546.17
41	Curva	9.40	60.00	0.9	9.85	4.93	4+761.98m	4+757.05m	4+766.89m	731446.83	9266549.74
42	Espiral	55.94	40.00	1.2	39.06	21.24	4+849.09m	4+827.85m	4+866.91m	731530.81	9266571.87
43	Espiral	143.58	20.00	1.8	50.12	60.80	4+986.54m	4+925.74m	4+975.86m	731546.03	9266711.59
44	Espiral	118.61	20.00	1.8	41.40	33.69	5+100.32m	5+066.63m	5+108.03m	731623.70	9266543.79
45	Espiral	99.58	15.00	2.1	26.07	17.74	5+168.93m	5+151.19m	5+177.26m	731671.80	9266624.97
46	Espiral	123.47	10.00	3	21.55	18.60	5+232.35m	5+213.75m	5+235.30m	731718.65	9266569.48
47	Curva	26.71	60.00	0.9	27.97	14.24	5+304.86m	5+290.62m	5+318.58m	731727.76	9266656.99
48	Curva	15.46	55.00	0.9	14.84	7.47	5+374.60m	5+367.13m	5+381.97m	731763.67	9266717.38
49	Espiral	133.97	10.00	3	23.38	23.54	5+425.43m	5+401.89m	5+425.27m	731802.76	9266749.79
50	Espiral	135.62	10.00	3	23.67	24.52	5+495.91m	5+471.39m	5+495.06m	731784.66	9266657.88

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	Sa (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
51	Espiral	40.55	18.00	1.8	12.74	6.65	5+533.99m	5+527.34m	5+540.08m	731826.16	9266705.30
52	Curva	31.80	55.00	0.9	30.53	15.67	5+574.84m	5+559.18m	5+589.71m	731866.88	9266698.88
53	Espiral	66.10	40.00	1.2	46.15	26.03	5+651.36m	5+625.33m	5+671.48m	731941.21	9266719.08
54	Curva	8.62	55.00	0.9	8.28	4.15	5+756.05m	5+751.90m	5+760.18m	731986.70	9266618.74
55	Curva	18.18	70.00	0.9	22.21	11.20	5+932.99m	5+921.78m	5+944.00m	732020.25	9266445.00
56	Espiral	18.31	30.00	1.2	9.59	4.83	6+000.88m	5+996.05m	6+005.63m	732057.67	9266388.87
57	Espiral	34.75	30.00	1.2	18.19	9.39	6+220.25m	6+210.86m	6+229.06m	732275.29	9266395.87
58	Curva	19.61	60.00	0.9	20.53	10.37	6+345.65m	6+335.28m	6+355.82m	732309.71	9266275.75
59	Curva	17.04	60.00	0.9	17.84	8.99	6+517.09m	6+508.10m	6+525.94m	732401.36	9266130.63
60	Curva	23.71	55.00	0.9	22.76	11.54	6+638.15m	6+626.61m	6+649.37m	732493.27	9266051.62
61	Curva	8.40	60.00	0.9	8.80	4.41	6+702.82m	6+698.41m	6+707.21m	732521.36	9265993.01
62	Curva	42.80	55.00	0.9	41.08	21.55	6+779.13m	6+757.58m	6+798.66m	732564.05	9265929.74
63	Espiral	103.45	20.00	1.8	36.11	25.35	6+834.21m	6+808.86m	6+844.97m	732619.32	9265915.45
64	Curva	17.13	55.00	0.9	16.44	8.28	6+868.60m	6+860.32m	6+876.76m	732594.20	9265873.41
65	Curva	35.97	60.00	0.9	37.67	19.48	6+922.19m	6+902.71m	6+940.38m	732580.08	9265821.59
66	Curva	15.29	60.00	0.9	16.01	8.06	7+019.95m	7+011.90m	7+027.91m	732615.13	9265728.95
67	Curva	24.32	60.00	0.9	25.47	12.93	7+108.29m	7+095.36m	7+120.83m	732667.12	9265657.42
68	Curva	11.19	60.00	0.9	11.72	5.88	7+232.71m	7+226.83m	7+238.55m	732775.57	9265595.65
69	Curva	25.84	55.00	0.9	24.80	12.62	7+297.43m	7+284.82m	7+309.62m	732836.99	9265575.12
70	Curva	43.16	55.00	0.9	41.43	21.76	7+342.37m	7+320.61m	7+362.04m	732869.45	9265543.43
71	Curva	168.36	10.00	3	29.38	98.11	7+464.22m	7+366.11m	7+395.50m	732874.91	9265419.62
72	Curva	150.46	10.00	3	26.26	37.94	7+448.33m	7+410.40m	7+436.66m	732898.82	9265568.66
73	Espiral	34.69	30.00	1.2	18.16	9.37	7+467.28m	7+457.92m	7+476.08m	732919.27	9265503.52
74	Espiral	56.57	30.00	1.2	29.62	16.14	7+536.64m	7+520.49m	7+550.12m	732879.93	9265446.34
75	Espiral	69.10	30.00	1.2	36.18	20.66	7+642.16m	7+621.51m	7+657.69m	732945.81	9265362.41

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	Sa (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
76	Curva	55.46	60.00	0.9	58.08	31.54	7+899.57m	7+868.03m	7+926.11m	732707.33	9265257.32
77	Curva	44.14	55.00	0.9	42.38	22.30	8+005.12m	7+982.82m	8+025.19m	732681.80	9265149.76
78	Curva	43.83	55.00	0.9	42.07	22.13	8+059.25m	8+037.13m	8+079.20m	732634.26	9265119.47
79	Espiral	20.05	40.00	1.2	14.00	7.07	8+180.06m	8+172.98m	8+186.98m	732607.43	9264999.61
80	Espiral	5.23	40.00	1.2	3.65	1.83	8+236.98m	8+235.15m	8+238.80m	732633.12	9264948.94
81	Curva	28.22	60.00	0.9	29.55	15.08	8+305.33m	8+290.25m	8+319.80m	732688.02	9264908.33
82	Curva	31.87	90.00	0.6	50.06	25.69	8+464.34m	8+438.64m	8+488.70m	732758.89	9264765.31
83	Curva	26.03	60.00	0.9	27.26	13.87	8+576.24m	8+562.37m	8+589.63m	732748.02	9264652.60
84	Curva	27.71	55.00	0.9	26.60	13.57	8+713.18m	8+699.62m	8+726.22m	732796.21	9264523.90
85	Curva	25.05	55.00	0.9	24.05	12.22	8+760.36m	8+748.15m	8+772.19m	732831.80	9264492.13
86	Espiral	97.54	30.00	1.2	51.07	34.23	8+868.00m	8+833.77m	8+884.84m	732885.83	9264400.04
87	Espiral	104.24	10.00	3	18.19	12.85	8+964.20m	8+951.35m	8+969.54m	732943.67	9264496.02
88	Curva	30.44	55.00	0.9	29.22	14.96	9+003.79m	8+988.83m	9+018.05m	732956.73	9264451.54
89	Curva	38.15	60.00	0.9	39.95	20.75	9+083.67m	9+062.92m	9+102.87m	732927.09	9264376.60
90	Espiral	61.63	30.00	1.2	32.27	17.90	9+185.65m	9+167.76m	9+200.03m	732842.78	9264318.07
91	Curva	21.07	60.00	0.9	22.06	11.16	9+275.64m	9+264.48m	9+286.54m	732896.06	9264242.27
92	Curva	51.70	60.00	0.9	54.14	29.07	9+398.59m	9+369.52m	9+423.66m	732936.23	9264125.80
93	Curva	35.38	60.00	0.9	37.05	19.14	9+498.90m	9+479.77m	9+516.82m	733034.70	9264091.38
94	Espiral	127.15	30.00	1.2	66.58	60.37	9+656.12m	9+595.75m	9+662.33m	733189.52	9264119.25
95	Curva	23.33	55.00	0.9	22.39	11.35	9+720.67m	9+709.31m	9+731.71m	733110.97	9264031.39
96	Curva	30.76	55.00	0.9	29.53	15.13	9+782.79m	9+767.66m	9+797.19m	733083.24	9263975.45
97	Curva	17.18	60.00	0.9	17.99	9.06	9+882.45m	9+873.39m	9+891.38m	732998.94	9263920.94
98	Espiral	132.32	15.00	2.1	34.64	33.94	9+988.39m	9+954.44m	9+989.08m	732941.48	9263833.29
99	Espiral	31.92	15.00	2.1	8.36	4.29	10+007.05m	10+002.76m	10+011.12m	732989.04	9263853.85
100	Espiral	44.24	40.00	1.2	30.88	16.26	10+091.27m	10+075.01m	10+105.89m	733067.68	9263823.69

N° CURVA	TIPO	DELTA	RADIO (m)	Sa (m)	L.C.	EXTERNA TANGENTE	P.I.	P.C.	P.T	ESTE	NORTE
101	Espiral	9.10	40.00	1.2	6.35	3.18	10+151.50m	10+148.32m	10+154.67m	733079.88	9263763.41
102	Curva	8.90	60.00	0.9	9.32	4.67	10+257.51m	10+252.84m	10+262.16m	733035.21	9263667.48
103	Curva	12.52	60.00	0.9	13.11	6.58	10+308.65m	10+302.07m	10+315.18m	733005.71	9263625.67
104	Espiral	114.54	20.00	1.8	39.98	31.12	10+456.31m	10+425.19m	10+465.17m	732907.09	9263518.10
105	Espiral	55.38	40.00	1.2	38.66	20.99	10+532.28m	10+511.29m	10+549.96m	733004.55	9263524.17
106	Espiral	28.63	40.00	1.2	19.99	10.21	10+628.70m	10+618.49m	10+638.48m	733038.50	9263431.66
107	Curva	37.95	80.00	0.6	52.99	27.51	10+711.18m	10+683.67m	10+736.66m	732990.24	9263364.66
108	Espiral	109.66	20.00	1.8	38.28	28.39	10+849.46m	10+821.08m	10+859.36m	732996.32	9263225.21
109	Curva	30.93	65.00	0.9	35.09	17.98	10+909.23m	10+891.25m	10+926.34m	733054.27	9263276.99
110	Curva	36.08	60.00	0.9	37.79	19.54	11+002.04m	10+982.50m	11+020.28m	733144.02	9263303.85
111	Curva	29.78	60.00	0.9	31.18	15.95	11+113.59m	11+097.64m	11+128.82m	733250.45	9263266.33
112	Espiral	84.84	40.00	1.2	59.23	36.55	11+216.04m	11+179.48m	11+238.72m	733352.62	9263274.11
113	Curva	20.19	60.00	0.9	21.14	10.68	11+337.37m	11+326.69m	11+347.83m	733332.60	9263141.24
114	Curva	16.33	60.00	0.9	17.10	8.61	11+432.44m	11+423.83m	11+440.93m	733344.29	9263046.67
115	Curva	20.26	60.00	0.9	21.21	10.72	11+528.74m	11+518.02m	11+539.23m	733328.73	9262951.52
116	Espiral	12.60	20.00	1.8	4.40	2.21	11+626.99m	11+624.78m	11+629.18m	733346.10	9262854.71
117	Espiral	14.86	20.00	1.8	5.19	2.61	11+668.62m	11+666.01m	11+671.20m	733327.70	9262817.54
118	Curva	6.51	60.00	0.9	6.82	3.41	11+943.09m	11+939.67m	11+946.49m	733395.97	9262552.11
119	Curva	7.76	60.00	0.9	8.12	4.07	12+135.56m	12+131.50m	12+139.62m	733436.31	9262363.90

Anexo 4. Tabla de Tangentes

N° Tangente	Longitud	Prog. Inicio	Prog. Final
1	2.454m	0+000.00m	0+002.45m
2	17.000m	0+002.45m	0+019.45m
3	17.000m	0+072.28m	0+089.28m
4	20.375m	0+089.28m	0+109.66m
5	17.000m	0+109.66m	0+126.66m
6	17.000m	0+170.77m	0+187.77m
7	10.786m	0+187.77m	0+198.56m
8	16.000m	0+198.56m	0+214.56m
9	16.000m	0+218.84m	0+234.84m
10	74.868m	0+234.84m	0+309.71m
11	76.598m	0+339.25m	0+415.85m
12	114.292m	0+450.40m	0+564.69m
13	17.000m	0+564.69m	0+581.69m
14	17.000m	0+610.75m	0+627.75m
15	157.838m	0+627.75m	0+785.58m
16	59.709m	0+826.32m	0+886.03m
17	226.826m	0+914.59m	1+141.41m
18	67.049m	1+182.77m	1+249.82m
19	63.996m	1+276.15m	1+340.15m
20	53.175m	1+369.41m	1+422.58m
21	326.938m	1+459.53m	1+786.47m
22	208.982m	1+827.86m	2+036.84m
23	63.603m	2+104.37m	2+167.98m
24	25.545m	2+189.72m	2+215.27m
25	13.357m	2+252.19m	2+265.55m
26	90.044m	2+292.22m	2+382.26m
27	88.448m	2+420.20m	2+508.65m
28	100.640m	2+527.82m	2+628.46m
29	17.000m	2+628.46m	2+645.46m
30	17.000m	2+715.90m	2+732.90m
31	57.238m	2+732.90m	2+790.14m
32	19.661m	2+833.06m	2+852.72m
33	59.523m	2+891.18m	2+950.71m
34	122.439m	2+966.86m	3+089.30m
35	61.992m	3+097.04m	3+159.03m
36	51.496m	3+165.46m	3+216.96m
37	7.808m	3+245.50m	3+253.30m
38	15.000m	3+253.30m	3+268.30m
39	15.000m	3+309.62m	3+324.62m
40	81.303m	3+324.62m	3+405.93m
41	17.000m	3+405.93m	3+422.93m
42	17.000m	3+429.41m	3+446.41m

43	36.609m	3+446.41m	3+483.02m
44	17.000m	3+483.02m	3+500.02m
N° Tangente	Longitud	Prog. Inicio	Prog. Final
45	17.000m	3+519.82m	3+536.82m
46	0.793m	3+536.82m	3+537.62m
47	15.000m	3+537.62m	3+552.62m
48	15.000m	3+584.14m	3+599.14m
49	59.889m	3+599.14m	3+659.03m
50	97.812m	3+665.98m	3+763.80m
51	23.821m	3+789.30m	3+813.12m
52	25.343m	3+841.34m	3+866.69m
53	15.000m	3+866.69m	3+881.69m
54	15.000m	3+919.35m	3+934.35m
55	112.761m	3+934.35m	4+047.11m
56	49.040m	4+098.34m	4+147.38m
57	15.000m	4+147.38m	4+162.38m
58	15.000m	4+209.81m	4+224.81m
59	20.868m	4+224.81m	4+245.68m
60	20.000m	4+245.68m	4+265.68m
61	20.000m	4+311.89m	4+331.89m
62	58.653m	4+331.89m	4+390.54m
63	20.000m	4+390.54m	4+410.54m
64	20.000m	4+413.65m	4+433.65m
65	1.024m	4+433.65m	4+434.67m
66	20.000m	4+434.67m	4+454.67m
67	20.000m	4+465.60m	4+485.60m
68	166.104m	4+485.60m	4+651.70m
69	75.701m	4+681.35m	4+757.05m
70	45.960m	4+766.89m	4+812.85m
71	15.000m	4+812.85m	4+827.85m
72	15.000m	4+866.91m	4+881.91m
73	38.833m	4+881.91m	4+920.74m
74	5.000m	4+920.74m	4+925.74m
75	5.000m	4+975.86m	4+980.86m
76	80.768m	4+980.86m	5+061.63m
77	5.000m	5+061.63m	5+066.63m
78	5.000m	5+108.03m	5+113.03m
79	33.159m	5+113.03m	5+146.19m
80	5.000m	5+146.19m	5+151.19m
81	5.000m	5+177.26m	5+182.26m
82	28.494m	5+182.26m	5+210.75m
83	3.000m	5+210.75m	5+213.75m
84	3.000m	5+235.30m	5+238.30m
85	52.315m	5+238.30m	5+290.62m
86	48.546m	5+318.58m	5+367.13m

87	16.916m	5+381.97m	5+398.89m
88	3.000m	5+398.89m	5+401.89m
N° Tangente	Longitud	Prog. Inicio	Prog. Final
89	3.000m	5+425.27m	5+428.27m
90	38.123m	5+428.27m	5+466.39m
91	5.000m	5+466.39m	5+471.39m
92	5.000m	5+495.06m	5+500.06m
93	18.272m	5+500.06m	5+518.34m
94	9.000m	5+518.34m	5+527.34m
95	9.000m	5+540.08m	5+549.08m
96	10.099m	5+549.08m	5+559.18m
97	20.624m	5+589.71m	5+610.33m
98	15.000m	5+610.33m	5+625.33m
99	15.000m	5+671.48m	5+686.48m
100	44.233m	5+686.48m	5+730.71m
101	21.191m	5+730.71m	5+751.90m
102	161.607m	5+760.18m	5+921.78m
103	27.050m	5+944.00m	5+971.05m
104	25.000m	5+971.05m	5+996.05m
105	25.000m	6+005.63m	6+030.63m
106	155.231m	6+030.63m	6+185.86m
107	25.000m	6+185.86m	6+210.86m
108	25.000m	6+229.06m	6+254.06m
109	81.226m	6+254.06m	6+335.28m
110	152.282m	6+355.82m	6+508.10m
111	100.668m	6+525.94m	6+626.61m
112	49.050m	6+649.37m	6+698.41m
113	50.369m	6+707.21m	6+757.58m
114	8.197m	6+798.66m	6+806.86m
115	2.000m	6+806.86m	6+808.86m
116	2.000m	6+844.97m	6+846.97m
117	13.352m	6+846.97m	6+860.32m
118	25.949m	6+876.76m	6+902.71m
119	71.519m	6+940.38m	7+011.90m
120	67.449m	7+027.91m	7+095.36m
121	106.001m	7+120.83m	7+226.83m
122	46.268m	7+238.55m	7+284.82m
123	10.992m	7+309.62m	7+320.61m
124	4.068m	7+362.04m	7+366.11m
125	14.900m	7+395.50m	7+410.40m
126	6.259m	7+436.66m	7+442.92m
127	15.000m	7+442.92m	7+457.92m
128	15.000m	7+476.08m	7+491.08m
129	11.417m	7+491.08m	7+502.49m
130	18.000m	7+502.49m	7+520.49m

131	18.000m	7+550.12m	7+568.12m
132	28.392m	7+568.12m	7+596.51m
N° Tangente	Longitud	Prog. Inicio	Prog. Final
133	25.000m	7+596.51m	7+621.51m
134	25.000m	7+657.69m	7+682.69m
135	185.346m	7+682.69m	7+868.03m
136	56.708m	7+926.11m	7+982.82m
137	11.935m	8+025.19m	8+037.13m
138	78.785m	8+079.20m	8+157.98m
139	15.000m	8+157.98m	8+172.98m
140	15.000m	8+186.98m	8+201.98m
141	18.166m	8+201.98m	8+220.15m
142	15.000m	8+220.15m	8+235.15m
143	15.000m	8+238.80m	8+253.80m
144	36.450m	8+253.80m	8+290.25m
145	118.838m	8+319.80m	8+438.64m
146	73.669m	8+488.70m	8+562.37m
147	109.986m	8+589.63m	8+699.62m
148	21.928m	8+726.22m	8+748.15m
149	41.573m	8+772.19m	8+813.77m
150	20.000m	8+813.77m	8+833.77m
151	20.000m	8+884.84m	8+904.84m
152	38.512m	8+904.84m	8+943.35m
153	8.000m	8+943.35m	8+951.35m
154	8.000m	8+969.54m	8+977.54m
155	11.284m	8+977.54m	8+988.83m
156	44.877m	9+018.05m	9+062.92m
157	44.883m	9+102.87m	9+147.76m
158	20.000m	9+147.76m	9+167.76m
159	20.000m	9+200.03m	9+220.03m
160	44.454m	9+220.03m	9+264.48m
161	82.976m	9+286.54m	9+369.52m
162	56.109m	9+423.66m	9+479.77m
163	63.933m	9+516.82m	9+580.75m
164	15.000m	9+580.75m	9+595.75m
165	15.000m	9+662.33m	9+677.33m
166	31.988m	9+677.33m	9+709.31m
167	35.953m	9+731.71m	9+767.66m
168	76.201m	9+797.19m	9+873.39m
169	53.065m	9+891.38m	9+944.44m
170	10.000m	9+944.44m	9+954.44m
171	5.000m	9+989.08m	9+994.08m
172	3.680m	9+994.08m	9+997.76m
173	5.000m	9+997.76m	10+002.76m
174	5.000m	10+011.12m	10+016.12m

175	48.888m	10+016.12m	10+065.01m
176	10.000m	10+065.01m	10+075.01m
N°Tangente	Longitud	Prog. Inicio	Prog. Final
177	10.000m	10+105.89m	10+115.89m
178	12.426m	10+115.89m	10+128.32m
179	20.000m	10+128.32m	10+148.32m
180	20.000m	10+154.67m	10+174.67m
181	78.166m	10+174.67m	10+252.84m
182	39.911m	10+262.16m	10+302.07m
183	95.008m	10+315.18m	10+410.19m
184	15.000m	10+410.19m	10+425.19m
185	10.000m	10+465.17m	10+475.17m
186	16.119m	10+475.17m	10+491.29m
187	20.000m	10+491.29m	10+511.29m
188	20.000m	10+549.96m	10+569.96m
189	28.536m	10+569.96m	10+598.49m
190	20.000m	10+598.49m	10+618.49m
191	20.000m	10+638.48m	10+658.48m
192	25.191m	10+658.48m	10+683.67m
193	74.415m	10+736.66m	10+811.08m
194	10.000m	10+811.08m	10+821.08m
195	10.000m	10+859.36m	10+869.36m
196	21.892m	10+869.36m	10+891.25m
197	56.163m	10+926.34m	10+982.50m
198	77.357m	11+020.28m	11+097.64m
199	30.662m	11+128.82m	11+159.48m
200	20.000m	11+159.48m	11+179.48m
201	20.000m	11+238.72m	11+258.72m
202	67.976m	11+258.72m	11+326.69m
203	75.995m	11+347.83m	11+423.83m
204	77.087m	11+440.93m	11+518.02m
205	75.545m	11+539.23m	11+614.78m
206	10.000m	11+614.78m	11+624.78m
207	10.000m	11+629.18m	11+639.18m
208	16.837m	11+639.18m	11+656.01m
209	10.000m	11+656.01m	11+666.01m
210	10.000m	11+671.20m	11+681.20m
211	185.063m	11+681.20m	11+866.26m
212	73.409m	11+866.26m	11+939.67m
213	185.002m	11+946.49m	12+131.50m
214	86.334m	12+139.62m	12+225.95m