



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel
afirmado del tramo cruce carretera Llaray - caserío Las
Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de
Chuco, La Libertad 2020.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Julca Santa Cruz, Betsy Junelly (ORCID: 0000-0002-01726-5940)

Sánchez Meza, Jhonar Moises (ORCID: 0000-0002-7518-7012)

ASESORES:

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz (ORCID: 0000-0003-3392-9580)

Ing. Luis Alberto, Horna Araujo (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2020

DECICATORIA

A Dios por haberme permitido culminar mis estudios, también a mis padres por haberme forjado en la persona que soy, a mis hermanos por brindarme su ayuda y a las personas que estuvieron apoyándome durante mi carrera profesional.

Betsy Junelly Julca Santa Cruz

A Dios por haber permitido culminar mis estudios, también a mis queridos padres por su apoyo incondicional y haberme guiado por un buen camino, a mis hermanas por brindarme su apoyo durante mis estudios profesionales.

Jhonar Moises Sánchez Meza

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía en cada proyecto, a mis padres y hermanos por brindarme siempre su apoyo incondicional tanto moral y como económico, a los docentes por sus enseñanzas durante todo este período de estudios.

Betsy Junelly Julca Santa Cruz

Agradezco a Dios por cuidar de mi durante todo este trayecto, a mis queridos padres por darme las enseñanzas de superación, a mis hermanas que son mi ejemplo y también por el apoyo moral y económico y a la universidad Cesar Vallejo por brindarme los conocimientos necesarios.

Jhonar Moises Sánchez Meza

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCION.....	17
1.1. Realidad problemática.....	17
1.2. Planteamiento del problema.....	21
1.3. Justificación.....	22
1.4. Hipótesis.....	22
1.5. Objetivos.....	23
1.5.1. Objetivo general.....	23
1.5.2. Objetivos específicos.....	23
II. MARCO TEORICO.....	24
2.1. Antecedentes	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	28
2.2.1. Aspectos Generales.....	28
2.2.1.1. Nombre Del Proyecto	28
2.2.1.2. Ubicación Política.....	29
2.2.1.4. Limites.....	29
2.2.1.5. Extensión.....	30
2.2.1.6. Topografía.....	30
2.2.1.7. Clima.....	30
2.2.1.8. Suelos.....	30
2.2.1.9. Vías De Acceso.....	31
2.2.2. Aspectos Demográficos Y Socioeconómicos.....	31
2.3. Teorías Asociadas Al Tema.....	32
2.3.1. Estudios De Ingeniería Básica.....	32
A. Levantamiento Topográfico	32
B. Estudio De Suelos.....	32
C. Estudio Hidrológico Y Drenaje.....	34
D. Diseño Geométrico.....	34
E. Análisis De Impacto Ambiental.....	34
2.3.2. Carretera.....	35
2.3.3. Clasificación:	35
2.3.4. Volumen De Tránsito.....	35

2.3.5.	Índice Medio Diario (IMD).	36
2.3.6.	Vehículos De Diseño.	36
2.3.7.1.	Velocidad.	36
2.3.7.3.	Distancia de visibilidad.	37
2.3.8.1.	Consideraciones de diseño	39
2.3.8.2.	Tramos en tangente	39
2.3.8.3.	Curvas horizontales.	40
2.3.8.4.	Radios mínimos.	41
2.3.8.5.	Curvas de transición	41
2.3.8.6.	Curvas compuestas	42
2.3.8.7.	Curvas de vuelta.	43
2.3.8.8.	Transición de peralte.	43
2.3.8.9.	Sobre ancho.	44
2.3.9.	Diseño Geométrico Del Perfil.	45
2.3.9.1.	Pendiente.	45
2.3.9.2.	Curvas verticales.	47
2.3.9.3.	Tipos de curvas verticales.	47
2.3.9.4.	Longitud de una curva vertical.	51
2.3.9.5.	Longitud de las curvas cóncavas.	52
2.3.10.1.	Elementos de la sección transversal.	53
2.3.10.2.	Calzada	54
2.3.10.3.	Ancho de la calzada en tangente	54
2.3.10.4.	Ancho de la calzada en curva	54
2.3.10.5.	Bermas.	54
2.3.10.6.	Inclinación de las bermas	55
2.3.10.7.	Bombeo.	56
2.3.10.8.	Peralte	56
2.3.10.9.	Derecho de vía	56
2.3.10.10.	Taludes.	57
2.3.11.	Drenaje longitudinal.	58
2.3.11.1.	Cunetas.	58
2.3.12.	Drenaje transversal.	59
2.3.12.1.	Alcantarillas.	59
III.	METODO	60
3.1.	Enfoque, tipo y diseño de investigación	60
3.1.1.	Enfoque.	60
3.1.2.	Tipo de investigación:	60
3.1.3.	Diseño de investigación:	60
3.2.1.	Variables.	61

3.2.2.	Matriz de clasificación de variable.....	61
3.2.3.	Matriz de operacionalización de la variable.....	61
3.3.	Población y Muestra.....	62
3.3.1.	Población:.....	62
3.3.2.	Muestra:.....	62
3.4.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.	62
3.4.1.	Técnicas de recolección de datos:.....	62
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos:.....	62
3.4.3.	Validación del instrumento de recolección de datos:.....	64
3.4.4.	Confiabilidad:.....	65
3.5.	Procedimientos.....	66
3.5.1.	Estudio Topográfico.....	67
3.5.2.	Estudio De Mecánica De Suelos.....	70
3.5.3.	Estudio Hidrológico.....	70
3.5.4.	Diseño geométrico de la vía.....	71
3.5.5.	Análisis de impacto ambiental.....	72
3.6.	Métodos de análisis de datos.....	72
3.6.1.	Técnicas de análisis de datos.....	72
3.7.	Aspectos éticos.....	74
3.8.	Desarrollo de proyecto de tesis.....	75
3.8.1.	Topografía.....	75
3.8.1.1.	Ubicación geográfica.....	75
3.8.1.2.	Reconocimiento de la zona.....	75
3.8.1.3.	Metodología del trabajo.....	76
3.8.1.4.	Procedimiento.....	76
3.8.1.5.	Puntos de georreferenciación.....	76
3.8.1.6.	Trabajo De Gabinete.....	77
3.8.2.	Estudio de mecánica de suelos.....	77
3.8.3.	Estudio higrológico.....	78
3.8.3.1.	Hidrología.....	78
3.8.3.2.	Objetivo del estudio.....	78
3.8.3.3.	Estudios hidrológicos.....	79
3.8.3.4.	Información pluviométrica.....	79
3.8.3.5.	Análisis estadísticos de datos hidrológicos.....	82
3.8.3.6.	Cálculo de variables probabilísticas.....	84
3.8.3.7.	Datos de la carretera.....	102
3.8.3.8.	Cálculos de caudales.....	104
3.8.3.9.	Hidráulica y drenaje.....	106
3.8.3.9.1.	Diseño de cunetas.....	106

3.8.3.9.2.	Diseño de alcantarillas.....	113
3.8.4.	Diseño Geométrico de La Carretera	118
3.8.4.1.	Estudio de trafico	118
3.8.4.1.1.	Conteo y clasificación vehicular	118
3.8.4.1.2.	Procesamiento de la información.....	119
3.8.4.1.3.	Cálculo del índice medio diario anual (IMDA).....	119
3.8.4.1.4.	Factor de corrección estacional	119
3.8.4.1.5.	Tráfico generado	120
3.8.4.1.6.	Calculo de ejes equivalentes.....	120
3.8.4.2.	Clasificación de las carreteras	121
3.8.4.2.1.	Clasificación por la demanda	121
3.8.4.2.2.	Clasificación por su orografía.....	121
3.8.4.3.	Diseño del afirmado.....	122
3.8.4.3.1.	Datos del CBR del estudio de suelos.....	123
3.8.4.3.2.	Datos del estudio de tráfico.....	123
3.8.4.3.3.	Tipo de tráfico vehicular.....	123
3.8.4.3.4.	Espesor del afirmado	124
3.8.5.	Estudio De Impacto Ambiental	125
3.8.5.1.	Objetivos.....	125
3.8.5.2.	Leyes y normas que en marca el estudio de impacto ambiental.....	126
3.8.5.2.1.	Constitución política del Perú.....	126
3.8.5.2.2.	Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)..	126
3.8.5.2.3.	Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)	127
3.8.5.3.	Peculiaridades del proyecto	127
3.8.5.3.1.	Infraestructura de servicio	127
3.8.5.3.2.	Diagnóstico ambiental.....	128
3.8.5.4.	Área de influencia del proyecto.....	129
3.8.5.4.1.	Área de influencia directa	129
3.8.5.4.2.	Área de influencia indirecta	129
3.8.5.4.3.	Evaluación de impacto ambiental en el proyecto.....	130
3.8.5.4.4.	Descripción de los impactos ambientales.....	131
3.8.5.4.5.	Impactos ambientales negativos.....	131
3.8.5.4.6.	Impactos ambientales positivos	131
3.8.5.5.	Mejora de la calidad de vida	132
3.8.5.5.1.	Mejora de la Transitabilidad Vehicular	132
3.8.5.5.2.	Reducción de costos de transporte	132
3.8.5.5.3.	Incremento del precio del terreno	132
3.8.5.6.	Plan de manejo ambiental.....	132
3.8.5.6.1.	Medidas de mitigación	132

3.8.5.7.	Plan de manejo de residuos solidos.....	134
3.8.5.8.	Plan de contingencias.....	135
3.8.5.9.	Plan de abandono.....	135
3.8.5.10.	Programa de control y seguimiento.....	135
IV.	RESULTADOS.....	136
4.1.	Levantamiento topográfico.....	136
4.1.1.	Puntos topográficos.....	136
4.2.	Estudio De Mecánica De Suelos y cantera.....	138
4.2.1.	Estudio de suelos.....	138
4.2.2.	Estudio de cantera.....	140
4.2.2.1.	Identificación de cantera.....	140
4.2.3.	Estudio de fuente de agua.....	141
4.3.	Estudio Hidrológico y Obras de arte.....	142
4.3.1.	Precipitaciones máximas.....	142
4.3.2.	Intensidad máxima (mm/h).....	144
4.3.3.	Diseños de cunetas.....	145
4.3.4.	Diseño de alcantarillas de alivio.....	146
4.3.5.	Resumen de obras de arte.....	146
4.4.	Diseño Geométrico de La Carretera.....	147
4.4.1.	Estudio de trafico.....	147
4.4.2.	Cálculo del IMDA.....	147
4.4.3.	Clasificación de vehículo.....	148
4.4.4.	Parámetros Básicos Para El Diseño En Zona Rural.....	149
4.4.5.	Espesor del afirmado.....	150
4.4.6.	Señalización.....	150
4.5.	Análisis de impacto ambiental.....	153
4.5.1.	Matriz de Leopold.....	153
V.	DISCUSIÓN.....	156
VI.	CONCLUSIONES.....	159
VII.	RECOMENDACIONES.....	160
VIII.	REFERENCIAS:.....	161
IX.	ANEXOS.....	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Ubicación del proyecto	29
Tabla 02. Límites	30
Tabla 03. Acceso al área del proyecto.	31
Tabla 04. Ubicación de las calicatas	33
Tabla 05. Clasificación de carreteras	35
Tabla 06. Tipos de vehículos de diseño	36
Tabla 07. Velocidad de diseño	37
Tabla 08. Distancia de visibilidad con pendiente 0	38
Tabla 09. Distancia de visibilidad de adelantamiento de dos carriles	39
Tabla 10. Cálculo de longitud mínima de curva	39
Tabla 11. Longitudes de tramos en tangente	40
Tabla 12. Valores de radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes Máximos y valores Límites de fricción	41
Tabla 13. Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase	42
Tabla 14. Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.	43
Tabla 15. Longitud mínima de transición de peralte y bombeo	44
Tabla 16. Pendientes máximas	46
Tabla 17. Longitud de curvas convexas (D_p) y (D_a)	52
Tabla 18. Valores del índice de curvatura	53
Tabla 19. Valores de ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño	54
Tabla 20. Valores de ancho de berma para diferentes velocidades de diseño	55
Tabla 21. Bombeo	56
Tabla 22. Peralte máximo	56
Tabla 23. Anchos mínimos (m)	57
Tabla 24. Valores de los Taludes de corte y relleno	57
Tabla 25. Taludes referenciales en zonas de relleno	57
Tabla 26. Inclinaciones máximas del talud (v:h) interior de cuneta	58
Tabla 27. Dimensiones mínimas	58
Tabla 28. Identificación de variable	61
Tabla 29. Matriz operacionalización de variables	61

Tabla 30. Instrumentos y validaciones_____	64
Tabla 31. Coordenadas UTM tomadas en campo_____	76
Tabla 32. Número De Calicatas En Exploraciones De Suelos_____	77
Tabla 33. Exploración de suelos: número de ensayos de CBR_____	78
Tabla 34. Precipitaciones máximas de la estación meteorológica Cachicadan_	80
Tabla 35. Registro de precipitaciones máximas anuales_____	83
Tabla 36. Cálculo de precipitaciones máximas probables_____	84
Tabla 37. Coeficientes para relaciones lluvia de duración de 24 hr _____	85
Tabla 38. Precipitaciones máximas para diferentes duraciones de lluvia _____	85
Tabla 39. Intensidades de lluvia (mm/hr), según periodo de retorno _____	86
Tabla 40. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 2 años _____	87
Tabla 41. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable “X, Y” para T= 2 años _____	87
Tabla 42. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 5 años _____	88
Tabla 43. Cálculo de productos cuadrados y sumatoria variable X, Y para t= 5 años _____	89
Tabla 44. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 10 años _____	90
Tabla 45. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T = 10 años_____	90
Tabla 46. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 20 años _____	91
Tabla 47. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T = 20 años_____	92
Tabla 48. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 25 años _____	93
Tabla 49. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T = 25 años_____	93
Tabla 50. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 50 años _____	94
Tabla 51. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T = 50 años_____	95
Tabla 52. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 75 años _____	96
Tabla 53. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T = 75 años_____	96
Tabla 54. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 100 años _____	97
Tabla 55. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T= 100 años_____	98

Tabla 56. Cálculo de “d y n” para periodo de retorno de 500 años _____	99
Tabla 57. Cálculo de productos, cuadrados y sumatoria de variable X, Y para T = 500 años _____	99
Tabla 58. Resumen de aplicación de regresión potencial _____	100
Tabla 59. Regresión potencial _____	101
Tabla 60. Intensidad y tiempo de duración _____	101
Tabla 61. Daros de la carretera _____	103
Tabla 62. Coeficiente de escorrentía _____	106
Tabla 63. Tiempo de concentración _____	106
Tabla 64. Cálculo de los caudales de diseño para cunetas _____	108
Tabla 65. Relaciones geométricas de sección triangular con taludes diferente	109
Tabla 66. Resultados de relaciones geométricas para diseño de cuentas _____	110
Tabla 67. Cálculo de caudales de diseño para alcantarillas de alivio _____	114
Tabla 68. Cálculo de diámetro de la tubería _____	115
Tabla 69. Cálculo del caudal de aporte _____	116
Tabla 70. Longitud de tubería para alcantarillas de alivio _____	117
Tabla 71. Ubicación de la estación de conteo vehicular _____	118
Tabla 72. Evaluación de orografía _____	121
Tabla 73. Evaluación de la orografía mediante la estadística _____	122
Tabla 74. Datos del CBR _____	123
Tabla 75. Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño. _____	123
Tabla 76. Catálogo de capas de afirmado (revestimiento granular) periodo de diseño de 10 años _____	124
Tabla 77. Niveles de impacto _____	130
Tabla 78. Puntos topográficos coordenadas UTM _____	136
Tabla 79. Ficha de resumen del estudio de suelo _____	138
Tabla 80. Características de la cantera _____	140
Tabla 81. Precipitaciones máximas mensuales y anuales _____	142
Tabla 82. Intensidad – tiempo de duración _____	144
Tabla 83. Dimensiones de cunetas _____	145
Tabla 84. Dimensiones de alcantarillas de alivio _____	146
Tabla 85. Conteo vehicular _____	147
Tabla 86. Índice medio diario anual _____	147

Tabla 87. Calculo de ejes equivalentes _____	148
Tabla 88. Resumen de parámetros de diseño en zona rural _____	149
Tabla 89. Tipo de carpeta de rodadura y espesor _____	150
Tabla 91. Señalización de la carretera _____	150
Tabla 91. Evaluación de impactos ambientales _____	153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Ubicación del proyecto en el país y en la región.	28
Figura 02. Ubicación del proyecto en la provincia y distrito	29
Figura 03. Distancia de visibilidad de paso.	38
Figura 04. Elementos de curva	40
Figura 05. Configuraciones recomendables	42
Figura 06. Curva de vuelta	43
Figura 07. Distribución del sobreancho en los sectores de transición circular	45
Figura 08. Curvas verticales por su forma	47
Figura 09. Curvas verticales por su proporción entre sus ramas	48
Figura 10. Curva vertical simétrica	49
Figura 11. Curva vertical asimétrica	50
Figura 12. Longitud de curva convexa (D_p)	51
Figura 13. Longitud de curva convexa (D_a)	52
Figura 14. Longitud de curvas cóncavas	53
Figura 15. Inclinación de bermas	55
Figura 16. Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica	59
Figura 17. Alcantarilla	59
Figura 18. Ubicación del trazo de la vía	67
Figura 19. Creación del polígono del proyecto	67
Figura 20. Importación del polígono generado en Google Earth	68
Figura 21. Visualización del polígono	68
Figura 22. Opcion de configuracion del software Global Mapper	69
Figura 23. Generacion de las curvas de nivel	69
Figura 24. Visualización de curvas de nivel en el software Auto Cad Civil 3D	70
Figura 25. Ancho de la vía	71
Figura 26. Pendiente inadecuada	71
Figura 27. Obras de arte deficientes	72
Figura 28. Histogramas caudales mensuales por condición hidrológica	73
Figura 29. Ojiva del cbr.	73
Figura 30. Identificación de zona de estudio	75
Figura 31. Meses con mayor precipitación	82
Figura 32. Regresión en periodo de 2 años	88

Figura 33. Regresión en periodo de 5 años	89
Figura 34. Regresión en periodo de 10 años	91
Figura 35. Regresión en periodo de 20 años	92
Figura 36. Regresión en periodo de 25 años	94
Figura 37. Regresión en periodo de 50 años	95
Figura 38. Regresión en periodo de 75 años	97
Figura 39. Regresión en periodo de 100 años	98
Figura 40. Regresión en periodo de 500 años	100
Figura 41. Curvas IDF de la cuenca	102
Figura 42. Sección típica de la cuneta	107
Figura 43. Dimensiones de diseño de cuneta	109
Figura 44. Características del vehículo de diseño C2	120
Figura 45. Curvas de nivel (m.s.n.m.)	137
Figura 46. Fuentes de agua cercanas al proyecto	141
Figura 47. Vehículo de diseño C2	148

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo, en la Universidad Cesar Vallejo, se determinó “Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo carretera Llaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad 2020.” Para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental de tipo transversal, el muestreo es toda la trocha carrozable, para la recolección de datos se realizó con la técnica de análisis documental, los instrumentos utilizados fueron la ficha de recolección de datos y fichas de resumen, para analizar los datos se emplearon softwares, el problema es que la trocha carrozable en el caserío Las Pajillas se encuentra en malas condiciones ya sea por su diseño geométrico mal elaborado, sus obras de arte en mal estado y no cuenta con una señalización durante el recorrido y por ende esto ocasiona riesgos a los conductores que transitan frecuentemente por esta zona, tenemos un tipo de orografía ondulada, con un CBR (7.41% y 8.61%), teniendo así una subrasante regular, se logró realizar un nuevo diseño geométrico con parámetros según la norma, utilizando diversos softwares de dibujo y cálculo tales como AutoDesk, Microsoft, entre otros relacionados a la ingeniería, de este modo se determinó una carretera de tercera clase, con una velocidad de directriz variable de 30km/h a 40 km/h, presenta pendientes máximas de 12% debido a la que la carretera se encuentra a más de 3000 m.s.n.m., con radios mínimos de 15 m y 25 m, con una calzada de 6 m de ancho con bombeo de 3% para facilitar la evacuación de las aguas pluviales a las cunetas que se encuentran a lo largo de vía, con una capa de afirmado de 25cm de espesor de material granular.

Palabras claves: Diseño geométrico, carretera, mejoramiento, afirmado

ABSTRACT

The present research was carried out in Trujillo, at the Cesar Vallejo University, and it was determined "Improvement of the design of the roadway at an affirmed level of the section Llaray - Las Pajillas farmhouse, district of Quiruvilca, province of Santiago de Chuco, La Libertad 2020. For the accomplishment of the thesis a non-experimental design of cross-sectional type was used, the sampling is all the trail, for the collection of data it was made with the technique of documentary analysis, the instruments used were the card of collection of data and summary cards, to analyze the data softwares were used, The problem is that the trail in Las Pajillas is in poor condition either by its geometric design, its works of art in poor condition and does not have a signaling during the tour and therefore this causes risks to the condors that travel frequently in this area, we have a type of undulating terrain, with a CBR (7. 41% and 8.61%), thus having a regular subgrade, we managed to make a new geometric design with parameters according to the standard, using various drawing and calculation software such as AutoDesk, Microsoft, among others related to engineering, in this way it was determined a third class road, with a variable design speed of 30km / h to 40 km / h, has maximum slopes of 12% because the road is more than 3000 m. s. n. m, with minimum radii of 15 m and 25 m, with a 6 m wide roadway with 3% pumping to facilitate the evacuation of rainwater to the ditches that are located in the roadway lake, with a 25 cm thick layer of granular material.

Keywords: Geometric design, road, improvement, affirmation

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad problemática

En la actualidad las vías son obras estratégicas de transporte para el desarrollo y crecimiento de un país, principalmente para cubrir las carencias esenciales de educación, salud, alimentación y trabajo; asimismo su principal objetivo es el traslado de la población y sus recursos dentro y fuera de un país.

En China se realizó un minucioso estudio acerca del impacto social de la infraestructura vial y el transporte en sustento al crecimiento económico y al turismo a lo largo del corredor vial entre China y Pakistán un megaproyecto, en donde se obtuvieron como resultados una relación positiva entre el desarrollo de la infraestructura vial y el apoyo a la comunidad local beneficiando a todos los habitantes que se encuentran en el recorrido de la ruta. (Kanwal, y otros, 2020)

En Colombia existe un gran déficit de infraestructura vial relacionadas al mejoramiento de esta región, cuenta con vías defectuosas, suma ello el mal manejo de la inversión de los recursos que no logra atender la demanda en su totalidad, es por ello; que se han planteado retos relacionados al mejoramiento de la infraestructura vial de segunda y tercera clase, teniendo como eje central el desarrollo socioeconómico regional y rural. (Villar, y otros, 2014)

La infraestructura vial rural en México es esencial para el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales, que generalmente están situadas en sitios montañosos, en los que el acceso a los servicios básicos es muy complicado. En donde el instituto mexicano de transporte adopta normativas para diseño de caminos rurales, asimismo minimizando las posibilidades de accidentes de tránsito. (Flores Rangel, 2014)

Hoy en día en el Perú la infraestructura vial se ha desarrollado considerablemente en la costa, aun así, prexiste gran déficit en la sierra y selva, en el cual se encuentran bastantes lugares rurales sin acceso a las vías de comunicación terrestre o en malas condiciones, que son perjudiciales para las diversas actividades comerciales y en consecuencia no ayudan a mejorar el desarrollo socioeconómico del

país.

En la región La Libertad las trochas carrozables cumplen un rol indispensable para la mejora de la economía de los pueblos rurales, ya que estas vías de acceso facilitan la comercialización de los productos, la traslación de los pobladores, también permite que los servicios básicos lleguen de manera oportuna, y además son activos necesarios para el progreso de la economía en esta región.

Pero en la actualidad en la región La Libertad existe un gran descuido por parte de las autoridades en cuanto a la inversión en las obras de las localidades rurales.

Este proyecto estudiará el tramo de vía del caserío de las Pajillas situado en el distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad, esta vía se halla en pésimas condiciones para el transporte vehicular debido a las fuertes lluvias y los frecuentes fenómenos naturales que afectan esta zona, así mismo dicha vía cuenta con obras de drenaje superficiales en pésimas condiciones tales como: cunetas, alcantarillas, badenes que no facilitan la deposición de las aguas pluviales sobre la carretera, además la vía no cuenta con una buena señalización que indique a los conductores de los riesgos.

Este problema ha obstaculizado el comercio de los productos que se cultivan en esta zona perjudicando a los pobladores, ya que su principal fuente de ingreso se centra en la ganadería y la agricultura, de manera que se ha visto afectada tanto la economía local como regional, ya que el principal pilar del progreso económico está en tener buenas vías de comunicación.

En el Perú la administración de la infraestructura vial se encuentra bajo responsabilidad y es controlado por el manual de carreteras del MTC. Para este proyecto nos regiremos cumpliendo todos los parámetros normados por la DG-2018.

(Castrejon y De La Cruz,2019) Señala que la infraestructura vial en las zonas rurales es muy deficiente tanto en diseño como en el mejoramiento y mantenimiento de estas, en el Perú a pesar de su crecimiento económico no ha podido dar solución respecto a uno de

sus principales problemas, como es el caso de las carreteras en los pueblos rurales. A pesar de todos los cambios de inversión pública en infraestructura vial el sistema aun es deficiente, es por ello se planteó una evaluación de un tramo de carretera, para posteriormente dar una propuesta de mejoramiento que contribuya con las localidades.

(Campos y Roncal,2018) Señala que para dar mejora de diseño a la carretera que conecta los sectores El Molle y Quiguir de la provincia de Santiago de Chuco, se realizó un levantamiento topográfico obteniendo una topografía accidentada, con tipo de suelo particularmente arenas con finos, también muestra pendientes de 9%. Así mismo se realizó el diseño geométrico en donde obtuvieron un ancho de vía de 6 m, bermas de 0.5 m con desniveles de 3 y 6%, un peralte de 12% y radios mínimos de 25 m con velocidad de directriz de 30 km/h, conforme con los parámetros de la DG-2018.

(Calle y Siccha,2016) señala que el diseño geométrico de una vía es necesario una visita de campo para recolectar datos que permitan el desarrollo de la tesis, con los datos recolectados que se obtuvo se realizaron trabajos de gabinete, donde se verificaron y se concluye que se necesitaba un diseño para una carretera de tercera clase, que debe cumplir con las medidas señalados por las dg-2014. Se procedió con el diseño a nivel afirmado con tratamiento superficial según los resultados de los parámetros de diseño, donde se estableció un grosor de afirmado entre 0.25m a 0.15m de espesor con tratamiento superficial en base de micro pavimento.

Según los expuesto por estos autores se puede concluir que para un diseño de mejoramiento de infraestructura vial se tiene que realizar una serie de estudios preliminares como es el caso de un levantamiento topográfico para establecer el tipo de orografía donde se trazará la vía, también un estudio de suelos para encontrar el tipo de suelo y estudio hidrológico. Luego se realizará el diseño geométrico de la vía según lo estipulado en la DG-2018.

El Consorcio Vial Pallasca con RUC: N° 20603925239 se adjudicó la obra REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CALZADA PALLASCA - MOLLEPATA - MOLLEBAMBA - SANTIAGO DE

CHUCO. Esta obra consta de la rehabilitación y mejoramiento a nivel asfalto. El monto de este proyecto asciende los S/ 235'168,404.25 (Doscientos treinta y cinco millones ciento1 sesenta y ocho mil cuatrocientos cuatro con 25/100 soles).

El consorcio vial Patahuasi, (conformado por la empresa CONSTRUCTORES & CONSTRUCCIONES RIBAB E.I.R.L. con RUC N° 20488040988, EMPRESA PROYECTOS & CONSTRUCCIONES JB S.A.C. CON RUC N 20479572659 y EMPRESA D&N SERVICIOS GENERALES S.C.R.L. CON RUC N° 20491596172), debidamente representadas en el año 2015 realizó la ejecución de la obra: “CONSTRUCCIÓN DE LA TROCHA CARROZABLE C.P. EL TAMBO, LANCHE BAJO CHORRO BLANCO, HUAGARISH, PATHUASI, YERBA BUENA DISTRITO DE BAMBAMARCA – PROVINCIA DE HUALGAYOC – CAJAMARCA”. Esta obra consta de la apertura de trocha a nivel afirmado. El monto de ejecución asciende S/ 1'836,459.98 (un millón ochocientos treinta y seis mil cuatrocientos noventa y cinco con 98/100 soles).

En la actualidad el caserío de las Pajillas cuenta con una trocha carrozable trazada en terreno inadecuado, por donde transitan los pobladores y comerciantes de esta zona; esta vía consta de una trocha carrozable con pendientes inadecuadas, tramos con anchos variables, obras de arte deficientes y curvas muy cerradas que dificultan el tránsito vehicular con seguridad de este caserío. Asimismo, no cuenta con el material adecuado de carpeta de rodadura, lo cual genera un desgaste del material de afirmado.

Una de las principales causas en el deterioro de la trocha carrozable son las fuertes lluvias que pasan por esta zona, así como el material inadecuado que se utilizó para la carpeta de afirmado, lo que ha generado una gran aglomeración del agua pluvial dentro de la calzada de la trocha, convirtiéndola en riesgo latente para el transporte vehicular, también se aprecia un sistema de drenaje inadecuado para dicha carretera.

En el caso del diseño de la trocha esta no cumple con las medidas requeridas por las normas de carreteras para poder desempeñar su

propósito. Otras de las causas del deterioro de la infraestructura vial es el mal uso que le dan algunos pobladores que tienen terrenos cerca a esta vía, ya que gran parte de los habitantes usan las cunetas como canal e incluso transportan el agua por la calzada de la carretera, generando la remoción de la carpeta de afirmado y posteriormente la aparición de baches.

Habiendo descrito las causas que originan el problema de este proyecto se plantea hacer un mejoramiento de diseño de la carretera del caserío las Pajillas, distrito de Quiruvilca provincia de Santiago de Chuco, La Libertad cumpliendo con todos los criterios de diseño que brinde seguridad y comodidad de los habitantes del caserío que abarca este proyecto.

Este proyecto pretende aplicar los parámetros técnicos para el mejoramiento de diseño estructural de la vía. En primer lugar, se realizará el reconocimiento del área de esta investigación para poder establecer los estudios que nos ayudarán a elaborar correctamente el mejoramiento del trazo de la vía. También se deberá analizar el material que se usará en la construcción de la capa de afirmado, puesto que en caso de que haya algún error, esta sufrirá un desgaste prematuro. El estudio de los criterios permitirá la promoción de las actividades agrícolas y ganaderas, lo que a su vez implicaría un desarrollo socioeconómico del caserío que alberga este proyecto.

En caso no se realice esta investigación, se vería reflejado en la inseguridad a la que se exponen los pobladores de este sector, al transitar por esta vía que se encuentra en pésimas condiciones, asimismo se vería afectada su economía, ya que no podrían sacar sus productos al mercado, en consecuencia, implicaría un riesgo inminente para el transporte en esta zona.

1.2.Planteamiento del problema.

¿Cuál será el mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera Llaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca provincia de Santiago de Chuco, 2020?

1.3. Justificación.

El presente proyecto se realiza porque hasta la fecha el caserío de las Pajillas cuenta con una vía de acceso en pésimas condiciones que no cumple con ninguna especificación técnica expuestas en la DG-2018, con esta propuesta se busca el mejoramiento del diseño óptimo que garantice la seguridad en la vía; con la solución del problema de estudio se verán beneficiados todos los habitantes del sector las pajillas

Esta investigación se realizará con el objetivo de poder aportar al conocimiento ya existente del mejoramiento de diseño a nivel afirmado de una carretera siendo esta vía primordial para los pobladores de este caserío, cuyo diseño podría ser utilizado como guía en otros proyectos de la misma envergadura o rubro.

En este proyecto se justifica en lo práctico porque realizará un diseño de mejoramiento en las condiciones del tramo de la carretera existente, con la finalidad de ayudar con el desarrollo socioeconómico de los pueblos de la zona de estudio. Esta propuesta de mejoramiento de diseño se centra en proponer una alternativa de solución eficiente, debido a que existe una gran necesidad de contar con infraestructura vial que facilite el desarrollo de los pueblos rurales. Para ello se mejorará el sistema de drenaje, así como un diseño geométrico eficaz y óptimo de acuerdo a los reglamentos vigentes del MTC.

Este proyecto de investigación metodológica no experimental – descriptivo, nos da a conocer el desarrollo del mejoramiento de diseño de la vía por medio de recolección de datos del análisis documental, mediante levantamientos topográficos, estudios de suelos, estudios hidrológicos y obras de arte. Donde se utilizó softwares para el procesamiento de datos.

1.4. Hipótesis.

El mejoramiento del diseño de la trocha carrozable del caserío Las Pajillas, será elaborar planos de un diseño geométrico, con un espesor de afirmado de 25 cm para una carretera de tercera clase, cumpliendo con todos los parámetros establecidos por la DG-2018.

1.5.Objetivos.

1.5.1. Objetivo general.

Realizar el mejoramiento del diseño de la carretera a nivel afirmado del tramo cruce carretera Llaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, la Libertad 2020.

1.5.2. Objetivos específicos.

- Realizar un levantamiento topográfico de la carretera
- Realizar un estudio de mecánica de suelos del área de estudio.
- Elaborar un estudio hidrológico y obras de arte del área de estudio.
- Elaborar un diseño geométrico de la carretera
- Elaborar un estudio de impacto ambiental.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

“Estudio y diseño de la vía el Salado - Manantial de Guangala del Cantón Santa Elena”

(Suárez Rosales, y otros, 2015). Elaborar el estudio y diseño de la carretera El Salado – Manantial de Guangala, ubicada en la parte norte del cantón Santa Elena (p.4). esta investigación de metodología descriptiva-simple consistió en un conteo vehicular para establecer el tipo de carretera, en donde obtuvieron como carretera de tipo III, con una velocidad de diseño de 60km/h, del mismo modo se realizaron trabajos topográficos donde se supo el relieve y las características del terreno, así como un estudio de suelos entre otros estudios preliminares, cuyos resultados del estudio suelos se logró obtener un CBR de 7.4%, un presupuesto referencial estimado de \$1'101.391,08 dólares (p.107). Se concluyó con un análisis del estudio de impacto ambiental permitiendo esto apreciar que una parte de este proyecto tiene un impacto ambiental negativos, pero poco significativo, lo que a su vez será transformable en un determinado tiempo, a la vez existen impactos positivos que benefician a la población de esta zona de estudio del proyecto.

Esta investigación contribuye en cómo realizar un diseño de vía de tercera clase para saber el IMD, el tipo de suelo y el CBR, así como también tener una noción de cómo realizar los estudios y software empleados para aplicarla al momento de elaborar el diseño de carretera que servirán para recoger datos para la presente.

“Estudio y diseño del sistema vial de la —comuna San Vicente de Cucupuro de la parroquia rural de el Quinche del distrito metropolitano de Quito, provincia de Pichincha”

(Rodríguez Armas, 2015). Elaborar el diseño vial para la comunidad San Vicente de Cucupuro de la parroquia rural de el Quinche del distrito metropolitano de Quito, aplicando criterios técnicos de la normativa para el diseño de vías urbanas (p.3)

Esta investigación de metodología descriptiva propone una solución

eficaz basándose en la realización de un estudio técnico y económico para dar solución a una problemática de transporte. Se realizaron estudios preliminares cuyos resultados son los siguientes: que el terreno tiene una topografía plana y ondulada, obteniendo también pendientes longitudinales de 2% hasta 15%, también se realizó estudio de suelos, con estos datos se efectuó el trazado de la vía con velocidades de diseño variables entre 35 y 50 Km/h, teniendo un ancho de calzada de 6 m, el presupuesto referencial del proyecto asciende un valor de 818,983.26 dólares. Se llegó a la conclusión que en este diseño de vía sería beneficioso aumentar la rasante de la vía para así poder evacuar con más facilidad las aguas pluviales y evitar el deterioro de esta.

La presente investigación nos aporta en cómo realizar una evaluación de diseño geométrico de una carretera, también nos da a conocer que estudios se deben realizar para poder lograr un buen diseño y poder aplicar al momento de determinar la carretera que servirá para recoger datos para esta actual investigación.

“Estudio del diseño de trocha carrozable de los caseríos Quillcaypirca – adbon – Longotea- Bolívar – La Libertad- 2018”.

(Florindez Alvarado, y otros, 2019). Determinar el estudio de diseño de la trocha carrozable de los caseríos Quillcaypirca – Adbon distrito de Longotea, provincia de Bolívar – la libertad- 2018 (p.16). Se desarrolló el método de estadística descriptiva - no experimental para elaborar el diseño geométrico de la carretera con una longitud de tramo de 8.40 km en la cual fue utilizada, por medio de la observación y gráficos estadístico que permitieron hacer el diagnóstico y recolectar los datos para procesarlos por medio de gráficos, tablas y el manejo de programas de cómputo relacionadas a la ingeniería (p.28). según los resultados que se obtuvieron por medio de los estudios realizados se determinó una clasificación de carretera según su demanda y orografía: trocha carrozable y tipo 3 – 4, respectivamente. También CBR de 7.5, 11.5, 12.3 y 13.1; obras de drenaje como alcantarillas de 24” y 36”, cunetas de 0.50 x 1.25 m. de sección, un presupuesto de S/. 5, 408,428.58 y el tramo de la carretera con una sección

transversal de 5 m. Se concluye con la realización del estudio de diseño de la trocha carrozable de los caseríos Quilcaypirca – Adbon, como resultado del análisis de los parámetros técnicos, sociales y normativos, se identificó y desarrollo de la mejor ruta debidamente sustentada, bajo los parámetros normativos vigentes dados por estado peruano (p.65).

Esta investigación nos brinda el diseño de la trocha carrozable de dichos caseríos, así como también nos da a conocer los posibles estudios a realizar durante el proceso constructivo y programas a emplear, para así poder aplicarlas al momento de ejecutar el tramo de esta presente investigación.

“Diseño del mejoramiento de la carretera que conecta los caseríos del Hospital – Chaguin, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad”

(Távora Ucañay, 2017). Realizar el Diseño del mejoramiento de la carretera que intersecta los pueblos de El Hospital – Chaguin, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, La Libertad (p.45). Se realizó el método de diseño no experimental - descriptivo para realizar el diseño de esta carretera, la cual fue aplicada en el tramo de El Hospital - Chaguin contando con una longitud de 6.77km, por medio de los estudios realizados nos permitió obtener la calidad de suelo, el trazo geométrico de la vía, costos y presupuestos de dicho tramo (p.45). De acuerdo a los resultados que se obtuvo tenemos que el material de suelo que más se muestra en el área a trabajar es un tipo de suelo limoso, también tenemos que la capacidad de las cunetas es de 0.3303 m³/s, se concluyó que es una carretera de clase 3, siendo su velocidad directriz de 30km/h y con una pendiente de 9% máxima debido a que la carretera está ubicada a más de 3000 m.s.n.m (p.329). En esta investigación nos da a conocer el diseño que se llevará a cabo para un mejoramiento de carretera, mediante estudio de suelos hidrológico y levantamiento topográfico, ayudándose por medio de diferentes softwares de dibujo, cálculos en ingenierías como son: Microsoft Office, AutoDesk entre otros relacionados a la ingeniería. De manera que podamos utilizarla en el diseño del tramo de carretera de

esta presente investigación.

“Mejoramiento de las trochas carrozables en la comunidad de Retiro del Carmen distrito de Yanatile – provincia de Calca – Cusco”

(Hallasi Zarate, 2019), realizar una vía de estructuración y combinación vial con las vías ya establecidas hacia la capital del Distrito de Yanatile, Provincia de Calca y departamento del Cusco, conforme a las Normas Peruanas de Diseño de Carreteras (NPDC) (p.9). Esta investigación de metodología simple permitió elaborar el mejoramiento del tramo con una amplitud de 07+226 Km y también una apertura de 4+813.38 Km de longitud, mediante estudios geotécnicos, topográficos, socio – económico y presupuesto de obra (p.24). según los datos obtenidos tenemos que el IMD es de 71 vehículos por día considerándole, así como una carretera de tercera clase, se tiene un caudal máximo de 0.13 m³ /seg para las cunetas a elaborar y un presupuesto de obra de S/. 357,552.49. Se concluyó que en el Caserillo de Retiro del Carmen se tiene como principal objetivo conectar de manera directa al distritito Yanatile con el Corredor del Valle Sagrado incorporando también los sectores y caserillos alrededor del trazo; permitiendo así adherirlos al sistema vial de Cusco, tanto económica y socialmente (p.224).

Esta presente investigación nos da a conocer el diseño empleado en la trocha carrozable mediante diversos estudios y softwares aplicados en la ingeniería civil, de esta manera nos ayudaría a aplicar al momento de realizar los estudios para la presente investigación.

“Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, 2016”

(RONCAL ESPINOZA, 2018), diseñar la trocha carrozable San Juan – San Francisco – Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca (p.20). Se desarrolló una metodología descriptiva para elaborar el diseño del tramo de carretera entre los sectores de San Juan – San Francisco y Tunal, a través de estudios preliminares (canteras, hidráulica, diseño geométrico, rutas) de

manera que se utilizaron programas de ingeniería: S10 2000, Ms Project, Sistemas RW7, Google para procesar los resultados (pag.28). con los resultados obtenidos de los datos se tiene que el IMD son 20 vehículos por día, su CBR se encuentra entre 6% y 10% clasificándola así a la subrasante como regular y la cantera tiene un CBR de 43%, se concluye eligiendo la Ruta Alternativa N° 01, por ser la más recta y conveniente que las demás Rutas planteadas. Su extensión es 1.43 km menos con respecto a las demás rutas, posee menos obras de arte en su trayecto y asimismo goza con áreas con menores pendientes. Cabe recalcar que esta ruta se propuso en campo. La vigente investigación nos brinda en cómo realizar un diseño de trocha carrozable y nos muestra los tipos de estudios a realizar durante la elaboración del diseño de esta manera poder emplearlas en el tramo a realizarse en esta investigación.

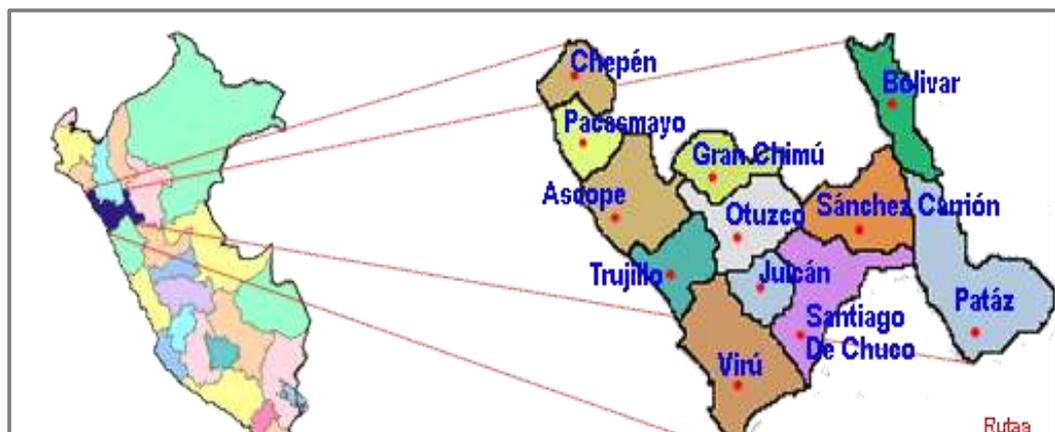
2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. Aspectos Generales.

2.2.1.1. Nombre Del Proyecto

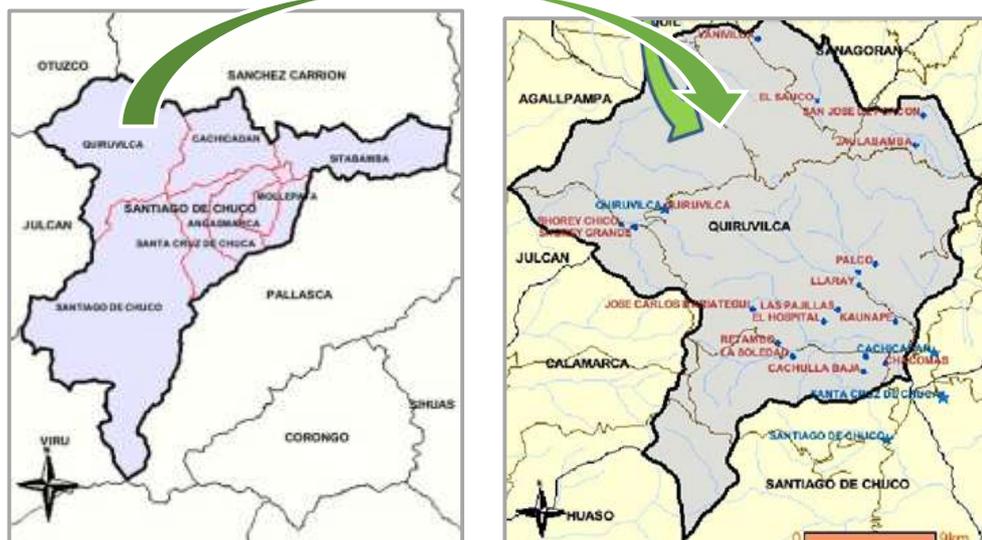
Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera LLaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad 2020.

Figura N° 01: Ubicación del proyecto en el país y en la región.



Fuente: patrimonio natural de La Libertad

Figura N°02: Ubicación del proyecto en la provincia y distrito



Fuente: banco de información distrital de Santiago de Chuco

2.2.1.2. Ubicación Política.

La localización política de este proyecto es la siguiente:

Tabla N°01. Ubicación del proyecto

Lugar	Nombre
Departamento	La Libertad
Provincia	Santiago de Chuco
Distrito	Quiruvilca
Caserío	Las Pajillas

2.2.1.3. Ubicación Geográfica

La vía en el cual se va a realizar el diseño de mejoramiento está ubicada en la localidad de las Pajillas pertenecientes al distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, específicamente en la sierra Liberteña del Perú. Cuyas coordenadas son: 8°04'19.1"S 78°12'04.2"W

2.2.1.4. Límites.

El caserío de las Pajillas está situado en la parte baja del distrito de Quiruvilca, este distrito se encuentra limitado con los siguientes lugares:

Tabla N°02. Limites.

Limites	Lugar
Por el Norte	Prov. De Otuzco
Por el Sur	Prov. De Santiago de chuco
Por el Este	Distrito de Cachicadan
Por el Oeste	Prov. De Julcan

2.2.1.5. Extensión.

El distrito de Quiruvilca tiene una superficie de 549.1 km² y está ubicada en la parte centro de la sierra Liberteña, siendo la capital Santiago de Chuco, se encuentra entre las coordenadas, 8°08'44"S y 78°10'31"O.

2.2.1.6. Topografía.

El distrito de Quiruvilca tiene generalmente una topografía accidentada y presenta pendientes muy pronunciadas, creando un peligro sismo medio, las coordenadas geográficas del distrito de Quiruvilca son latitud: -7,967°, longitud: -78,200°, y con una elevación: 3.987 msnm

2.2.1.7. Clima.

Por ubicarse entre regiones fisiográficas Suni y Jalca en el área de intervención del proyecto se tiene climas fríos, con temperaturas promedios máximas de 9°C y mínima de -3°C y de vez en cuando la temperatura disminuye hasta menos de -6°C o aumenta a más de 12°C. En los meses de junio a noviembre se presencia un clima muy frío, con frecuencias de heladas. La precipitación media anual es de 1,388.9mm y humedad relativa de 65%.

2.2.1.8. Suelos.

El Distrito de Quiruvilca se encuentra asentado sobre terrenos agrestes y con pendiente considerable, cubiertos con poca vegetación, donde se ejerce principalmente actividades agrícolas y mineras, se compuestos de suelos pedregosos y arcillosos. También se encuentra suelos con material orgánico.

2.2.1.9. Vías De Acceso.

La entrada al distrito de Quiruvilca, es por medio de la carretera Trujillo- Huamachuco, con una calzada pavimentada de doble vía teniendo esta un recorrido de 131.1 Km, así mismo tenemos un periodo de viaje de 4 horas aproximadamente en ómnibus y un aproximado de 3.5 hora en camioneta.

Tabla N°03. Acceso al área del proyecto.

Tramo	Distancia	Tipo de vía	Vehículo
Trujillo - Quiruvilca	130.1 km	Asfaltada	Camioneta Ómnibus Combi Camión
Quiruvilca - Las Pajillas	15.6 km	Afirmada	
Santiago de Chuco - Las Pajillas	24.2 km	Afirmada	

2.2.2. Aspectos Demográficos Y Socioeconómicos.

La población que se beneficiará de este proyecto de mejoramiento de carretera, serán todos habitantes del caserío las Pajillas perteneciente al distrito de Quiruvilca, en este caserío se ejerce las actividades de agricultura y ganadería que son exportados a la ciudad.

En salud. - Los habitantes del sector Pajillas cuentan con deficiente sistema de salud, debido a que no cuenta con una buena vía de acceso para esta zona, ante este problema los habitantes se ven forzados a trasladarse a los centros de salud de Santiago de Chuco y Quiruvilca poniendo en peligro su salud al momento de trasladarse.

En educación. - En el caserío de las Pajillas solo cuenta con escuela del nivel primaria, es por ello que los pobladores tienen la necesidad de trasladarse a las instituciones educativas de otras localidades cercanas donde cuentan con el nivel secundario.

En vivienda. – En el sector las Pajillas los materiales

utilizados para construir sus viviendas son el tapial, adobe y para sus cubiertas utilizan tejas y calaminas debido a las fuertes lluvias.

2.3. Teorías Asociadas Al Tema

2.3.1. Estudios De Ingeniería Básica

A. Levantamiento Topográfico.

(Kennedy, 2013). Señala que existen una gran gama de equipos topográficos para realizar un levantamiento y que la elección de estos equipos dependerá de la precisión requerida, condiciones de la zona de estudio, facilidades para analizar datos de post campo.

Consiste en realizar un estudio técnico y descriptivo para reconocer la superficie de un terreno, utilizando instrumentos especializados generalmente con un teodolito o estación total. El personal encargado de realizar el levantamiento topográfico es el topógrafo quien realiza el reconocimiento del área del terreno y procede a recolectar los datos, con los datos que se obtienen se realizan los planos del área de estudio, detallando las particularidades del terreno tales como los relieves o desniveles de pendiente que pueda encontrarse. Esta técnica sirve para hallar la posición del terreno entre dos puntos, en esta parte se emplea la planimetría que permite representar el terreno a escala real en un plano. (MTC; *Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2014, p.174-175*)

B. Estudio De Suelos.

(Meenakshi , y otros, 2019) Señala que el rendimiento de una vía sin pavimentar se mide mediante la relación de demora de California (CBR), el cual nos da un índice de resistencia del suelo subyacente de la vía sin asfaltar, obteniendo las propiedades físico-mecánicas de los suelos, así mismo permite sectorizar el tipo de material que se encuentra en el suelo, también nos ayuda

a conocer la calidad del soporte del suelo para poder dar un mejoramiento.

Su objetivo primordial es establecer las características de los materiales del suelo por medio de la realización de pozos exploratorios con una dimensión de 0.80m x 0.50m (aprox) a tajo abierto con una hondura de 1.50m, con distancias aproximadas a 250.00m uno al otro, la cantidad mínima de calicatas a realizarse por kilómetro se menciona en la siguiente tabla. De los materiales que hay en las calicatas se extraerán muestras que se colocarán en bolsas de polietileno para trasladarlos al laboratorio. (*Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p.25-26*)

Tabla N°04. Ubicación de las calicatas.

Número de Calicatas para Exploración de Suelos			
Tipo de carretera	Profundidad (m)	Numero mínimo de calicatas	Observacion
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000veh/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 ubican 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 IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	. 4 calicatas x km	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de segunda clase: carreteras con IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	. 3 calicatas x km	
Carreteras de tercera clase: carreteras con IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	. 2 calicatas x km	
Carreteras de bajo volumen de tránsito. carreteras con IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	. 1 calicatas x km	

Fuente: Manual de carretera: DG-2018

C. Estudio Hidrológico Y Drenaje.

(Duque, y otros, 2019) Tiene como objetivo realizar la obtención de hidrogramas de escorrentía-lluvia máximas, con cierta probabilidad de ocurrencia en cada una de las cuencas y subcuencas que viertan por el trazo de la carretera, también se realiza el cálculo de los caudales máximos que nos permitirán diseñar estructuras nuevas o el mejoramiento de estructuras ya construidas, satisfaciendo con todas las medidas de las normativas vigente.

D. Diseño Geométrico.

(Colonna, y otros, 2020). Define que el diseño geométrico de una vía es una labor ardua y de o ejecutarse correctamente pueden presentar problemas en varias perspectivas; especialmente ambientales, estructurales, económicos.

El diseño contiene información referente al trazo de la vía a proyectar, que debe cumplir con todas las medidas del manual del diseño de geométrico, en un diseño geométrico se considera básicamente lo siguiente; reconocimiento del área de estudio, que nos ayudará establecer el tipo de vía, así como la velocidad de diseño, curvas horizontales y verticales, pendientes, peraltes, sección transversal, taludes, intersecciones, entre otros elementos de diseño. También se debe verificar su operatividad y funcionalidad de los elementos de la infraestructura vial utilizando software. (Manual de Carreteras: DG-2018, página 281).

E. Análisis De Impacto Ambiental.

(David Llopis, y otros, 2018). Señala que este análisis de impacto ambiental tiene como propósito evaluar el impacto de la alineación horizontal de la vía, las emanaciones del CO2 producidas por los vehículos, utilizando técnicas basadas en la observación y recopilación de datos de carácter ambiental. El

análisis se centra en minimizar y dar posibles soluciones para mitigar problemas que resaltarán en el lugar donde se realizará el proyecto.

2.3.2. Carretera

Es un tipo de sistema de transportación fundamentalmente, planificada y ejecutada para el transporte de cualquier vehículo, comprende diversas particularidades geométricas como: pendiente longitudinal y transversal, sección transversal, faja de rodadura y entre otros elementos, que deben estar de acuerdo con las bases expuestas en la DG-2018. (MTC, 2018)

2.3.3. Clasificación:

Se clasifican según su demanda:

Tabla N°05. Clasificación de carreteras

Tipo de carretera	Según el IMD
Carreteras duales	Para un IMD mayor de 400 veh/día. Consiste de calzada separada, para dos o más carriles.
Carreteras de primera clase	Para un IMD comprendido entre 2000 4000 veh/día.
Carreteras de segunda clase	Para un IMD comprendido entre 400 y 2000 veh/día.
Carreteras de tercera clase	Para un IMD no especificado, se puede definir como caminos a los que le falta requisitos para ser clasificadas en tercera clase

2.3.4. Volumen De Tránsito.

Comprende en la representación de vehículos que se desplazan por el lugar o tramo de vía en un determinado lapso de tiempo. El volumen de tránsito es quien determina la demanda de la carretera.

2.3.5. Índice Medio Diario (IMD).

Llamado IMD al registro de la cantidad de carros que pasan en una carretera para día promedio del año.

$$IMD = \frac{\text{númmero de vehículos}}{365 \text{ días}}$$

2.3.6. Vehículos De Diseño.

Son propiedades físicas y de proporción (peso, dimensiones características de operación) de diferentes vehículos que transitan por una carretera, estos vehículos son utilizados para establecer criterios para proyectos de carreteras, se les conoce como vehículos de diseño.

En la DG- 2018 en la tabla 202.01 se presenta informaciones esenciales de los vehículos tipo M para el diseño de vías.

Tabla N° 06. Tipos de vehículos de diseño

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

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.7. Parámetros De Diseño.

Son criterios básicos para el diseño geométrico de la vía y para los diversos componentes de este proyecto.

2.3.7.1. Velocidad.

(Boroujerdian, y otros, 2016). Señala que la velocidad de los vehículos está estrechamente relacionada con la

calidad de los caminos rurales, también está influenciada por las características del diseño geométrico. Para realizar un diseño se debe elegir una velocidad que se adecue a la demanda de servicio de los usuarios mediante un compromiso entre seguridad y economía.

2.3.7.2. Velocidad directriz o de diseño. - Sirve como base para definir las características de cada elemento geométrico de la carretera. Para elegir la velocidad directriz depende de: el tipo de vía, terreno, servicio a ofrecer, volumen de tránsito, etc. Por tanto, las variaciones repentinas en el trayecto de una carretera deben evitarse.

En la siguiente tabla nos da a conocer las categorías de la velocidad sujetas al tipo de vía por demanda y orografía.

Tabla N°07. Velocidad de diseño.

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.7.3. Distancia de visibilidad.

Se define como la longitud de visibilidad al tramo longitudinal máximo que es perceptible para el conductor que circula por una vía. En todo proyecto vial se considera 2 tipos de visibilidad.

Visibilidad de parada. Es la distancia mínima para que un automóvil que circula a una velocidad de diseño se pare, antes de llegar a un cuerpo que esta fijo en la línea de circulación.

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

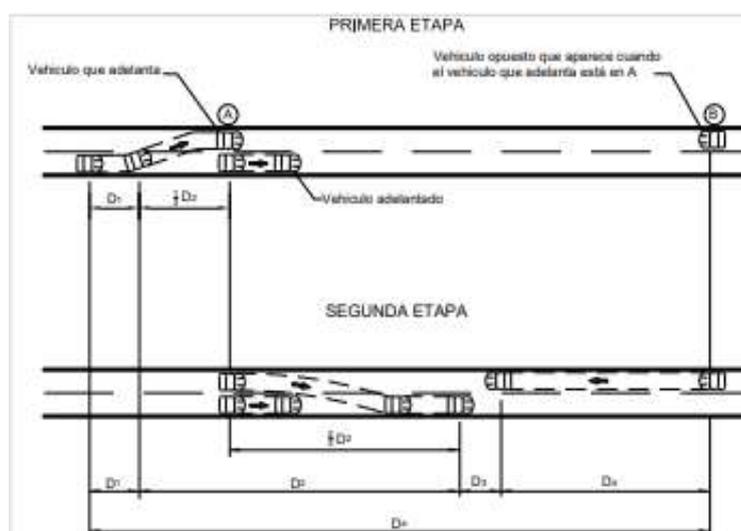
TABLA N°08: Distancia de visibilidad con pendiente mayor a 0.

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

Visibilidad de paso o adelantamiento. Es la mínima distancia tiene un conductor para adelantar a otro vehículo que marcha a menor velocidad sin afectar la velocidad de un tercer vehículo

Figura N°03. Distancia de visibilidad de paso



Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

La distancia de visibilidad de adelantamiento, se calcula sumando las cuatro distancias.

Tabla N°09: distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.8. Diseño geométrico en planta

2.3.8.1. Consideraciones de diseño

Aspectos a tener en cuenta para el diseño:

- Tratar de no tomar distancias con alineamientos rectos bastantes largos, se sugiere sustituir estas por curvas de radios grandes.

Tabla N° 10: Longitud mínima de curva

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

V = Velocidad de diseño (km/h)

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.8.2. Tramos en tangente

Las distancias mínimas y máximas recomendables, están en función a la velocidad de directriz

Tabla N°11: Longitudes de tramos en tangente.

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.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

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.8.3. Curvas horizontales.

Son elementos que se emplean en las carreteras para cambiar de dirección. Una curva es un arco de circunferencia que une dos tramos rectos, pueden ser:

- **Curva horizontal simple.** Esta formada por una sección de circunferencia que se acopla a dos tangentes.
- **Curva horizontal compuesta.** Están formadas por dos o más arcos de circunferencia de diferentes radios.
- **Curva reversa.** Están construidas por una curva a continuación de otra, pero en sentido opuesto.

Elementos de curvas horizontales. Son los que nos posibilitan la ubicación y el trazo de la curva.

Figura N°04: Elementos de curva



Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.8.4. Radios mínimos.

La DG-2018 señala que son los que consiguen recorrer con velocidad de directriz y tasa máxima de peralte. Para hacer el cálculo se aplicará la siguiente fórmula.

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

Tabla N°12: Valores de radio mínimo para velocidades de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.8.5. Curvas de transición

Permiten un cambio gradual en la curvatura de la vía, a partir de tramos rectos hasta una curvatura de grado terminado o contrariamente, tiene como objetivo evitar interrupciones en la curvatura del trazo por lo que su diseño debe cumplir las condiciones de seguridad, comodidad y estética de los elementos del trazo.

Para el caso de vías de tercera clase, la distancia de la espiral no será menor que L_{min} ni mayor que $L_{máx}$ según las siguientes fórmulas: $L_{min} = 0.0178 \frac{V^3}{R}$ $L_{max} = (24R)^{0.5}$

Tabla N°13: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase

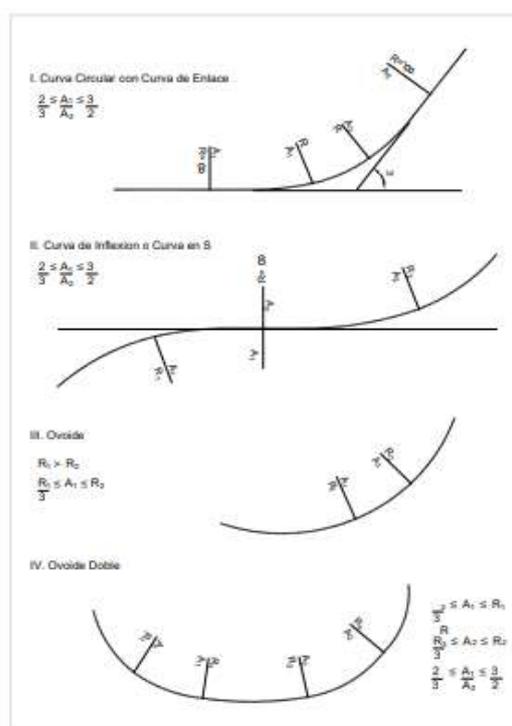
Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.8.6. Curvas compuestas

La DG-2018 define como la unión de dos o más curvas simples de radios desiguales una a continuación de otra, orientadas en una misma dirección. En carreteras de tercera clase se tratará evitar en empleo de curvas compuestas siendo sustituidas por una sola curva.

Figura N°05: configuraciones recomendables

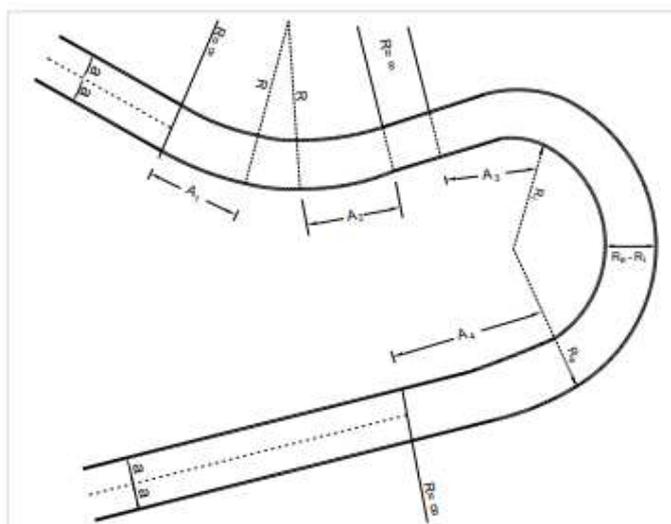


Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.8.7. Curvas de vuelta.

Se proyectan en declinación de suelos accidentados con el fin de conseguir una cota mayor, sin exceder las pendientes máximas.

Figura N°06: curva vuelta



Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

Tabla N°14: Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.

Radio interior R_i (m)	Radio Exterior Mínimo R_e (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6.0	14.00	15.75	17.50
7.0	14.50	16.50	18.25
8.0	15.25	17.25	19.00
10.0	16.75*	18.75	20.50
12.0	18.25*	20.50	22.25
15.0	21.00*	23.25	24.75
20.0	26.00*	28.00	29.25

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.8.8. Transición de peralte.

Es el trazo del filo de la vía en donde se desarrolla la variación progresiva de la pendiente.

En carreteras de tercera clase es recomendable usar los valores representados en la siguiente tabla.

Tabla N°15: Longitud mínima de transición de peralte y bombeo.

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

* Longitud de transición basada en la rotación de un carril

** Longitud basada en 2% de bombeo

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.8.9. Sobre ancho.

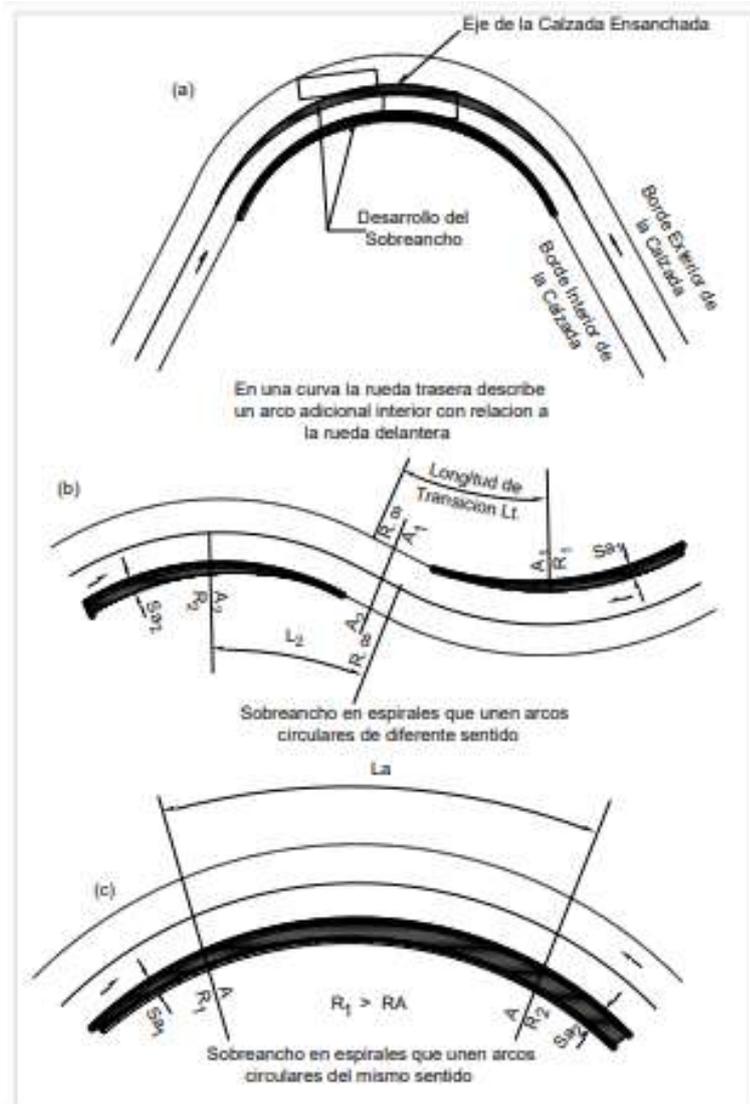
Es el ancho adicional que se da en los tramos curvos para compensar mayor espacio requerido por los vehículos.

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

Dónde:

- Sa : Sobreaño (m)
- n : Número de carriles
- R_c : Radio de curvatura circular (m)
- L : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)
- V : Velocidad de diseño (km/h)

Figura N° 07: distribución del sobreeschance en los sectores de transición circular.



Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.9. Diseño Geométrico Del Perfil

2.3.9.1. Pendiente.

En el trazo de una carretera la pendiente longitudinal está sujeta a la velocidad directriz, a la clase de vía y la orografía del terreno.

- Pendiente longitudinal. - está relacionada en el sentido que transitan los vehículos.
- Pendiente transversal. - es perpendicular al sentido en que transitan los vehículos.

Pendiente mínima. Se considera de orden 0.5% con el objetivo de dar a la carretera un drenaje más óptimo de las aguas de la superficie. Se presentan casos particulares:

- Cuando la vía tiene un bombeo de 2% pero no tiene bermas ni cunetas se pondrá con una pendiente de hasta 0.2%.
- En caso el bombeo sea de 2.5% se optará por una pendiente igual a 0.
- En caso existan bermas, la pendiente mínima será del 0.5%.
- En zonas donde el peralte sea variable, la pendiente transversal se cancela y se la pendiente mínima será 0.5%.

Pendiente máxima. En la tabla 303.01 de la DG-2018 nos da indicaciones de las máximas pendientes que se utilizará. También se presenta casos excepcionales.

- En lugares con altitud a más de 3000 msnm la pendiente máxima se reducirá 1% para zonas accidentadas o escarpadas.
- En autopistas la pendiente de declive superara un 2% de lo establecido en la DG-2018.

Tabla N°16: Pendientes máximas.

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.9.2. Curvas verticales

La DG-2018 señala que, en tramos contiguos de rasante, estarán conectados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia de sus pendientes sea mayor del 2% para las carreteras sin pavimentar

Estas curvas son determinadas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva horizontalmente entre 1% de la variación de la pendiente, de la siguiente manera:

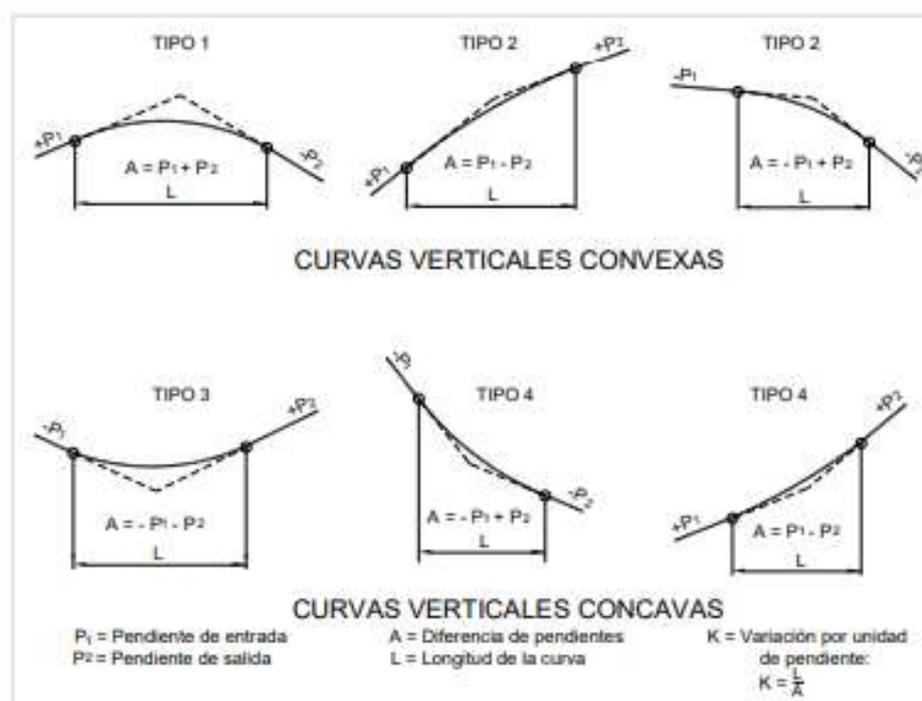
$$K = \frac{L}{A}$$

2.3.9.3. Tipos de curvas verticales

Por su forma. Existen dos tipos:

- Curvas **convexas o salientes**
- Curvas **cóncavas o colgantes**

Figura N° 08: Curvas verticales por su forma

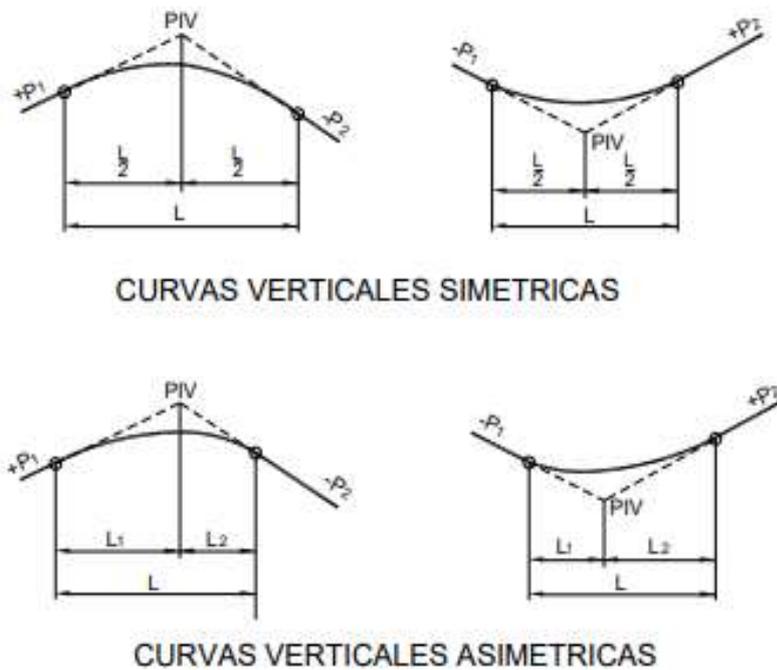


Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

Por la proporción entre sus ramas.

- **Simétricas.** Cuando las ramas a partir del vértice ó PIV son iguales
- **Asimétricas.** Cuando las ramas a partir del vértice o PIV son desiguales.

Figura N° 09: Curvas verticales por su proporción entre sus ramas

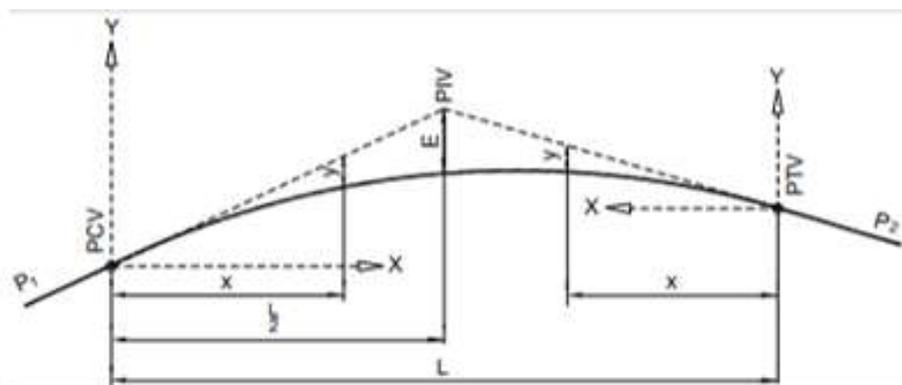


Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

i. Curva vertical simétrica.

Compuesta por dos parábolas de igual extensión, unidas por la proyección vertical del PIV. La curva vertical recomendada es la parábola cuadrática sus elementos y expresiones se dan a continuación.

Figura N° 10: Curva vertical simétrica



Dónde:

- PCV : Principio de la curva vertical
- PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV : Término de la curva vertical
- L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).
- S_1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S_2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

- E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{A L}{800}$$

- X : Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.
- Y : Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula:

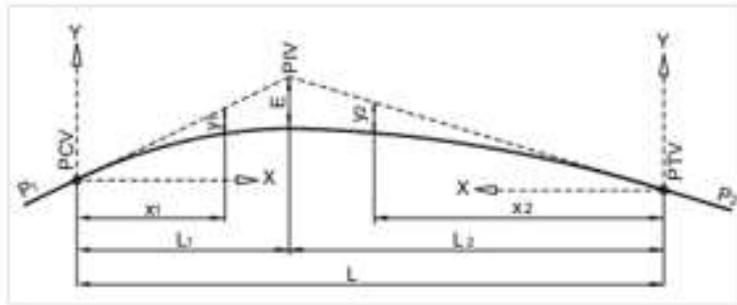
$$y = x^2 \left(\frac{A}{200 L} \right)$$

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

i. Curva vertical asimétrica

Está compuesta por parábolas de diferente extensión (L_1 , L_2) que están unidas por la proyección vertical del PIV.

Figura N°11: Curva vertical asimétrica



Dónde:

- PCV : Principio de la curva vertical
- PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV : Término de la curva vertical
- L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m), se cumple: $L = L_1 + L_2$ y $L_1 \neq L_2$.
- S_1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S_2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- L_1 : Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal en metros (m).
- L_2 : Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

$$A = |S_1 - S_2|$$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{A L_1 L_2}{200 (L_1 + L_2)}$$

X_1 : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el PCV

X_2 : Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV

Y_1 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y_1 = E \left(\frac{X_1}{L_1} \right)^2$$

Y_2 : Ordenada vertical en cualquier punto de la segunda rama medida desde el PTV, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y_2 = E \left(\frac{X_2}{L_2} \right)^2$$

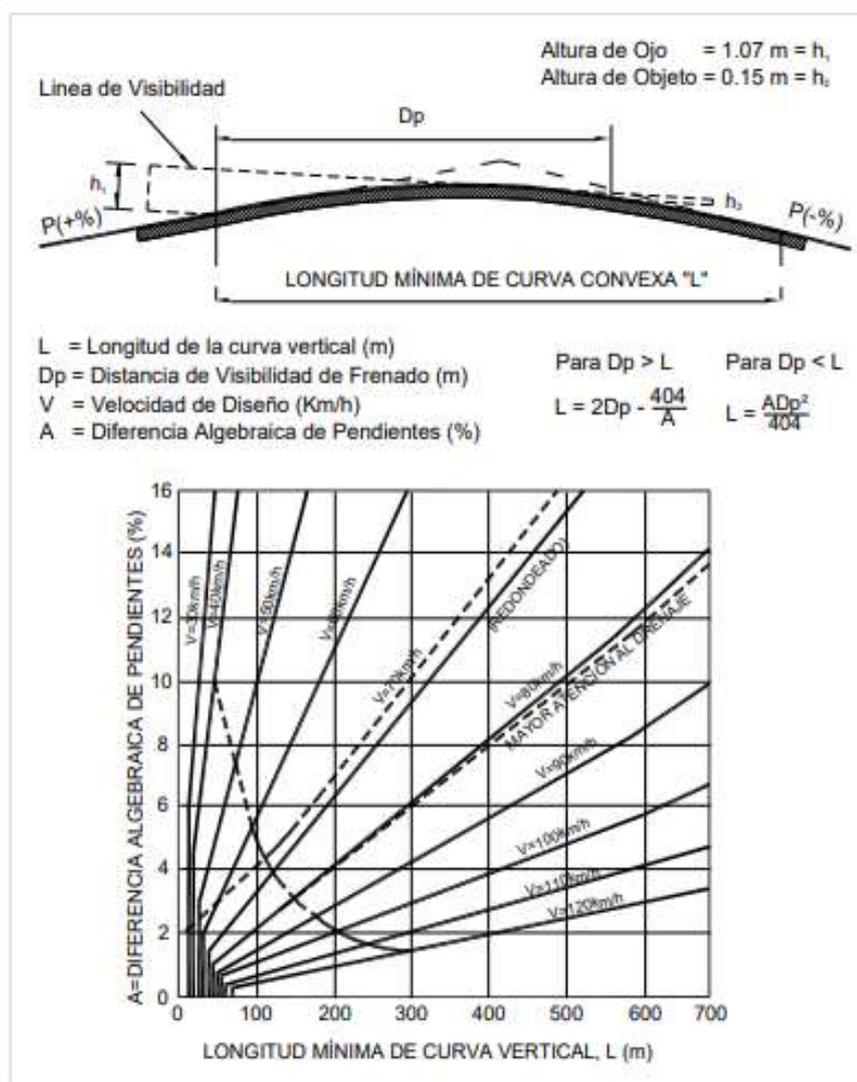
Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.9.4. Longitud de una curva vertical.

Longitud de curvas convexas

Para determinar la distancia de las curvas verticales convexas se aplicarán las siguientes fórmulas:

Figura N° 12: Longitud de curvas convexas (D_p)

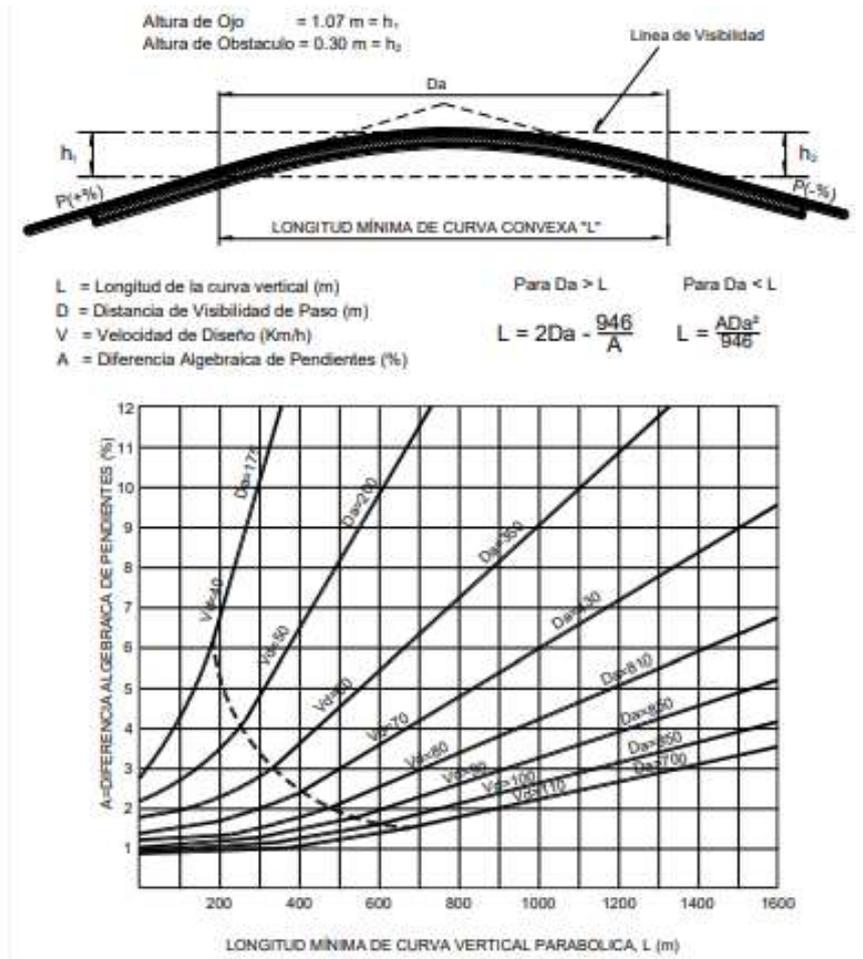


Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso (Da)

En la figura 13 se muestra los gráficos para solucionar las ecuaciones, para el caso más común con $h_1 = 1.07$ m y $h_2 = 0.30$ m

Figura N° 13: Longitud de curva convexa (Da)



Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

Tabla N° 17: Longitud de curvas convexas (Dp) y (Da)

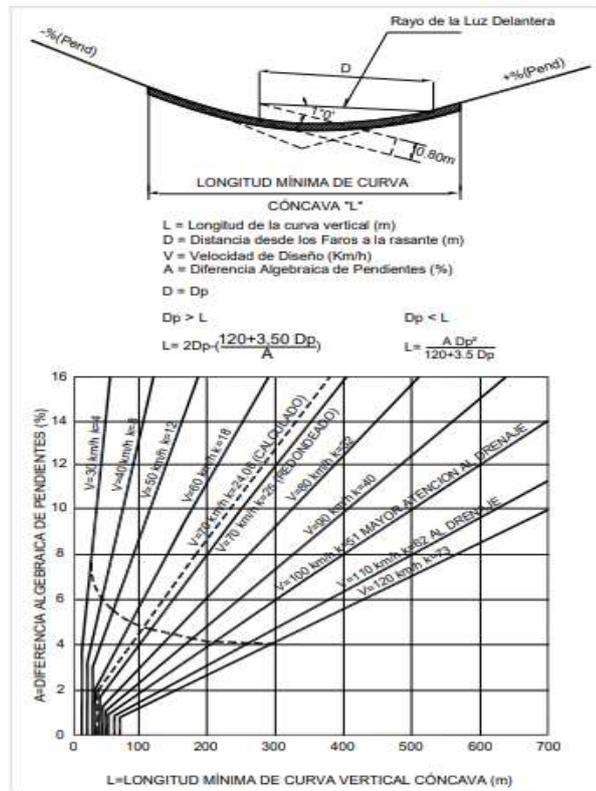
Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.9.5. Longitud de las curvas cóncavas

Para definir las distancias de las curvas verticales de aplicará las formulas dadas en la siguiente figura:

Figura N° 14: Longitud curvas cóncavas



Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

Tabla N° 18: Valores del índice de curvatura(K)

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.10. Diseño geométrico de sección transversal

2.3.10.1. Elementos de la sección transversal

La sección transversal de la carretera está compuesta por los siguientes elementos: superficie de rodadura, carriles,

cunetas, bermas y taludes, que se realizarán dentro del derecho de Vía del proyecto.

2.3.10.2. Calzada

Es el fragmento de la carretera que sirve para circulación de los vehículos y está conformada por uno o más carriles.

2.3.10.3. Ancho de la calzada en tangente

Se establece teniendo como base el nivel de servicio requerido al terminar el periodo de diseño

Tabla N°19: Valores del ancho de calzada para las diferentes velocidades de diseño.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6,000				6,000 – 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30km/h																			5.00	6.00
40 km/h															6.60	6.60	6.60	6.60		
50 km/h										7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60		
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20							
110 km/h	7.20	7.20			7.20															
120 km/h	7.20	7.20			7.20															
130 km/h	7.20																			

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.10.4. Ancho de la calzada en curva

Se considerará un ancho de carretera en curva asumiendo un sobrecosto para las maniobras que ejecutaran los conductores.

2.3.10.5. Bermas.

La DG-2018 señala que es un borde longitudinal, peraltada y adyacente a la calzada, se emplea como aislamiento de la capa de rodadura y también sirve como estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Tabla N°20: Valores de ancho de berma para las diferentes velocidades de diseño.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	0.90	0.50		
50 km/h										2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90		
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

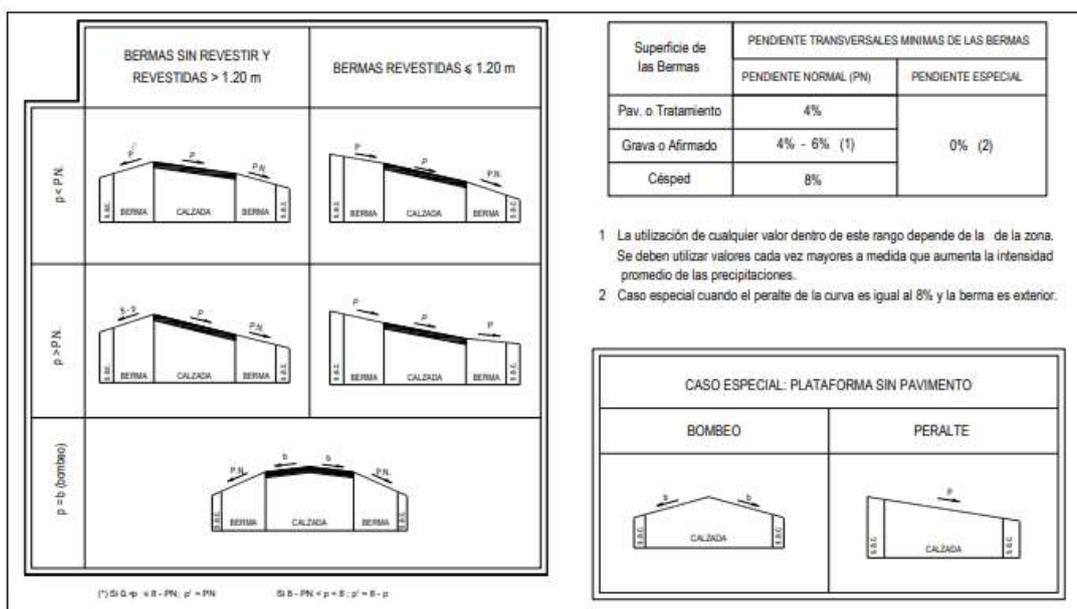
Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.10.6. Inclinación de las bermas

Para las vías de bajo tráfico:

- En los tramos en tangentes, hacia el exterior de la plataforma las bermas asumirán una pendiente de 4%.
- La inclinación de la berma que se situada en el lado inferior del peralte continuará con la inclinación de éste, solo cuando su valor sea mayor a 4%. En caso contrario, la berma continuará con la inclinación de 4%.

Figura N° 15: Inclinación de bermas



Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.10.7. Bombeo

Las superficies de rodadura deben contar con una inclinación transversal mínima llamada bombeo, tiene como objetivo desparar las aguas superficiales.

El bombeo está en función al tipo de calzada y de los niveles de precipitación de la zona.

Tabla N° 21: Bombeo

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

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.10.8. Peralte

Es la inclinación transversal de la carretera en trayectos de curva, tiene como objetivo compensar la fuerza centrífuga del vehículo.

Tabla N° 22: Valores de Peralte máximo

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

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño geométrico” (DG-2018)

2.3.10.9. Derecho de vía

Es el ancho variable del terreno dentro del cual se encuentra comprendida de la carretera, son áreas pronosticadas para que en un futuro se pueda realizar un mejoramiento o ensanchamiento.

Tabla N° 23: Anchos mínimos (m) que debe tener el derecho de vía.

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.10.10. Taludes

Son inclinaciones dadas al terreno adyacente de la vía, tanto como para zonas de corte y de relleno (terraplenes).

Tabla N° 24: Valores de los Taludes de corte y relleno

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

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

Tabla N°25: Taludes referenciales en zonas de relleno.

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

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño geométrico" (DG-2018)

2.3.11. Drenaje longitudinal.

2.3.11.1. Cunetas.

Se conoce como zanjas sin revestir o revestidas que se construyen en uno o en ambos lados de la vía, con el objetivo de desplazar las aguas pluviales que circula sobre la calzada, así como también de los taludes y del terreno contiguo, y pueden ser de tipo triangular, rectangular o trapezoidal.

Tabla N°26: Inclinationes máximas del talud (v:h) interior de cuneta

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)		
	< 750		> 750
<70	1:02	(*)	1:03
	1:03		
> 70	1:03		1:04

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014.

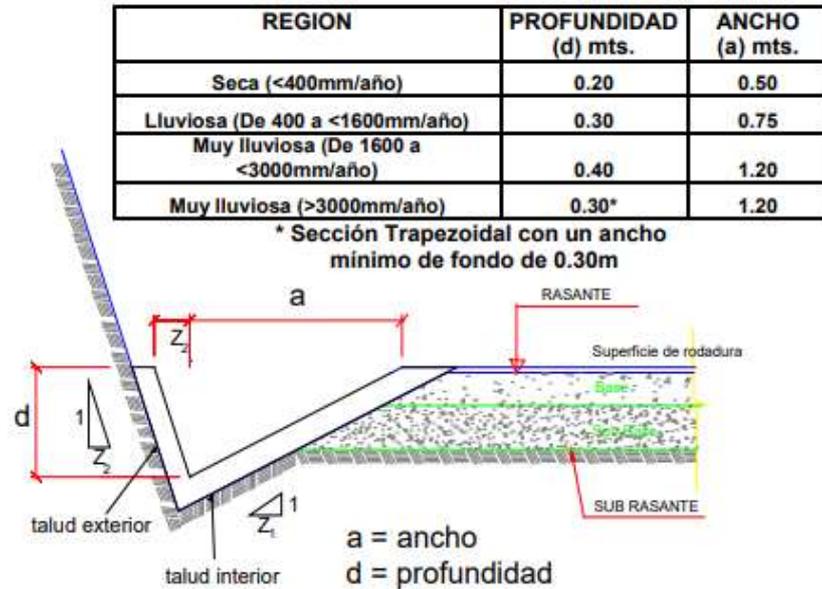
Tabla N°27: Dimensiones mínimas

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014

Figura N° 16: Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica



Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014.

2.3.12. Drenaje transversal.

2.3.12.1. Alcantarillas.

Es una estructura de paso para evacuar flujos de aguas provenientes de cauces naturales o artificiales que cruzan la vía, con una luz menor a 6 m al mismo tiempo se debe tener un ángulo central de los muros de 14° para evitar estimulación de vorticidad cerca a la salida. (Kalantari, y otros, 2014)

Figura N° 17: Alcantarilla



Fuente: ingeniería hidráulica y ambiental

III. METODO.

3.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1. Enfoque

Esta investigación se realizó mediante el método deductivo partiendo de lo general a lo particular, así mismo este método esté relacionado con la perspectiva cuantitativa porque los resultados obtenidos fueron de carácter numérico, ya que se pueden medir de manera fácil y eficaz.

3.1.2. Tipo de investigación:

Por el propósito:

Esta investigación es aplicada porque ya ha sido estudiada con anterioridad y tiene teorías fijas a medida que esta investigación no se crearan teorías, sino se realizará el diseño ya establecido por normas y manuales.

Por el diseño:

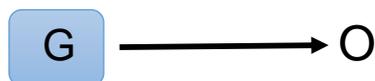
Es una investigación no experimental porque no existe manejo de la variable y a la vez es descriptiva ya que se realizará un diseño en el cual emplea diferentes estudios a realizarse como: estudio de suelos, estudio hidrológico, levantamiento topográfico y diseño geométrico para la elaboración de dicho tramo.

Por el nivel:

Esta investigación es descriptiva porque se realizará un diseño de mejoramiento de trocha carrozable por ende se recopilará los diferentes tipos de estudio correspondientes.

3.1.3. Diseño de investigación:

Según el diseño de investigación no experimental de tipo transversal pues los sujetos o grupos de sujetos de estudio, no están establecidos aleatoriamente, además, se hacen la observación de situaciones ya existentes. Se cuenta con el diseño descriptivo simple.



G: Tramo de la carretera

O: mejoramiento del diseño de la trocha carrozable del caserío las Pajillas

3.2. Operacionalización de variable

3.2.1. Variables.

El mejoramiento de diseño de una trocha carrozable se basa en la optimización del alineamiento horizontal formadas por segmentos tangenciales y radios mínimos adecuadamente conectadas. Uno de los principales aspectos que se debe tener en cuenta para ubicar el trazo de una carretera sobre el área de un terreno es la orografía del terreno. (Casal, y otros, 2017)

3.2.2. Matriz de clasificación de variable

Tabla N°28: Identificación de variables

CLASIFICACION					
VARIABLES	RELACION	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICION	DIMENSIÓN	FORMA DE MEDICION
MEJORAMIENTO DEL DISEÑO DE LA TROCHA CARROZABLE	INDEPENDIENTE	CUANTITATIVA CONTINUA	RAZON	MULTIDIMENSIONAL	INDIRECTA

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Matriz de operacionalización de la variable.

Tabla N° 29: Matriz operacionalización de variables (Anexo 3.1)

3.3. Población y Muestra.

3.3.1. Población:

Para este proyecto de investigación, la población será toda la trocha carrozable que comprende el tramo cruce carretera Llaray – caserío las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de chuco, La Libertad 2020.

3.3.2. Muestra:

En este proyecto el tamaño de la muestra es toda la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera Llaray – caserío las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de chuco, La Libertad.

3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos:

En este proyecto de investigación se utilizará el análisis documental como técnica, ya que se obtendrá datos mediante fichas de resumen de proyectos cercanos a la zona de estudio, también se empleará una ficha de recolección de datos.

(Behar Rivero, 2008). Señala que el investigador se apoya en la técnica de la observación para la recopilación de datos, y de esto dependerá el éxito o fracaso de la investigación.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos:

(Hernández Sampieri, y otros, 2014). Nos dice que toda medición o instrumentó de recopilación de datos debe tener tres requisitos esenciales los cuales son: confiabilidad, validez y objetividad.

La presente investigación se utilizará los siguientes instrumentos de recolección de información: ficha de recolección de datos y fichas de resumen:

Ficha de resumen N° 1: Nos permitirá la obtención de los datos del levantamiento topográfico obtenidos en el campo. (Anexo 4.1.)

Ficha de resumen N° 2: Que nos permite la notación del

análisis de impacto ambiental. (Anexo 4.2.)

Ficha de recolección de datos N° 1: Se empleará para el estudio hidrológico, para la obtención de datos (Anexo 4.3.)

Ficha de resumen N° 3: Que nos permite la notación del análisis de impacto ambiental. (Anexo 4.4.)

Levantamiento topográfico. Se utilizará un GPS para tomar coordenadas de inicio y final y una ficha de resumen para la toma de datos del área de estudio y todos estos datos serán procesados con los siguientes softwares Google Earth Pro para reconocimiento y ubicación de la carretera, Global Mapper para crear las curvas de nivel y Auto Cad Civil 3D, para procesar nuestros resultados.

Estudio de mecánica de suelos. El recojo de la información de las características del suelo, se hará mediante fichas de resumen en la cual se hará una comparación de los resultados de proyecto aledaños al nuestro esto nos permitirá conocer con mayor exactitud el tipo de suelo y demás características que tenga el terreno donde se realizará nuestro proyecto, dichos procesos serán validados por un experto en el tema y por la norma ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales)

Estudios hidrológicos. Se utilizará una ficha de recolección de datos N°1 para extraer la información del SENAMHI los cuales serán procesados y tabulados en el Microsoft Excel usando el método de Gumbel para establecer el caudal de diseño, con esta información se procederá a diseñar las cunetas teniendo en cuenta los parámetros mínimos del Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2016.

Diseño geométrico. La carretera será diseñada con software Auto Cad civil 3d, teniendo en cuenta todas las medidas de diseño que nos establece la norma DG-2018 (Manual de carreteras), para una carretera de bajo volumen, este proceso será validado por un especialista en el tema y los diferentes manuales del MTC.

Análisis de impacto ambiental. Se utilizará una ficha de recolección de datos N°2, en donde se observará y anotará posibles problemas de impacto ambiental que se presentan a lo largo de la vía, esto nos servirá para descubrir posibles daños al medio ambiente, y con estos datos dar una adecuada solución, todo el procedimiento será validado por un especialista en el tema.

TABLA N° 30: Instrumentos y validaciones

Etapas de la investigación (Dimensiones)	Instrumentos	Validación
Levantamiento Topográfico	Gobal Mapper Ficha de resumen N°1	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación
Estudio de Suelos	Ficha de resumen N°2	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación
Estudios Hidrológicos	Ficha de recolección de datos N°1	SENAMHI (Servicio Nacional Meteorología e Hidrología del Perú)
Diseño geométrico	Software Auto Cad Civil 3D	DG-2018 del Manual de carreteras del MTC
Análisis de impacto ambiental	Ficha de resumen N°3	Juicio de expertos especialistas en el tema de investigación

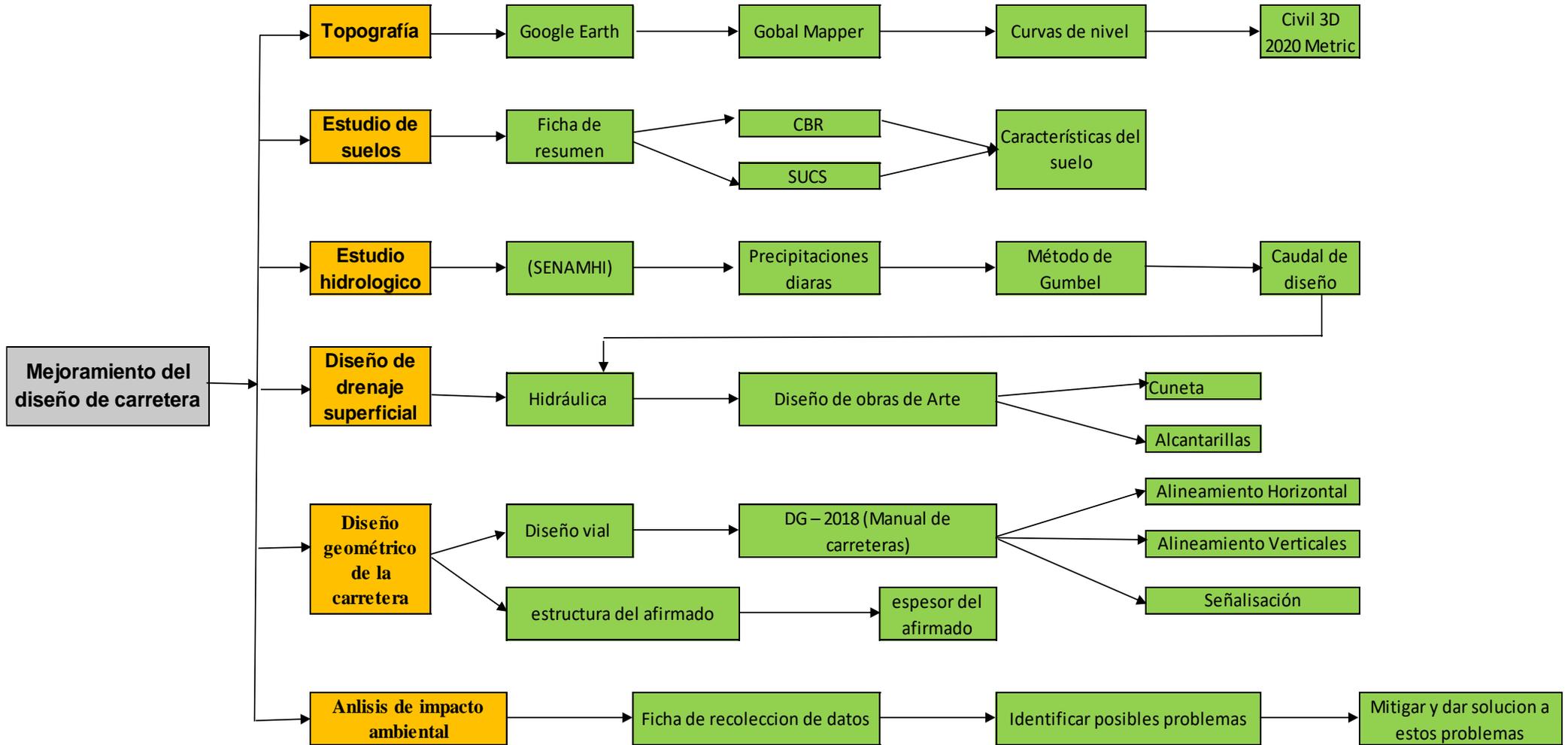
3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos:

Para la validación del levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, análisis de impacto ambiental, será por el ingeniero Luis Horna Araujo. Con CIP: 24002.

3.4.4. Confiabilidad:

- El levantamiento topográfico su confiabilidad estarán garantizados por un experto en el tema. (Anexo 4.1.)
- El estudio de mecánica de suelos estarán garantizados por un experto en el tema. (Anexo 4.2.)
- Los estudios hidrológicos e hidráulicos estarán garantizados por el MTC (Ministerios de Transportes y Comunicaciones). (Anexo 4.3.)
- El análisis de impacto ambiental su confiabilidad estará garantizado por un experto en el tema. (Anexo 4.4.)

3.5.Procedimientos.



3.5.1. Estudio Topográfico.

Ubicación. Para obtener la ubicación del área de estudio de nuestro proyecto utilizamos el software Google Earth, logrando localizar en tramo de carretera a estudiar.

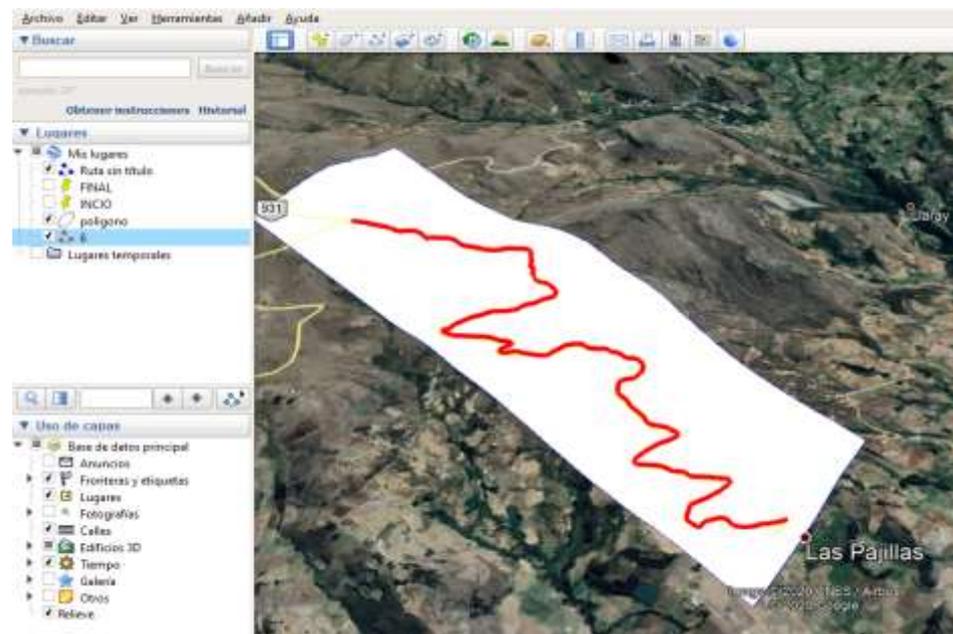
Figura N°18: Ubicación del trazo de la vía



Fuente: Google Earth Pro.

Se delimito el área del proyecto con la opción polígono y luego se guardó en formato kmz.

Figura N°19: creación del polígono del proyecto

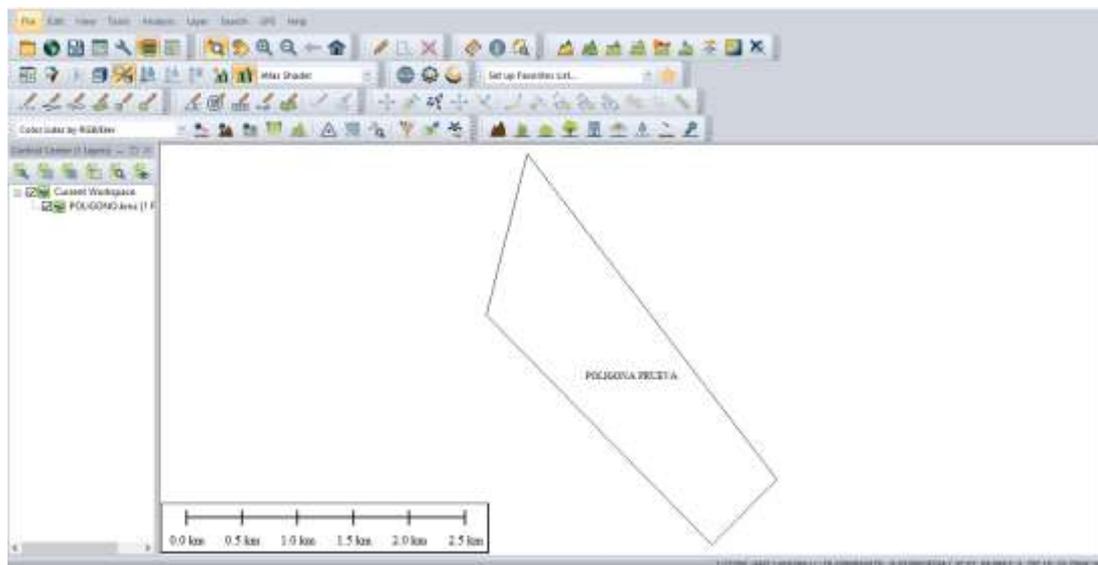


Luego para crear las curvas de nivel de la trocha carrozable se utilizó software Global Mapper.

Figura N° 20: importación del polígono generado en el Google Earth

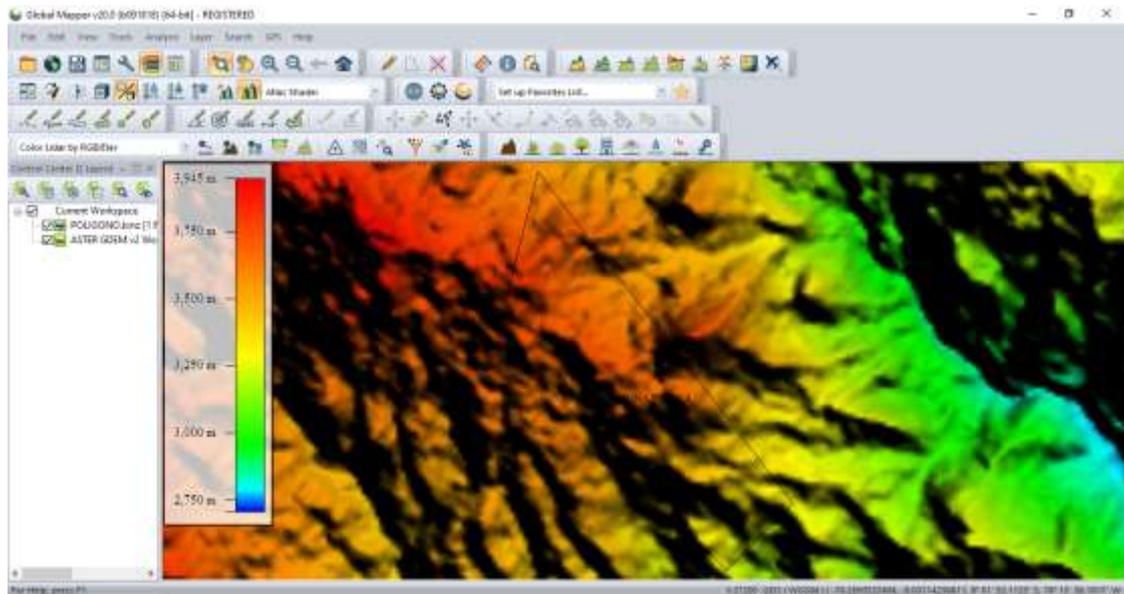


Figura N° 21: Visualización del polígono



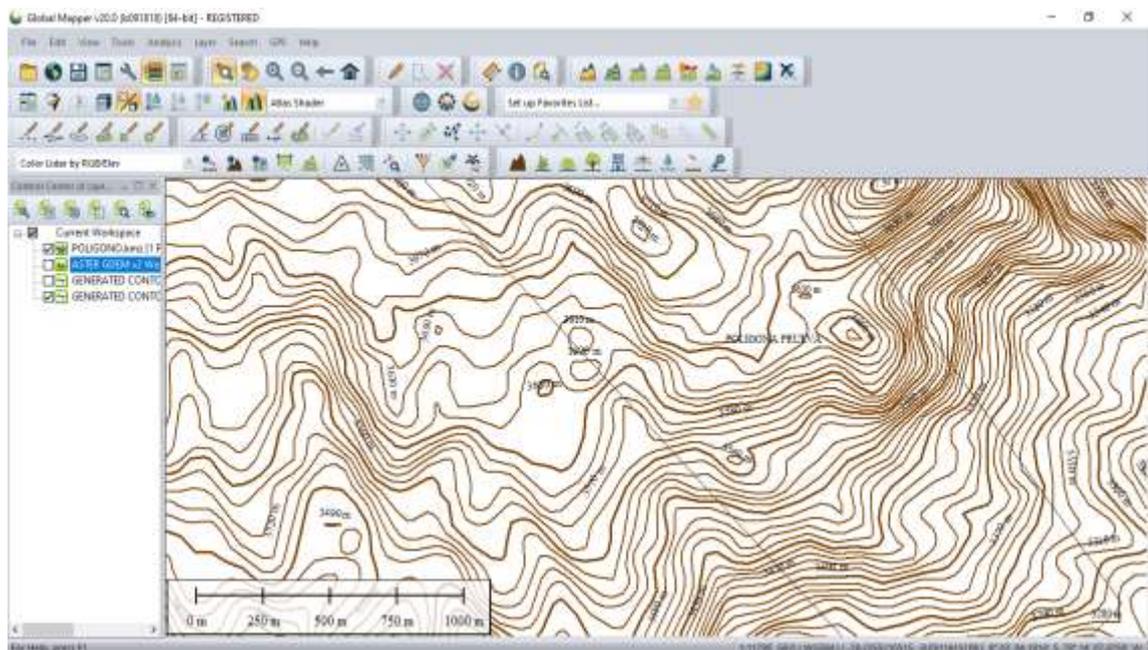
Luego se configura el sistema del Global Mapper para poder generar las curvas de nivel del terreno. En seguida, en la ventana que se visualiza, clic en la opción “Select Online Data Source to Download”, desplegamos en la opción “WORLDWIDE DATA” y para finalizar en esta ventana; clic en la opción “Connect”

Figura N° 22: Opción de configuración del software Global Mapper



En seguida para crear las curvas de nivel en el software Global Mapper, podemos usar dos opciones: la primera es al dar clic en el ícono “Create Contours” y la segunda es en el menú “Analysis”, en donde debemos hacer clic en la opción “Generate Countours

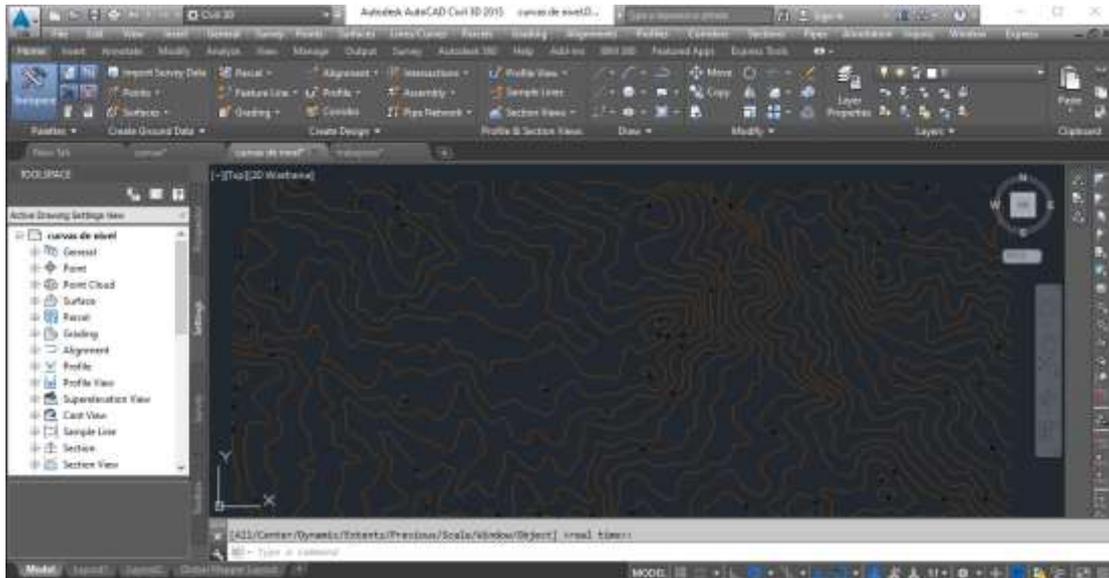
Figura N° 23: Generación de curvas de nivel



Luego de haber creado las curvas de nivel se exporta en formato dwg para poder visualizarlos en el software Civil 3D 2019.

Además, para una mejor visualización es preferible cambiar los colores de las curvas maestras (principales) y las curvas secundarias, generados en Global

Figura N°24: Visualización de curvas de nivel en el software AutoCAD Civil 3D



3.5.2. Estudio De Mecánica De Suelos.

Para el estudio de suelos de nuestro proyecto se realizará mediante fichas de resumen donde se recolectará resultados de proyectos ya realizado cercanos a nuestra zona de estudio, donde se hará una comparación y así poder obtener los resultados más precisos para el área

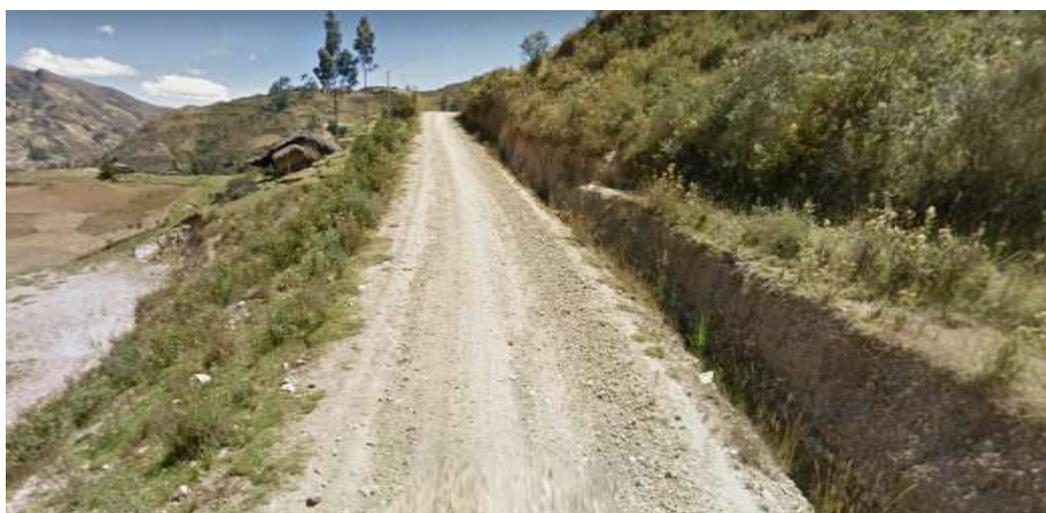
3.5.3. Estudio Hidrológico

Con el estudio hidrológico calcularemos el caudal de diseño, con el cual nos permitirá hacer el diseño las diferentes obras de arte como: las alcantarillas, cunetas, que están a lo largo de la vía, para esto se necesitara los datos de precipitación diaria de los últimos 30 años de la estación meteorológica más cercana al proyecto, estos datos se obtendrán del SENAMHI. Para hacer los cálculos hidrológicos se utilizará el software Excel, en donde se obtendrá las máximas avenidas para hacer el diseño de las diferentes obras de arte.

3.5.4. Diseño geométrico de la vía

Diseño de la vía. En este proyecto se tiene en cuenta todos los criterios que pide la norma DG-2018 (Manual de carreteras), que está reglamentado por el MTC, de esta manera se busca diseñar los alineamiento horizontal y alineamiento vertical, y así mejorar los aspectos negativos que tiene esta carreta como son: curvas muy cerradas, pendiente inadecuada, variación de la calzada, falta de señalización entre otros aspectos.

Figura N°25: Ancho de la vía



Fuente: Google Earth Pro.

Figura N°26: Pendiente inadecuada



Fuente: Google Earth Pro

Figura N°27: Obras de arte deficientes



Fuente: *Google Earth Pro.*

3.5.5. Análisis de impacto ambiental

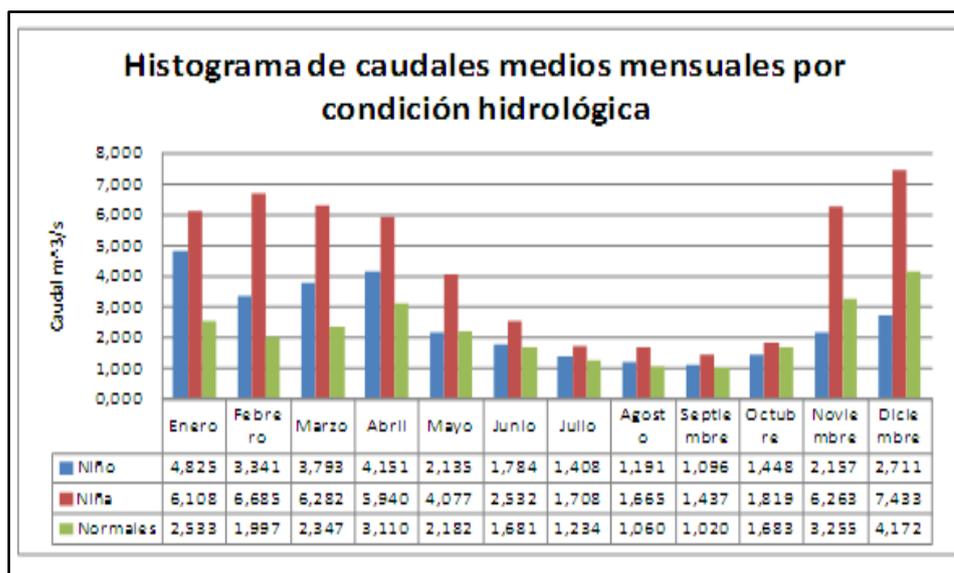
Para realizar el análisis de impacto ambiental se elaborará una ficha de recopilación de datos, la cual nos permitirá tomar nota de todos los problemas que se presenten a lo largo de la vía, para posteriormente dar una solución que nos ayude a mitigar los efectos de estos problemas para así tener una vía óptima en cuanto a su eficiencia con los pobladores y el medio ambiente.

3.6. Métodos de análisis de datos.

3.6.1. Técnicas de análisis de datos.

El presente proyecto de investigación es de diseño no experimental y de tipo transversal con una variable cuantitativa continua, porque solo se efectuará en un solo periodo de tiempo, por lo tanto, se utilizará el método de estadística descriptiva cuyos instrumentos aplicar son gráficos, tablas y cálculos que aplicaremos para el procesamiento de nuestra información son: histogramas y ojivas.

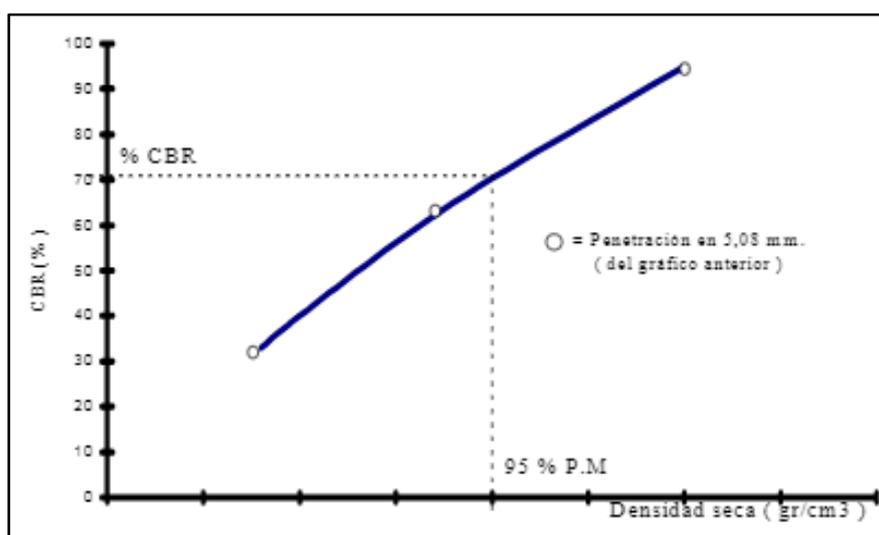
Figura N°28: Histogramas caudales medios mensuales por condición hidrológica.



Fuente: Universidad de Caldas – Colombia.

Descripción: En la figura 11 observamos un histograma, de la subcuenta del río Las Piedras - Colombia, donde muestra la precipitación en meses. (en la hidrología son llamado histogramas).

Figura N°29: Ojiva del cbr.



Fuente: Docplayer.

Descripción: En la figura 12 se observa una ojiva del estudio del CBR donde se compara con la densidad seca del suelo.

3.7. Aspectos éticos.

En la presente investigación la ética es parte primordial en su desarrollo, ya que proporciona confiabilidad en la que se hace, también toma como referencia investigaciones ya hecha de fuentes confiables con el fin de obtener conocimientos necesarios que nos faciliten el desarrollo eficaz en este proyecto de investigación. Es por ello que se verá reflejado al citar correctamente según el manual ISO 690 y 690-2, asimismo se medirá el porcentaje de similitud de la investigación con el programa turnitin. (Anexos 8 y 8.1.) Además, este proyecto de investigación se realizará en lo posible sin afectar el medio ambiente y sin aturdir los valores morales y las buenas costumbres de la población que abarca este proyecto, así como también de los autores.

3.8. Desarrollo de proyecto de tesis.

3.8.1. Topografía.

Para poder realizar el levantamiento topográfico de la trocha carrozable a estudiar, se usó los softwares de Global Mapper y Google Earth, para obtener los puntos topográficos de lugar de estudio, obteniendo estos datos permitió crear las curvas de nivel del terreno natural mediante el uso del software Civil 3D 2019 Metric.

Para iniciar el proceso de la identificación del lugar de estudio usamos Google Earth.

Figura N°30: Identificación de zona de estudio



Fuente: Google Earth.

3.8.1.1. Ubicación geográfica

Fue necesario el uso de un GPS, para tomar las coordenadas UTM 17 sur Datum WGS 84 de los puntos inicial y final:

COORDENADAS UTM			
	INCIO		FINAL
ESTE	808509.631	ESTE	806683.755
NORTE	9106719.509	NORTE	9108448.705

3.8.1.2. Reconocimiento de la zona

Se realizó el recorrido de la vía existente utilizando un GPS para obtener coordenadas, en donde se pudo observar una

vía malograda con diversas fallas tales como: ahuellamientos, baches, socavación de cunetas entre otros, también se encuentra con tramos longitudinales muy empinados y curvas muy cerradas y sin señalización.

Se pudo identificar puntos críticos en donde era necesario tomar coordenados georreferenciadas para así poder trabajar con mayor precisión estos puntos de la vía.

3.8.1.3. Metodología del trabajo

Consistió en recolectar puntos mediante GPS y una vez obtenidos se utilizó softwares para complementar la topografía de la zona y mediante estos programas de cómputo nos permitió obtener las curvas de nivel del terreno donde esta nuestro proyecto.

3.8.1.4. Procedimiento

Ya identificada la zona de estudio se procedió a tomar los puntos de referencia con el GPS para tener mayor precisión. Se tomó como referencia 8 puntos críticos iniciando en el cruce carretera LLaray hacia el caserío de las Pajillas teniendo un aproximado de 05+134 km de vía existente.

3.8.1.5. Puntos de georreferenciación

Los puntos para georreferenciarnos se ubicaron estratégicamente para lograr un óptimo estudio topográfico cuyas coordenadas se detalla a continuación:

TABLA N° 31: Coordenadas UTM tomadas en campo

N° DE PUNTO	COORDENADAS		
	Este	Norte	Altitud
1	806663.263	9108449.000	3736.42
2	807646.021	9107821.630	3653.78
3	807438.540	9107486.749	3562.69
4	808007.066	9107478.223	3508.21
5	808136.335	9107099.181	3440.09
6	808307.579	9106875.716	3350.00
7	808494.835	9106688.432	3282.39
8	808505.972	9106710.954	3280

3.8.1.6. Trabajo De Gabinete

El trabajo se realizó mediante los diferentes softwares como son Google Earth Pro, Global Mapper 20 para obtener curvas nivel del área de estudio de nuestro proyecto, así mismo se utilizó el software Auto CAD civil 3D para procesar las curvas de nivel y obtener los siguientes planos de se describen a continuación (ANEXO):

- Plano topográfico
- Plano clave
- Plano de ubicación

3.8.2. Estudio de mecánica de suelos

Para el presente proyecto el procedimiento de recolección de datos se ha hecho mediante el análisis documental tomando la información de los proyectos que presentan las mismas características del proyecto de estudios como el clima, la altitud, y las ciudades que se unen son similares y además el nivel de crecimiento es similar, a partir de las fichas obtenidas se ha determinado que la condición del suelo del área de estudio tiene características similares.

Determinación De Número De Calicatas Y Ubicación

N° de calicatas : 5 calicatas

Ubicación : 1 calicata por km

Tabla N° 32: Número De Calicatas En Exploraciones De Suelos

Tipo de carretera	Profundidad	Número de Calicatas
Carretera de bajo volumen de tránsito: IMDA \leq 200 veh/día	Con una profundidad de 1.50 m	1 calicata por kilometro

Número de ensayos de CBR

Se utilizó fichas de resumen para identificar la cifra de ensayos de CBR correspondientes, así mismo las consideraciones técnicas del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transporte el cual establece lo siguiente:

Tabla N° 33: Exploración de suelos: número de ensayos de CBR

Tipo de carretera	Profundidad	Número mínimo de Calicatas
Carretera de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día de una calzada	Con una profundidad de 1.50 m	Cada 3 km se realizará un CBR

3.8.3. Estudio higrológico

3.8.3.1. Hidrología

En el área de nuestro proyecto, se tienen fuertes precipitaciones en gran parte del año, esto produce el colapso de muchas carreteras de esta zona, debido a que cuentan con un sistema de drenaje muy deficiente o que no se realizó un estudio hidrológico óptimo. El estudio hidrológico nos permitirá obtener parámetros de diseño que se necesitarán para el cálculo y diseño de las diferentes obras de arte que tendrá este proyecto.

3.8.3.2. Objetivo del estudio

El estudio hidrológico y obras de arte tiene como objetivo estudiar y dar soluciones de drenaje en épocas de mayor crecimiento de los caudales de los afluentes cercanos a nuestro proyecto.

3.8.3.3. Estudios hidrológicos

- Distribuciones
- Intensidades máximas
- Cálculo de caudal de diseño de obras de arte

3.8.3.4. Información pluviométrica

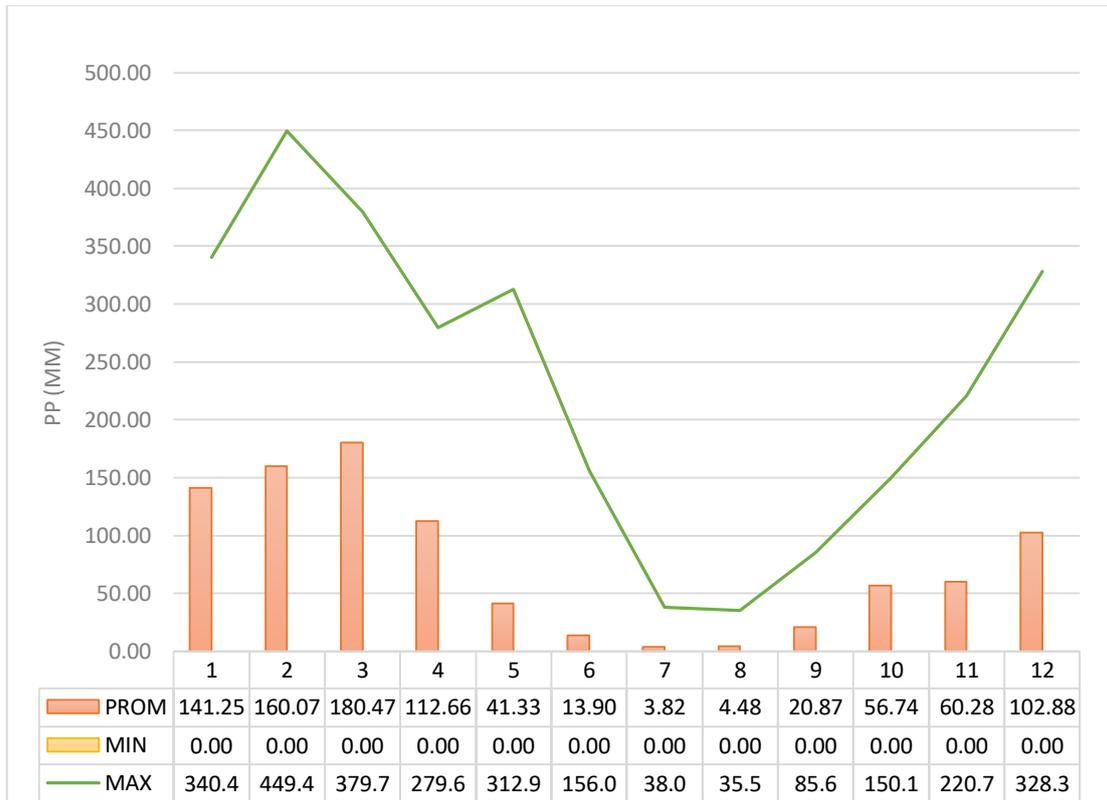
Los datos se recolectaron de la estación más próxima a la zona de estudio que es la de Cachicadan con una data de precipitaciones máximas diarias desde el año 1985.

Tabla N° 34: Precipitaciones máximas de la estación meteorológica Cachicadan

ESTACION: CACHICADAN, TIPO CONVENCIONAL - METEOROLOGICA													
DATOS MENSUALES DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24Hrs(mm)													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Max. Anual
1985	101.21	119.00	144.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.60	104.80	44.00	71.20	144.70
1986	167.10	95.00	211.40	204.10	61.00	0.00	0.00	35.50	31.10	31.00	107.40	181.10	211.40
1987	289.20	228.60	98.50	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	23.50	90.50	97.00	289.20
1988	176.40	112.20	19.00	29.30	16.00	4.40	0.00	0.00	0.00	17.00	7.00	14.40	176.40
1989	26.60	24.20	33.00	20.70	6.90	4.40	4.10	4.40	7.10	11.90	1.30	0.00	33.00
1990	43.10	67.20	40.30	13.80	0.00	4.20	0.00	0.00	3.60	18.40	2.80	22.00	67.20
1991	62.50	134.50	107.30	64.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	39.30	56.50	134.50
1992	24.60	7.50	152.00	43.60	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152.00
1993	70.60	317.80	373.30	279.60	99.50	156.00	38.00	3.00	65.60	72.30	139.00	269.00	373.30
1994	219.00	325.00	320.00	266.90	53.60	71.30	0.00	4.90	26.10	33.60	80.60	82.60	325.00
1995	107.00	128.20	90.00	104.30	36.50	16.10	20.40	0.00	6.90	76.50	99.60	127.80	128.20
1996	232.10	242.50	214.10	133.90	13.50	11.40	2.40	0.00	13.00	90.00	31.90	59.60	242.50
1997	32.60	210.80	45.60	106.60	59.70	11.90	0.00	4.60	40.60	110.30	162.60	328.30	328.30
1998	285.30	322.90	367.50	222.40	21.70	8.20	0.00	9.90	34.60	113.50	59.50	106.60	367.50
1999	178.10	449.40	183.60	109.70	87.50	19.00	12.20	10.00	58.30	40.20	27.30	110.40	449.40
2000	95.80	201.60	171.50	123.30	55.40	12.40	0.00	20.40	36.90	48.90	41.70	153.60	201.60
2001	340.40	173.40	296.20	81.00	47.70	0.00	0.00	0.00	48.50	27.10	70.70	117.20	340.40
2002	39.30	119.70	275.90	140.60	27.90	0.00	0.00	0.00	0.00	125.10	220.70	91.40	275.90
2003	114.50	112.30	59.80	103.10	32.80	9.30	2.80	0.00	19.00	48.10	9.40	65.00	114.50

2004	17.20	136.10	88.60	66.70	58.30	4.20	8.00	0.00	43.10	0.00	112.00	80.00	136.10
2005	88.90	98.30	246.90	108.90	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	61.00	25.50	76.60	246.90
2006	197.20	130.60	379.70	153.80	19.80	32.90	1.00	0.50	17.60	26.00	84.20	134.90	379.70
2007	286.70	86.30	297.20	193.90	46.50	2.20	8.20	9.90	24.10	81.40	50.10	115.10	297.20
2008	135.50	130.90	147.40	130.30	16.50	7.80	1.20	11.00	8.10	132.70	24.30	37.00	147.40
2009	259.90	191.00	176.80	141.40	55.40	9.30	13.10	2.00	5.50	150.10	112.50	136.00	259.90
2010	120.90	192.60	118.90	73.70	36.80	1.20	3.20	0.00	16.00	30.90	50.30	99.00	192.60
2011	176.50	69.40	142.00	207.60	5.70	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	224.00	224.00
2012	229.40	174.80	244.90	140.60	55.80	1.20	0.00	1.70	18.10	87.00	106.20	103.80	244.90
2013	119.80	200.20	367.90	87.80	8.30	17.50	0.00	16.60	1.80	140.90	7.90	126.20	367.90
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	312.90	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	312.90
PROM	141.25	160.07	180.47	112.66	41.33	13.90	3.82	4.48	20.87	56.74	60.28	102.88	
MIN. MEN.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAX MEN.	340.4	449.4	379.7	279.6	312.9	156.0	38.0	35.5	85.6	150.1	220.7	328.3	

Figura N° 31: Meses con mayor precipitación.



Los meses con mayor precipitación en el área de estudio está entre diciembre- abril sobrepasa los 300.00 mm como indica en la figura N° 31.

3.8.3.5. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Tiene como objetivo de calcular precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según el periodo de retorno, se realizará mediante la aplicación del siguiente modelo probabilístico:

- Distribución Gumbel

Precipitaciones máximas probables

Así mismo se hizo el cálculo las variables probabilísticas y las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias, considerando periodos de retorno.

Tabla N°35: registro de precipitaciones máximas anuales

N°	AÑO	Precipitación (mm)	
		xi	(xi-x)^2
1	1985	144.70	8857.95
2	1986	211.40	751.67
3	1987	289.20	2538.48
4	1988	176.40	3895.84
5	1989	33.00	42360.50
6	1990	67.20	29452.28
7	1991	134.50	10881.97
8	1992	152.00	7537.13
9	1993	373.30	18085.77
10	1994	325.00	7427.57
11	1995	128.20	12236.05
12	1996	242.50	13.57
13	1997	328.30	8007.27
14	1998	367.50	16559.40
15	1999	449.40	44345.34
16	2000	201.60	1385.08
17	2001	340.40	10319.17
18	2002	275.90	1375.17
19	2003	114.50	15454.63
20	2004	136.10	10550.71
21	2005	246.90	65.34
22	2006	379.70	19848.11
23	2007	297.20	3408.61
24	2008	147.40	8357.01
25	2009	259.90	444.51
26	2010	192.60	2135.98
27	2011	224.00	219.53
28	2012	244.90	37.01
29	2013	367.90	16662.51
30	2014	312.90	5488.34
n = 30	Suma	7164.50	308702.50

3.8.3.6. Cálculo de variables probabilísticas

- Media $\bar{x} = \frac{\sum Xi}{n} = 238.82 \text{ mm}$
- Desviación estándar $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 103.17 \text{ mm}$
- Parámetro de escala $\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 80.44 \text{ mm}$
- Parámetro de posición o moda $\mu = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 192.38 \text{ mm}$

Las precipitaciones máximas se hallaron para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 75, 100 y 500 años.

Tabla N° 36: Cálculo de precipitaciones Máximas Probables.

Periodo retorno	Variable reducida	Precipitación (mm)	Probabilidad de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT' (mm)	F(xt)	XT (mm)
2 años	0.3665	221.868	0.5000	252.841
5 años	1.4999	313.046	0.8000	356.747
10 años	2.2504	373.414	0.9000	425.543
20 años	2.9702	431.320	0.9500	491.532
25 años	3.1985	449.689	0.9600	512.465
50 años	3.9019	506.274	0.9800	576.950
75 años	4.3108	539.163	0.9867	614.430
100 años	4.6001	562.441	0.9900	640.958
500 años	6.2136	692.235	0.9980	788.871

CORRECIÓN INTERVALO FIJO								
AÑOS								
2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
252.841	356.747	425.543	491.532	512.465	576.950	614.430	640.958	788.871

Tabla N° 37: Coeficientes para relaciones de lluvia de duración 24 hor.

Duración de la precipitación en horas	Coeficiente
48	1.32
24	1.00
22	0.97
20	0.93
18	0.90
16	0.87
14	0.83
12	0.79
10	0.73
8	0.64
6	0.56
5	0.50
4	0.44
3	0.38
2	0.31
1	0.25

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje.

Tabla N° 38: Precipitaciones máximas para diferentes duraciones de lluvia.

Tiempo de Duración	Cociente		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración								
			2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
48 hr	X48 =	132%	333.75	470.91	561.72	648.82	676.45	761.57	811.05	846.06	1041.31
24 hr	X24 =	100%	252.84	356.75	425.54	491.53	512.47	576.95	614.43	640.96	788.87
22 hr	X22 =	97%	245.26	346.04	412.78	476.79	497.09	559.64	596.00	621.73	765.21
20 hr	X20 =	93%	235.14	331.78	395.75	457.13	476.59	536.56	571.42	596.09	733.65
18 hr	X18 =	90%	227.56	321.07	382.99	442.38	461.22	519.25	552.99	576.86	709.98
16 hr	X16 =	87%	219.97	310.37	370.22	427.63	445.84	501.95	534.55	557.63	686.32
14 hr	X14 =	83%	209.86	296.10	353.20	407.97	425.35	478.87	509.98	532.00	654.76
12 hr	X12 =	79%	199.74	281.83	336.18	388.31	404.85	455.79	485.40	506.36	623.21
10 hr	X10 =	73%	184.57	260.43	310.65	358.82	374.10	421.17	448.53	467.90	575.88
8 hr	X8 =	64%	161.82	228.32	272.35	314.58	327.98	369.25	393.24	410.21	504.88
6 hr	X6 =	56%	141.59	199.78	238.30	275.26	286.98	323.09	344.08	358.94	441.77
5 hr	X5 =	50%	126.42	178.37	212.77	245.77	256.23	288.47	307.22	320.48	394.44
4 hr	X4 =	44%	111.25	156.97	187.24	216.27	225.48	253.86	270.35	282.02	347.10
3 hr	X3 =	38%	96.08	135.56	161.71	186.78	194.74	219.24	233.48	243.56	299.77
2 hr	X2 =	31%	78.38	110.59	131.92	152.38	158.86	178.85	190.47	198.70	244.55
1 hr	X1 =	25%	63.21	89.19	106.39	122.88	128.12	144.24	153.61	160.24	197.22

Utilizando la siguiente formula:

$$I = \frac{P[\text{mm}]}{t_{\text{duración}} [\text{hr.}]}$$

Tabla N° 39: Intensidades de lluvia (mm/hr) según periodo de retorno.

Tiempo de duración (t)		Intensidad de la lluvia (mm/hr) según el Periodo de Retorno								
Hr	min	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
48 hr	2880	6.953	9.811	11.702	13.517	14.093	15.866	16.897	17.626	21.694
24 hr	1440	10.535	14.864	17.731	20.481	21.353	24.040	25.601	26.707	32.870
22 hr	1320	11.148	15.729	18.763	21.672	22.595	25.438	27.091	28.260	34.782
20 hr	1200	11.757	16.589	19.788	22.856	23.830	26.828	28.571	29.805	36.683
18 hr	1080	12.642	17.837	21.277	24.577	25.623	28.847	30.722	32.048	39.444
16 hr	960	13.748	19.398	23.139	26.727	27.865	31.372	33.410	34.852	42.895
14 hr	840	14.990	21.150	25.229	29.141	30.382	34.205	36.427	38.000	46.769
12 hr	720	16.645	23.486	28.015	32.359	33.737	37.983	40.450	42.196	51.934
10 hr	600	18.457	26.043	31.065	35.882	37.410	42.117	44.853	46.790	57.588
8 hr	480	20.227	28.540	34.043	39.323	40.997	46.156	49.154	51.277	63.110
6 hr	360	23.598	33.296	39.717	45.876	47.830	53.849	57.347	59.823	73.628
5 hr	300	25.284	35.675	42.554	49.153	51.247	57.695	61.443	64.096	78.887
4 hr	240	27.812	39.242	46.810	54.069	56.371	63.464	67.587	70.505	86.776
3 hr	180	32.027	45.188	53.902	62.261	64.912	73.080	77.828	81.188	99.924
2 hr	120	39.190	55.296	65.959	76.188	79.432	89.427	95.237	99.348	122.275
1 hr	60	63.210	89.187	106.386	122.883	128.116	144.237	153.608	160.239	197.218

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno:

Donde:

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

I = Intensidad (mm/hr)

t = Duración de lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable:

$$d = K * T^m$$

de la expresión anterior se tiene:

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d * t^{-n}$$

Para un periodo de retorno de 2 años

Tabla N° 40: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 2 años

Periodo de retorno para						T=2 años
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(ln x)^2
1	2880	6.953	7.966	1.939	15.447	63.450
2	1440	10.535	7.272	2.355	17.124	52.888
3	1320	11.148	7.185	2.411	17.326	51.630
4	1200	11.757	7.090	2.464	17.473	50.269
5	1080	12.642	6.985	2.537	17.720	48.786
6	960	13.748	6.867	2.621	17.998	47.155
7	840	14.990	6.733	2.707	18.230	45.339
8	720	16.645	6.579	2.812	18.502	43.287
9	600	18.457	6.397	2.915	18.650	40.921
10	480	20.227	6.174	3.007	18.565	38.116
11	360	23.598	5.886	3.161	18.607	34.646
12	300	25.284	5.704	3.230	18.424	32.533
13	240	27.812	5.481	3.325	18.226	30.037
14	180	32.027	5.193	3.467	18.002	26.967
15	120	39.190	4.787	3.668	17.563	22.920
16	60	63.210	4.094	4.146	16.977	16.764
16	12780	348.225	100.394	46.768	284.833	645.707
Ln (d)=	6.350	d=	572.773	n =	-0.546	R =-0.998

Tabla N°41: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=2 años

Per. Retorno T=2 años				
x _i Observado	y _i observado	x _i *y _i	x ²	y ²
7.966	1.939	15.447	63.450	3.760
7.272	2.355	17.124	52.888	5.545
7.185	2.411	17.326	51.630	5.814
7.090	2.464	17.473	50.269	6.074
6.985	2.537	17.720	48.786	6.437
6.867	2.621	17.998	47.155	6.869
6.733	2.707	18.230	45.339	7.330
6.579	2.812	18.502	43.287	7.908
6.397	2.915	18.650	40.921	8.500
6.174	3.007	18.565	38.116	9.042
5.886	3.161	18.607	34.646	9.993
5.704	3.230	18.424	32.533	10.434
5.481	3.325	18.226	30.037	11.059
5.193	3.467	18.002	26.967	12.017
4.787	3.668	17.563	22.920	13.457
4.094	4.146	16.977	16.764	17.193
100.394	46.768	284.833	645.707	141.432

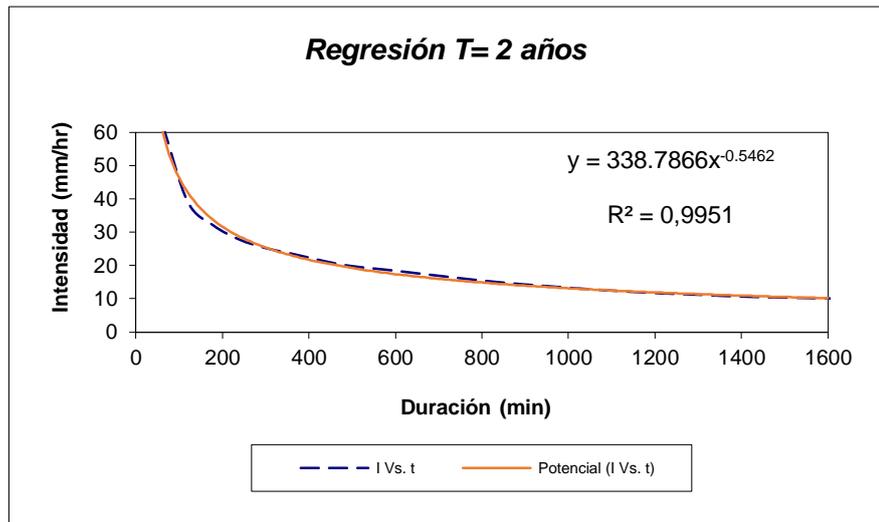
Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación

$r = -0.9976$ **Coeficiente de correlación**

$R=r = -0.9976 \wedge 2$

$R^2 = r^2 = 0.9951$ **Coeficiente de determinación**

Figura N° 32: Regresión en periodo de 2 años



Para periodo de retorno de 5 años.

Tabla N° 42: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 5 años

Periodo de retorno para						T=5 años
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	9.811	7.966	2.283	18.189	63.450
2	1440	14.864	7.272	2.699	19.628	52.888
3	1320	15.729	7.185	2.756	19.800	51.630
4	1200	16.589	7.090	2.809	19.914	50.269
5	1080	17.837	6.985	2.881	20.125	48.786
6	960	19.398	6.867	2.965	20.362	47.155
7	840	21.150	6.733	3.052	20.548	45.339
8	720	23.486	6.579	3.156	20.767	43.287
9	600	26.043	6.397	3.260	20.852	40.921
10	480	28.540	6.174	3.351	20.690	38.116
11	360	33.296	5.886	3.505	20.633	34.646
12	300	35.675	5.704	3.574	20.388	32.533
13	240	39.242	5.481	3.670	20.113	30.037
14	180	45.188	5.193	3.811	19.789	26.967
15	120	55.296	4.787	4.013	19.211	22.920
16	60	89.187	4.094	4.491	18.387	16.764
16	12780	491.3309	100.3937	52.2761	319.3952	645.7066
Ln (d)=	6.695	d=	808.158	n =	-0.546	R =-0.998

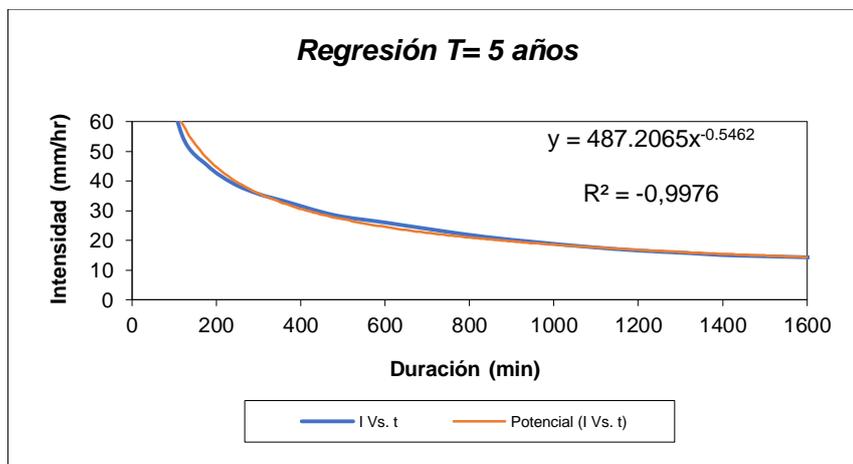
Tabla N° 43: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=5 años

Per. Retorno T=5 años				
x_i Observado	y_i observado	$x_i * y_i$	x^2	y^2
7.966	2.283	18.189	63.450	5.214
7.272	2.699	19.628	52.888	7.284
7.185	2.756	19.800	51.630	7.593
7.090	2.809	19.914	50.269	7.889
6.985	2.881	20.125	48.786	8.302
6.867	2.965	20.362	47.155	8.792
6.733	3.052	20.548	45.339	9.313
6.579	3.156	20.767	43.287	9.963
6.397	3.260	20.852	40.921	10.626
6.174	3.351	20.690	38.116	11.231
5.886	3.505	20.633	34.646	12.288
5.704	3.574	20.388	32.533	12.777
5.481	3.670	20.113	30.037	13.467
5.193	3.811	19.789	26.967	14.522
4.787	4.013	19.211	22.920	16.102
4.094	4.491	18.387	16.764	20.167
100.394	52.276	319.395	645.707	175.530

Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación

$r = -0.9976$ **Coeficiente de correlación**
 $R=r = -0.9976 \wedge 2$
 $R^2 = r^2 = 0.9951$ **Coeficiente de determinación**

Figura N° 33: Regresión en periodo de 5 años



Para periodo de retorno de 10 años

Tabla N° 44: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 10 años

N°	Periodo de retorno para					T=10 años
	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	11.702	7.966	2.460	19.594	63.450
2	1440	17.731	7.272	2.875	20.910	52.888
3	1320	18.763	7.185	2.932	21.067	51.630
4	1200	19.788	7.090	2.985	21.164	50.269
5	1080	21.277	6.985	3.058	21.357	48.786
6	960	23.139	6.867	3.142	21.573	47.155
7	840	25.229	6.733	3.228	21.735	45.339
8	720	28.015	6.579	3.333	21.927	43.287
9	600	31.065	6.397	3.436	21.980	40.921
10	480	34.043	6.174	3.528	21.779	38.116
11	360	39.717	5.886	3.682	21.671	34.646
12	300	42.554	5.704	3.751	21.394	32.533
13	240	46.810	5.481	3.846	21.079	30.037
14	180	53.902	5.193	3.987	20.705	26.967
15	120	65.959	4.787	4.189	20.055	22.920
16	60	106.386	4.094	4.667	19.109	16.764
16	12780	586.079	100.394	55.098	337.098	645.707
Ln (d)=	6.871	d=	964.003	n =	-0.546	R =-0.998

Tabla N° 45: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=10 años

Per. Retorno T=10 años		x _i *y _i	x ²	y ²
x _i Observado	y _i observado			
7.966	2.460	19.594	63.450	6.051
7.272	2.875	20.910	52.888	8.267
7.185	2.932	21.067	51.630	8.596
7.090	2.985	21.164	50.269	8.911
6.985	3.058	21.357	48.786	9.349
6.867	3.142	21.573	47.155	9.869
6.733	3.228	21.735	45.339	10.420
6.579	3.333	21.927	43.287	11.107
6.397	3.436	21.980	40.921	11.807
6.174	3.528	21.779	38.116	12.444
5.886	3.682	21.671	34.646	13.556
5.704	3.751	21.394	32.533	14.068
5.481	3.846	21.079	30.037	14.792
5.193	3.987	20.705	26.967	15.898
4.787	4.189	20.055	22.920	17.548
4.094	4.667	19.109	16.764	21.782
100.394	55.098	337.098	645.707	194.464

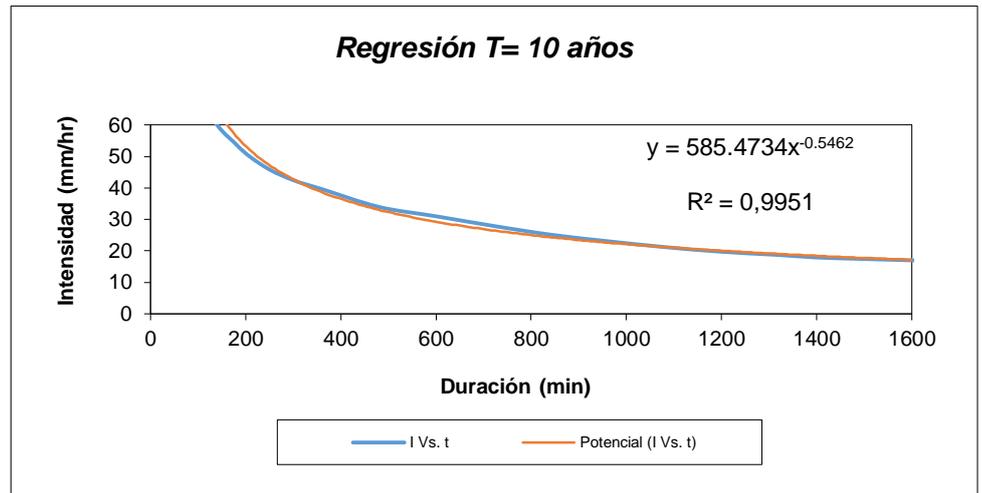
Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación.

$r = -0.9976$ **Coeficiente de correlación**

$R=r = -0.9976 \wedge 2$

$R^2 = r^2 = 0.9951$ **Coeficiente de determinación**

Figura N° 34: Regresión en periodo de 10 años



Para periodo de retorno de 20 años

Tabla N° 46: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 20 años

Periodo de retorno para						T=20 años
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	13.517	7.966	2.604	20.742	63.450
2	1440	20.481	7.272	3.019	21.959	52.888
3	1320	21.672	7.185	3.076	22.102	51.630
4	1200	22.856	7.090	3.129	22.186	50.269
5	1080	24.577	6.985	3.202	22.364	48.786
6	960	26.727	6.867	3.286	22.563	47.155
7	840	29.141	6.733	3.372	22.706	45.339
8	720	32.359	6.579	3.477	22.875	43.287
9	600	35.882	6.397	3.580	22.902	40.921
10	480	39.323	6.174	3.672	22.669	38.116
11	360	45.876	5.886	3.826	22.520	34.646
12	300	49.153	5.704	3.895	22.216	32.533
13	240	54.069	5.481	3.990	21.869	30.037
14	180	62.261	5.193	4.131	21.454	26.967
15	120	76.188	4.787	4.333	20.745	22.920
16	60	122.883	4.094	4.811	19.699	16.764
16	12780	676.964	100.394	57.404	351.571	645.707
Ln (d)=	7.015		d= 1113.494	n = -0.546		R =-0.998

Tabla N° 47: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=20 años

Per. Retorno T=20 años				
x_i Observado	y_i observado	$x_i * y_i$	x^2	y^2
7.966	2.604	20.742	63.450	6.781
7.272	3.019	21.959	52.888	9.117
7.185	3.076	22.102	51.630	9.462
7.090	3.129	22.186	50.269	9.792
6.985	3.202	22.364	48.786	10.251
6.867	3.286	22.563	47.155	10.796
6.733	3.372	22.706	45.339	11.371
6.579	3.477	22.875	43.287	12.089
6.397	3.580	22.902	40.921	12.818
6.174	3.672	22.669	38.116	13.482
5.886	3.826	22.520	34.646	14.638
5.704	3.895	22.216	32.533	15.171
5.481	3.990	21.869	30.037	15.922
5.193	4.131	21.454	26.967	17.068
4.787	4.333	20.745	22.920	18.777
4.094	4.811	19.699	16.764	23.148
100.394	57.404	351.571	645.707	210.682

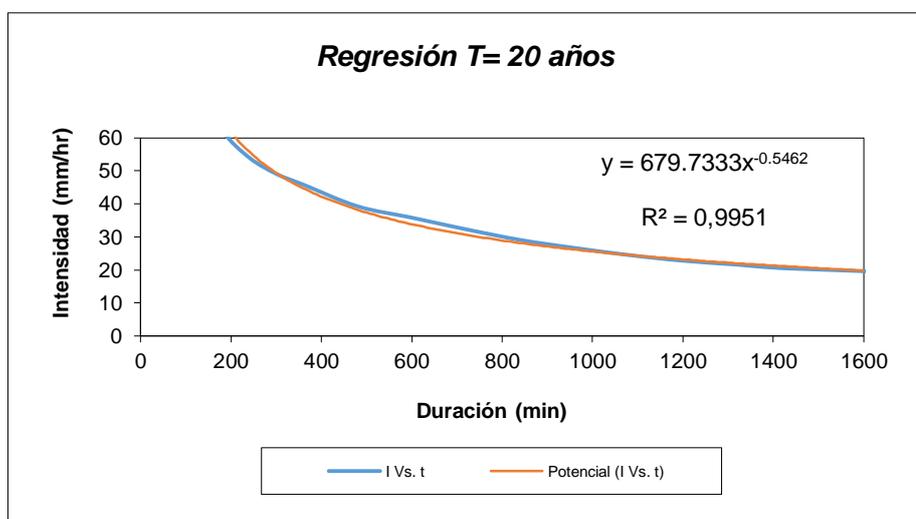
Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación.

$r = -0.9976$ Coeficiente de correlación

$R = r = -0.9976^2$

$R^2 = r^2 = 0.9951$ Coeficiente de determinación

Figura N° 35: Regresión en periodo de 20 años



Para periodo de retorno de 25 años

Tabla N° 48: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 25 años

Periodo de retorno para						T=25 años
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	14.093	7.966	2.646	21.074	63.450
2	1440	21.353	7.272	3.061	22.262	52.888
3	1320	22.595	7.185	3.118	22.402	51.630
4	1200	23.830	7.090	3.171	22.482	50.269
5	1080	25.623	6.985	3.244	22.655	48.786
6	960	27.865	6.867	3.327	22.849	47.155
7	840	30.382	6.733	3.414	22.987	45.339
8	720	33.737	6.579	3.519	23.150	43.287
9	600	37.410	6.397	3.622	23.169	40.921
10	480	40.997	6.174	3.714	22.926	38.116
11	360	47.830	5.886	3.868	22.765	34.646
12	300	51.247	5.704	3.937	22.454	32.533
13	240	56.371	5.481	4.032	22.098	30.037
14	180	64.912	5.193	4.173	21.670	26.967
15	120	79.432	4.787	4.375	20.945	22.920
16	60	128.116	4.094	4.853	19.870	16.764
16	12780	705.794	100.394	58.071	355.758	645.707
Ln (d)=	7.057	d=	1160.914	n =	-0.546	R =-0.998

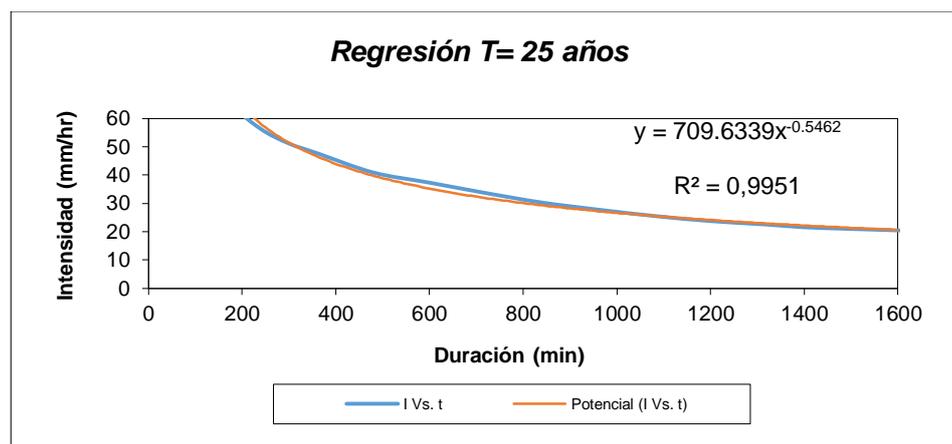
Tabla N° 49: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=25 años

Per. Retorno T=25 años				
x _i Observado	y _i observado	x _i *y _i	x ²	y ²
7.966	2.646	21.074	63.450	7.000
7.272	3.061	22.262	52.888	9.371
7.185	3.118	22.402	51.630	9.720
7.090	3.171	22.482	50.269	10.055
6.985	3.244	22.655	48.786	10.520
6.867	3.327	22.849	47.155	11.071
6.733	3.414	22.987	45.339	11.654
6.579	3.519	23.150	43.287	12.381
6.397	3.622	23.169	40.921	13.118
6.174	3.714	22.926	38.116	13.790
5.886	3.868	22.765	34.646	14.959
5.704	3.937	22.454	32.533	15.497
5.481	4.032	22.098	30.037	16.257
5.193	4.173	21.670	26.967	17.414
4.787	4.375	20.945	22.920	19.140
4.094	4.853	19.870	16.764	23.551
100.394	58.071	355.758	645.707	215.498

Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación.

$r = -0.9976$ Coeficiente de correlación
 $R=r = -0.9976 \wedge 2$
 $R^2 = r^2 = 0.9951$ Coeficiente de determinación

Figura N° 36: Regresión en periodo de 25 años



Para periodo de retorno de 50 años

Tabla N° 50: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 50 años

Periodo de retorno para						T=50 años
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	15.866	7.966	2.764	22.018	63.450
2	1440	24.040	7.272	3.180	23.124	52.888
3	1320	25.438	7.185	3.236	23.254	51.630
4	1200	26.828	7.090	3.289	23.322	50.269
5	1080	28.847	6.985	3.362	23.483	48.786
6	960	31.372	6.867	3.446	23.663	47.155
7	840	34.205	6.733	3.532	23.785	45.339
8	720	37.983	6.579	3.637	23.930	43.287
9	600	42.117	6.397	3.740	23.927	40.921
10	480	46.156	6.174	3.832	23.658	38.116
11	360	53.849	5.886	3.986	23.463	34.646
12	300	57.695	5.704	4.055	23.130	32.533
13	240	63.464	5.481	4.150	22.747	30.037
14	180	73.080	5.193	4.292	22.286	26.967
15	120	89.427	4.787	4.493	21.512	22.920
16	60	144.237	4.094	4.971	20.355	16.764
16	12780	794.605	100.394	59.968	367.657	645.707
Ln (d)=	7.175		d= 1306.994	n =	-0.546	R =-0.998

Tabla N°51: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=50 años

Per. Retorno T=50 años				
x_i Observado	y_i observado	$x_i * y_i$	x^2	y^2
7.966	2.764	22.018	63.450	7.641
7.272	3.180	23.124	52.888	10.111
7.185	3.236	23.254	51.630	10.473
7.090	3.289	23.322	50.269	10.820
6.985	3.362	23.483	48.786	11.303
6.867	3.446	23.663	47.155	11.874
6.733	3.532	23.785	45.339	12.478
6.579	3.637	23.930	43.287	13.229
6.397	3.740	23.927	40.921	13.991
6.174	3.832	23.658	38.116	14.684
5.886	3.986	23.463	34.646	15.890
5.704	4.055	23.130	32.533	16.444
5.481	4.150	22.747	30.037	17.226
5.193	4.292	22.286	26.967	18.417
4.787	4.493	21.512	22.920	20.191
4.094	4.971	20.355	16.764	24.715
100.394	59.968	367.657	645.707	229.489

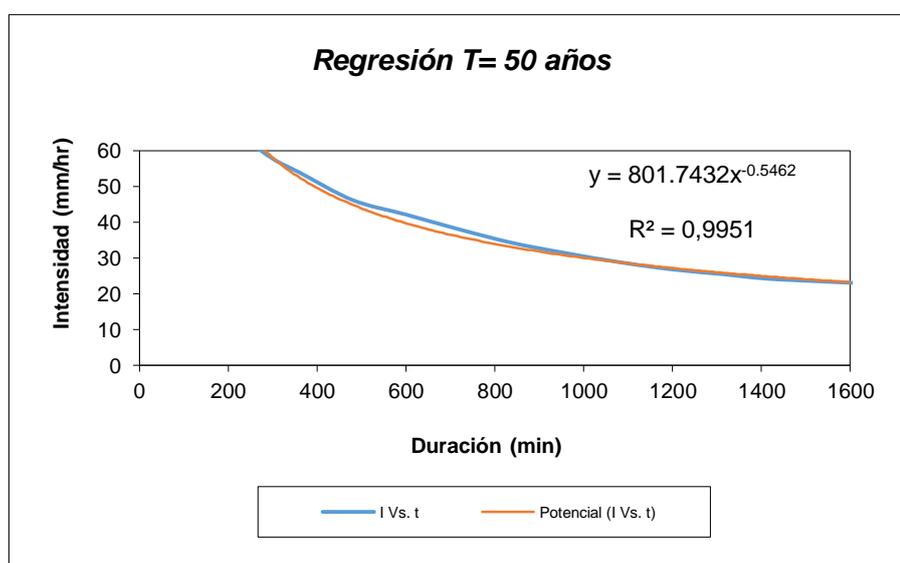
Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación

$r = -0.9976$ Coeficiente de correlación

$R = r = -0.9976^2$

$R^2 = r^2 = 0.9951$ Coeficiente de determinación

Figura N° 37: Regresión en periodo de 50 años



Para periodo de retorno de 75 años

Tabla N° 52: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 75 años

N°	Periodo de retorno para					T=75 años
	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	16.897	7.966	2.827	22.520	63.450
2	1440	25.601	7.272	3.243	23.582	52.888
3	1320	27.091	7.185	3.299	23.706	51.630
4	1200	28.571	7.090	3.352	23.769	50.269
5	1080	30.722	6.985	3.425	23.922	48.786
6	960	33.410	6.867	3.509	24.095	47.155
7	840	36.427	6.733	3.595	24.209	45.339
8	720	40.450	6.579	3.700	24.344	43.287
9	600	44.853	6.397	3.803	24.330	40.921
10	480	49.154	6.174	3.895	24.047	38.116
11	360	57.347	5.886	4.049	23.834	34.646
12	300	61.443	5.704	4.118	23.489	32.533
13	240	67.587	5.481	4.213	23.092	30.037
14	180	77.828	5.193	4.354	22.613	26.967
15	120	95.237	4.787	4.556	21.814	22.920
16	60	153.608	4.094	5.034	20.613	16.764
16	12780	846.225	100.394	60.975	373.976	645.707
Ln (d)=	7.238		d= 1391.901	n = -0.546		R =-0.998

Tabla N° 53: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=75 años

Per. Retorno T=75 años				
x _i Observado	y _i obsersado	x _i *y _i	x ²	y ²
7.966	2.827	22.520	63.450	7.993
7.272	3.243	23.582	52.888	10.515
7.185	3.299	23.706	51.630	10.885
7.090	3.352	23.769	50.269	11.239
6.985	3.425	23.922	48.786	11.730
6.867	3.509	24.095	47.155	12.312
6.733	3.595	24.209	45.339	12.926
6.579	3.700	24.344	43.287	13.690
6.397	3.803	24.330	40.921	14.466
6.174	3.895	24.047	38.116	15.171
5.886	4.049	23.834	34.646	16.395
5.704	4.118	23.489	32.533	16.959
5.481	4.213	23.092	30.037	17.753
5.193	4.354	22.613	26.967	18.962
4.787	4.556	21.814	22.920	20.760
4.094	5.034	20.613	16.764	25.345
100.394	60.975	373.976	645.707	237.101

Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación

$r = -0.9976$ Coeficiente de correlación
 $R=r = -0.9976 \wedge 2$
 $R^2 = r^2 = 0.9951$ Coeficiente de determinación

Figura N° 38: Regresión en periodo de 75 años

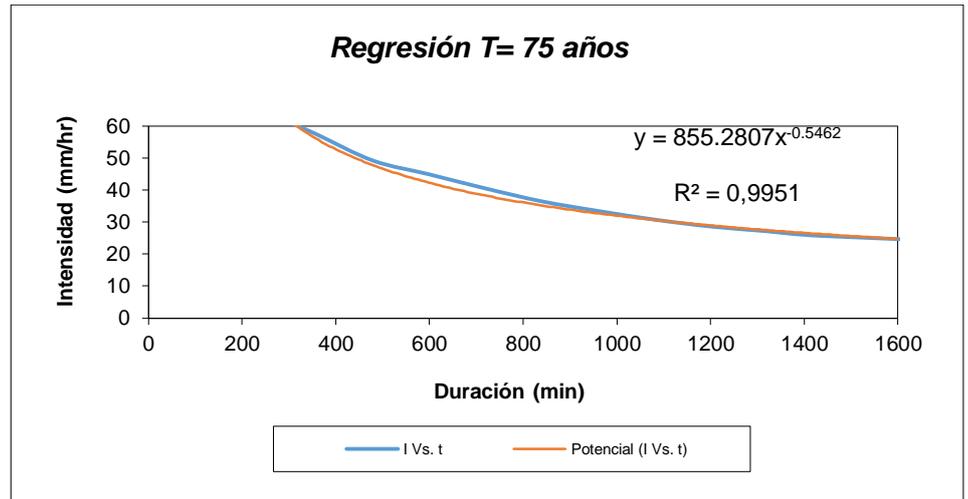


Tabla N° 54: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 100 años

N°	Periodo de retorno para					T=100 años
	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	17.626	7.966	2.869	22.856	63.450
2	1440	26.707	7.272	3.285	23.889	52.888
3	1320	28.260	7.185	3.341	24.010	51.630
4	1200	29.805	7.090	3.395	24.068	50.269
5	1080	32.048	6.985	3.467	24.218	48.786
6	960	34.852	6.867	3.551	24.385	47.155
7	840	38.000	6.733	3.638	24.493	45.339
8	720	42.196	6.579	3.742	24.622	43.287
9	600	46.790	6.397	3.846	24.600	40.921
10	480	51.277	6.174	3.937	24.308	38.116
11	360	59.823	5.886	4.091	24.082	34.646
12	300	64.096	5.704	4.160	23.730	32.533
13	240	70.505	5.481	4.256	23.324	30.037
14	180	81.188	5.193	4.397	22.832	26.967
15	120	99.348	4.787	4.599	22.016	22.920
16	60	160.239	4.094	5.077	20.786	16.764
16	12780	882.760	100.394	61.651	378.219	645.707
Ln (d)=	7.281		d= 1451.995		n = -0.546	R =-0.998

Tabla N° 55: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=100 años

Per. Retorno T=100 años				
x_i Observado	y_i observado	$x_i * y_i$	x^2	y^2
7.966	2.869	22.856	63.450	8.233
7.272	3.285	23.889	52.888	10.791
7.185	3.341	24.010	51.630	11.165
7.090	3.395	24.068	50.269	11.524
6.985	3.467	24.218	48.786	12.022
6.867	3.551	24.385	47.155	12.610
6.733	3.638	24.493	45.339	13.232
6.579	3.742	24.622	43.287	14.005
6.397	3.846	24.600	40.921	14.789
6.174	3.937	24.308	38.116	15.502
5.886	4.091	24.082	34.646	16.739
5.704	4.160	23.730	32.533	17.309
5.481	4.256	23.324	30.037	18.111
5.193	4.397	22.832	26.967	19.332
4.787	4.599	22.016	22.920	21.147
4.094	5.077	20.786	16.764	25.773
100.394	61.651	378.219	645.707	242.284

Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación.

$r = -0.9976$ Coeficiente de correlación

$R=r = -0.9976 \wedge 2$

$R^2 = r^2 = 0.9951$ Coeficiente de determinación

Figura N° 39: Regresión en periodo de 100 años

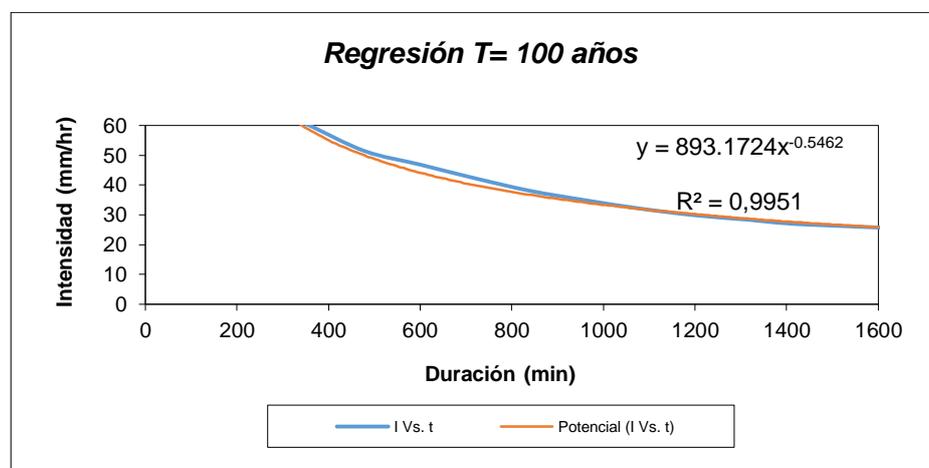


Tabla N° 56: Cálculo de “d y n” para período de retorno de 500 años

Periodo de retorno para						T=500 años
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2880	21.694	7.966	3.077	24.510	63.450
2	1440	32.870	7.272	3.493	25.399	52.888
3	1320	34.782	7.185	3.549	25.502	51.630
4	1200	36.683	7.090	3.602	25.541	50.269
5	1080	39.444	6.985	3.675	25.668	48.786
6	960	42.895	6.867	3.759	25.811	47.155
7	840	46.769	6.733	3.845	25.891	45.339
8	720	51.934	6.579	3.950	25.988	43.287
9	600	57.588	6.397	4.053	25.929	40.921
10	480	63.110	6.174	4.145	25.590	38.116
11	360	73.628	5.886	4.299	25.305	34.646
12	300	78.887	5.704	4.368	24.914	32.533
13	240	86.776	5.481	4.463	24.462	30.037
14	180	99.924	5.193	4.604	23.910	26.967
15	120	122.275	4.787	4.806	23.010	22.920
16	60	197.218	4.094	5.284	21.636	16.764
16	12780	1086.474	100.394	64.973	399.065	645.707
Ln (d)=	7.488	d=	1787.071	n =	-0.546	R =-0.998

Tabla N ° 57: Cálculo de productos, cuadrados y sumatorias de las variables x,y para T=500 años

Per. Retorno T=500 años				
x _i Observado	y _i observado	x _i *y _i	x ²	y ²
7.966	3.077	24.510	63.450	9.468
7.272	3.493	25.399	52.888	12.198
7.185	3.549	25.502	51.630	12.596
7.090	3.602	25.541	50.269	12.977
6.985	3.675	25.668	48.786	13.505
6.867	3.759	25.811	47.155	14.128
6.733	3.845	25.891	45.339	14.786
6.579	3.950	25.988	43.287	15.602
6.397	4.053	25.929	40.921	16.429
6.174	4.145	25.590	38.116	17.180
5.886	4.299	25.305	34.646	18.482
5.704	4.368	24.914	32.533	19.080
5.481	4.463	24.462	30.037	19.921
5.193	4.604	23.910	26.967	21.201
4.787	4.806	23.010	22.920	23.100
4.094	5.284	21.636	16.764	27.924
100.394	64.973	399.065	645.707	268.576

Calculo del coeficiente de correlación y coeficiente de determinación.

$r = -0.9976$ Coeficiente de correlación

$R=r = -0.9976 \wedge 2$

$R^2 = r^2 = 0.9951$ Coeficiente de determinación

Figura N° 40: Regresión en periodo de 500 años

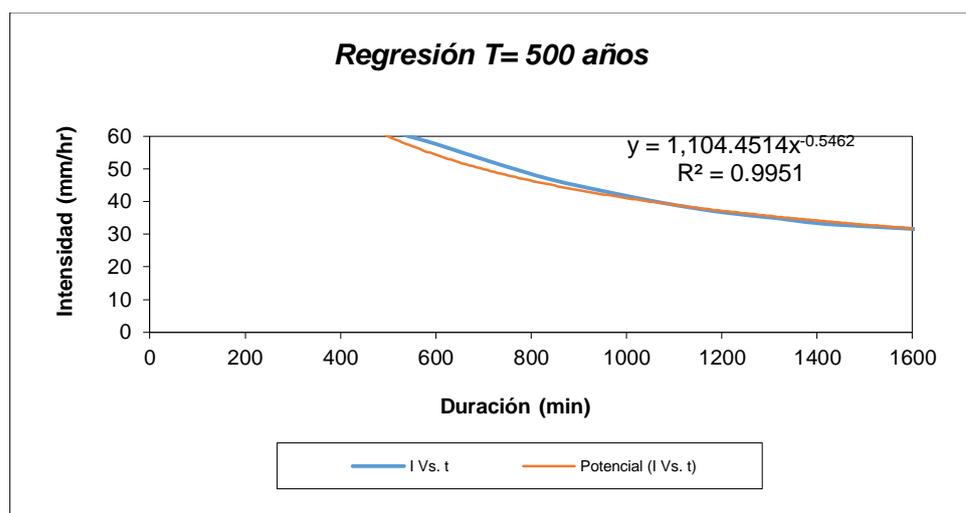


Tabla N° 58: Resumen de aplicación de regresión potencial

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término constante de regresión (d)	Coef. De regresión [n]
2	572.773	-0.546
5	808.158	-0.546
10	964.003	-0.546
20	1113.494	-0.546
25	1160.914	-0.546
50	1306.994	-0.546
75	1391.901	-0.546
100	1451.995	-0.546
500	1787.071	-0.546
Promedio =	1173.034	-0.546

Del cambio de variable que se hizo, se ejecuta otra regresión de potencial entre columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para conseguir valores de la ecuación: $d = K * T^m$

Tabla N°59: Regresión potencial

Regresión potencial						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	572.77	0.69	6.35	4.40	0.48
2	5	808.16	1.61	6.69	10.77	2.59
3	10	964.00	2.30	6.87	15.82	5.30
4	20	1113.49	3.00	7.02	21.02	8.97
5	25	1160.91	3.22	7.06	22.72	10.36
6	50	1306.99	3.91	7.18	28.07	15.30
7	75	1391.90	4.32	7.24	31.25	18.64
8	100	1452.00	4.61	7.28	33.53	21.21
9	500	1787.07	6.21	7.49	46.54	38.62
9	787	10557.30	29.87	63.17	214.12	121.48
Ln (K) =	6.356	* K =	576.014	* m =	0.200	

*Término constante de regresión (K) = 576.014

*Coef. De regresión (m) = 0.200

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n} = \frac{576.014 * T^{0.20}}{t^{0.546}}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Tabla N° 60: Intensidades y tiempo de duración.

TABLA DE INTENSIDADES - TIEMPO DE DURACIÓN												
Frecuencia	Duración en minutos											
Años	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
2	128.79	88.19	70.67	60.40	53.46	48.40	44.49	41.36	38.78	36.61	34.75	33.14
5	154.66	105.91	84.87	72.53	64.20	58.12	53.42	49.67	46.57	43.97	41.74	39.80
10	177.62	121.63	97.47	83.30	73.74	66.75	61.36	57.04	53.49	50.49	47.93	45.71
20	204.00	139.70	111.94	95.66	84.69	76.66	70.47	65.51	61.43	57.99	55.05	52.50
25	213.30	146.07	117.05	100.03	88.55	80.15	73.68	68.50	64.23	60.64	57.56	54.89
50	244.97	167.76	134.43	114.88	101.70	92.06	84.62	78.67	73.77	69.64	66.11	63.04
75	265.64	181.91	145.77	124.57	110.27	99.82	91.76	85.31	79.99	75.52	71.69	68.36
100	281.35	192.67	154.39	131.94	116.80	105.73	97.19	90.35	84.72	79.98	75.92	72.40
500	388.03	265.72	212.93	181.97	161.08	145.81	134.04	124.61	116.84	110.31	104.71	99.85

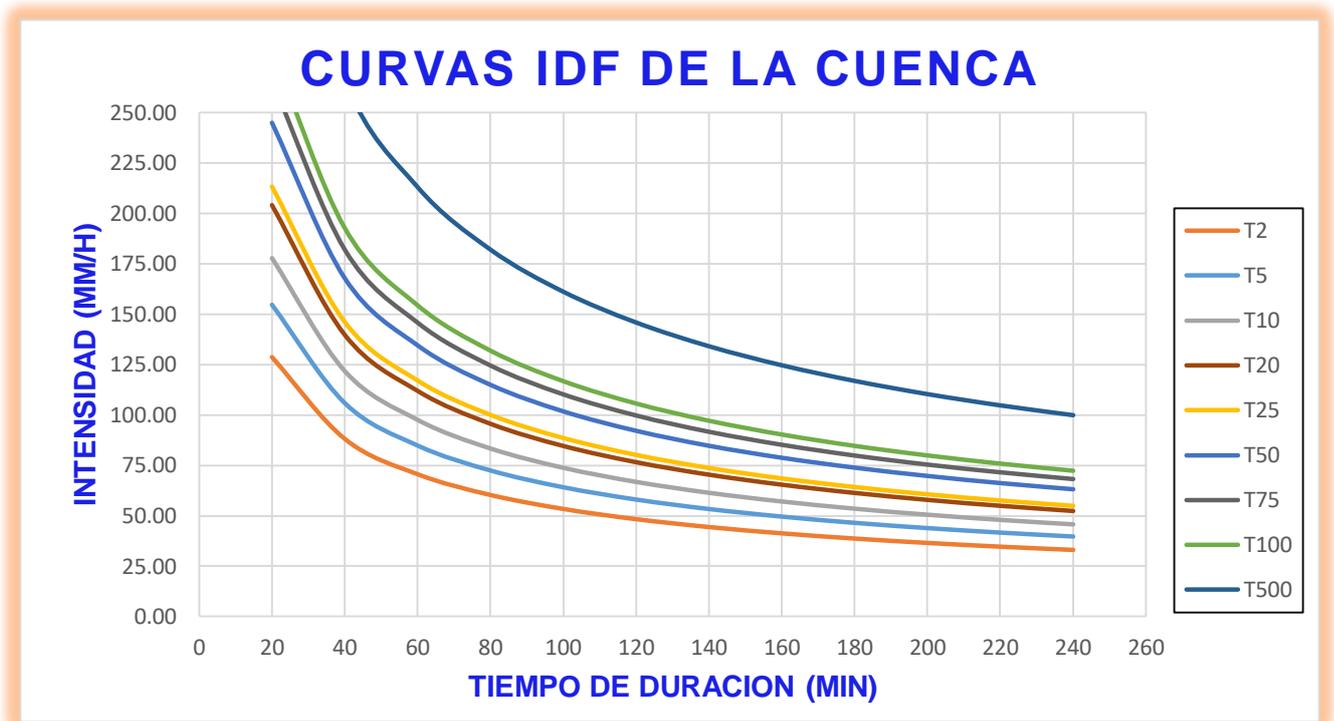
Para:

T = 10 años

t = 60 min

Intensidad máxima = 97.47 mm/hr

Figura N° 41: Curvas IDF de la cuenca



3.8.3.7. Datos de la carretera

Para realizar el cálculo y diseño de las obras de arte de las cuales se tiene cunetas y alcantarillas, de las cuales se hará el diseño de cunetas triangulares teniendo en cuenta los parámetros mínimos del manual.

Para hacer el diseño de las cunetas, se considerará los siguientes datos como son; pendientes en 0% las elevaciones de cada progresiva, el cambio de pendiente, ancho de vía y longitud total del tramo.

Tabla N° 61: Datos de la carretera.

DATOS DE LA CARRETERA

LONGITUD:	Km 5+134.00	Coordenadas UTM - W84		NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	INICIO (m.s.n.m.)	FINAL (m.s.n.m.)
CLASE:	TERCERA		INICIO:	808509.631	9106719.509		3265.183	3705.457
VELOCIDAD DE DISEÑO:	30 Km/h		FINAL:	806683.755	9108448.705			
UBICACIÓN						CALZADA:	6.00 m	
DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD	PROVINCIA:	SANTIAGO DE CHUCO	DISTRITO:	QUIRUVILCA	RODADURA:	AFIRMADO	

CUNETAS N°	PROGRESIVA	LONGITUD (m)	ELEVACIÓN SUBRASANTE (m)	PENDIENTE	
				(%)	m/m
1	Km 5+070.00		3700.02		
		400.00		2.087	0.021
2	Km 4+660.00		3691.67		
		260.00		7.438	0.074
3	Km 4+400.00		3672.33		
		200.00		7.435	0.074
4	Km 4+200.00		3657.46		
		320.00		7.438	0.074
5	Km 3+880.00		3633.66		
		180.00		6.394	0.064
6	Km 3+700.00		3622.15		
		300.00		3.330	0.033
7	Km 3+400.00		3612.16		
		300.00		8.067	0.081
8	Km 3+100.00		3587.96		
		320.00		11.963	0.120
9	Km 2+780.00		3549.68		
		280.00		11.189	0.112
10	Km 2+500.00		3518.35		
		480.00		11.200	0.112
	Km 2+020.00		3478.03		

CUNETA N°	PROGRESIVA	LONGITUD (m)	ELEVACIÓN SUBRASANTE (m)	PENDIENTE (%)	PENDIENTE PARA CUNETAS
11	Km 2+020.00		3478.03		
		330.00		11.724	0.117
	Km 1+690.00		3439.34		
12	Km 1+690.00		3439.34		
		670.00		3.903	0.039
	Km 1+020.00		3465.49		
13	Km 1+020.00		3465.49		
		400.00		37.075	0.371
	Km 0+620.00		3317.19		
14	Km 0+620.00		3317.19		
		360.00		10.408	0.104
	Km 0+260.00		3279.72		
15	Km 0+260.00		3279.72		
		120.00		7.575	0.076
	Km 0+140.00		3270.63		

3.8.3.8. Cálculos de caudales.

El manual de hidrología, hidráulica y drenaje presenta 3 métodos para realizar el cálculo de los caudales

- Método IILA
- Método RACIONAL
- Método RACIONAL MODIFICADO

Para este proyecto se utilizó el método racional por ajustar mejor al proyecto a elaborar.

Método Racional

Se utiliza en cuencas con un área menor a 10 Km², teniendo en cuenta el coeficiente de escorrentía (C) y las características de la cuenca.

Este método usa la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{CxIx A}{3.6}$$

Donde:

Q = descarga de diseño (m³/s)

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de precipitación máxima (mm/h)

A = área de cuenca (km²)

Coeficiente de escorrentía

Es el valor obtenido de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cauces cruzan el alineamiento de la vía.

Tabla N° 62: Coeficiente de escorrentía

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento asfáltico y concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Zonas de vegetación densa	
• Terrenos granulares	0.10 – 0.50
• Terrenos arcillosos	0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje

Tiempo de concentración

Es el tiempo que demanda una gota para transitar a partir un punto hidráulicamente más distante hasta la salida de la cuenca. Para realizar el cálculo se eligió la fórmula de Kirpich (1940) por ajustarse mejor al tipo de estudio:

Tabla N° 63: Tiempo de concentración

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947.L^{0.77} .S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.

Fuente: Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje

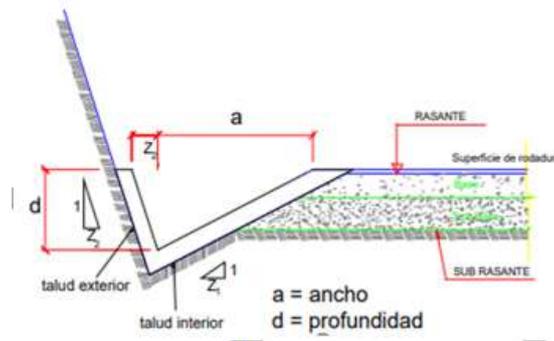
3.8.3.9. Hidráulica y drenaje

3.8.3.9.1. Diseño de cunetas

En este proyecto se uso una velocidad de diseño de 30 km/h y con IMDA < 750, para lo cual se considero el talud de la cuneta de 1:2 según la tabla N°

Para la inclinación del talud exterior de la cuneta se consideró (V/H) (1: Z₂) de acuerdo al tipo de inclinación en el talud.

Figura N°42: Sección típica de la cuneta.



Fuente: Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Caudal Q de aporte

Se calcula mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{CxIx A}{3.6}$$

Calculo del caudal de aporte para cunetas

DATOS

$$I = \frac{576.01381 * T^{0.1997}}{t^{0.5462}}$$

DATOS DE LA VÍA	
V. DISEÑO	30 Km/h
CALZADA	6.00 m

DETALLE	TALUD DE CORTE	RODADURA
ANCHO TRIBUTARIO	100.00 m	3.00 m
C. ESCORRENTÍA	0.53	0.23

MTC-MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE

OBRA DE DRENAJE:

CUNETAS Y SUB-DRENES

VIDA ÚTIL (n):

15 años

RIESGO ADMISIBLE (R):

40%

TIEMPO DE RETORNO (T):

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

$$T = \frac{1}{1 - \sqrt[n]{1 - R}}$$

T = 30 años

TIEMPO DE DURACIÓN (t):

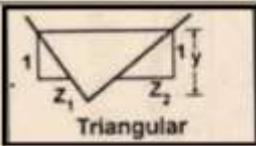
$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Tabla N°64 : Cálculo de caudales de diseño para cuneta

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS																		
N°	PROGRESIVAS		LONGITUD	TALUD DE CORTE							DRENAJE DE SUPERFICIE DE RODADURA							CAUDAL DE APOORTE (Q)
	DESDE	HASTA		ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIBUTARIA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE DURACIÓN (t)	INTENSIDAD MÁXIMA (I)	CAUDAL 1 (Q1)	ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIBUTARIA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE DURACIÓN (t)	INTENSIDAD MÁXIMA	CAUDAL 2 (Q2) CARRIL	
																		Km
1	Km 5+060.00	Km 4+660.00	0.40	0.10	0.020	0.525	30 años	10.00	323.03	0.942	0.003	0.0012	0.23	30	10.00	323.03	0.024	0.966
2	Km 4+660.00	Km 4+400.00	0.26	0.10	0.013	0.525	30 años	10.00	323.03	0.612	0.003	0.0008	0.23	30	10.00	323.03	0.016	0.628
3	Km 4+400.00	Km 4+200.00	0.20	0.10	0.010	0.525	30 años	10.00	323.03	0.471	0.003	0.0006	0.23	30	10.00	323.03	0.012	0.483
4	Km 4+200.00	Km 3+880.00	0.32	0.10	0.016	0.525	30 años	10.00	323.03	0.754	0.003	0.0010	0.23	30	10.00	323.03	0.019	0.773
5	Km 3+880.00	Km 3+700.00	0.18	0.10	0.009	0.525	30 años	10.00	323.03	0.424	0.003	0.0005	0.23	30	10.00	323.03	0.011	0.435
6	Km 3+700.00	Km 3+400.00	0.30	0.10	0.015	0.525	30 años	10.00	323.03	0.707	0.003	0.0009	0.23	30	10.00	323.03	0.018	0.725
7	Km 3+400.00	Km 3+100.00	0.30	0.10	0.015	0.525	30 años	10.00	323.03	0.707	0.003	0.0009	0.23	30	10.00	323.03	0.018	0.725
8	Km 3+100.00	Km 2+780.00	0.32	0.10	0.016	0.525	30 años	10.00	323.03	0.754	0.003	0.0010	0.23	30	10.00	323.03	0.019	0.773
9	Km 2+780.00	Km 2+500.00	0.28	0.10	0.014	0.525	30 años	10.00	323.03	0.660	0.003	0.0008	0.23	30	10.00	323.03	0.017	0.676
10	Km 2+500.00	Km 2+140.00	0.36	0.10	0.018	0.525	30 años	10.00	323.03	0.848	0.003	0.0011	0.23	30	10.00	323.03	0.022	0.870
11	Km 2+020.00	Km 1+690.00	0.33	0.10	0.017	0.525	30 años	10.00	323.03	0.777	0.003	0.0010	0.23	30	10.00	323.03	0.020	0.797
12	Km 1+690.00	Km 1+020.00	0.67	0.10	0.034	0.525	30 años	10.00	323.03	1.578	0.003	0.0020	0.23	30	10.00	323.03	0.041	1.619
13	Km 1+020.00	Km 0+620.00	0.40	0.10	0.020	0.525	30 años	10.00	323.03	0.942	0.003	0.0012	0.23	30	10.00	323.03	0.024	0.966
14	Km 0+620.00	Km 0+260.00	0.36	0.10	0.018	0.525	30 años	10.00	323.03	0.848	0.003	0.0011	0.23	30	10.00	323.03	0.022	0.870
15	Km 0+260.00	Km 0+140.00	0.12	0.10	0.006	0.525	30 años	10.00	323.03	0.283	0.003	0.0004	0.23	30	10.00	323.03	0.007	0.290

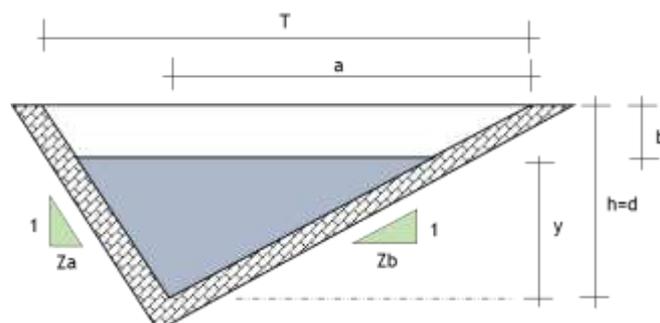
Luego para el cálculo del caudal de la cuneta a diseñar, se consideró como referencia el tramo de pendiente con el aporte de caudal crítico, talud interior (H: V) 1:1 y talud exterior 1:2 (H: V). Y también las siguientes fórmulas que nos da Máximo Villón en su libro hidráulica de canales.

Tabla N° 65: Relaciones geométricas de sección triangular con taludes diferentes

Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 <p>Triangular</p>	$\frac{Z_1 + Z_2}{2} y^2$	$(\sqrt{1+Z_1^2} + \sqrt{1+Z_2^2}) y$	$\frac{(Z_1 + Z_2)y}{2(\sqrt{1+Z_1^2} + \sqrt{1+Z_2^2})}$	$(Z_1 + Z_2)y$

Fuente: Hidráulica de Canales (Máximo Villón)

Figura N°43: Dimensiones de diseño cuneta.



Datos

TALUD

Za = 1:1 Inclinación al talud de corte
Zb = 1:2 Inclinación a la berma y/o calzada

n = 0.015 "Coeficiente de rugosidad de Manning "

Precipitación (mm/año) = 898.74 mm/año **Lluviosa**

Secciones mínimas (MANUAL)	
PROFUNDIDAD	ANCHO
d (m)	a (m)
0.30	0.75

Tabla N° 66: Resultados relaciones geométricas para diseño de cunetas.

N° DE CUNETAS	PROGRESIVAS		TRAMO DE CUNETAS				
	INICIO	FINAL	LONGITUD	ELEVACIONES DE RASANTE		PENDIENTE	COFICIENTE DE MANNING
				INICIO	FINAL		
			m	m.s.n.m.	m.s.n.m.	s (m/m)	n
1	Km 5+700.00	Km 4+660.00	460.00	3700.02	3691.670	0.021	0.015
2	Km 4+660.00	Km 4+400.00	260.00	3691.670	3672.330	0.074	0.015
3	Km 4+400.00	Km 4+200.00	200.00	3672.330	3657.460	0.074	0.015
4	Km 4+200.00	Km 3+880.00	320.00	3657.460	3633.660	0.074	0.015
5	Km 3+880.00	Km 3+700.00	180.00	3633.660	3622.150	0.064	0.015
6	Km 3+700.00	Km 3+400.00	300.00	3622.150	3612.160	0.033	0.015
7	Km 3+400.00	Km 3+100.00	300.00	3612.160	3587.960	0.081	0.015
8	Km 3+100.00	Km 2+780.00	320.00	3587.960	3549.680	0.120	0.015
9	Km 2+780.00	Km 2+500.00	280.00	3549.680	3518.350	0.112	0.015
10	Km 2+500.00	Km 2+020.00	480.00	3518.350	3478.030	0.013	0.015
11	Km 2+020.00	Km 1+690.00	330.00	3478.030	3439.340	0.117	0.015
12	Km 1+690.00	Km 1+020.00	670.00	3439.340	3465.490	0.039	0.015
13	Km 1+020.00	Km 0+620.00	400.00	3465.490	3317.190	0.371	0.015
14	Km 0+620.00	Km 0+260.00	360.00	3317.190	3279.720	0.104	0.015
15	Km 0+260.00	Km 0+140.00	120.00	3279.720	3270.630	0.076	0.015

CÁLCULOS PARA DISEÑO DE CUNETETA									
PROFUNDIDAD	BORDE LIBRE	TIRANTE HIDRÁULICO	TALUD EN CUNETETA		ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	ANCHO TOTAL	ANCHO
h=d	b (m)	Y (m)	Za	Zb	A (m ²)	P (m)	R _h (m)	T (m)	a (m)
0.45	0.10	0.35	1:1	1:2	0.31	1.654	0.186	1.35	0.91
0.35	0.10	0.25	1:1	1:2	0.18	1.278	0.144	1.05	0.70
0.30	0.10	0.20	1:1	1:2	0.14	1.095	0.123	0.90	0.60
0.35	0.10	0.25	1:1	1:2	0.18	1.278	0.144	1.05	0.70
0.35	0.10	0.25	1:1	1:2	0.18	1.278	0.164	1.05	0.70
0.40	0.10	0.30	1:1	1:2	0.24	1.460	0.164	1.20	0.80
0.35	0.10	0.25	1:1	1:2	0.18	1.278	0.144	1.05	0.70
0.30	0.10	0.20	1:1	1:2	0.14	1.099	0.124	0.90	0.60
0.30	0.10	0.20	1:1	1:2	0.14	1.095	0.123	0.90	0.60
0.32	0.10	0.22	1:1	1:2	0.15	1.168	0.131	0.96	0.64
0.32	0.10	0.22	1:1	1:2	0.15	1.168	0.131	0.96	0.64
0.42	0.10	0.32	1:1	1:2	0.26	1.533	0.173	1.26	0.84
0.35	0.10	0.25	1:1	1:2	0.18	1.278	0.144	1.05	0.70
0.35	0.10	0.25	1:1	1:2	0.18	1.278	0.144	1.05	0.70
0.30	0.10	0.20	1:1	1:2	0.14	1.095	0.123	0.90	0.60

ECU. MANNIG		CAUDAL DE APORTE	VERIFICACIÓN DE ACUERDO AL MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE	
VELOCIDAD MEDIA	CAUDAL MANING			
V (m/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)	Q _{man} >Q _{ap}	V < 6.00 m/s
3.14	0.97	0.97	CUMPLE	CUMPLE
4.99	0.92	0.63	CUMPLE	CUMPLE
4.50	0.61	0.48	CUMPLE	CUMPLE
4.99	0.92	0.77	CUMPLE	CUMPLE
4.63	0.85	0.43	CUMPLE	CUMPLE
3.65	0.88	0.72	CUMPLE	CUMPLE
5.20	0.96	0.72	CUMPLE	CUMPLE
5.72	0.78	0.77	CUMPLE	CUMPLE
5.52	0.75	0.68	CUMPLE	CUMPLE
5.77	0.89	0.87	CUMPLE	CUMPLE
5.90	0.91	0.80	CUMPLE	CUMPLE
4.55	1.82	1.62	CUMPLE	CUMPLE
5.82	1.16	0.97	CUMPLE	CUMPLE
5.90	1.08	0.87	CUMPLE	CUMPLE
4.54	0.61	0.29	CUMPLE	CUMPLE

3.8.3.9.2. Diseño de alcantarillas

Estructuras de luz no menor de 6 m que se utilizan para evacuar las aguas de la superficie provenientes de cauces naturales o superficiales que interceptan la carretera.

Pendiente longitudinal

Para este proyecto tiene pendiente longitudinal de 2%, para evitar la erosión y sedimentación

Tipo y sección

El tipo de alcantarilla que se usará en la construcción del proyecto será de tubería metálica corrugada, teniendo en cuenta el diámetro mínimo que establece la norma de 36 pulgadas.

Datos:

OBRA DE DRENAJE:	ALCANTARILLAS DE ALIVIO
VIDA ÚTIL (n):	15 años
RIESGO ADMISIBLE (R):	35%

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

TIEMPO DE RETORNO (T):

$$T = \frac{1}{1 - \sqrt[n]{1 - R}}$$

T = 35 años

Tabla N° 67: Cálculo de caudales para alcantarillas de alivio

N°	PROGRESIVAS		LONGITUD	TALUD DE CORTE						
	DESDE	HASTA		ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIBUTARIA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE DURACIÓN (t)	INTENSIDAD MÁXIMA (I)	CAUDAL 1 (Q1)
							años	minutos	(mm/hr)	m³/s
1	Km 5+060.00	Km 4+660.00	0.40	0.10	0.020	0.525	35	10.00	333.13	0.972
2	Km 4+660.00	Km 4+400.00	0.26	0.10	0.013	0.525	35	10.00	333.13	0.632
3	Km 4+400.00	Km 4+200.00	0.20	0.10	0.010	0.525	35	10.00	333.13	0.486
4	Km 4+200.00	Km 3+880.00	0.32	0.10	0.016	0.525	35	10.00	333.13	0.777
5	Km 3+880.00	Km 3+700.00	0.18	0.10	0.009	0.525	35	10.00	333.13	0.437
6	Km 3+700.00	Km 3+400.00	0.30	0.10	0.015	0.525	35	10.00	333.13	0.729
7	Km 3+400.00	Km 3+100.00	0.30	0.10	0.015	0.525	35	10.00	333.13	0.729
8	Km 3+100.00	Km 2+780.00	0.32	0.10	0.016	0.525	35	10.00	333.13	0.777
9	Km 2+780.00	Km 2+500.00	0.28	0.10	0.014	0.525	35	10.00	333.13	0.680
10	Km 1+020.00	Km 0+620.00	0.40	0.10	0.020	0.525	35	10.00	333.13	0.972
11	Km 0+620.00	Km 0+260.00	0.36	0.10	0.018	0.525	35	10.00	333.13	0.874
12	Km 0+260.00	Km 0+140.00	0.12	0.10	0.006	0.525	35	10.00	333.13	0.291

DRENAJE DE SUPERFICIE DE RODADURA							CAUDAL DE APOORTE (Q)
ANCHO TRIBUTARIO	ÁREA TRIBUTARIA	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)	PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE DURACIÓN (t)	INTENSIDAD MÁXIMA (I)	CAUDAL 2 (Q2) CARRIL	
Km	Km			años	minutos	(mm/hr)	m³/s
0.003	0.0012	0.83	35	10.00	333.13	0.092	1.063
0.003	0.0008	0.83	35	10.00	333.13	0.060	0.691
0.003	0.0006	0.83	35	10.00	333.13	0.046	0.532
0.003	0.0010	0.83	35	10.00	333.13	0.073	0.851
0.003	0.0005	0.83	35	10.00	333.13	0.041	0.478
0.003	0.0009	0.83	35	10.00	333.13	0.069	0.797
0.003	0.0009	0.83	35	10.00	333.13	0.069	0.797
0.003	0.0010	0.83	35	10.00	333.13	0.073	0.851
0.003	0.0008	0.83	35	10.00	333.13	0.064	0.744
0.003	0.0012	0.83	35	10.00	333.13	0.092	1.063
0.003	0.0011	0.83	35	10.00	333.13	0.082	0.957
0.003	0.0004	0.83	35	10.00	333.13	0.027	0.319

DATOS

n = 0.030
 S = 2.00 %
 Y = 0.65 D
 Calzada = 6.00 m
 Berma = 0.50 m

"Coeficiente de rugosidad de Manning - CANALES REVESTIDOS-CORRUGADO"

"Pendiente de fondo en la tubería"

"Relación hidráulica, 25% mínimo de la altura"

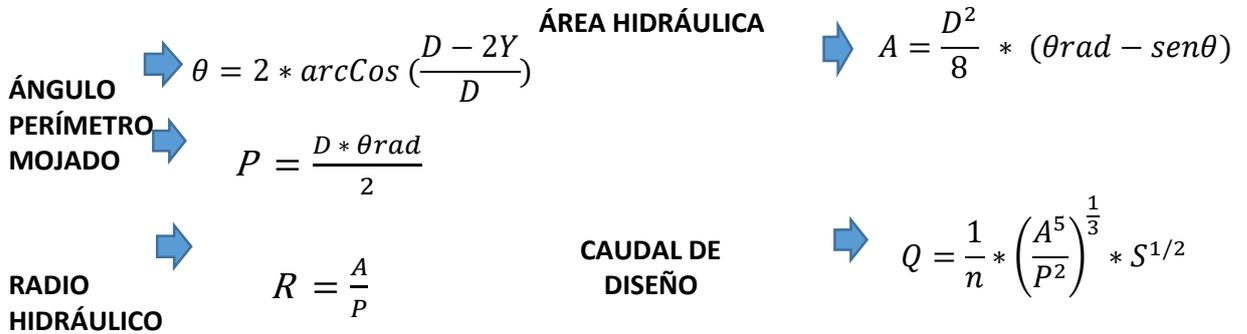


Tabla N° 68: Cálculo de diámetro de tubería

N° DE ALCANTARILLA	CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA							
	RELACIÓN HIDRÁULICA	DÍAMETRO DE TUBERÍA	ÁNGULO	ÁREA HIDRÁULICA	PERÍMETRO MOJADO	RADIO HIDRÁULICO	TIRANTE HIDRÁULICO	BORDE LIBRE
	Y/D=%	D (m)	θ (rad)	A (m²)	P (m)	R _h (m)	Y (m)	b (m)
1	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
2	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
3	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
4	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
5	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
6	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
7	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
8	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
9	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
10	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
11	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315
12	0.65	0.90	3.751	0.438	1.688	0.259	0.585	0.315

Tabla N° 69: Cálculo del caudal de aporte

DATOS DEL TERRENO		ECUAC. MANING	
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD MANING	PENDIENTE	CAUDAL DE DISEÑO	VELOCIDAD MEDIA DE FLUJO
n	s (%0)	Q (m ³ /s)	V (m/s)
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606
0.030	0.002	0.265	0.606

Tabla N° 70: longitud de tubería

CAUDAL DE APORTE	VERIFICACIÓN DE ACUERDO AL MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE	LONGITUD DE TUBERÍA		
		SECCIÓN TRANSVERSAL	ESPESOR BORDE	LONGITUD TOTAL
Q (m3/s)	VELOCIDAD > 0.25 m/s	L (m)	e (m)	L (m)
1.063	CUMPLE	6.32	0.25	6.60
0.691	CUMPLE	6.00	0.25	6.30
0.532	CUMPLE	6.44	0.25	6.70
0.851	CUMPLE	7.00	0.25	7.30
0.478	CUMPLE	6.00	0.25	6.30
0.797	CUMPLE	7.33	0.25	7.60
0.797	CUMPLE	6.95	0.25	7.20
0.851	CUMPLE	6.00	0.25	6.30
0.744	CUMPLE	7.55	0.25	7.80
1.063	CUMPLE	6.31	0.25	6.60
0.957	CUMPLE	6.31	0.25	6.60
0.319	CUMPLE	6.15	0.25	6.40

3.8.4. Diseño Geométrico de La Carretera

3.8.4.1. Estudio de tráfico

El estudio de tráfico abarca el tramo ubicado en el caserío de las Pajillas, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, La Libertad.

3.8.4.1.1. Conteo y clasificación vehicular

Se realizó el conteo vehicular correspondiente, y se ubicó una estación en un lugar estratégico, en la entrada del caserío las Pajillas

Identificación de vehículos. - Los vehículos que más circulan en este tramo de estudio son los siguientes:

Vehículos ligeros:

- Moto lineal
- Automóvil
- Camioneta rural
- Camioneta Pick up

Vehículos pesados:

- Camión de 2 ejes

Se ha considerado una estación para el conteo vehicular tal como se indica en el cuadro:

Tabla N° 71: Ubicación de la estación de Conteo de vehículos

Estación	Ubicación	Días de conteo	Fecha de estudio
E1	Las Pajillas	7 días	07/09/20-13/09/20

Se realizó la ubicación de la estación en un punto estratégico en el área de estudio que se encuentra en el cruce a Llaray, con el objetivo de identificar el

volumen de tráfico del tramo que se está estudiando. El conteo se hizo durante 7 días en ambos sentidos de la carretera.

3.8.4.1.2. Procesamiento de la información

La información recopilada se procesó gabinete mediante el Excel y se pudo establecer la cantidad de vehículos que pasan en la vía.

3.8.4.1.3. Cálculo del índice medio diario anual (IMDA)

La DG-2018 señala que el IMDA es una representación del promedio de los volúmenes diarios de circulación vehicular durante todos los días de un año, se calcula con la siguiente fórmula.

$$IMDa = IMDs * FC$$

Donde:

IMDa : Incide medio diario anual

IMDs : índice media diario de los días de conteo.

FC : Factor de corrección estacional.

Para el cálculo del IMDs se aplicó la siguiente fórmula:

$$IMDs = \left(\frac{V_{lun} + V_{mar} + V_{mie} + V_{jue} + V_{vie} + V_{sab} + V_{dom}}{7} \right)$$

Dónde: V (lun, mar, mei, jue, vie, sab, dom) = volumen clasificado por día

3.8.4.1.4. Factor de corrección estacional

Tiene como objetivo excluir el factor de estacionalidad que perturba los movimientos de carga y pasajeros, nos permite hallar el valor correcto del IMDA, que registra una estación de peaje. Los datos con los que se trabajara son del peaje de Viru que es la más cercana a la zona de estudio.

3.8.4.1.5. Tráfico generado

La tasa de incremento poblacional rural para vehículos de pasajeros es de 1.3% obtenido del INEI propio al distrito de Quiruvilca y para vehículos de carga se utilizará una tasa de crecimiento promedio anual de 3.13%.

3.8.4.1.6. Calculo de ejes equivalentes

Se hará el cálculo del número acumulado de repeticiones de carga (ESAL) de diseño empleando la siguiente fórmula:

$$ESAL = 365 * IMD \left(\frac{(1 + Rt)^{N-1}}{N} \right) * EE$$

Donde:

IMD : Índice medio diario anual

Rt : Tasa de crecimiento anual expresada en porcentaje

N : Periodo de análisis (10 años)

EE : Ejes equivalentes según tipo de vehículo
Clasificación de vehículo

Según el estudio socio-económico del área de estudio, las características geométricas del terreno y los tipos de vehículos que transitan por esta vía se determinó usar el vehículo de diseño C2.

Figura N° 44: Características del vehículo de diseño C2

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	18

3.8.4.2. Clasificación de las carreteras

Una carretera se puede clasificar:

3.8.4.2.1. Clasificación por la demanda

Se obtuvo una carretera de tercera clase al tener un IMDA menor a 400 veh/día, con una calzada de 6.00m de ancho como mínimo.

3.8.4.2.2. Clasificación por su orografía.

La carretera está en terreno ondulado.

Tabla N° 72: Evaluación de orografía.

EVALUACION DE LA OROGRAFÍA							
ZONA	ZONA		DIFERENCIA COTAS	DISTANCIA (m)	PENDIENTE (%)	OROGRAFÍA	TIPO
	SUPERIOR	INFERIOR					
1	1120	1110	10.00	120.35	8.31	ONDULADO	TIPO 2
2	1110	1100	10.00	101.47	9.86	ONDULADO	TIPO 2
3	1100	1090	10.00	79.09	12.64	ONDULADO	TIPO 2
4	1030	1020	10.00	111.64	8.96	ONDULADO	TIPO 2
5	1050	1040	10.00	83.20	12.02	ONDULADO	TIPO 2
6	1070	1060	10.00	51.15	19.55	ONDULADO	TIPO 2
7	1010	1000	10.00	87.64	11.41	ONDULADO	TIPO 2
8	1170	1160	10.00	82.30	12.15	ONDULADO	TIPO 2
9	1190	1180	10.00	55.62	17.98	ONDULADO	TIPO 2
10	1150	1140	10.00	50.87	19.66	ONDULADO	TIPO 2
11	1140	1130	10.00	78.10	12.80	ONDULADO	TIPO 2
12	1120	1110	10.00	60.98	16.40	ONDULADO	TIPO 2
13	1200	1190	10.00	97.03	10.31	ONDULADO	TIPO 2
14	1250	1240	10.00	87.57	11.42	ONDULADO	TIPO 2
15	1198	1192	6.00	39.55	15.17	ONDULADO	TIPO 2
16	1190	1180	10.00	55.78	17.93	ONDULADO	TIPO 2
17	1180	1170	10.00	73.82	13.55	ONDULADO	TIPO 2
18	1118	1112	6.00	51.49	11.65	ONDULADO	TIPO 2
19	1048	1042	6.00	45.16	13.29	ONDULADO	TIPO 2
20	1038	1032	6.00	42.69	14.06	ONDULADO	TIPO 2
21	980	970	10.00	124.09	8.06	ONDULADO	TIPO 2
22	1198	1192	6.00	39.55	15.17	ONDULADO	TIPO 2

Tabla N° 73: Evaluación de la orografía mediante la Estadística.

ESTADÍSTICA			
TIPO		NÚMERO	%
Nº	NOMBRE		
1	LLANO	0	0.00
2	ONDULADO	22	100.00
3	ACCIDENTADO	0	0.00
4	ESCARPADO	0	0.00
TOTAL		22	100 %

OROGRAFÍA	
NOMBRE	%
ONDULADO	100.00

Una vez ya realizada la evaluación de la orografía de la zona de estudio se obtuvo un terreno ondulado, ya que el 100% de la evaluación pertenece al tipo 2. Ver tabla N° 73

En la elaboración del diseño geométrico de la vía se realizó la poligonal de la ruta (alineamiento horizontal), el alineamiento se dibujó las curvas horizontales, de esta manera se obtuvo el cuadro de elementos de curva, también se elabora las secciones típicas de vía para definir el área de corte y relleno. Además, se calculó y diseño las secciones transversales por cada estacado, siendo en distancias de tangente cada 20 m y para curva cada 10 m, considerando los peraltes mínimos y máximos en cada curva.

3.8.4.3. Diseño del afirmado.

Para este proyecto de infraestructura vial de bajo volumen de tráfico, considera vías de bajo costo, para este proyecto que consiste en realizar el mejoramiento del tramo, se tiene una carretera de tercera clase y tomando en cuenta el trazo se realizara la proyección de capas de rodadura económica, cuya capa está compuesta por material de afirmado, teniendo una capa de material granular.

3.8.4.3.1. Datos del CBR del estudio de suelos

Los datos presentados se obtuvieron mediante el estudio de suelos.

Tabla N° 74: Datos del CBR

Calicata	Progresiva	CBR(%)
C-01	KM 01+000	8.61
C-04	KM 04+00	7.41

Se considerará como suelos aptos para poder establecer la sub-rasante aquellos con CBR igual o mayor a 6% según el manual de carreteras suelos y pavimentos.

Para lo cual se tiene la siguiente categoría:

- S2: sub rasante regular CBR \geq 6% a CBR > 10%

3.8.4.3.2. Datos del estudio de tráfico

Para el cálculo del espesor de la estructura de rodadura se considera el volumen de tráfico que se debe expresar en términos ejes equivalentes, cuyos datos se presentan en la tabla N° 86

3.8.4.3.3. Tipo de tráfico vehicular

Tabla N° 75: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño.

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T _{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T _{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos

3.8.4.3.4. Espesor del afirmado

Tabla N° 76: Catálogo de capas de afirmado (revestimiento granular) periodo de diseño de 10 años

EE CBR %	Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
	< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
CBR < 6%				
6% < CBR < 10%	CBR 6%-8%			
	CBR 8%-10%			
10% < CBR < 20%	CBR 10%-12%			
	CBR 12%-20%			
20% < CBR < 30%	CBR 20%-30%			
CBR ≥ 30%				


Afirmado

Fuente: Manual de carreteras: sección suelos y pavimentos

3.8.5. Estudio De Impacto Ambiental

El análisis del impacto ambiental del proyecto “Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera Lara - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad 2020” se ejecutó con el propósito de identificar y mitigar los impactos ambientales más dañinos que ocurrirán antes, durante y después de la ejecución de la vía.

Este análisis de evaluación ambiental, fue elaborado acorde a los parámetros para la elaboración de los términos de referencia de los estudios de impacto ambiental para proyectos de infraestructura vial emitida por el MTC a través de su Dirección General de Asuntos Socio Ambientales.

3.8.5.1. Objetivos

Objetivo General

Reconocer los problemas de impacto ambientales que se crea sobre en medio físico, biológico, socioeconómico y cultural, que puedan generar las diversas obras de construcción del “Mejoramiento de diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera LLaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad 2020”, para implantar medidas ambientales que permitan mitigar los impactos negativos producidos en la zona de la construcción del proyecto.

Objetivos específicos

- Describir las leyes y normas que rigen el estudio de impacto ambiental.
- Hacer un diagnóstico de los principales componentes

ambientales de la zona de estudio.

- Describir y evaluar los impactos directos e indirectos, positivos o negativos, causados por las actividades del proyecto antes, durante y después de la ejecución del proyecto.
- Elaborar un plan de manejo ambiental para prevenir, mitigar y contralar los problemas de impacto ambiental.

3.8.5.2. Leyes y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental.

3.8.5.2.1. Constitución política del Perú

Indica como parte fundamental en su artículo 2° (numeral) que todo ser humano, tiene derecho a gozar de un ambiente adecuado y equilibrado para el desarrollo de su vida, así mismo en el artículo 66° al 69° señala que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación, promoviendo uso adecuado y sostenible de estos. El artículo 89° indica que todas las sociedades campesinas poseen existencia legal y son personas jurídicas autónomas en su organización, en uso y disposición de sus tierras.

3.8.5.2.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)

El capítulo I muestra que la política ambiental posee como objetivo la defensa y conservación del medio ambiente y de sus recursos naturales con el fin de garantizar las principales necesidades de las futuras generaciones. El capítulo III menciona que todo proyecto de obra o actividad que provoque perjuicios negativos al ambiente, está en la

obligación de realizar un estudio de impacto ambiental (EIA) sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

Así mismo en el capítulo IV señala que medidas de seguridad debe tomarse al descargar sustancias contaminantes que provoquen daños y alteraciones en el medio ambiente.

3.8.5.2.3. Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)

Indica que el estado tiene la obligación de impulsar un desarrollo socioeconómico equilibrado, uso razonable de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente, mediante normas de protección del medio ambiente.

3.8.5.3. Peculiaridades del proyecto

Este proyecto se localiza ubicado en el caserío de Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, Libertad. Tiene una orografía ondulada.

La vía a ejecutarse es una carretera de tercera clase que tiene los siguientes parámetros: velocidad de diseño variable de 40 km/h y 30 km/h, ancho de calzada de 6m, pendiente máxima de 12%, radios mínimos de 25 m, bermas de 0.50m a cada lado de la vía, bombeo de 3% en calzada y 4% en bermas. El derecho de vía considerado es de 16m. También, se realizará cunetas y alcantarillas alivio.

3.8.5.3.1. Infraestructura de servicio

Servicio de agua potable: Los habitantes del caserío de Las Pajillas tienen agua potable a través de piletas.

Servicio de alcantarillado: Las casas del caserío de Las Pajillas tienen letrinas sanitarias.

Servicio de energía eléctrica: Las casas del caserío de Las Pajillas tienen energía eléctrica a través de red pública.

3.8.5.3.2. Diagnóstico ambiental

Medio físico

Clima. - la zona de estudio posee un clima promedio anual entre 4°C a 19°C las cuales varían de día y noche, con presencia de lluvias en los meses de noviembre a mayo.

Suelos. – el tipo de suelo que con mayor representación en el área de estudio según el estudio de suelos es arcilloso.

Hidrología. – los datos hidrológicos para determinar la intensidad de las precipitaciones del área de estudio se obtuvieron de la estación pluviométrica de Cachicadan, permitiendo el diseño de las diferentes obras de arte de la vía

Medio biótico

Flora. - Se encuentra gran variedad de flora, donde destacan principalmente el aliso y el eucalipto, asimismo presenta variedad de sembríos como: trigo, cebada, maíz, papa, entre otros cultivos que se producen en el caserío de Las Pajillas.

Fauna. – las especies más representativas del caserío de Las Pajillas es el ganado vacuno, ovino, equino y porcino que domestican los pobladores de este caserío.

Medio socioeconómico y cultural

Población. - en caserío de Las Pajillas tiene 340 habitantes.

Agricultura. – en el caserío de Las Pajillas se cultiva principalmente papa, trigo, cebada, maíz entre otros productos.

Ganadería. - gran parte de la población se dedica a la crianza de ganado vacuno, ovino, equino y animales menores.

Comercio. - el comercio en este caserío es netamente agropecuario y ganaderas.

3.8.5.4. Área de influencia del proyecto

3.8.5.4.1. Área de influencia directa

La superficie de estudio que abarca la ejecución de este proyecto es el caserío de Las Pajillas, que comprende las posesiones de los pobladores, fuentes de agua existentes que pasan por la vía, área de botadero de materia excedente y área de material de préstamo en este caso la cantera.

3.8.5.4.2. Área de influencia indirecta

Este proyecto se desarrollará en el distrito de Quiruvilca abarcando a centros poblados, caseríos y anexos aledaños al proyecto, que se beneficiaran con el mejoramiento del diseño de la carretera reduciendo el tiempo de viaje y costos de transporte, así mismo mejorando la calidad de vida de todos los habitantes.

3.8.5.4.3. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto.

Matriz de impactos ambientales. - Consiste en una matriz de doble entrada, la parte superior se coloca las acciones de las actividades del proyecto y en la fila lateral los factores ambientales que generaran algún nivel de impacto ambiental debido a la ejecución de la carretera en la zona.

Magnitud de los impactos. - Las mediciones de las magnitudes de los impactos ambientales se realizará mediante valores numéricos que se clasificaron según el nivel de impacto.

Tabla N° 77: Niveles de impactos

NIVELES DE IMPACTOS	
DESCRIPCIÓN	Magnitud
IMPACTO POSITIVO ALTO	3
IMPACTO POSITIVO MODERADO	2
IMPACTO POSITIVO LIGERO	1
COMPONENTE AMBIENTAL NO ALTERADO	0
IMPACTO NEGATIVO LIGERO	-1
IMPACTO NEGATIVO MODERADO	-2
IMPACTO NEGATIVO ALTO	-3

Matriz causa – efecto de impacto ambiental. - Conocida como matriz de Leopold, nos permite establecer una relación entre el impacto y la importancia de las actividades que se realizaran en el proyecto. Ver tabla N°

3.8.5.4.4. Descripción de los impactos ambientales.

El presente estudio se realizará una representación de los principales impactos ambientales durante las etapas de construcción y operación.

3.8.5.4.5. Impactos ambientales negativos

- La calidad del viento se verá afectado principalmente por la emisión de material particulado, durante los trabajos de movimientos de tierra, actividades de limpieza y eliminación, extracción y traslado del material de cantera.
- La contaminación sonora generado por el ruido ocasionado por la maquinaria durante la obra.
- La variación de la calidad del suelo está referida a los derrames de combustible, grasa, aceite y otros componentes que afecten el área donde opere la maquinaria.
- Inestabilidad del suelo debido a los cortes del terreno para tener la rasante que se harán durante la ejecución de la obra.
- Posible distanciamiento de algunas especies de la zona por la contaminación sonora producido por maquinarias pesadas operativas en plena ejecución de la obra.

3.8.5.4.6. Impactos ambientales positivos

- Generación de empleo por parte de la empresa a diferentes pobladores de la zona.
- Mejoramiento en el acceso a los servicios de primera necesidad.
- Desarrollo del comercio del caserío de Las Pajillas.
- Comodidad y seguridad vial y peatonal

3.8.5.5. Mejora de la calidad de vida

3.8.5.5.1. Mejora de la Transitabilidad Vehicular

Al realizar la mejora del diseño de la carretera existente, brindara a los pobladores del caserío una vía con mejor servicio en la transitabilidad.

3.8.5.5.2. Reducción de costos de transporte

Con el mejoramiento del diseño de la vía, los gastos de operatividad de los vehículos se verán disminuidos, de tal manera los costos de transporte disminuirán.

3.8.5.5.3. Incremento del precio del terreno

La realización del proyecto implicará un mejor acceso al caserío, de esta manera los valores de los predios en esta zona tendrán un valor más elevado.

3.8.5.6. Plan de manejo ambiental

Está constituido por medidas preventivas, de mitigación que permitirán controlar el impacto ambiental que se producirá durante las actividades de construcción.

3.8.5.6.1. Medidas de mitigación

Incremento de niveles de emisión de partículas

La disposición que se tomará para reducir o evitar la emisión de partículas al aire durante la fase de ejecución del proyecto son las siguientes:

- Se regará con agua todas las áreas a utilizarse como: zonas de disposición de material excedente, la superficie del tramo a intervenir con el fin de humedecer estas zonas y así evitar la propagación de partículas.
- Para transportar el material de corte hacia la zona de disposición se deberá humedecer para evitar el desprendimiento de partículas.

Aumento de niveles sonoros.

Para mitigar este impacto se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las maquinarias y vehículos tienen que estar dotadas con sistema de silenciadores, para reducir los fuertes ruidos cuando las maquinarias y vehículos pasen cerca de las viviendas de los pobladores del caserío.
- Todos los trabajadores deben tener equipos de seguridad adecuados, para este caso usar tapones para los oídos.

Variación de la calidad del suelo por movimiento de tierra, usos de espacios y aumentos de la población.

Para la reducir este impacto se ejecutará las siguientes medidas:

- Los aceites y demás compuestos usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres se debe ser almacenado en depósitos herméticos, para posteriormente ser trasladados a un relleno sanitario.
- El proceso de mantenimientos de maquinaria y equipos de construcción se tienen que realizar habitualmente, con el propósito de prevenir cualquier tipo de derrames de combustibles y lubricantes durante las actividades de trabajo en obra.

Variación de la vegetación

Para reducir este impacto se ejecutará lo siguiente:

- No se puede hacer limpieza del terreno mediante el uso del fuego
- Las superficies transformadas durante las acciones de construcción, se rehabilitarán tratando de revegetándolas con plantas nativas.

Modificación de la fauna

Para mitigar este impacto se ejecutará lo siguiente:

- Cuando se hagan excavaciones se tiene que colocar protecciones para evitar la caída de personas y animales dentro de la zona de trabajo.

Peligros de afectación a la salud pública

Para mitigar este impacto se ejecutará lo siguiente:

- En la etapa de ejecución de la obra se tiene que implementar afiches alusivos a la seguridad sanitaria (lavado de manos, deposición de desechos, entre otros) en lugares visibles
- Se fortalecerán medidas preventivas de salud en los habitantes de la zona de trabajo.

3.8.5.7. Plan de manejo de residuos sólidos

Se debe disponer apropiadamente de los residuos sólidos derivados del patio de máquinas, campamento y áreas de trabajo, de esa manera evitar dañar el paisaje, la contaminación del agua, aire, suelo, y así impedir la transmisión de enfermedades.

Los residuos sólidos se clasificarán según el material y naturaleza, sea reciclable o no. Para materiales reciclables se recomienda implementar un programa de reciclaje, para el material no reciclable se colocará en el relleno sanitario.

3.8.5.8. Plan de contingencias.

Se deberá realizar un análisis de riesgo del área de trabajo afectada, que existen posibilidades de ocurrencia de fenómenos naturales como es el caso de lluvias torrenciales, derrumbes, huacos. Toda acción a realizarse debe estar asociada con la participación del personal técnico.

3.8.5.9. Plan de abandono

Asume como objetivo primordial recuperar todas las áreas que se encuentren ocupadas en la zona de ejecución del proyecto, para evitar daños y conflictos con la población que se encuentre dentro del área de influencia directa. Este plan costará de las siguientes acciones:

- Se efectuará la reforestación en las zonas más afectadas.
- Se hará la limpieza de la superficie del terreno
- Los desechos generados de las operaciones de los desmontes deben ser colocados en un relleno sanitario previamente establecido.

3.8.5.10. Programa de control y seguimiento

Todo el personal que participe en la ejecución de este proyecto están obligados a cooperar con las autoridades en las acciones de vigilancia y control durante y después de las operaciones de los procesos constructivos.

IV. RESULTADOS.

4.1. Levantamiento topográfico

4.1.1. Puntos topográficos

UBICACIÓN

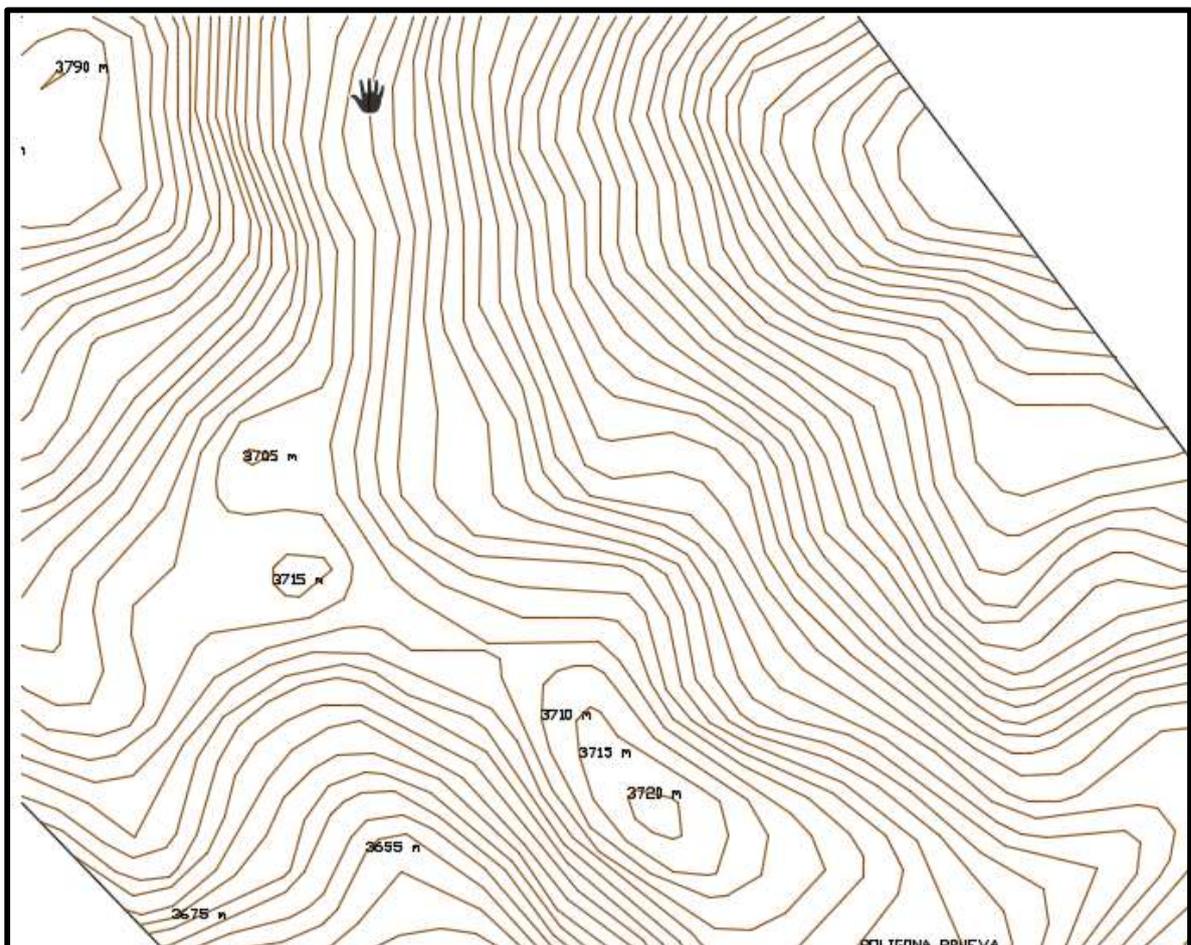
- Caserío : Las Pajillas
- Distrito : Quiruvilca
- Provincia : Santiago de Chuco
- Departamento : La Libertad

Tabla N° 78: Puntos topográficos coordenadas UTM

N°	Este	Norte	Cota
1	9108176.801	810329.308	2860
2	9108169.222	810329.308	2860
3	9108210.826	810298.216	2862
4	9108213.352	810290.966	2862
5	9108208.82	810289.862	2862
6	9108210.826	810298.216	2862
7	9108189.312	810329.308	2862
8	9108175.218	810319.307	2862
9	9108158.815	810329.308	2862
10	9108210.826	810316.298	2864
11	9108219.756	810290.674	2864
12	9108203.736	810286.772	2864
13	9108196.499	810295.256	2864
14	9108210.826	810316.298	2864
15	9108201.824	810329.308	2864
16	9108177.138	810311.792	2864
17	9108148.409	810329.308	2864
18	9108212.573	810329.308	2866
19	9108226.159	810290.381	2866
20	9108211	810284.847	2866
21	9108182.604	810288.085	2866
22	9108159.893	810315.832	2866
23	9108138.002	810329.308	2866
24	9108218.804	810329.308	2868
25	9108232.563	810290.089	2868
26	9108198.037	810281.703	2868
27	9108172.508	810290.934	2868
28	9108132.379	810329.308	2868
29	9108225.035	810329.308	2870

30	9108249.17	810289.042	2870
31	9108214.94	810275.052	2870
32	9108179.742	810281.686	2870
33	9108129.181	810329.308	2870
34	9108231.265	810329.308	2872
35	9108250.778	810293.952	2872
36	9108248.322	810249.911	2872
37	9108178.31	810278.487	2872
38	9108125.984	810329.308	2872
39	9108287.15	810197.257	2874
40	9108293.272	810171.515	2874
.....

Figura N° 45: curvas de nivel (m.s.n.m.)



4.2. Estudio De Mecánica De Suelos y cantera

4.2.1. Estudio de suelos

Tabla N°79: Ficha de resumen de estudio de suelos

ITEN	Descripción del Ensayo	unidad	C01	C02	C03	C04	C05
			E01 km01+00	E01 km02+00	E01 km03+00	E01 km04+00	E01 km04+500
1	Profundidad	m	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2	Granulometría						
2.01	N° 3/8"	%	85.51	95.45	85.63	91.84	88.65
2.02	N° 1/4"	%	83.64	94.53	83.78	90.83	86.76
2.03	N° 4	%	82.44	93.96	82.54	89.99	85.36
2.04	N° 10	%	77.57	90.04	79.84	86.97	79.74
2.05	N° 40	%	52.63	61.91	71.11	71.64	52.13
2.06	N° 60	%	45.81	57.36	65.85	65.01	43.87
2.07	N° 200	%	40.04	51.39	56.65	55.98	34.41
3	Contenido de Humedad	%	11.9	20.6	28.1	20.8	15.0
4	Limite Líquido	%	39	39.5	37.5	41.5	38
3	Limite Plástico	%	30.5	29	28.5	31.5	26.5
5	Índice de Plasticidad	%	8.5	10.5	9	10	11.5
6	Clasificación SUCS	-	ML	SM	GM	ML	ML
7	Clasificación AASHTO	-	A-4 (2)	A-4 (1)	A-4 (1)	A-4 (4)	A-6 (4)
8	CBR						
8.1	Máxima Densidad seca	Gr/cm3	1.867	-	-	1.791	-
8.2	Óptimo C. Humedad	%	10.63	-	-	12.07	-
8.3	CBR al 100%	%	11.89	-	-	9.71	-
8.4	CBR al 95%	%	8.61	-	-	7.41	-
9	Nivel Freático	m	-	-	-	-	-

Descripción De Las Calicatas

Calicata N°01:

E-1/000 – 1.50m, ubicada en el km 01 + 000 teniendo como clasificación en el método ASSHTO como suelo “A – 4 (2)” material limo arcilloso, suelo limoso. Pobre a malo como sub-grado. Con un 40.04% de finos que pasa por la malla N° 200 y en el método sucs como un material limo arenoso “ML” y con contenido de humedad de 11.9%

Calicata N°02:

E-1/0.00 - 1.50m. Ubicada en el Km 02+000 con una clasificación SUCS: Suelo "SM", clasificación ASSHTO: Suelo "A-4 (1) material limo arcilloso, suelo limoso. Pobre a malo como sub - grado. Con 51.39% de finos, contenido de Humedad: 20.60%

Calicata N°03:

E-1/0.00 - 1.50m, ubicada: Km 03+000 con clasificación SUCS: Suelo "GM" material grava limosa con arena, clasificación ASSHTO: Suelo "A-4" (1) material limo arcilloso, suelo limoso. Pobre a malo como sub - grado. Con 56.55% de finos, contenido de Humedad: 28.14 %. Un estrato a profundidad de 1.50

Calicata N°04:

E-1/0.00 - 1.50m ubicación: Km 04+000 se obtuvo como clasificación SUCS: Suelo "ML", codificación ASSHTO: Suelo "A-4(4) material limo arcilloso, suelo limoso. Pobre a malo como sub- grado. contenido de Humedad: 20.83 %y con 55.98% de finos. Un estrato a profundidad de 1.50 m

Calicata N°05:

E-1/0.00 - 1.50m ubicación: KM 05+000 con clasificación SUCS: Suelo "ML" material limo arenoso con grava, clasificación ASSHTO: Suelo "A-6 (4) material limo arcilloso, suelo limoso. Pobre a malo como sub- grado. Con un 34.41% de finos contenido de Humedad:14. 99%. Un solo estrato a profundidad de 1.50 m.

4.2.2. Estudio de cantera

Una cantera es el un lugar de acopio natural de material adecuado el cual será utilizado para cualquier proyecto de infraestructura vial. El estudio de la cantera nos permitirá ubicar y clasificar el material de préstamo a utilizarse en la conformación de la base de la carpeta de rodadura.

4.2.2.1. Identificación de cantera.

Nombre : El hospital

Ubicación: 2 km del proyecto

Forma de exploración: En la extracción del material se empleará maquinaria pesada como retroexcavadora y cargador frontal, para transportar el material se usará volquetes de 15 m³.

TABLA N° 80: Características de cantera

Descripción del Ensayo	UNIDAD	CANTERA
Granulometria		
N° 3/8"	%	51.78
N° 1/4"	%	38.09
N° 4	%	31.51
N° 10	%	19.98
N° 40	%	9.72
N° 60	%	8.12
N° 200	%	6.33
Contenido de Humedad	%	12.79
Límite Líquido	%	19
Límite Plástico	%	12
Índice de Plasticidad	%	7
Clasificación SUCS	-	
Clasificación AASHTO	-	
CBR		
Máxima Densidad seca	Gr/cm ³	2.016
Optimo C. Humedad	%	7.24
CBR al 100%	%	62.21
CBR al 95%	%	49.91
Nivel Freático		-

4.2.3. Estudio de fuente de agua.

En nuestro proyecto nace el afluente de una quebrada que pasa cerca al trazo de la vía a construir la que se puede usar como fuente de agua, asimismo se halla el río Chacomas a 1 km del caserío las Pajillas que se puede usar como una fuente de agua.

Figura N° 46: Fuentes de agua cercanas al proyecto.



Fuente: Google Earth Pro

4.3. Estudio Hidrológico y Obras de arte

4.3.1. Precipitaciones máximas

Tabla N° 81: Precipitaciones máximas mensuales y anuales.
ESTACIÓN METEOROLOGICA DE CACHICADAN

Departamento: La Libertad

Provincia: Santiago De Chuco

Distrito: Cachicadan

Latitud: 8°5'30.64" S

Longitud: 78°8'57.78" W

Altitud: 2900 msnm

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24Hrs(mm)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Max. Anual
1985	101.21	119.00	144.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	85.60	104.80	44.00	71.20	144.70
1986	167.10	95.00	211.40	204.10	61.00	0.00	0.00	35.50	31.10	31.00	107.40	181.10	211.40
1987	289.20	228.60	98.50	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00	13.40	23.50	90.50	97.00	289.20
1988	176.40	112.20	19.00	29.30	16.00	4.40	0.00	0.00	0.00	17.00	7.00	14.40	176.40
1989	26.60	24.20	33.00	20.70	6.90	4.40	4.10	4.40	7.10	11.90	1.30	0.00	33.00
1990	43.10	67.20	40.30	13.80	0.00	4.20	0.00	0.00	3.60	18.40	2.80	22.00	67.20
1991	62.50	134.50	107.30	64.40	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	0.00	39.30	56.50	134.50
1992	24.60	7.50	152.00	43.60	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152.00
1993	70.60	317.80	373.30	279.60	99.50	156.00	38.00	3.00	65.60	72.30	139.00	269.00	373.30
1994	219.00	325.00	320.00	266.90	53.60	71.30	0.00	4.90	26.10	33.60	80.60	82.60	325.00
1995	107.00	128.20	90.00	104.30	36.50	16.10	20.40	0.00	6.90	76.50	99.60	127.80	128.20
1996	232.10	242.50	214.10	133.90	13.50	11.40	2.40	0.00	13.00	90.00	31.90	59.60	242.50
1997	32.60	210.80	45.60	106.60	59.70	11.90	0.00	4.60	40.60	110.30	162.60	328.30	328.30
1998	285.30	322.90	367.50	222.40	21.70	8.20	0.00	9.90	34.60	113.50	59.50	106.60	367.50

1999	178.10	449.40	183.60	109.70	87.50	19.00	12.20	10.00	58.30	40.20	27.30	110.40	449.40
2000	95.80	201.60	171.50	123.30	55.40	12.40	0.00	20.40	36.90	48.90	41.70	153.60	201.60
2001	340.40	173.40	296.20	81.00	47.70	0.00	0.00	0.00	48.50	27.10	70.70	117.20	340.40
2002	39.30	119.70	275.90	140.60	27.90	0.00	0.00	0.00	0.00	125.10	220.70	91.40	275.90
2003	114.50	112.30	59.80	103.10	32.80	9.30	2.80	0.00	19.00	48.10	9.40	65.00	114.50
2004	17.20	136.10	88.60	66.70	58.30	4.20	8.00	0.00	43.10	0.00	112.00	80.00	136.10
2005	88.90	98.30	246.90	108.90	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	61.00	25.50	76.60	246.90
2006	197.20	130.60	379.70	153.80	19.80	32.90	1.00	0.50	17.60	26.00	84.20	134.90	379.70
2007	286.70	86.30	297.20	193.90	46.50	2.20	8.20	9.90	24.10	81.40	50.10	115.10	297.20
2008	135.50	130.90	147.40	130.30	16.50	7.80	1.20	11.00	8.10	132.70	24.30	37.00	147.40
2009	259.90	191.00	176.80	141.40	55.40	9.30	13.10	2.00	5.50	150.10	112.50	136.00	259.90
2010	120.90	192.60	118.90	73.70	36.80	1.20	3.20	0.00	16.00	30.90	50.30	99.00	192.60
2011	176.50	69.40	142.00	207.60	5.70	10.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	224.00	224.00
2012	229.40	174.80	244.90	140.60	55.80	1.20	0.00	1.70	18.10	87.00	106.20	103.80	244.90
2013	119.80	200.20	367.90	87.80	8.30	17.50	0.00	16.60	1.80	140.90	7.90	126.20	367.90
2014	0.00	0.00	0.00	0.00	312.90	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	312.90
PROM	141.25	160.07	180.47	112.66	41.33	13.90	3.82	4.48	20.87	56.74	60.28	102.88	
MIN. MEN.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAX MEN.	340.4	449.4	379.7	279.6	312.9	156.0	38.0	35.5	85.6	150.1	220.7	328.3	

4.3.2. Intensidad máxima (mm/h)

Tabla N° 82: intensidad – tiempo de duración.

TABLA DE INTENSIDADES - TIEMPO DE DURACIÓN												
Frecuencia	Duración en minutos											
Años	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
2	128.79	88.19	70.67	60.40	53.46	48.40	44.49	41.36	38.78	36.61	34.75	33.14
5	154.66	105.91	84.87	72.53	64.20	58.12	53.42	49.67	46.57	43.97	41.74	39.80
10	177.62	121.63	97.47	83.30	73.74	66.75	61.36	57.04	53.49	50.49	47.93	45.71
20	204.00	139.70	111.94	95.66	84.69	76.66	70.47	65.51	61.43	57.99	55.05	52.50
25	213.30	146.07	117.05	100.03	88.55	80.15	73.68	68.50	64.23	60.64	57.56	54.89
50	244.97	167.76	134.43	114.88	101.70	92.06	84.62	78.67	73.77	69.64	66.11	63.04
75	265.64	181.91	145.77	124.57	110.27	99.82	91.76	85.31	79.99	75.52	71.69	68.36
100	281.35	192.67	154.39	131.94	116.80	105.73	97.19	90.35	84.72	79.98	75.92	72.40
500	388.03	265.72	212.93	181.97	161.08	145.81	134.04	124.61	116.84	110.31	104.71	99.85

T (años) =	10
t (min) =	60
Intensidad máxima (Imáx.)	
97.469 mm/hr	

4.3.3. Diseños de cunetas

Tabla N° 83: dimensiones de cuentas

N° CUNETETA	LONGITUD	PROGUNDIDAD	TIRANTE HIDRÁULICO	ANCHO TOTAL	ANCHO	TALUD INTERIOR	TALUD EXTERIOR
	(m)	h (m)	Y (m)	T (m)	a (m)	Zb (m)	Za (m)
1	460.00	0.45	0.35	1.35	0.91	1:2	1:1
2	260.00	0.35	0.25	1.05	0.70	1:2	1:1
3	200.00	0.30	0.20	0.90	0.60	1:2	1:1
4	320.00	0.35	0.25	1.05	0.70	1:2	1:1
5	180.00	0.35	0.25	1.05	0.70	1:2	1:1
6	300.00	0.40	0.30	1.20	0.80	1:2	1:1
7	300.00	0.35	0.25	1.05	0.70	1:2	1:1
8	320.00	0.30	0.20	0.90	0.60	1:2	1:1
9	280.00	0.30	0.20	0.90	0.60	1:2	1:1
10	480.00	0.32	0.22	0.96	0.64	1:2	1:1
11	330.00	0.32	0.22	0.96	0.64	1:2	1:1
12	670.00	0.42	0.32	1.26	0.84	1:2	1:1
13	400.00	0.35	0.25	1.05	0.70	1:2	1:1
14	360.00	0.35	0.25	1.05	0.70	1:2	1:1
15	120.00	0.30	0.20	0.90	0.60	1:2	1:1

4.3.4. Diseño de alcantarillas de alivio

Tabla N° 84: Dimensiones de alcantarillas de alivio

N° DE ALCANTARILLA	DÍAMETRO DE TUBERÍA	LONGITUD DE TUBERÍA		
		SECCIÓN TRANSVERSAL	ESPESOR BORDE	LONGITUD TOTAL
	D (m)	L (m)	e (m)	L (m)
1	0.90	6.32	0.25	6.57
2	0.90	6.00	0.25	6.25
3	0.90	6.44	0.25	6.69
4	0.90	7.00	0.25	7.25
5	0.90	6.00	0.25	6.25
6	0.90	7.33	0.25	7.58
7	0.90	6.95	0.25	7.20
8	0.90	6.00	0.25	6.25
9	0.90	7.55	0.25	7.80
10	0.90	7.96	0.25	8.21
11	0.90	6.00	0.25	6.25
12	0.90	6.31	0.25	6.56

4.3.5. Resumen de obras de arte

Para este proyecto se diseñaron se diseñaron 15 cuentas a lo largo de todo la vía y 12 alcantarillas de alivio (diámetro de 0.90m) ubicadas según las progresivas descritas en la tabla N° 61

4.4. Diseño Geométrico de La Carretera

4.4.1. Estudio de tráfico

Tabla N° 85: Conteo vehicular

DIAS	SENTI DO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	
DIAGRA. VEH											
lunes	E	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
martes	E	1	0	1	0	0	0	2	0	0	4
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
miércoles	E	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
	S	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
jueves	E	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
viernes	E	0	2	1	0	0	0	1	0	0	4
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
sábado	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	S	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
domingo	E	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
	S	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
TOTAL											30

4.4.2. Cálculo del IMDA

Luego de haber realizado el resumen del conteo vehicular se calculará el IMDa, los resultados de presentan a continuación.

Tabla N°86: Índice medio diario anual.

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							total semana	IMDs	FC	IMDa
	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.				
Automóvil	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1.05346	0
Pickup	1	0	1	0	2	1	1	6	1	1.05346	1
Combi rural	2	2	2	2	2	2	2	14	2	1.05346	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05346	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.05346	0
Camión 2E	1	2	1	1	1	1	1	8	1	1.00621	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00621	0
TOTAL	4	5	4	3	5	4	5	30	4		4

Tabla N°87: Calculo de ejes equivalentes.

Tipo de Vehículo	Veh. / día	Fact. Crecim.	Traf. Diseño	Factor ESAL	ESAL de diseño
Pickup	1	10.80	3,942.00	0.03	118.26
Combi rural	2	10.80	7,884.00	0.03	236.52
Camión 2E	1	11.90	4,343.50	3.477	15,102.35
	4		16,169.50	W'18	15,457.13

Carretera de tercera clase, 2 carriles por calzada

Periodo de diseño: 10 años

Tasa de crecimiento poblacional: 1.3%

Tasa de crecimiento economía: 3.13%

Factor carril: 0.5

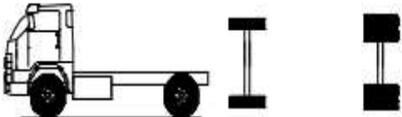
Factor direccional: 1.0

Trafico de diseño = W18 = 7,729 EE

4.4.3. Clasificación de vehículo

Según el estudio socio-económico del área de estudio, las características geométricas del terreno y los tipos de vehículos que transitan por esta vía se determinó usar el vehículo de diseño C2.

Figura N° 47: vehículo de diseño C2

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	18

4.4.4. Parámetros Básicos Para El Diseño En Zona Rural.

Tabla N° 88: Resumen de parametros de diseño en zona rural.

PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO	
CARACTERÍSTICAS DE TRÁNSITO	
Índice Medio Diario	menor de 400 Veh/día
CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	
Clasificación según su demanda	Carretera de Tercera Clase
Clasificación según su Orografía	Terreno Ondulado (Tipo 2)
CONTROLES BÁSICOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO	
Velocidad de diseño	30 km/h y 40 km/h
Alineamiento horizontal	5134 m.
Distancia de visibilidad	Con pendiente máxima de 8.81% (35m) en bajada
Distancia de visibilidad de adelantamiento	200 m
Peralte máximo	P (máx.) = 12%
Radio horizontal Mínimo	R mín. = 25 m
Pendientes	S máx. = 11.96%
	S mín. = 0.35%
Sección Transversal	Calzada = 6.00 m
Bombeo	3.00% (Precipitación: 898.74mm/hr > 500 mm/hr)
Berma	Ancho = 0.50 m
	Bombeo = 4%
Taludes	Corte (H:V) = 1:1
	Relleno (V:H) = 1:1.5
Cunetas	Talud externo (H:V) = 1:1
	Talud Interno (V:H) = 1:2

4.4.5. Espesor del afirmado

Relacionando los datos obtenidos del CBR y Tp0 para este proyecto se presenta un espesor de 25 cm como espesor de carpeta de afirmado.

Tabla N° 89: tipo de carpeta de rodadura y espesor

Tipo de carpeta de rodadura	Espesor (cm)
Afirmado	25.00

4.4.6. Señalización

Las señalizaciones que se usaran en el diseño de esta infraestructura vial, tienen el propósito de brindar información y educación vial a los usuarios que transitan por esta vía, teniendo las consideraciones del manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras del M.T.C.

Tabla N° 90: Señalización de la carretera

PROGRESIVA	CÓDIGO	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Km 0+00	I-7	Derecha	Señal de identificación LAS PAJILLAS
Km 0+000	I-18e	Derecha	Hito kilometrico
Km 0+020	R-30	Izquierda	Velocidad máxima permitida 30 km/h
Km 0+060	P-2B	Derecha	Curva a la izquierda
Km 0+080	P-2A	Izquierda	Curva a la derecha
Km 0+160	P-2A	Izquierda	Curva a la derecha
Km 0+200	P-2B	Derecha	Curva a la izquierda
Km 0+260	P-1B	Izquierda	Curva pronunciada a la derecha
Km 0+320	P-1A	Derecha	Curva pronunciada a la izquierda
Km 0+340	R-16	Izquierda	No adelantar
Km 0+360	P-5-2A	Izquierda	Curva en U a la izquierda
Km 0+420	P-5-2B	Derecha	Curva en U a la Derecha

Km 0+460	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 0+520	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 0+620	P-5-2B	Derecha	Curva en U a la Derecha
Km 0+700	P-5-2A	Derecha	Curva en U a la izquierda
Km 0+740	R-30	Derecha	Velocidad máxima
Km 0+760	P-2A	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 0+800	P-2B	Derecha	Curva a la derecha
Km 0+880	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 0+920	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 0+980	P-5-2A	Izquierda	Curva en U a la izquierda
Km 01+000	I - 8	Izquierda	Hito kilometrico
Km 01+040	P-5-2B	Derecha	Curva en U a la Derecha
Km 01+200	P-1B	Izquierda	Curva pronunciada a la derecha
Km 01+360	P-1A	Derecha	Curva pronunciada a la izquierda
Km 01+520	P-1A	Izquierda	Curva pronunciada a la izquierda
Km 01+600	P-1B	Derecha	Curva pronunciada a la derecha
Km 01+620	R-16	Izquierda	No adelantar
Km 01+640	P-5-2B	Izquierda	Curva en U a la Derecha
Km 01+700	P-5-2A	Derecha	Curva en U a la izquierda
Km 01+840	P-2B	Derecha	Curva a la derecha
Km 01+920	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 01+960	P-1A	Izquierda	Curva pronunciada a la izquierda
Km 02+000	I - 8	Izquierda	Hito kilometrico
Km 02+060	P-1B	Derecha	Curva pronunciada a la derecha
Km 02+100	R-30	Derecha	Velocidad máxima
Km 02+200	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 02+240	P-2A	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 02+400	P-2A	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 02+440	P-2B	Derecha	Curva a la derecha
Km 02+680	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 02+720	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 03+000	I - 8	Izquierda	Hito kilometrico
Km 03+160	P-5-2A	Derecha	Curva en U a la izquierda
Km 03+220	P-5-2B	Izquierda	Curva en U a la Derecha
Km 03+280	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 03+340	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 03+360	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha

Km 03+440	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 03+460	R-30	Izquierda	Velocidad máxima
Km 03+560	P-2A	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 03+620	P-2B	Derecha	Curva a la derecha
Km 03+700	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 03+760	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 03+840	P-1B	Izquierda	Curva pronunciada a la derecha
Km 03+960	P-1A	Derecha	Curva pronunciada a la izquierda
Km 04+000	I - 8	Derecha	Hito kilometrico
Km 04+040	P-2A	Izquierda	Curva a la izquierda
Km 04+100	P-2B	Derecha	Curva a la derecha
Km 04+200	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 04+260	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 04+380	P-2B	Izquierda	Curva a la derecha
Km 04+440	P-2A	Derecha	Curva a la izquierda
Km 04+460	R-30	Derecha	Velocidad máxima
Km 05+000	I - 8	Derecha	Hito kilométrico
Km 05+120	I-18(b)	Izquierda	Señal de informativas

4.5. Análisis de impacto ambiental

4.5.1. Matriz de Leopold

Tabla N°90: Evaluación de impactos ambientales

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																			
PROYECTO: "Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera Llaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad 2020"																			
SIMBOLOGIA			ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																
			ACCIONES																
3	IMPACTO POSITIVO ALTO		Desbroce	Movimiento de tierras	Transporte de material	Material para afirmado	Campamento de obra y patio de maquinas	Disposición de material excedente	Alcantarillas	Mejor fluidez del tránsito de vehículos motorizados	Aumento ligero de la actividad turística	Actividades de mantenimiento de la carretera	Mejoras en las relaciones comerciales provinciales	Generación de empleo	Espacios de cantera y botaderos	Mejoras en la calidad de vida de los pobladores	TOTAL		
2	IMPACTO POSITIVO MODERADO																		
1	IMPACTO POSITIVO LIGERO																		
0	COMPONENTE AMBIENTAL NO ALTERADO																		
-1	IMPACTO NEGATIVO LIGERO																		
-2	IMPACTO NEGATIVO MODERADO																		
-3	IMPACTO NEGATIVO ALTO																		
FACTORES AMBIENTALES																			
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	1. TIERRA	a) Material de construcción			-1		-1											-3	
		b) Suelos	-1	-1	-1								-1		-1				-5
		c) Geomorfología		-1					-2						-1				-4
	2. AGUA	a) Superficiales								-1									-1
		b) Calidad del agua											-1						-1
	ATMÓSFERA	a) Calidad del aire		-1	-1	-1					-1								-4
		b) Nivel de ruido		-1	-1			-1			-1		-1						-5

B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	a) Cultivos	-1	-1										1	-1	
		b) Árboles y arbustos	-1	-1												-2
	2. FAUNA	a) Aves			-1						-2					-3
		b) Manieros y otros		-2							-1					-3
	USO DE LA TIERRA	a) Pasturas		-1							1				1	1
		b) Agricultura		-1	-1						2				1	1
		c) Residencial		-1					1							0
		d) Comercial		-1					1			2				2
	C. FACTORES CULTURALES Y SOCIOECONÓMICOS	PAISAJÍSTICO	a) Vista panorámica						-1				-1			-2
			b) Paisaje urbano	-1	-1						1					
NIVELES SOCIOECONÓMICOS		a) Nivel de vida							1			2	2		3	8
		b) Empleo	1	1	1	1	1	1		1	1	1	3		2	15
		c) Industria y comercio							1	1		2				4
		d) Agricultura y ganadería										1	1			2
		e) Revaloración del suelo										2				2
		f) Salud y seguridad		-1	-1	-1				1						
									1						1	

V. DISCUSIÓN

El mejoramiento del diseño de la infraestructura vial radica en la elaboración de planos del diseño geométrico para una vía de tercera clase a nivel afirmado, que este conforme a las especificaciones técnicas presentadas en la DG-2018 del MTC, está ubicado el en caserío de Las Pajillas distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, La Libertad, el cual presenta una topografía ondulada con pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50%. Con el mejoramiento del diseño de la carretera se pretende mejorar el trazo la tocha carrozable existente, adoptando una categoría de carretera de tercera clase con una carpeta de rodadura a nivel afirmado, de esta manera se valida la hipótesis cumpliendo con los objetivos específicos planteados ya que como resultados finales se obtuvieron planos de la carretera del caserío de Las Pajillas.

Del estudio topográfico se tiene como resultado la tabla N°78 puntos topográficos la cual se obtuvo mediante Google Earth, Global Mapper y Civil 3d, de esta manera los puntos extraídos con los softwares antes mencionados son los más exactos posibles, así mismo en la figura N°45 curvas de nivel, se presenta la orografía del área de estudio con una equidistancia de 2 m entre cada curva de nivel. Mientras que en la tabla N° 79 Estudio de mecánica de suelos, cuyos datos fueron obtenidos de proyecto cercano al caserío de Las Pajillas mediante un análisis documental utilizando fichas de resumen se obtuvo las características físicas y mecánicas del suelo, los datos del CBR al 95% para establecer la calidad de la subrasante, donde se llegó a la conclusión que es un S2 (subrasante regular) ya que se encuentra entre el rango del 6% y 10%. Así mismo en la tabla N°81 precipitaciones máximas, cuyos datos han sido extraídos del SENAMHI, utilizando una ficha de observación para la estación meteorológica de Cachicadan con data de 30 años, donde presenta una precipitación máxima en el año 1999 con 449.4 mm en el mes de febrero, estos datos nos sirven para calcular los caudales máximos, y poder diseñar las cunetas y alcantarillas de alivio, en la tabla N°82 Intensidad máxima, se representa en la curva (Intensidad – Frecuencia – Duración), se determinó para un tiempo de retorno de 10 años de las máximas avenidas con un

tiempo de duración de 60 min según lo expuesto el Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje (2018), en la tabla N° 84: dimensiones de alcantarillas de alivio, se tiene como resultado 23 alcantarillas de alivio con un diámetro de 0.90 m con diferentes longitudes de tubería. También en la tabla N° 85: Índice medio diario (IMD) presenta que la trocha carrozable tiene un total de 4 vehículos como índice medio diario, así mismo en la tabla N° 87 Cálculo de ejes equivalentes nos da como resultado una carga de 15,457.13tn, obteniendo como tipo de trafico Tp 0, clasificando para una carrera de tercera clase. En la tabla N° 88 Parámetros básicos de diseño nos detalla la velocidad de directriz variable entre 30km/h y 40km/h, con distancia de visibilidad de adelantamiento de 200 m, radios mínimos de 15m y 25m, con peraltes máximos de 12% teniendo un bombeo de 3%, con bermas de 0.50m de ancho entre otros parámetros. En la tabla N°89 espesor de carpeta de afirmado, se tiene una estructura de 25 cm de espesor. Después de la elaboración del diseño geométrico se procede a con la señalización de la vía, teniendo en cuenta las señales verticales y horizontales. También se presenta la tabla N°90 matriz de Leopold, donde se identifica y describe los impactos positivos, negativos, directos e indirectos que se generara durante la construcción de este proyecto, presentando un plan de manejo ambiental para mitigar los impactos más perjudiciales para el medio ambiente.

Para la elaboración del estudio topográfico se utilizó softwares Google Earth, Global Mapper y Civil 3D para generar las curvas de nivel, obtenido así la topografía del terreno, así mismo Roncal (2017) en su tesis, nos indica que sus resultados obtenidos fueron procesados mediante softwares como son Google Earth y Auto cad civil 3D.

Para el estudio de mecánica de suelos se emplearon fichas de resumen de datos donde se tuvo como resultados que el suelo de la subrasante presenta un CBR de 7.41% y 8.61%, catalogando al suelo como una subrasante regular. Távara (2017) en su tesis obtuvo como resultados que el terreno tiene CBR regular por estar entre el rango de 6% - 10%, además posee un suelo de grava arcilloso.

En el estudio hidrológico se calculó una precipitación máxima de 449.4mm, de esta manera se realizó el dimensionamiento de cunetas y alcantarillas de alivio con 0.90 m de diámetro con una pendiente de 2%, además Hallasi (2019) en su proyecto, tiene a modo resultados que sus cunetas tienen dimensiones de 30 x 75 cm, con alcantarillas de 30" de diámetro según lo recomendado por el manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje.

Para el diseño geométrico se determinó una velocidad variable de 30km/h y 40 Km/h, bombeo de 3%, con radios mínimos de 15 m y 30 m, con bermas de 0,50 m, con pendientes máximas de 12% y con ancho de calzada de 6 m. Florindez (2018) en su proyecto de investigación, tiene una carretera de tercera clase con un ancho de vía de 5 m con velocidad directriz de 30 km/h, pendientes máximas de 10%.

Para el estudio de impacto se comprobó que los mayores impactos negativos se dan durante la ejecución de las siguientes actividades: trabajos de movimientos de tierra con maquinaria, exploración de cantera, para el cual se presentó medidas para reducir estos impactos ambientales. Así mismo Rodríguez (2015) concluyo que para proyectos de infraestructura vial se tiene que elaborar un plan de majo ambiental para mitigar los problemas ambientales que cause la ejecución de proyectos viales.

El presente proyecto de investigación contribuye al conocimiento sobre el diseño de carretas para futuros investigadores que quieran realizar estudios de la línea de investigación de diseño de infraestructura vial, asimismo la gran limitación que se presento fue con respecto a los estudios de campo como son el estudio topográfico y estudio de suelos, ya que fueron elaborados mediante softwares y fichas de resumen (análisis documental), debido al pandemia del COVID-19.

Se concluye todos los resultados presentados en nuestro proyecto están conforme a los diferentes manuales de carreteras presentados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, cabe recalcar que el IMDA clasifica a la vía como una carretera de tercera clase con carpeta de rodadura a nivel afirmado, del estudio hidrológico se realizó el diseño de las obras de arte para el cuidado de la carreta.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el mejoramiento del diseño de la carretera tramo cruce carrera Llaray – caserío de Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, La Libertad mediante planos de diseño geométrico con el espesor del afirmado para una carreta de tercera clase cumpliendo todos los parámetros de la DG-2018.
- Se realizó el levantamiento topográfico utilizando softwares Google Earth y Global Mapper, obteniendo un tipo de orografía ondulada.
- Se realizó el estudio de mecánica de suelo, mediante fichas de resumen (análisis documental), determinado que el suelo presenta un material limo arcillo – suelo limoso según clasificación ASSHTO, con un CBR de 8.61% y 7.41%, catalogando al suelo con una subrasante regular.
- Se elaboró en estudio hidrológico mediante fichas de observación de la zona de estudio, de la cual se obtuvo los caudales de diseño para cunetas y alcantarillas de alivio con 0.90 m de diámetro.
- Se realizó el diseño geométrico de la carretera tomando en cuenta todos los parámetros expuestos en la DG-2018, teniendo una carretera de tercera clase, con velocidad de diseño variable entre 30km/h y 40km/h, con 6.00 m de ancho de calzada, con radios mínimos de 15 m y 30 m respectivamente.
- Se elaboró el análisis del estudio de impacto ambiental, usando la matriz de Leopold, obteniendo como mayor impacto negativo la actividad de movimiento de tierras durante la construcción de la carretera, se presentó un plan de manejo ambiental para contrarrestar y mitigar los problemas de impacto ambiental.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda futuros investigadores la utilización de softwares cuando cuando no es posible realizar el levantamiento topográfico en campo, ya que nos da una idea referencial del proyecto a realizar.
- Con respecto al estudio hidrológico es recomendable usar datos validados por el SENAMHI, así mismo se debe optar por recopilar datos de la estación más próxima al proyecto a realizar.
- Se recomienda implementar la seguridad vial de acuerdo con el manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras, ya que es muy importante plasmar la señalización requerida por la vía
- En el estudio de suelos se recomienda construir en terreno que tenga un CBR mayor al 6% (subrasante regular).
- En el diseño geométrico es recomendable hacer tener siempre en cuenta el bombeo de la calzada para así asegura la correcta evacuación de las aguas superficiales.

VIII. REFERENCIAS:

1. ALAYO, Ramiro, Florindez, Keivin. Estudio del diseño de trocha carrozable de los caseríos Quillcaypirca –Adbon – Longotea- Bolívar –La Libertad. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Trujillo: UNT, facultad de ingeniería civil. 2019.
2. BEHAR Rivero, Daniel. Metodología de la Investigación. 2008.
3. BELTRAN Razura, Alvaro. Libro de texto: costos y presupuesto. 2012. Disponible en:
https://www.academia.edu/21895608/Ingenier%C3%ADa_Civil_Costos_y_presupuestos
4. BOROUJERDIAN, AM; SEYEDABRISHAMI, E.; AKBARPOUR, H. Analysis of Geometric Design Impacts on Vehicle Operating Speed on Two-Lane Rural Roads. *Procedia Engineering*. [en línea]. 2016, vol. 161, pp. 1144-1151. [fecha de consulta: 29 mayo 2020] Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816327370?via%3Dihub>
5. CALLE, Oscar, Siccha, Asly. Diseño del mejoramiento de la carretera entre los caseríos el Calvario - Cargache - Cungush - Huamanzaña, distrito de Curgos provincia de Sanchez Carrión, departamento La Libertad. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Trujillo: UCV, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2016.
6. CAMPOS, Dani, Roncal, Walmer. Diseño para el mejoramiento de la carretera, tramo El Molle – Quiguir, distrito y provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Trujillo: UCV, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2018. pp, 10.
7. CASANOVA O., Juan Fernando and FIGUEROA C., Apolinar. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL AMBIENTAL Y SU RELACIÓN CON VARIABLES INDICADORAS DE CALIDAD DEL RECURSO HÍDRICO. *Luna Azul* [en línea]. 2015, n.40 pp.05-24. Disponible en:
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742015000100002&lng=en&nrm=iso.](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-24742015000100002&lng=en&nrm=iso)

8. CASAL, Gerardo; DUARTE, Santamarina; VÁZQUEZ, Miguel. Optimization of horizontal alignment geometry in road design and reconstruction. [en línea]. Enero, 2017, vol. 74, pp. 203-274. [fecha de consulta: 30 mayo 2020] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X16302431>.
9. **CARRERAS VALDES, Alfonso Javier. 2010.** La consistencia del diseño geométrico en Interés Nacional de dos carriles. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Santa Clara : s.n., 2010.
10. COLONNA, Pasquale, BERLOCO, Nicola, INTINI, Paolo, RANIERI, Vittorio. Geometric Design Issues and Safety Analysis of Two-way Rural Road Tunnels. Transportation Research Procedia. [en línea]. 2020, vol. 45, pp. 38-45. [fecha de consulta: 11 mayo 2020] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146520301101?via%3Dihub>
11. DEL ROSARIO Brito, Alvin. Diseño de un plan de mantenimiento para infraestructuras viales en la Republica dominicana. Aplicación a la carretera El Seibó – Hato Mayor. Trabajo de Master (Master Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil). Valencia: UPV, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2017.
12. DE LA CRUZ, Uzias, Castrejon, Kevin. Evaluación de la carretera que une los Caseríos Cruz Colorada – Cenolen del distrito de Pías – provincia de Pataz – región de La Libertad, propuesta de mejora – 2019. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Trujillo: UCV, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2019. pp, 12.
13. DUQUE-SARANGO, Paola; PATINO, Daysi M. y LOPEZ, Xavier E. Evaluación del sistema de modelado hidrológico HEC-HMS para la simulación hidrológica de una microcuenca tropical andina. Inf. tecnol. [en línea]. 2019, vol. 30, pp.351-362. [fecha de consulta: 8 mayo 2020]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071807642019000600351&lng=en&nrm=iso.

14. FLORE Rangel, Jorge. Infraestructura carretera: construcción, financiamiento y resistencia en México y América Latina [en línea]. México: 2005- [fecha de consulta: 04 mayo 2020].
15. FARIA, Bruno Cardoso; VALE, João Walter Saunders Pacheco do; FACIN, Ana Lucia Figueiredo y DE CARVALHO, Marly Monteiro. Principales desafíos en la identificación y medición de costos indirectos en proyectos: un estudio de caso múltiple. Gest. Pinchar. [en línea]. 2020, vol.27, n.1 [fecha de consulta: 16 mayo 2020]. Disponible en:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104530X2020000100214&lng=en&nrm=iso.
16. GENCEL, Zivko. Diseño mejorado de alcantarillas de drenaje pluvial en carreteras. RIHA [online]. 2013, vol.34, n.3, pp.77.
17. HALLASI, Ángel. Mejoramiento de las trochas carrozables en la comunidad de retiro del carmen distrito de yanatile – provincia de calca – cusco. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Cusco: UNSAAC, Facultad de arquitectura e ingeniería civil. 2019.
18. HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Pilar Baptista, Lucio. 2014. Metodología de la investigación. sexta edición. Mexico : Mc Graw Hill, 2014. pág. 634.
19. KENNEDY, David. Topographic Field Surveying in Geomorphology. Treatise on Geomorphology. 2013, vol. 14. [fecha de consulta: 16 abril 2020]. Diponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123747396003778>
20. KALANTARI, Zahra; BRIELA, Annemarie; LYON, Steve; OLOFSSON, Bo; FOLKESON, Lennart. On the utilization of hydrological modelling for road drainage design under climate and land use change. Science of The Total Environment. [en línea]. Marzo, 2014, vol. 475, pp. 97-103. [fecha de consulta: 30 mayo 2020] Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969713016045>.
21. KANWAI, Shamsa; Rasheed, Muhammad Imran; Pitafi, Abdul Hameed; Pitafi, Adnan; Ren, Minglun. Road and transport

- infrastructure development and community support for tourism: The role of perceived benefits, and community satisfaction. *Tourism Management* [en línea]. 2020, vol 77.
22. LLOPIS, David, PÉREZ, Ana, CAMACHO, Francisco, GARCÍA, Alfredo. Impact of horizontal geometric design of two-lane rural roads on vehicle co2 emissions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. [en línea]. Marzo, 2018, vol. 59, pp. 46-57. [fecha de consulta: 14 mayo 2020] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920917303164?via%3Dihub>.
 23. MEENAKSHI, Singh, ASHUTOSH, Trivedi, SANJAY Kumar. Strength enhancement of the subgrade soil of unpaved road with geosynthetic reinforcement layers. *Strength enhancement of the subgrade soil of unpaved road with geosynthetic reinforcement layers*. Jun 2019, vol.19. [fecha de consulta: 16 abril 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391218302368?via%3Dihub>.
 24. MTC. Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2014, p.174-175.
 25. MTC. Manual de carreteras: diseño de geométrico, 2018.
 26. MTC. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje 2014
 27. RODRIGUEZ, Jose. Estudio y diseño del sistema vial de la "Comuna San Vicente de Cucupuro" de la parroquia rural del Quinche del Distrito Metropolitano de Quito, provincia de Pichincha. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Quito, Ecuador: UIDE, Escuela de ingeniería civil. 2015.
 28. RONCAL, Alfredo. Diseño de la trocha carrozable San Juan – San Francisco - Tunal, distrito y provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca. Chiclayo: USAT, Facultad de ingeniería. 2018.
 29. SUÁREZ, Clara, Vera, Ailtonjohn. Estudio y diseño de la vía el Salado - Manantial de Guangala del cantón Santa Elena. Trabajo de titulación (ingeniero civil). La Libertad, Ecuador: UPSE, Facultad de ciencias de la ingeniería. 2015.

30. TAVARA, Ximena del Carmen. Diseño del mejoramiento de la carretera que conecta los caseríos del hospital – chaguin, distrito de quiruvilca, provincia de santiago de chuco, departamento de la libertad. Trabajo de titulación (ingeniero civil). Trujillo: UCV, Facultad de ingeniería y arquitectura. 2017.
31. VILLAR, Leonardo; Ramírez, Juan Mauricio. Infraestructura regional y pobreza rural [en línea]. Colombia: 2014- [fecha de consulta: 29 abril 2020].
32. PINEDA URIBE, Beatriz Elena. Aplicación de la distancia de visibilidad de adelantamiento en carreteras de dos carriles en Colombia. Ing. Desarrollo. [online]. 2019, vol.37, n.2, pp.212-232. ISSN 0122-3461. <http://dx.doi.org/10.14482/inde.37.2.1257>.
33. AGUDELO OSPINA, John Jairo. VÍAS - software libre para el diseño geométrico de vías, topografía y SIG. Rev. ing. constr. [online]. 2008, vol.23, n.1, pp.52-59. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732008000100006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-5073. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732008000100006>.
34. GARCIA DEPESTRE, René A.; DELGADO MARTINEZ, Domingo E. y DIAZ GARCIA, Eduardo E.. Modelos de perfil de velocidad para evaluación de consistencia del trazado en carreteras de la provincia de Villa Clara, Cuba. Rev. ing. constr. [online]. 2012, vol.27, n.2, pp.71-82. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732012000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-5073. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732012000200005>.
35. ALEGRE, Douglas Alexandre Gonçalves; PERONI, Rodrigo de Lemos and AQUINO, Eduardo da Rosa. The impact of haulroad geometric parameters on open pit mine strip ratio. REM, Int. Eng. J. [online]. 2019, vol.72, n.1, suppl.1pp.25-31. Diponoble en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-167X2019000200025&lng=en&nrm=iso>. ISSN 2448-167X.

36. VILHENA, Gleyce e SILVA, Olavo. Avaliação de impactos ambientais de rodovias no Módulo II da Floresta Estadual do Amapá. GOT [online]. 2017, n.12pp.357-381.Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17127/got/2017.12.016>.
37. FIGUEIRA, Aurenice da Cruz; LARROCCA, Ana Paula C.; QUINTANILHA, José Alberto and KABBACH JR, Felipe Issa. The use of three-dimensional visualization tools to detect deficiencies in geometric roadway designs. Bol. Ciênc. Geod. [online]. 2014, vol.20, n.1, pp.54-69. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1982-21702014000100004&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1982-2170. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702014000100004>.
38. ECHAVEGUREN, Tomás y VARGAS, Sergio. Evaluación de la necesidad de lechos de frenado en pendientes descendentes usando principios de confiabilidad. Rev. ing. constr. [online]. 2013, vol.28, n.3 pp.221-235. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000300001&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-5073. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732013000300001>.
39. **Villón Béjar, Máximo. 2002.** Hidrología. Cartago: Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2002.
40. **Villón Béjar, Máximo. 2006.** Hidrología estadística. Cartago: Editorial Teconológica de Costa Rica, 2006. 9977-66-178-8

IX. ANEXOS

ANEXO N° 03: Matriz de operacionalización de variables

Anexo N°03.1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Mejoramiento de diseño de la trocha carrozable	El diseño mejoramiento de una carretera consiste en mejorar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Las condiciones para situar el trazo de una carretera sobre la superficie son muchas, entre ellos la topografía del terreno, el medio ambiente y la hidrología. (DG-2018)	Para la evaluación de un diseño de mejoramiento de carretera se debe tener en cuenta las principales características del trazo de la carretera, así como un estudio de viabilidad, luego se diseña la construcción de la carretera respetando los parámetros establecidos en la DG-2018	Levantamiento topográfico	Puntos topográficos (coordenadas UTM)	Intervalo
				Curvas de Nivel y Equidistancias	
			Estudio mecánico de suelos	Granulometría (%)	Razón
				Límites de consistencia (%)	
				Contenido de humedad (%)	
				CBR (%)	
			Estudios hidrológicos y obras de arte	Densidad seca máxima(kg/m ³)	Intervalo
				Precipitaciones (mm)	
				Caudal máximo (m ³ /sg)	
				Caudal de diseño para cunetas	
			Diseño Geométrico	Caudal de diseño para Alcantarillas	Razón
				Elementos de diseño geométrico	
				Trazo longitudinal	
			Análisis de impacto ambiental	Señalización	Cualitativo
Impacto positivo (%)					
	Impacto negativo (%)				

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 04: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 04.1: Ficha de resumen para levantamiento topográfico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RESUMEN PARA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

1. Datos Generales:

Nombre el expediente:	
Lugar:	
Fecha:	

2. Programa Para Conseguir Imagen Satelital con fecha de acceso al programa:

.....

--

Fecha de acceso:

3. Coordenadas UTM Del Punto Inicial y Punto Final

Coordenadas UTM	P. I. (Cruce Llaray)	P. F. (caserio las Pajillas)
Este:		
Norte:		
Altitud:		

4. Puntos De Referencia:

Descripción del Punto	Este	Norte	Altitud

5. Programa Para Obtener Curvas De Nivel:

6. Equidistancia de curvas de nivel:

7. Programa de procesamiento de datos:

8. Escala de planos:

Plano	escala

Validación:


 Luis Alberto Horno Araujo
 ING. CIVIL
 CIP. 24002

Fuente: *Elaboración propia*

Anexo 04.2. Ficha de resumen para estudio de mecánica de suelos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RESUMEN PARA ESTUDIO DE MECÁNICA E SUELOS

1. Datos Generales:

Nombre el expediente:	
Lugar:	
Fecha:	

2. Resumen De Ensayos De Laboratorio:

Descripción del Ensayo	Unidad	C01	C02	C03
		E01	E01	E01
Profundidad	m			
Gravas	%			
Arenas	%			
Finos	%			
Contenido de Humedad	%			
Límite Líquido	%			
Límite Plástico	%			
Índice de Plasticidad	%			
Clasificación SUCS	-			
Clasificación AASHTO	-			
CBR				
Máxima Densidad seca al 100%	Gr/cm ³			
Máxima Densidad Seca al 95%	Gr/cm ³			
Optimo C. Humedad	%			
CBR al 100%	%			
CBR al 95%	%			
Nivel Freático	m			



3. Resumen De Estudio De Cantera:

Descripción	Unidad	Cantera
Granulometría		
% que pasa la Malla N°3/8"	%	
% que pasa la Malla N°1/4"	%	
% que pasa la Malla N° 4	%	
% que pasa la Malla N°200	%	
Contenido de Humedad	%	
Límite Líquido	%	
Límite Plástico	%	
Índice de Plasticidad	%	
Clasificación SUCS	-	
Clasificación AASHTO	-	
CBR		
Máxima Densidad seca al 100%	Gr/cm ³	
Óptimo C. Humedad	%	
CBR al 100%	%	
CBR al 95%	%	

Validación:


Luis Alberto Horna Araujo
ING. CIVIL
CIP. 24002

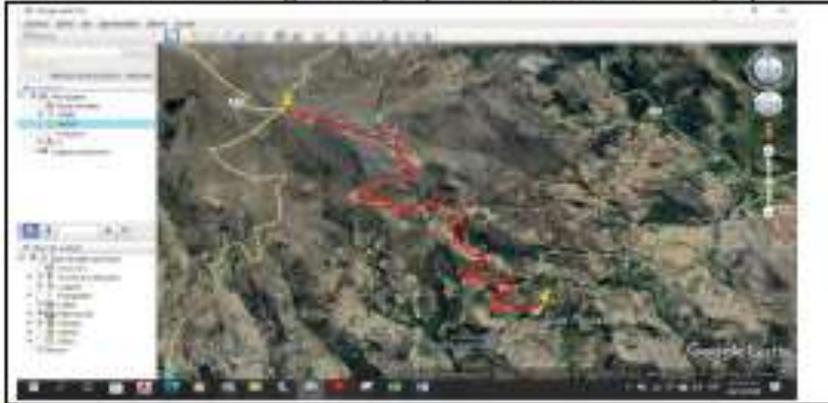
Anexo 04.5. Ficha de resumen para levantamiento topografico

FICHA DE RESUMEN PARA LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

1. Datos Generales

Nombre del proyecto	Mejoramiento del diseño de la trocha carrozable a nivel afirmado del tramo cruce carretera Llaray - caserío Las Pajillas, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de		
Lugar	Caserío Las Pajillas,		
Fecha			

2. Programa Para Conseguir Imagen Satelital Con Fecha De Acceso Al Programa: Se utilizo en software Google Earth pro para visualizar el tramo del proyecto



fecha: 10 de octubre del 2020

3. Coordenada UTM. Del punto de inicio y punto final

Coordenadas UTM	P.I (caserío las Pajillas)	P.F. (Cruce Llaray)
Este	808509.631	806683.733
Norte	9106719.509	9108448.703
Altitud	3280.00	3736.42

4. Puntos de referencia

se tomaron coordenadas para poder tener un mejor presión

Nº DE PUNTO	COORDENADAS		
	Este	Norte	Altitud
1	806663.263	9108449.000	3736.42
2	807646.021	9107821.630	3653.78
3	807438.540	9107486.749	3562.69
4	808007.066	9107478.223	3508.21
5	808136.335	9107099.181	3440.09
6	808307.579	9106875.716	3350.00
7	808494.835	9106688.432	3282.39
8	808505.972	9106710.954	3280.00

5. Programa Para Obtener Curvas De Nivel:

Para poder generar las curvas de nivel del terreno se uso el software Global Mapper

6. Equidistancia de curvas de nivel:

Se trabajo con una equidistancia de 2 m

7. Programa de procesamiento de datos:

se uso el programa excel para el procesamiento de los datos

Anexo 04.6. Fichas de resumen de estudio de suelos.

ITEN	Descripción del Ensayo	unidad	C01	C02	C03	C04	C05
			E01	E01	E01	E01	E01
1	Profundidad	m	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2	Granulometría						
2.01	N° 3/8"	%	99.14	93.67	76.62	93.30	80.00
2.02	N° 1/4"	%	98.78	93.02	73.84	91.91	77.80
2.03	N° 4	%	98.44	92.56	72.06	90.88	76.38
2.04	N° 10	%	94.74	87.11	68.77	87.59	72.65
2.05	N° 40	%	65.78	46.45	59.00	75.40	60.98
2.06	N° 60	%	60.16	44.98	53.92	69.31	56.37
2.07	N° 200	%	55.56	41.50	47.70	58.26	50.55
3	Contenido de Humedad	%	11.6	11.1	16.5	18.0	19
4	Limite Liquido	%	32	32	34	38	39
3	Limite Plástico	%	25	24	27	29	27
5	Índice de Plasticidad	%	7	8	7	9	12
6	Clasificación SUCS	-	ML	SM	GM	ML	ML
7	Clasificación AASHTO	-	A-4 (2)	A-4 (1)	A-4 (1)	A-4 (4)	A-6 (4)
8	CBR						
	Máxima Densidad seca	Gr/cm3	1.784	-	-	1.798	-
	Optimo C. Humedad	%	12.58	-	-	11.56	-
	CBR al 100%	%	11.89	-	-	11.26	-
	CBR al 95%	%	8.61	-	-	8.51	-
	Nivel Freático	m	-	-	-	-	-

ITE N	Descripción del Ensayo	unidad	C01	C02	C03	C04	C05
			E01	E01	E01	E01	E01
1	Profundidad	m	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
2	Granulometría						
2	N° 3/8"	%	71.88	97.22	94.63	90.37	97.29
2	N° 1/4"	%	68.50	96.04	93.71	89.74	95.71
2	N° 4	%	66.44	95.35	93.02	89.10	94.33
2	N° 10	%	60.40	92.97	90.91	86.35	86.83
2.1	N° 40	%	39.48	77.36	83.21	67.87	43.28
2.1	N° 60	%	31.46	69.73	77.77	60.71	31.36
2.1	N° 200	%	24.52	61.28	65.60	53.70	18.27
3	Contenido de Humedad	%	12.15	30.08	39.75	23.68	11.34
4	Limite Liquido	%	46.00	47.00	41.00	45.00	37.00
3	Limite Plástico	%	36.00	34.00	30.00	34.00	26.00
5	Índice de Plasticidad	%	10.00	13.00	11.00	11.00	11.00
6	Clasificación SUCS	-	SC	CL	CL	CL	SC
7	Clasificación AASHTO	-	A-2-5(0)	A-7-5(8)	A-7-5(7)	A-7-5(5)	A-2-6(0)
8	CBR						
	Máxima Densidad seca	Gr/cm3	1.95	-	-	1.78	-
	Optimo C. Humedad	%	8.68	-	-	12.58	-
	CBR al 100%	%	32.38	-	-	8.17	-
	CBR al 95%	%	23.02	-	-	6.30	-
	Nivel Freático	m	-	-	-	-	-

ANEXO N°06. FOTOS Y DOCUMENTOS



Visita a la zona de estudio



Tramo en estudio cruce Carrtera Llaray – caserio las Pajillas.



Toma de coordenadas UTM



Ahuellamiento de la carretera



Entrada al caserío de Las pajillas



Pendientes muy elevadas



Socavación de cunetas



Faltas de obras de arte



Trocha carrozable en mal estado, además no cumple con el ancho de vía mínimo.



Vehículos que transitan por esta carretera