

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DEFINITIVO DE LA CARRETERA PUENTE EL SURO-LA
FLOR, DEL DISTRITO DE SAN ANDRÉS DE CUTERVO, CUTERVO,
CAJAMARCA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTORES

**JHAMES FRANKS DELGADO PEREZ
ABEL HIPOLITO CRUZ LINARES**

ASESOR

Ing. HÉCTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

A nuestros Padres, Delgado Salas Cruz Niria, Guevara Guevara Juan y Cruz Guevara Leandro Timoteo; que por sus consejos, apoyo, comprensión y amor nos ayudaron en los momentos difíciles, y por ayudarnos con los recursos necesarios para estudiar, nos han dado todo lo que somos como personas, nuestros valores, nuestros principios, nuestro carácter, nuestro empeño, nuestra perseverancia, nuestro coraje, formándonos con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas nos motivaron constantemente para alcanzar nuestros anhelos.

A nuestros hermanos; que siempre han estado en cada etapa de nuestras vidas, que con su amor y compañía nos han impulsado a seguir adelante; haciéndonos sentir que en momentos de adversidad siempre estarán para apoyarnos.

A todos aquellos que no creyeron en nosotras, aquellos que esperaban nuestro fracaso en cada paso que dábamos hacia la culminación de nuestra meta, aquellos que nunca esperaban que lográramos terminar la carrera; a todos aquellos que apostaban que nos rendiríamos a medio camino, a todos los que supusieron que no lo lograríamos, a todos ellos les dedicamos nuestro esfuerzo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios por habernos guiado por el camino de la felicidad hasta ahora; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de nuestras familias.

A nuestros hermanos y a todos nuestros tíos; por siempre habernos dado su fuerza y apoyo incondicional y llevado hasta donde estamos ahora. Por último a nuestros compañeros de estudios porque en esta armonía grupal lo hemos logrado y a nuestro asesor de tesis quién nos ayudó en todo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes del problemas	4
2.2 Bases teórico-científicas	5
2.3 Definición de términos básicos.....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Diseño de investigación	11
3.1.1 Tipo de investigación	11
3.1.2 Hipótesis.....	11
3.1.3 Diseño de contrastación de hipótesis	11
3.1.4 Variables.....	11
3.1.5 Población, muestra de estudio y muestreo	12
3.1.6 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.1.6.1 Técnicas.....	12
3.1.6.2 Fuentes.....	12
3.1.6.3 Instrumentos	12
3.1.7 Plan de procesamiento para análisis de datos.....	13
3.2 Metodología:	14
3.2.1 Diseño geométrico de la carretera.	14
3.2.1.1 Clasificación de la carretera.	14
3.2.2.1.1 Clasificación por demanda	14
3.2.2.1.2 Clasificación por Orografía	16
3.2.1.2 Parámetros básicos diseño de Caminos no Pavimentados.....	17
3.2.1.2.1 Estudio de la demanda.....	18
3.2.1.2.2 La Velocidad de Diseño y su relación con el costo.....	23
3.2.1.2.3 Velocidad de Circulación.....	25
3.2.1.2.4 La sección transversal de Diseño.....	25
3.2.1.2.5 Distancia de Visibilidad.....	26
3.2.1.2.6 Alineamiento Horizontal.....	29
3.2.1.2.7 Curvas Horizontales.....	29

3.2.1.2.8	Curvas de Transición	29
3.2.1.2.9	Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales.....	30
3.2.1.2.10	Curvas Compuestas	32
3.2.1.2.11	El Peralte del Camino.....	32
3.2.1.2.12	Sobre ancho de la calzada en curvas circulares.....	41
3.2.1.2.13	Alineamiento Vertical	42
3.2.1.2.14	Pendiente	45
3.2.1.2.15	Sección Transversal.....	47
3.2.2	Ensayos de Suelos y Cantera	49
3.2.2.1	Ensayo contenido de humedad de un suelo	49
3.2.2.1.1	Normas Técnicas Peruanas.....	49
3.2.2.1.2	Definiciones.....	49
3.2.2.1.3	Principio del Método	49
3.2.2.1.4	Aparatos.....	49
3.2.2.1.5	Muestras	50
3.2.2.1.6	Procedimiento.....	50
3.2.2.1.7	Cálculos	50
3.2.2.2	Agregados	52
3.2.2.2.1	Análisis granulométrico	52
3.2.2.2.2	Campo de aplicación	52
3.2.2.2.3	Aparatos.....	53
3.2.2.2.4	Muestreo.....	53
3.2.2.2.5	Procedimiento.....	54
3.2.2.2.6	Calculo.....	55
3.2.2.2.7	Reporte	55
3.2.2.3	Método de ensayo Próctor Modificado.....	55
3.2.2.3.1	Existen tres procedimientos.....	56
3.2.2.3.2	Aparatos de ensayo.....	57
3.2.2.3.3	Muestra del ensayo.....	59
3.2.2.3.4	Método del ensayo.....	59
3.2.2.4	Método de ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	60
3.2.2.4.1	Resumen del método de ensayo	60
3.2.2.4.2	Muestra.....	61
3.2.2.4.3	Espécimen de ensayo.....	62

3.2.2.4.4	Procedimiento para prueba de soporte	61
3.2.2.4.5	Cálculos	63
3.2.2.5	Método de ensayo de los Límites de Atterberg.....	64
3.2.2.5.1	Límites Líquidos.....	64
3.2.3	Hidrología	71
3.2.3.1	Cálculo del área de la Cuenca.....	71
3.2.3.1.1	Índice de Forma.....	71
3.2.3.1.2	acidez (Índice de Gravelious).....	72
3.2.3.1.3	Índice de Pendiente	72
3.2.3.1.4	Rectángulo Equivalente (I).....	72
3.2.3.1.5	Pendiente del Cause.....	72
3.2.3.1.6	Pendiente Uniforme.....	72
3.2.3.1.7	Densidad de Drenaje	72
3.2.3.1.8	Pendiente Media.....	72
IV.	RESULTADOS.....	74
4.1.	Descripción general del área de estudio	74
4.1.1.	Ubicación.....	74
4.1.1.1	Condición actual del acceso a las localidades.....	75
4.1.1.2	Aspectos físicos	77
4.1.1.2.1	Climatología.....	77
4.1.1.2.2	Temperatura	78
4.1.1.2.3	Geología y Geomorfología	78
4.1.1.2.3.1	Geología	79
4.1.1.2.3.2	Geomorfología	79
4.1.1.2.3.3	Hidrografía	79
4.2.	Estudio de Tráfico	80
4.2.1	Resultados de los aforos de tránsito	81
4.2.2	Cálculo del índice medio diario anual (IMDA)	82
4.2.3	Tasas de crecimiento para las proyecciones.....	83
4.2.4	Proyección del tráfico normal	84
4.2.5	Proyección del tráfico generado	84
4.2.6	Proyección del IMDA total	84
4.3.	Estudio de Rutas	85
4.3.1	Ruta Alternativa N°01 Y N°02.....	86

4.3.2	Criterios de selección de las diferentes alternativas.....	88
4.3.2.1	Topografía Del Lugar	88
4.3.2.2	Factibilidad De Adquisición De Derechos De Vía.....	88
4.3.2.3	Longitud De La Carretera	88
4.3.2.4	Cantidad De Obras De Arte	88
4.3.2.5	Impactos Ambientales Negativos	88
4.3.3	Selección de la ruta	89
4.3.4	Ruta definitiva: alineamiento preliminar	90
4.4.	Estudio Topográfico.....	91
4.4.1	Levantamiento Topográfico	92
4.4.2	Trabajo de gabinete	95
4.4.3	Exportación de datos topográfico.....	95
4.4.4	Procesamiento de los datos de campo	95
4.5	Estudio de Suelos... ..	95
4.5.1	Resumen de resultado de ensayos de laboratorio.....	95
4.5.2	Perfil Estratigráfico	103
4.6	Estudio de canteras y fuentes de agua.....	103
4.6.1	Estudio de canteras.....	103
4.6.1.2	Resultado de los ensayos de laboratorio.....	103
4.6.1	Botadero	104
4.6.2	Estudio de fuentes de agua.....	105
4.7	Estudio Hidrológico	107
4.7.1	Área de la cuenca	107
4.7.2	Análisis Hidrológico.....	108
4.7.2.1	Generalidad.....	108
4.7.2.2	Análisis estadístico de los datos de precipitaciones	108
4.7.2.3	Análisis pluviométrico.....	109
4.7.2.4	Análisis de distribución de Gumbel y Log-Gumbel	110
4.7.2.5	Análisis de distribución Normal y Log-Normal	114
4.7.2.6	Prueba Kolmogorov – Smirnov	116
4.7.3	Calculo del Caudal Máximo	118
4.7.3.1	Determinación de la intensidad de diseño	119
4.8	Diseño Geométrico	128

4.8.1	Calzada	128
4.8.2	Bermas	128
4.8.3	Ancho de la plataforma	129
4.8.4	Plazoleta	129
4.8.5	Taludes	129
4.8.6	Diseño Horizontal y Vertical.....	131
4.8.7	Cálculo de Volúmenes de Corte y Relleno.....	131
4.9	Diseño de Afirmado.....	134
4.9.1	Introducción	134
4.9.2	Análisis de la capacidad de soporte (C.B.R) del suelo	134
4.9.3	Análisis del tráfico	134
4.9.4	Índice medio diario (IMD)	134
4.9.5	Tasas de crecimiento (i)	135
4.9.6	Periodo de diseño (n)	135
4.9.7	Calculo del número de ejes simples equivalentes (ESAL 8.2ton) ...	135
4.9.8	Calcular del espesor del pavimento.....	136
4.9.8.1	Método de la Usace (U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS)	136
4.9.8.2	Método del Road Research Laboratory	137
4.9.8.3	Método AASHTO	138
4.9.8.3.1	Tránsito de diseño:	142
4.9.8.3.2	Diseño del Pavimento:.....	145
4.10	Obras de Drenaje y Diseño Hidráulico.....	145
4.10.1	Cunetas	145
4.10.1.1	Localización:.....	146
4.10.1.2	Sección típica:	146
4.10.1.3	Descarga de las cunetas:	146
4.10.1.4	Revestimiento:	146
4.10.1.5	Descarga de las cunetas:	148
4.10.1.6	Revestimiento:	146
4.10.2	Zanjas de Coronación	149
4.10.1.7	Localización:	149

4.10.2.2	Diseño Hidráulico.....	150
4.10.2	Bordillos	151
4.10.3	Drenaje transversal de la carretera (Alcantarillas)	151
4.10.3.1	Diseño hidráulico	152
4.10.3.2	Diseño estructural	157
4.10.3.3	Diseño de badenes.....	167
4.11	Evaluación de Impacto Ambiental.....	170
4.11.1	Resumen Ejecutivo	170
4.11.2	Objetivos.....	171
4.11.3	Marco legal.....	172
4.11.4	Descripción y análisis del proyecto	173
4.11.5	Área de influencia del proyecto.....	176
4.11.6	Línea base ambiental	178
4.11.7	Identificación y evaluación de pasivos ambientales.....	190
4.11.8	Identificación y evaluación de impactos ambientales	190
4.11.9	Plan de participación ciudadana	195
4.11.10	Plan de manejo ambiental.....	197
4.11.11	Bibliografía.	234
4.12	Estudio de Señalización.	235
4.12.1	Postes delineadores.....	236
4.12.2	Cimentación de los Postes.....	236
4.13	Especificaciones técnicas	237
4.14	Metrados.....	237
4.15	Costo del Proyecto	267
4.16	Programación de obra	270
V.	DISCUSIÓN.....	273
VI.	CONCLUSIONES.....	275
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	277
VIII.	ANEXOS.	278

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: ESTUDIO HIDROLÓGICO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS DE LA ESTACIÓN CUTERVO	277
ANEXO 02: CURVAS MODELADAS: INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA REGISTRO HISTÓRICO DE LA ESTACIÓN CUTERVO.....	278
ANEXO 03: COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER USADOS EN EL MÉTODO RACIONAL	278
ANEXO 04: TABLAS DE DIMENSIONES Y CARGAS DE VEHÍCULOS	279
ANEXO 05: FACTORES DE CORRECCIÓN 2010 - ESTACIÓN DE PEAJE PUCARA.2.....	280
ANEXO 06: VOLUMEN DE TRÁFICO POR DÍA 2010 - ESTACIÓN DE PEAJE PUCARA.....	281
ANEXO 07: FACTORES DE CORRECCIÓN PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS (2000-2010)	282
ANEXO 08: FACTORES DE CORRECCIÓN PROMEDIO PARA VEHÍCULOS PESADOS (2000-2010)	283
ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO DE REUNIONES CON LA POBLACION ..	286
ANEXO 10: PANEL FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS	287
ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN DE CANTERAS...	288
ANEXO 12: MUESTRAS EN LABORATORIO	291

ÍNDICE TABLAS

Tabla 01 Tipos de Vehículos.....	18
Tabla 02. Vehículos Ligeros.....	21
Tabla 03. Ómnibus de dos ejes.....	21
Tabla 04. Ómnibus de tres ejes.....	22
Tabla 05. Rangos de Velocidad.....	23
Tabla 06. Distancia de Visibilidad de Parada.....	25
Tabla 08. Velocidad Directriz	28
Tabla 09. Necesidad de Curvas de Transición	29
Tabla 10. Longitud deseable de la curva de transición.....	30
Tabla 11. Fricción Transversa	32
Tabla 12. Radios Mínimos y Peraltes Máximos.....	32
Tabla 13. Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte....	34
Tabla 14. Valores de Peralte y Longitud de Transición del Peralte. Peralte máximo = 4%.....	35
Tabla 15. Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte Peralte máximo = 6%.....	36
Tabla 16. Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte Peralte máximo = 8%.....	37
Tabla 17. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Calzada de dos carriles de circulación).....	38
Tabla 18. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa.....	41
Tabla 19. Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.....	41
Tabla 20. Pendientes máximas	42
Tabla 21. Ancho mínimo de la calzada en tangente (en metros).....	43
Tabla 22. Tamaño Maximo Nominal	49
Tabla 23. Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz, kg	52
Tabla 24. Precisión	53
Tabla 25. Precisión para muestras de ensayo de 300 g y 500 g	51
Tabla 26. Capacidad de Carga Mínima	63
Tabla 26. Periodo de Aforo de tránsito en el tramo: "San Andrés - Santo Tomas"	83
Tabla 27. Número de Vehículos por día de la semana	83

Tabla 28. Índice medio diario anual Afectado por los factores de corrección	84
Tabla 29. Porcentaje según el tipo de vehículos	85
Tabla 30. Proyección para tráfico normal (veh./día).....	86
Tabla 31. Proyección para tráfico generado (veh./día).....	86
Tabla 32. Proyección del IMDa del tráfico Total.....	87
Tabla 33. Selección de rutas: KM 0+236.7 – KM 0+670.0	91
Tabla 34. Selección de rutas: KM 0+772 – KM 1+950.0	92
Tabla 35. Selección de rutas: KM 5+358.0 – KM 8+250.0	92
Tabla 36. Selección de rutas: KM 10+768.0 – KM 12+567.5	92
Tabla 37. Selección de rutas: KM 12+600.0 – KM 13+000	93
Tabla38. Coordenadas de las Estaciones realizadas en el trabajo de campo	94
Tabla 39. Coordenadas de los BMs ubicados durante el trabajo de campo	96
Tabla 40. Ubicación de calicatas	96
Tabla 41. Estratos de cada calicata para la Capacidad de Soporte de los suelos.....	98
Tabla 42. Resumen de resultados de ensayos de Mecánica de Suelos	100
Tabla 43. Resultados ensayos de laboratorio – Cantera Antaoco	102
Tabla 44. Relación de Botaderos	103
Tabla 45. Fuente de abastecimiento LA FILA	103
Tabla 46. Elementos Químicos Nocivos para la estructura.....	104
Tabla 47. Áreas de las sub - cuencas en estudio.....	105
Tabla 48. Serie de registros de lluvias máximas anuales	106
Tabla 49. Serie de datos pluviométricos ordenados	108
Tabla 50. Intensidades Máximas (mm/h): Estación Weberbauer.....	109
Tabla 51. Modelo gumbel para 5 minutos	110

Tabla 52. Modelo gumbel para 120 minutos	111
Tabla 53. Modelo gumbel para 5, 10, 15, 30, 60, 120 minutos	113
Tabla 54. Valores críticos d para la prueba Kolmogorov – Smirnov	114
Tabla 55. Prueba de bondad de ajuste para 5,10,15,30,60 y 120 minutos.....	115
Tabla 56. Calculo de intensidades	115
Tabla 57. Modelamiento de intensidades	116
Tabla 58. Tiempo de concentración para las microcuencas (obras de arte).....	117
Tabla 59. Tiempo de concentración para las microcuencas (cunetas)	118
Tabla 60. Cálculo de la altitud media (alcantarillas y badenes)	121
Tabla 61. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional.....	123
Tabla 62. Cálculo de caudales de aporte de las microcuencas (obras de arte).....	124
Tabla 63. Cálculo de caudales de aporte de las microcuencas (cunetas)	126
Tabla 64. Volúmenes de Corte y Relleno.....	128
Tabla 65. Equivalencia de carga.....	134
Tabla 66. Niveles de Confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras.....	137
Tabla 67. Cálculo de caudales (capacidad de cunetas).....	146
Tabla 68. Caudales que pasaran por las alcantarillas, originados por el paso de quebradas o manantiales, haciendo mayor el caudal agregado a la cuneta	151
Tabla 69. Riesgos Previsibles en Zona De Influencia	188

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Molde Cilíndrico de 4 pulgadas	57
Figura 2. Gráfico de curva de Compactación	57
Figura 3. Tabla de Densidad.....	63
Figura 4. Limite Líquido	67
Figura 5. Ubicación de la provincia, departamento.....	71
Figura 6. El camino de herradura actual tiene una longitud de 10 kilómetros	73
Figura 7: Áreas de influencia del Proyecto	74
Figura 8: se observa el relieve de los cerros con material consolidado.....	77
Figura 9: Se observa los afluentes de las quebradas de la zona	78
Figura 10. Posibles Rutas del alineamiento preliminar	83
Figura 11. Partida hacia el centro poblado La flor	84
Figura 12. Ruta Alternativa N°01 Y N°02	85
Figura 13. Ruta Alternativa N°01 con mejores pendientes.	86
Figura 14. Intensidad-duración-frecuencia registro histórico de la estación weberbauer (1989 - 2011).....	112
Figura 15. Sección Típica de la Carretera Puente el Suro – La Flor	124
Figura 16. Caculo del Espesor Requerido Método de la Usace	131
Figura 17. Caculo del Espesor Requerido Método del Road Research Laboratory	132
Figura 18. Variación de coeficiente a2 con diferentes parámetros de resistencia de a base granular.....	134
Figura 19. Variación de coeficiente a3 con diferentes parámetros de resistencia de a subbase	135
Figura 20. Calculamos el volumen estructural del pavimento (SN)	136
Figura 21. Calculamos el coeficiente estructural a1 (SN).....	137

Figura 22. Cunetas.	139
Figura 23. Aliviadero.....	140
Figura 24. Aliviadero.....	141
Figura 25. Calculo de capacidad de cuneta.	141
Figura 26. Ubicación de la provincia, departamento.....	150
Figura 27. El camino de herradura actual tiene una longitud de 12 kilómetros.....	151
Figura 28. Áreas de influencia del Proyecto	152
Figura 29. Trazo definitivo para la delimitación de la influencia Directa a lo largo de la carretera	153
Figura 30. Distritos que serán beneficiados indirectamente proyecto.....	154
Figura 31. Se observa el relieve de los cerros con material consolidado	157
Figura 32. Se observa los afluentes de las quebradas de la zona	158
Figura 33. Se observa árboles.	159
Figura 34. En el caserío de La Flor es la zona donde se dedican a la ganadería, donde abastecen a los caseríos aledaños con la producción de productos lácteos (queso, leche, mantequilla).	160
Figura 35. En la actualidad el medio para transportarse que utilizan son las acémilas.	161
Figura 36. La zona en estudio es apta para el desarrollo agrícola como se muestra	162
Figura 37. se muestra la producción de leche en la zona	162
Figura 38. Puesto de salud del Centro Poblado La Flor.	164
Figura 39. Alumnos del caserío La Flor	165

RESUMEN

El presente proyecto de tesis, tiene como finalidad el Diseño Definitivo de la Carretera Puente El Suro-La Flor del distrito de San Andrés de Cutervo, provincia de Cutervo, región Cajamarca, ya que ésta zona carece de una vía que permita la intercomunicación entre los distintos lugares aledaños y así poder tener mejores oportunidades para el desarrollo.

Con el Diseño Geométrico, Afirmado y de las diferentes Obras de Arte, aumentaran las posibilidades de desarrollo reduciendo la pobreza debido a la falta de integración por carencia de carreteras. Con dicho proyecto se buscará contribuir con el desarrollo Social, Salud, Educación, Economía, Comercial, Etc. La aplicación de este proyecto, incrementará de manera significativa la calidad de vida.

La tesis en mención será realizada en cuatro fases programadas:

FASE I: Visita a la zona del proyecto, recolección de información.

FASE II: Estudios Básicos

FASE III: Diseño de la carretera

FASE IV: Diseño de cada componente del proyecto

Palabras Claves: Diseño, Trazo Geométrico, Afirmado, Puente, Obras de Arte, Calidad de Vida.

ABSTRACT

This thesis project aims at the ultimate design of the Suro-Highway Bridge Flower District of San Andres de Cutervo province of Cutervo, Cajamarca region, as this area lacks a way that allows the intercommunication between the other surrounding areas so we can have better opportunities for development.

With geometric, Affirmed and different design artworks, increase development opportunities reducing poverty due to lack of integration due to lack of roads. With this project will seek to contribute to the Social Development, Health, Education, Economy, Trade, etc. The implementation of this project will significantly increase the quality of life.

The thesis in question will be carried out in four phases scheduled:

PHASE I: Visit to the project area, gathering information.

PHASE II: Basic Studies

PHASE III: Design of the road

PHASE IV: Design of each project component

Keywords: Design, Stroke, Geometric, Affirmed, Artworks, Quality of Life.

I. INTRODUCCIÓN

Los caminos y carreteras han sido y seguirán siendo parte esencial para desarrollo de los pueblos, su función principal es de mantener integradas a las civilizaciones y vencer las distancias. Desde tiempos antiguos han sido construidos con fines económicos y estratégicos, en la actualidad contar con redes viales que permitan una interconexión entre todos las regiones y faciliten de esta manera la integración, el intercambio comercial y la articulación de los centros de producción con los corredores económicos se configura en un elemento indispensable para el progreso socio económico de los pueblos. (APUNTES DE INGENIERÍA CIVIL 2014)

En el Perú tenemos como ejemplo notable de la historia a los caminos a la red caminera del Tahuantinsuyo “Qhapac Ñan” (Camino del poderoso) que constituían una red de 30,000 km que estaban conformados por dos vías troncales que atravesaban el territorio inca de sur a norte, uno por la costa y otro por la sierra, estos a su vez estaban complementados por vías transversales que unían los pueblos de la costa, sierra y selva. Si bien es cierto esta red de caminos que tan solo era para el tránsito de peatones y animales de carga, constituía la red de caminos más grande de América pre Colombina. (SVA 2015)

En el departamento de Cajamarca la estructura vial existente tiene una dimensión de 1,743 Km. Por tipo de rodadura encontramos que 1225 km de estas vías se encuentran asfaltadas, y 517 km no pavimentados, de estos 517 km encontramos 60 % afirmadas y los otros 40% a nivel de trocha. En cuanto al estado y/o condiciones de infraestructura de la red vial, las carreteras, rehabilitadas y/o mejoradas se encuentran en malas condiciones por falta de mantenimiento adecuado oportuno, Se observa que a nivel de transitabilidad predomina el rango de estado entre malo y muy malo.

Uno de los distritos pertenecientes a la provincia de Cutervo es San Andrés de Cutervo, este se encuentra a una distancia de 52 km (vía carretera) desde la mencionada provincia, ésta carretera tiene un estado de conservación malo, lo cual dificulta a los transportistas movilizarse a buena comodidad.

El camino de herradura que va hacia La Flor siempre ha sido un sueño para los Sanandresinos y hermanos de otros distritos (Sócota, La Lucma, La Ramada y Santo Tomás) que algún día sea carretera y acorte distancias. El problema surge que para salir de la zona a otros lugares (Selva, Costa), se tiene que viajar por prolongadas o largas horas, desfavoreciendo la economía, tiempo de los pobladores. Al norte del Centro poblado La Flor, existe otro Centro Poblado (Puerto Chiple), punto estratégico ya que tiene dos ramales que comunica a la Costa y la Selva.

La trocha, materia del presente estudio, se desarrolla sensiblemente por ser una zona ganadera, agrícola y turística y estas actividades necesitan de la vía para poder transportar la producción derivada así como también fomentar el turismo y por ende el desarrollo integral de dichas comunidades, distrito y zonas aledañas.

Considerando la información existente, la formulación del problema será la siguiente:

¿Cuál es el Diseño Definitivo de la Carretera Puente El Suro-La Flor, del Distrito de San Andrés de Cutervo, Cutervo, Cajamarca?

El objetivo general es realizar el Diseño Definitivo de la Carretera Puente El Suro –La Flor del distrito de San Andrés de Cutervo. Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca.

Los Objetivos específicos son:

- Realizar un levantamiento topográfico, estudio de Mecánica de Suelos y estimar datos Hidrológicos.
- Evaluar 02 alternativas de manera técnica, económica y ambiental.
- Elaborar el diseño geométrico de la Carretera, así como también obras adicionales según las normas vigentes.
- Realizar el costo y el presupuesto del proyecto.
- Desarrollar la Evaluación Impacto Ambiental.

El proyecto se ha justificado importante en diversos aspectos como:

Ámbito social: Se busca contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes del Centro Poblado La Flor y la comunidad de Puente el Suro; así como también del distrito de San Andrés y zonas aledañas; mediante la mejora de la infraestructura del camino de herradura tramo Puente el Suro-La Flor en San Andrés de Cutervo . El proyecto constituye una respuesta a las necesidades de servicios de transporte terrestre, con los cuales la población no cuenta.

Ámbito Técnico: El principal problema es la falta de una Carretera (diseñada de acuerdo a las normas de Diseño Geométrico, Manual de Diseño de Puentes, obras de Arte del MTC) que contribuya al transporte de los usuarios y de sus diferentes productos de la zona tales como: Los derivados de la ganadería (leche, queso mantequilla, carne) y Agricultura (Papas, maíz, verduras, etc.), no descuidando la fortalezas turísticas propias de la zona ya que el Distrito es Cuna del Primer Parque Nacional.

Ámbito Económico: Desde el punto de vista económico el proyecto propuesto significará un ahorro de tiempos (caminatas y viajes) y gastos generados por pagos de servicios de transporte (Acémilas, vehículos), ya que el proyecto ayudará acortar distancias y a generar ingresos por el transporte y comercialización de diversos productos de la zona generando el desarrollo económico del Centro Poblado La Flor, Comunidad Puente El Suro, San Andrés y demás distritos aledaños.

Ámbito ambiental: Este proyecto contribuirá en el aspecto ambiental ya que no alterará significativamente algunos factores ambientales como flora, fauna, suelo, agua y paisaje; ya que se considerara técnicamente el diseño definitivo de la carretera, diseño del puente y obras adyacentes y así mantener una calidad ambiental constante.

Justificación académica: Éste proyecto aportará conocimientos tanto técnicos como teóricos-prácticos sobre las diferentes obras que constituyen las carreteras, ya que cada una de estas tiene características particulares y deben de tomarse en cuenta para su diseño, mucho más tratándose de una obra ubicada en la zona alto andina con gran diversidad ecológica, climas adversos, topografías accidentadas, por lo tanto estos criterios beneficiara a la comunidad universitaria y de manera personal.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el presente proyecto hacemos mención a investigaciones más importantes y actualizadas realizadas sobre el problema del proyecto; se ha hecho una exhaustiva revisión de la bibliografía; y a continuación se presenta con su respectiva síntesis conceptual:

Municipalidad Distrital De Cañarís. 2014. “CONSTRUCCIÓN DE LA TROCHA CARROZABLE EL POLVORÍN-SANTA ROSA, DISTRITO DE CAÑARÍS - FERREÑAFE – LAMBAYEQUE”

El presente proyecto tiene la finalidad facilitar el tránsito, debido a que el tránsito inseguro, realizados por caminos de herradura que existen en la zona de influencia del proyecto; propician el encarecimiento del traslado de sus cosechas al mercado de la región Lambayeque. Esto se agrava cada día más, al no haber una política de inversión en infraestructura vial por parte de la entidad municipal local. La población, del distrito de Catoche, convive con este gran malestar, situación que se va agravando en forma rápida al irse manifestando año tras año. El uso de galerías filtrantes para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable, es de vital importancia para los pobladores asentados en la zona de Pomahuaca y sus alrededores, debido a que mejorara el abastecimiento de agua potable en función a esta nueva fuente de captación de agua, lográndose un mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2015. Camino vecinal Ladrillera – Huabal – Santa Rosa, del distrito Callayuc de Cutervo. Región Cajamarca - Perú.

Este proyecto de apertura de Trocha incluye la colocación de afirmado, obras de arte y drenaje; con un presupuesto de S/. 3'442,045.51, beneficiando a 14,538 pobladores. (GSRC 2013).

El proyecto “Construcción De Camino Vecinal Ladrillera-Huabal– Santa Rosa Del Distrito De Callayuc De Cutervo”, fue ejecutada por la Gerencia Sub Regional de Cutervo, la misma que tiene una apertura de 12.107 kilómetros, y viene mejorando la calidad de vida de 14,538 habitantes quienes a diario utilizaban caminos de herradura para llegar a su destino; siendo una zona de alta producción de frutales,

esta vía viene mejorando el transporte y venta de sus productos; además de que permitirá el avance de cada uno de estos caseríos”.

Gobierno Regional de Cajamarca. Carretera Chongoyape – Cochabamba – Cajamarca (Dv. Yanacocha)

Forma parte de las rutas nacionales N° PE-6A, PE-6C y PE-3N, ubicada en los departamentos de Lambayeque y Cajamarca. Cuenta con 265.4 km desde su punto de inicio en el distrito de Chongoyape hasta su punto final en el Dv. Yanacocha. Este proyecto tiene como beneficiarios a 291 227 habitantes, por lo que este proyecto contribuye a la integración socio – cultural de dicha zona; y al mismo tiempo contribuye con el desarrollo económico de la población, al contribuir con la mejora del transporte y comercialización de productos agrícolas y ganaderos de la zona. (MTC 2012)

2.2 BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS

Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG - 2014). RD N° 037-2014-MTC/14 (Modificación 2018)

El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC), a través de La Dirección General de Caminos, teniendo en cuenta las condiciones actuales del sistema vial del país, ha promovido la actualización de la normativa vigente, para lo cual ha preparado el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2014).

El objetivo de este Manual es brindar, a la comunidad técnica nacional, un documento actualizado para uso en el campo del Diseño de Carreteras, conformando un elemento, que organiza y recopila las Técnicas de Diseño Vial desde el punto de vista de su concepción y desarrollo en función de determinados parámetros, considerando los aspectos de conservación ambiental y de seguridad vial, coherentes con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, de reciente actualización, y de las Normas Oficiales vigentes.

Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito – 2008. RM N°303-2008-MTC/02 (04.04.08)

Dentro de su rol normativo y fiscalizador, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, tiene como función formular las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como emitir los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de los proyectos viales.

En este contexto, el MTC ha elaborado el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría.

Esta norma es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda. Por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma.

Complementariamente el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) del MTC rige en todo aquello, aplicable, que no es considerado en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG - 2013). RD N° 03-2013-MTC/14 (16.02.2013)

El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” es de carácter general y responde a la necesidad de promover la uniformidad y consistencia de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales.

También tienen por función las de prevenir y disminuir las probables controversias que se generan en la administración de los Contratos y propugnar la calidad del trabajo, para cuyo logro, se considera importante que los ejecutores promuevan mecanismos de autocontrol de calidad de obra y la aceptación satisfactoria por parte de la entidad contratante. La Supervisión tendrá la función de efectuar el Control de Calidad de la Obra para lo cual contará con los elementos técnico-logísticos que requiera el Proyecto.

Un aspecto a destacar en las presentes Especificaciones es considerar la importancia que tiene el factor humano y su entorno socio ambiental en la ejecución de las obras

viales, tomando las acciones y previsiones necesarias con la finalidad de mitigar los impactos socio ambientales, permitiendo un adecuado nivel de seguimiento y control para la preservación de los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

Manual de Carreteras, “Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos”. RD N° 05-2013-MTC/14 (06.03.2013)

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, es un organismo del Poder Ejecutivo que cuenta con personería jurídica de derecho público y constituye un pliego presupuestal, el mismo que conforme a lo señalado en la Ley N° 29370 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene entre sus funciones, la de formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, fiscalizar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles del gobierno. En tal sentido es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondiente a las Carreteras y Caminos, con el propósito de brindar a los Ingenieros las pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto. Asimismo la sección de Suelos y Pavimentos permite a los consultores emplear nuevas tecnologías debidamente sustentadas y acreditadas ante el MTC.

Manual de Diseño de Puentes (MTC)

Este manual de Diseño de Puentes brinda las pautas necesarias para el planeamiento, el análisis y el diseño, de puentes carreteros y puentes peatonales.

Se especifican en cada caso los requisitos mínimos, quedando a criterio del usuario utilizar límites más estrictos o complementar estas especificaciones en lo que resulte pertinente.

Ley General del Ambiente (LEY N° 28611)

La Ley General del Ambiente es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú.

Establece los principios y normas básicas que aseguren el efectivo ejercicio del derecho constitucional al ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

Asimismo, la Ley General del Ambiente regula el cumplimiento de las obligaciones vinculadas a la efectiva gestión ambiental, que implique la mejora de la calidad de vida de la población, el desarrollo sostenible de las actividades económicas, el mejoramiento del ambiente urbano y rural, así como la conservación del patrimonio natural del país, entre otros objetivos.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Diseño Geométrico.- Es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos.(MTC-2008)

Afirmado/Material Clasificado.- Capa de material selecto procesado de acuerdo a diseño, que se coloca sobre la subrasante de una calzada, ameritando control y pruebas de calidad. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Alcantarillas.- Este tipo de estructuras es la responsable del drenaje transversal, es decir del paso del agua a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular a ella. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Base ò Sub – Base.- Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una rasante de terreno natural y la capa de rodadura. La base o Sub-Base es parte de la estructura de un pavimento y amerita controles de densidad de campo. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Berma.- Área contigua y paralela a la superficie de rodadura de una calzada. Su función es la de servir como zona de estacionamiento de emergencia de vehículos, confinamiento del pavimento. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Calzada.- Sector de la vía o carretera que sirve para la circulación de vehículos. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Cantera: Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Carretera.- Una carretera o ruta es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos. Existen diversos tipos de carreteras, aunque coloquialmente se usa el término carretera para definir a la carretera convencional que puede estar conectada, a través de accesos, a las propiedades colindantes, diferenciándolas de otro tipo de carreteras, las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Las carreteras se distinguen de un simple camino porque están especialmente concebidas para la circulación de vehículos de transporte. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Cunetas.- Canales que se adosan a los lados de la corona de la vía y paralelamente al eje longitudinal de la misma. Su objetivo es recibir el agua superficial proveniente del talud y de la superficie de rodamiento. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Índice Medio Diario Anual (IMDA): Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un período anual. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Pavimento.- El pavimento se apoya sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras. Debe resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Puente.- Un puente es una construcción que permite salvar un accidente geográfico o cualquier otro obstáculo físico como un río, un cañón, un valle, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua, o cualquier otro obstáculo. El diseño de cada puente varía dependiendo de su función y la naturaleza del terreno sobre el que el puente es construido.

Su proyecto y su cálculo pertenecen a la ingeniería estructural, siendo numerosos los tipos de diseños que se han aplicado a lo largo de la historia, influidos por los materiales disponibles, las técnicas desarrolladas y las consideraciones económicas, entre otros factores. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Planos de Proyecto.- Representación conceptual de un proyecto de pavimentación o de un mantenimiento vial constituidos por planos en planta y de ser el caso perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución (Detalles constructivos). Los planos muestran la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutar para cumplir las metas del proyecto. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Talud.- Inclinación de la superficie de los cortes o de los terraplenes. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Terraplén.- Macizo de tierra que sirve para rellenar un terreno accidentado. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

Tránsito.- Circulación de personas, vehículos y animales por las vías públicas. (“Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, MTC - 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño de investigación.

3.1.1 Tipo de investigación.

- De acuerdo al diseño de investigación es Descriptiva
- De acuerdo al fin que se persigue es aplicada.

3.1.2 Hipótesis.

El desarrollo del Diseño Definitivo de la Carretera Puente El Suro-La Flor, utilizando criterios técnicos-económicos, permitirá dotar de transitabilidad de pasajeros, carga y mejorar la calidad de vida de la población involucrada.

3.1.3 Diseño de contrastación de hipótesis

El diseño de contrastación de hipótesis es válido por su consistencia científica.

3.1.4 Variables

✓ Variables Independientes

Diseño geométrico

✓ Variables Dependientes

Rodadura

Factores

Obras de drenaje

✓ Variables Intermitentes:

Materiales de cantera

Suelos

Evaluación de Impacto Ambiental

Obras de drenaje

3.1.5 Población, muestra de estudio y muestreo

La tesis elaborada es de carácter aplicativo, es complejo obtener una población para el análisis estadístico, por lo que se ha considerado para el muestreo los siguiente ítems:

- Calicatas de exploración geológica cada 1000 metros, teniendo en cuenta la longitud de la carretera corresponde realizar 14 calicatas.
- Seccionamiento topográfico en la fanja topográfica cada 40 metros, teniendo en cuenta la longitud de la carretera se deben realizar 1400 seccionamientos.

3.1.6 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.6.1 Técnicas

Estudio de Suelos: incluye los ensayos estándares y ensayos especiales.

- Granulometría.
- Contenido de Humedad.
- Límite Líquido.
- Límite Plástico.
- Próctor.
- C.B.R.
- Abrasión.

3.1.6.2 Fuentes

- Bibliografía
- Normativa Existente

3.1.6.3 Instrumentos

- **Programas de Computo:**
 - ✓ Autocad
 - ✓ Civil 3D
- **Topográficos:**
 - ✓ Estación Total

- ✓ GPS
- **Laboratorio de Mecánica de Suelos:**
 - ✓ Mallas
 - ✓ Hornos
 - ✓ Máquina de los Ángeles
 - ✓ Moldes próctor
 - ✓ Moldes de CBR
 - ✓ Equipo de corte directo
 - ✓ Equipo para límites de Atterberg

3.1.7 Plan de procesamiento para análisis de datos

Para el Análisis de Datos del Proyecto de Investigación, se ha dividido en 3 Fases, las cuales se describen a continuación:

Fase I: Recopilación de información en zona de estudio

1. Visita a la zona de estudio y recolección de información de campo.
2. Recolección de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.
3. Revisión de la Normativa Nacional vigente.
4. Estudio Topográfico de dos alineamientos alternativos.
5. Elaboración de Planos Básicos Topográficos (alineamientos)
6. Toma de Muestra y Ensayos de Mecánica de Suelos (EMS).
7. Estudio de Tráfico (IMDA).
8. Elección de Alineamiento definitivo.
9. Localización de canteras

Fase II: Desarrollo del proyecto definitivo

10. Elaboración de Diseño Geométrico.
11. Propuesta de Diseño de Capa de Rodadura.
12. Estudio Hidrológico e Hidráulico.
13. Diseño de Obras de Arte.
14. Metrados Generales.

15. Análisis de Costos Unitarios.
16. Elaboración de Costos y Presupuestos
17. Cronograma de Ejecución de Obra.
18. Elaboración de Planos Definitivos.
19. Evaluación de Impacto Ambiental.
20. Estudio de Señalización y Seguridad Vial.
21. Conclusiones y Recomendaciones

Fase III: Presentación final previa, correcciones finales y sustentación de tesis

22. Presentación de Proyecto Definitivo a los Jurados.
23. Revisión Final por Parte del Jurado
24. Definición de Fecha y Sustentación de Tesis.

3.2 Metodología:

Se realizó un estudio de tráfico, siguiendo las plantillas utilizadas en el reglamento de la MTC. Se evaluaron dos alternativas como mínimo, de las cuales se eligió la que cumple con las especificaciones dadas por las normas vigentes para el diseño de una trocha Carrozable. A continuación, se desarrolló el estudio topográfico de la ruta elegida, así como también los ensayos de mecánica de suelos, los estudios hidrológicos. Al tener resultados de los estudios mencionados se elaboró el diseño geométrico, así como también las obras de arte y los planos correspondientes.

Como parte final se realizó los metrados, los análisis de costos unitarios, costos y presupuestos, también se elaboró la evaluación del impacto ambiental y su respectiva discusión, con conclusiones y recomendaciones.

3.2.1 Diseño geométrico de la carretera.

El diseño de una carretera responde a una necesidad justificada social y económicamente. Ambos conceptos se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener el camino que se proyecta, para que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que

requiere del servicio, normalmente en situación de limitaciones muy estrechas de recursos locales y nacionales.

3.2.1.1 Clasificación de la carretera.

3.2.1.1.1 Clasificación por demanda.

3.2.1.1.1.1 Autopistas de Primera Clase.

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6.000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6,00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

3.2.1.1.1.2 Autopistas de Segunda Clase.

Son carreteras con un IMDA entre 6.000 y 4.001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6,00 m hasta 1,00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3,60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

3.2.1.1.1.3 Carreteras de Primera Clase.

Son carreteras con un IMDA entre 4.000 y 2.001 veh/día, de con una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

3.2.1.1.4 Carreteras de Segunda Clase.

Son carreteras con IMDA entre 2.000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

3.2.1.1.5 Carreteras de Tercera Clase.

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

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

3.2.1.1.6 Trochas Carrozables.

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4,00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

3.2.1.1.2 Clasificación por Orografía.

3.2.1.1.2.1 Terreno Plano (tipo 1)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía menor o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazado.

3.2.1.1.2.2 Terreno ondulado (tipo 2)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado.

3.2.1.1.2.3 Terreno accidentado (tipo 3)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado.

3.2.1.1.2.4 Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

3.2.1.2 Parámetros básicos para el diseño de Caminos no Pavimentados

3.2.1.2.1 Estudio de la demanda

3.2.1.2.1.1 El índice Medio Diario Anual de Transito (IMDA)

En los estudios del tránsito se puede tratar de dos situaciones: el caso de los estudios para caminos existentes, y el caso para caminos nuevos, es decir que no existen actualmente. En el primer caso, el tránsito existente

podrá proyectarse mediante los sistemas convencionales que se indican a continuación. El segundo caso requiere de un estudio de desarrollo económico zonal o regional que lo justifique. El camino se diseña para un volumen de tránsito que se determina como demanda diaria promedio a servir, al final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual, normalmente determinada por el MTC, para las diversas zonas del país.

3.2.1.2.1.2 Volumen y Clasificación de los vehículos.

Se definen tramos del proyecto en los que se estima una demanda homogénea en cada uno de ellos.

Se establece una Estación de Estudio o Conteo en un punto central del tramo, en un lugar que se considere seguro y con suficiente seguridad social.

Se toma nota en una cartilla del número y tipo de vehículos que circulan en una y en la otra dirección, señalándose la hora aproximada en que pasó el vehículo por la Estación.

Se utiliza en el campo una cartilla previamente elaborada, que facilite el conteo según la información que se recopila y las horas en que se realiza el conteo.

Tabla 01 Tipos de Vehículos.

TIPO DE VEHÍCULO	Alto total	Ancho Total	Vuelo Lateral	Ancho de Ejes	Largo Total	Vuelo Delantero	Separación de Ejes	Vuelo Trasero	Radio Minimo de 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 (T251)	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	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 (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45/5.70/1.40/2.15	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	1.00

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.1.3 Variaciones horarias de la Demanda.

De conformidad con los conteos se establece las variaciones horarios de la demanda por sentido de tránsito y también de la suma de ambos sentidos. También se establece la hora de máxima demanda. Puede realizarse conteos para las 24 horas corridas. Pero si se conoce la hora de mayor demanda, puede contarse por un período menor.

3.2.1.2.1.4 Variaciones diarias de la Demanda.

Si los conteos se realizan por varios días, se pueden establecer las variaciones relativas del tránsito diario (total del día o del período menor observado) para los días de la semana.

3.2.1.2.1.5 Variaciones Estacionales mensuales.

Si la información que se recopila es elaborada en forma de muestreo sistemático durante días claves a lo largo de los meses del año, se puede obtener índices de variación mensual, que permitan establecer que hay meses con mayor demanda que otros. Como sería el caso en zonas agrícolas, durante los meses de cosecha.

Con la información obtenida mediante los estudios descritos o previamente ya conocida por estudios anteriores, que pueden comprobarse con conteos mínimos, podrá establecerse, mediante la proyección de esa demanda para el período de diseño, la sección (ancho) transversal necesaria del camino a mejorar y los elementos del diseño de esta sección, como son: ancho de la calzada y de las bermas del camino.

3.2.1.2.1.6 Metodología para establecer el peso de los vehículos de carga que es Importante para el diseño de los pavimentos, pontones y puentes.

Estos estudios se concentran sólo en los vehículos pesados que son los que le hacen daño al camino; y por tanto son importantes para definir el diseño de los pavimentos, de la superficie de rodadura y la resistencia de los pontones y puentes.

3.2.1.2.1.7 Peso vehicular y por eje de los vehiculos Pesados.

Para el caso de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito, en el Capítulo 5 se presenta la guía para el diseño de pavimentos, que contiene la

metodología que permite establecer el efecto destructivo que tendrá el tránsito sobre el pavimento y cómo diseñar el pavimento para el período de diseño, dándose alternativas de diseño en función de los materiales a utilizarse.

3.2.1.2.1.8 Giro mínimo de vehículos tipo

El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior, debe considerarse el espacio libre requerido por la sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente.

La trayectoria exterior queda determinada por el radio de giro mínimo propio del vehículo y es una característica de fabricación.

La trayectoria interior depende de la trayectoria exterior, del ancho del vehículo, de la distancia entre el primer y último eje y de la circunstancia que estos ejes pertenecen a un camión del tipo unidad rígida o semirremolque articulado.

Tabla 02. Vehículos Ligeros

Vehículo Ligero (VL) Radios máximos / mínimos y ángulos				
Ángulo trayectoria	R máx. exterior vehículo (E)	R mín. interior vehículo (I)	R mín. interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	7.76 m	5.14 m	5.28 m	17.8°
60°	7.84 m	4.73 m	4.88 m	24.2°
90°	7.87 m	4.59 m	4.74 m	26.4°
120°	7.88 m	4.54 m	4.69 m	27.3°
150°	7.88 m	4.52 m	4.67 m	27.6°
180°	7.88 m	4.51 m	4.66 m	27.7°

Fuente: DG-2018

Tabla 03. Ómnibus de dos ejes

Ómnibus de dos ejes (B2) Radios máximos / mínimos y ángulos			
Ángulo trayectoria	R máx. exterior vehículo (E)	R mín. Interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	13.76 m	10.17 m	20.2°
60°	14.09 m	8.68 m	30.0°
90°	14.24 m	7.96 m	34.9°
120°	14.31 m	7.59 m	37.4°
150°	14.35 m	7.40 m	38.7°
180°	14.37 m	7.30 m	39.3°

Fuente: DG-2018

Tabla 04. Ómnibus de tres ejes.

Ómnibus de tres ejes (B3-1) Radios máximos / mínimos y ángulos			
Ángulo trayectoria	R máx exterior vehículo (E)	R mín interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	14.66 m	10.80 m	19.1°
60°	14.95 m	9.67 m	17.2°
90°	15.07 m	9.20 m	30.7°
120°	15.12 m	9.00 m	32.2°
150°	15.14 m	8.91 m	32.9°
180°	15.15 m	8.87 m	33.2°

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.2 La Velocidad de Diseño y su relacion con el costo del camino

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazado en planta, elevación y sección transversal del camino.

La velocidad de diseño está igualmente relacionada con el ancho de los carriles de circulación y por ende, con la sección transversal por adoptarse. La velocidad de diseño es la que establecerá las exigencias de distancias de visibilidad en la circulación y consecuentemente de la seguridad de los usuarios del camino a lo largo del trazado.

3.2.1.2.2.1 Definición de la Velocidad de Diseño

La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado, que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción; pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Lo que solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos.

En el particular caso de este Manual destinado al diseño de Caminos de Bajo Volumen del Tránsito, es natural en consecuencia, que el diseño se adapte en lo posible a las inflexiones del territorio y particularmente la velocidad de diseño deberá ser bastante baja cuando se trate de sectores o tramos de orografía más accidentada.

Tabla 05. Rangos de Velocidad.

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía													
CLASIFICACION	OROGRAFIA	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: DG-2018

3.2.1.2.3 Velocidad de Circulación

La velocidad de circulación corresponderá a la norma que se dicte para señalar el camino y limitar la velocidad máxima a la que debe circular el usuario, que deberá indicarse mediante la señalización correspondiente.

3.2.1.2.4 La sección transversal de Diseño

Este acápite se refiere a la selección de las dimensiones que debe tener la sección transversal del camino, en las secciones rectas (tangente), en los diversos tramos a lo largo del camino proyectado.

Para dimensionar la sección transversal, se tendrá en cuenta que los caminos de Bajo Volumen de Tránsito, solo requerirán: a) Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido; y b) Para los caminos de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia, según se estipula más adelante.

3.2.1.2.5 Distancia de Visibilidad

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia adelante del camino, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran tres distancias: la de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior, en el mismo sentido; y la distancia requerida para cruzar o ingresar a un camino de mayor importancia.

3.2.1.2.5.1 Visibilidad de Parada

Distancia de visibilidad de parada, es la longitud mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad directriz, antes de que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la Visibilidad de Parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10 m por encima de la rasante del camino.

Tabla 06. Distancia de Visibilidad de Parada

VELOCIDA D DIRECTRIZ	Pendiente Nula o en bajada				Pendiente en Subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114

Fuente: DG-2018

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Esta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada iguales o mayores a 6% y para velocidades directrices mayores de 70 km/hora.

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada. En el Cuadro N° 3.1.1 se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En caminos de muy bajo volumen de tránsito, de un solo carril y tráfico en dos direcciones la distancia de visibilidad deberá ser por lo menos dos veces la correspondencia a la visibilidad de parada.

Para el caso de la distancia de visibilidad de cruce, se aplicarán los mismos criterios que los de visibilidad de parada.

3.2.1.2.5.2 Visibilidad de Adelantamiento.

Distancia de visibilidad de Adelantamiento (paso), es la mínima distancia que debe ser visible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 km/h menor, con

comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso.

Tabla 07 Distancia de Velocidad de Adelantamiento

VELOCIDAD DIRECTRIZ	Distancia de Visibilidad de Adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410
70	485
80	540

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.6 Alineamiento Horizontal

El alineamiento horizontal deberá permitir la circulación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento carretero se hará tan directo como sea conveniente adecuándose a las condiciones del relieve y minimizando dentro de lo razonable el número de cambios de dirección, el trazado en planta de un tramo carretero está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes), curvas circulares y curvas de transición.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad directriz. La velocidad directriz, a su vez controla la distancia de visibilidad.

Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable.

En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse, el empleo de curvas con radio mínimo. En general se deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en el cual tangentes y curvas se suceden armónicamente. Se restringirá en lo posible el empleo de tangentes excesivamente largas, con el fin de evitar el encandilamiento nocturno prolongado, y la fatiga de los conductores durante el día.

Al término de tangentes largas, donde es muy probable que las velocidades de aproximación de los vehículos sea mayor que la velocidad directriz, las curvas horizontales tendrán radios de curvatura razonablemente amplios.

Deberá evitarse pasar bruscamente de una zona de curvas de grandes radios a otra de radios marcadamente menores. Deberá pasarse en forma gradual, intercalando entre una zona y otra, curvas de radio de valor decreciente, antes de alcanzar el radio mínimo.

Los cambios repentinos en la velocidad de diseño a lo largo de una carretera deberán ser evitados. Estos cambios se efectuarán en decrementos o incrementos de 15 km/h.

Tabla 08. Velocidad Directriz

Velocidad Directriz Km/h	Deflexión Máxima aceptable sin curva circular
30.00	2° 30'
40.00	2° 15'
50.00	1° 50'
60.00	1° 30'
70.00	1° 20'
80.00	1° 10'

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.7 Curvas Horizontales

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En el cuadro 3.2.6.1b se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz.

En el alineamiento horizontal de un tramo carretero diseñado para una velocidad directriz un radio mínimo y un peralte máximo, como parámetros básicos, debe evitarse el empleo de curvas de radio mínimo. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

3.2.1.2.8 Curvas de Transición

Todo vehículo automotor sigue un recorrido de transición al entrar o salir de una curva horizontal. El cambio de dirección y la consecuente ganancia o pérdida de las fuerzas laterales no pueden tener efecto instantáneamente. Con el fin de pasar de la sección transversal con bombeo, correspondiente a los tramos en tangente, a la sección de los tramos en curva provistos de peralte y sobre ancho, es necesario intercalar un elemento de diseño con una longitud en la que se realice el cambio gradual, a la que se conoce con el nombre de longitud de transición.

Cuando el radio de las curvas horizontales sea inferior al señalado en el Cuadro, se usarán curvas de transición. Cuando se usen curvas de transición se recomienda el empleo de espirales que se aproximen a la curva de Euler o Clotoide.

Tabla 09. Necesidad de Curvas de Transición

Velocidad directriz Km/h	Radio m
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380

Fuente: DG-2018

Cuando se use curva de transición la longitud de la curva de transición no será menor que L_{min} ni mayor que L_{max} , según las siguientes expresiones:

$$L_{min} = 0.0178 \frac{V^3}{R}$$

$$L_{max} = 5R^{0.5}$$

- R = Radio de la curvatura horizontal
- L_{min} . = Longitud mínima de la curva de transición
- L_{max} . = Longitud máxima de la curva de transición en metros
- V = Velocidad directriz en Km/h.

La longitud deseable de la curva de transición, en función del radio de la curva circular, se presenta en el Cuadro.

Tabla 10. Longitud deseable de la curva de transición

Radio de curva circular	Longitud deseable de la curva transición (m)
20	11
30	17
40	22
50	28
60	33
70	39
80	44

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.9 Distancia de Visibilidad en Curvas Horizontales

La distancia de Visibilidad en el interior de las curvas horizontales es un elemento del diseño del alineamiento horizontal.

Cuando hay obstrucciones a la visibilidad (tales como taludes de corte, paredes o barreras longitudinales) en el lado interno de una curva horizontal, se requiere un ajuste en el diseño de la sección transversal normal o en el alineamiento, cuando la obstrucción no puede ser removida.

De modo general en el diseño de una curva horizontal, la línea de visibilidad deberá ser por lo menos igual a la distancia de parada correspondiente, y se mide a lo largo del eje central del carril interior de la curva.

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad será el calculado por la expresión siguiente:

$$M = R \left(1 - \cos \frac{28.65S}{R} \right)$$

- M = Ordenada media o ancho mínimo libre
- R = Radio de la curva horizontal
- S = Distancia de visibilidad

3.2.1.2.10 Curvas Compuestas

En general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva. En casos excepcionales podrán usarse curvas compuestas o curvas policéntricas de tres centros. En tal caso el radio de una no será mayor que 1.5 veces el radio de la otra.

3.2.1.2.11 El Peralte del Camino

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo del camino en curva con relación a la parte interior del mismo, con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%.

El mínimo radio (R_{min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e_{max} + f_{max})}$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en el Cuadro:

Tabla 11. Fricción Transversal

Fricción Transversal Máxima en Curvas	
Velocidad Directriz Km/h	f
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14

Fuente: DG-2018

Tabla 12. Radios Mínimos y Peraltes Máximos

Velocidad Directriz	Peralte Máximo e	Valor Límite de fricción	Calculado radio Mínimo	Redondeo de Radio Mínimo
20	4	0.18	14.30	15
30	4	0.17	33.70	35
40	4	0.17	60.00	60
50	4	0.16	98.40	100
60	4	0.15	149.10	150
70	4	0.14	214.20	215
80	4	0.14	279.80	280
20	6	0.18	13.10	15
30	6	0.17	30.80	30
40	6	0.17	54.70	55
50	6	0.16	89.40	90
60	6	0.15	134.90	135
70	6	0.14	192.80	195

80	6	0.14	251.80	250
20	8	0.18	12.10	10
30	8	0.17	28.30	30
40	8	0.17	50.40	50
50	8	0.16	82.00	80
60	8	0.15	123.20	125
70	8	0.14	175.30	175
80	8	0.14	228.90	230
20	10	0.18	11.20	10
30	10	0.17	26.20	25
40	10	0.17	46.60	45
50	10	0.16	75.70	75
60	10	0.15	113.30	115
70	10	0.14	160.70	160
80	10	0.14	209.90	210
20	12	0.18	10.50	10
30	12	0.17	24.40	25
40	12	0.17	43.40	45
50	12	0.16	70.30	70
60	12	0.15	104.90	105
70	12	0.14	148.30	150
80	12	0.14	193.70	195

Fuente: DG-2018

En caminos cuyo IMDA de diseño sea inferior a 200 vehículos por día y la velocidad directriz igual o menor a 30 km/h, el peralte de todas las curvas podrá ser igual al 2.5%.

La variación de la inclinación de la sección transversal desde la sección con bombeo normal en el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vía denominada transición. La longitud de

transición del bombeo en aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso. Se denomina Longitud de Transición de Peralte a aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte.

Tabla 13. Longitudes Mínimas de Transición de Bombeo y Transición de Peralte

Velocidad Directriz	VALOR DEL PERALTE						Transición de Bombeo
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	LONGITUD DE TRANSICION DE PERALTE (M)						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	57	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	54	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	66	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14

Fuente: DG-2018.

Tabla 14. Valores de Peralte y Longitud de Transición del Peralte.
Peralte máximo = 4%

R (m)	V= 20 Km/h		V= 30 Km/h		V= 40 Km/h		V= 50 Km/h		V= 60 Km/h		V= 70 Km/h		V= 80 Km/h							
	e (%)	L (m)	(%)	L (m)																
7000	BN	0																		
5000	BN	0																		
3000	BN	0																		
2500	BN	0																		
2000	BN	0	BH	14																
1500	BN	0	BH	13	BH	14														
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	0	BH	13	2.1	15						
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	0	BH	13	2.2	16						
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	BH	13	2.3	17						
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	0	BH	12	2.2	14	2.5	18						
900	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	BH	12	2.4	15	2.7	19						
800	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.1	13	2.5	16	2.8	20						
700	BN	0	BN	0	BH	0	BH	11	2.3	14	2.7	18	3	22						
600	BN	0	BN	0	BH	10	2.1	12	2.5	15	2.9	19	3.2	23						
500	BN	0	BN	0	BH	10	2.3	13	2.7	16	3.1	20	3.5	25						
400	BN	0	BN	0	2.1	11	2.5	14	3	18	3.4	22	3.7	27						
300	BN	0	BH	bh	2.4	12	2.8	16	3.3	20	3.8	25	4	29						
250	BN	0	BH	10	2.6	13	3	17	3.6	22	3.9	26	R min= 280							
200	BN	0	2.3	11	2.8	14	3.3	18	3.8	23	R min= 215									
175	BH	0	2.4	12	2.9	15	3.5	19	3.9	23										
150	BH	9	2.5	12	3.1	15	3.7	20	4	24										
140	BH	9	2.5	12	3.2	16	3.8	21	R min= 150											
130	BH	9	2.6	12	3.3	17	3.8	21												

120	BH	9	2.7	13	3.4	17	3.9	22
110	BH	9	2.8	13	3.5	18	4	22
100	2.1	9	2.9	14	3.6	19	4	22
90	2.2	10	3	14	3.7	19	R min= 100	
80	2.4	11	3.2	15	3.8	20		
70	2.5	11	3.3	16	3.9	20		
60	2.6	12	3.5	17	4	21	e= Peralte % R= Radio	
50	2.8	13	3.7	18	R min= 60v= Velocidad			
40	3	14	3.9	19	BN= Sección con Bombeo Normal			
30	3.3	15	35 BH =Sección con Bombeo Adverso Horizontalizado L = Longitud de Transición de P					
20	3.8	17						
	R min= 15 e max= 4%							

Fuente: DG-2018

Tabla 15. Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte

Peralte máximo = 6%

R (m)	V= 20 Km/h		V= 30 Km/h		V= 40 Km/h		V= 50 Km/h		V= 60 Km/h		V= 70 Km/h		V= 80 Km/h							
	e (%)	L(m)	(%)	L(m)	(%)	L(m)	(%)	L(m)	(%)	L(m)	(%)	L(m)	(%)	L(m)						
7000	BN	0																		
5000	BN	0																		
3000	BN	0																		
2500	BN	0																		
2000	BN	0	BH	14																
1500	BN	0	BH	13	2.2	15														
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	BH	13	2.4	17						
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	RC	12	2.1	14	2.5	18						
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	RC	12	2.2	14	2.7	19						
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.1	13	2.6	17	3.1	22						
900	BN	0	BN	0	BN	0	RC	11	2.3	14	2.8	18	3.4	24						
800	BN	0	BN	0	BN	0	RC	11	2.5	15	3.1	20	3.6	28						
700	BN	0	BN	0	BH	10	2.1	12	2.8	17	3.4	22	4	29						
600	BN	0	BN	0	RC	10	2.4	13	3.1	19	3.8	25	4.3	31						
500	BN	0	BN	0	2.1	11	2.8	16	3.6	21	4.2	27	4.8	35						
400	BN	0	BH	10	2.5	13	3.3	18	4	24	4.7	31	5.3	38						
300	BN	0	BH	10	3.1	15	3.9	22	4.6	28	5.4	35	5.9	42						
250	BN	0	2.3	11	3.5	16	4.2	23	5	30	5.8	38	6	43						
200	BN	0	2.8	13	3.9	18	4.7	26	5.5	33	6	39	R min= 250							
175	BH	9	3	14	4.1	20	5	28	5.8	35	R min= 195									
150	BH	9	3.3	16	4.4	21	5.3	29	6	36										
140	BH	9	3.5	17	4.5	23	5.4	30	6	36										
130	2.1	9	3.6	17	4.6	24	5.5	31	R min= 135											
120	2.2	10	3.8	18	4.8	25	5.7	32												
110	2.4	11	3.9	19	5	26	5.8	32												
100	2.6	11	4.1	20	5.2	27	6	33												
90	2.7	12	4.2	20	5.4	28	6	33												

80	3	14	4.5	22	5.5	29	R min= 90
70	3.2	14	4.7	23	5.8	30	e= Peralte % R= Radio
60	3.5	15	5	24	6	31	
50	3.8	17	5.4	26	R min= 55v= Velocidad		
40	4.2	19	5.8	28	BN= Sección con Bombeo Normal		
30	4.7	21	6	29	BH = Sección con Bombeo Adverso Horizontalizado		
20	5.5	25	Rmin =30 L = Longitud de Transición de Peralte				
	R min= 15 e max= 6%						

Fuente: DG-2018

Tabla 16. Valores de Peralte y Longitud de Transición de Peralte

Peralte máximo = 8%

R(m)	V= 20 Km/h		V= 30 Km/h		V= 40 Km/h		V= 50 Km/h		V= 60 Km/h		V= 70 Km/h		V= 80 Km/h	
	(%)	L(m)												
7000	BN	0												
5000	BN	0												
3000	BN	0												
2500	BN	0												
2000	BN	0	BH	14										
1500	BN	0	BH	13	2.4	17								
1400	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	2.1	14	2.5	18
1300	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	2.2	14	2.7	19
1200	BN	0	BN	0	BN	0	BN	0	BH	12	2.4	16	2.9	21
1000	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.2	13	2.8	18	3.4	24
900	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.4	14	3.1	20	3.7	27
800	BN	0	BN	0	BN	0	BH	11	2.7	16	3.4	22	4.1	30
700	BN	0	BN	0	BH	10	2.2	12	3	18	3.8	25	4.5	32
600	BN	0	BN	0	BH	10	2.8	14	3.4	20	4.3	28	5.1	37
500	BN	0	BN	0	2.2	11	3	17	3.9	23	4.9	32	5.8	42
400	BN	0	BH	10	2.7	14	3.8	20	4.7	28	5.7	37	6.6	48
300	BN	0	2.1	10	3.4	17	4.5	25	5.6	34	6.7	44	7.6	55
250	BN	0	2.5	12	4	21	5.1	28	6.2	37	7.4	48	7.9	57
200	BN	0	3	14	4.6	24	5.8	32	7	42	7.9	52	R min= 230	
175	BH	9	3.4	16	5	25	6.2	34	7.4	44	8	52		
150	BH	9	3.8	18	5.4	26	6.7	37	7.8	47	R min= 125			
140	BH	9	4	19	5.5	29	6.9	38	7.9	47				
130	2.2	10	4.2	20	5.8	30	7.1	39	8	48				

120	2.3	10	4.4	21	6	31	7.4	41	R min= 150
110	2.5	11	4.7	23	6.3	32	7.6	42	
100	2.7	12	5	24	6.6	34	7.8	43	
90	3	14	5.2	25	6.9	35	7.9	44	
80	3.3	15	5.5	26	7.2	37	8	44	
70	3.6	16	5.9	28	7.6	39	R min = 80		
60	4.1	18	6.4	31	7.8	40	e= Peralte % R= Radio		
50	4.6	21	6.9	33	8	41			
40	5.2	23	7.5	36	R min= 45v= Velocidad				

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.12 Sobre ancho de la calzada en curvas circulares

La calzada se sobre ancha en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes.

Tabla 17. Sobre ancho de la calzada en curvas circulares (m) (Calzada de dos carriles de circulación)

Velocidad Directriz	Radio de Curva (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
20	11.91	6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.7	0.55	0.39	0.3	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.3	0.22	0.18
40					2.68	2.2	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.5	0.4	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.1	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.5	0.43	0.33	0.27
70									1.51	1.27	1.11	0.9	0.67	0.55	0.48	0.36	0.3
80											1.19	0.97	0.73	0.6	0.52	0.4	0.33

Fuente: DG-2018

Para velocidades de diseño menores a 50 km/h no se requerirá sobreebanco cuando el radio de curvatura sea, mayor a 500 m, tampoco se requerirá sobreebanco cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 70 km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m.

3.2.1.2.13 Alineamiento Vertical

3.2.1.2.13.1 Consideraciones para el Alineamiento vertical

En el diseño vertical el perfil longitudinal conforma la rasante, la misma que está constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes.

Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota.

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten conformar una transición entre pendientes de distinta magnitud, eliminando el quiebre brusco de la rasante. El diseño de estas curvas asegurará distancias de visibilidad adecuadas.

El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

A efectos de definir el Perfil Longitudinal se considerarán como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad, que se deriven de la visibilidad disponible, de la deseable ausencia de pérdidas de trazado y de una transición gradual continua entre tramos con pendientes diferentes.

Para la definición del perfil longitudinal se adoptarán, salvo casos suficientemente justificados, los siguientes criterios:

En carreteras de calzada única el eje que define el perfil, coincidirá con el eje central de la calzada.

Salvo casos especiales en terreno llano, la rasante estará por encima del terreno, a fin de favorecer el drenaje.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se acomodará a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

En terreno montañoso y en terreno escarpado, también se acomodará la rasante al relieve del terreno, evitando los tramos en contrapendiente, cuando debe vencerse un desnivel considerable, ya que ello conduciría a un alargamiento innecesario, del recorrido de la carretera.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. el modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. en casos de curvas convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

3.2.1.2.13.2 Curvas Verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 1%, para carreteras pavimentadas y mayor a 2% para las afirmadas. Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad en una distancia igual a la de visibilidad mínima de parada, y cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

Para la determinación de la longitud de las curvas verticales se seleccionará el Índice de Curvatura K. La longitud de la curva vertical será igual al Índice K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A).

$$L = K * A$$

- Los valores de los índices K se muestran en el Cuadro.

Tabla 18. Índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa

Velocidad Directriz	Distancia de Visibilidad de frenado	Índice de Curvatura K	Distancia de Visibilidad de frenado	Índice de Curvatura K
20	20	0.6	0	0
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

Fuente: DG-2018

Tabla 19. Índice para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava.

VELOCIDAD DIRECTRIZ KM/H	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO M.	INDICE DE CURVATURA K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3
70	105	22.6
80	130	29.4
El Índice de Curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.		

Fuente: DG-2018

3.2.1.2.14 Pendiente

En los tramos en corte se evitará preferiblemente el empleo de pendientes menores a 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje y la calzada cuente con un bombeo igual o superior a 2%.

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en el Cuadro.

En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos del Cuadro para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

Los límites máximos de pendiente se establecerán teniendo en cuenta la seguridad de la circulación de los vehículos más pesados, en las condiciones más desfavorables de la superficie de rodadura.

Tabla 20. Pendientes máximas

OROGRAFÍA TIPO	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
VELOCIDAD DE DISEÑO:				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7

Fuente: DG-2018

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m, con pendiente no mayor de 2%. Se determinará la frecuencia y la ubicación de estos tramos de descanso de manera que se consigan las mayores ventajas y los menores incrementos del costo de construcción.

En general cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en el Cuadro son aplicables.

En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

3.2.1.2.15 Sección Transversal

3.2.1.2.15.1 Calzada

El diseño de caminos de muy bajo volumen de tráfico $IMDA < 50$ la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril en los demás casos la calzada se dimensionará para dos carriles.

En el cuadro se indica los valores para el ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera.

Tabla 21. Ancho mínimo de la calzada en tangente (en metros)

Tráfico IMDA	< 15	15 á 50		50 á 100		100 á 200		200 á 400	
Velocidad km/h	*	*	**	*	**	*	**	*	**
25	3.50 ◆	3.50 ◆	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
30	3.50 ◆	4.00 ◆	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
40	3.50 ◆	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60
50	3.50 ◆	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00	6.60	6.60
70		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	7.00
80		5.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.60	7.00	7.00

Fuente: DG-2018

En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua.

Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% á 3% hacia uno de los lados de la calzada.

3.2.1.2.15.2 Bermas

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min 0.50 m.

En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7% la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

3.2.1.2.15.3 Ancho de Plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado, y la cuneta de drenaje.

3.2.1.2.15.4 Plazoletas

En caminos de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo, para que puedan cruzarse los vehículos opuestos, o adelantarse los del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo del camino, con la facilidad de ensanchar la plataforma.

3.2.2 Ensayos de Suelos y Cantera

3.2.2.1 Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

3.2.2.1.1 Normas Técnicas Peruanas

NTP 339.089 SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo).

3.2.2.1.2 Definiciones

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

3.2.2.1.3 Principio del Método

Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ más menos $5\text{ }^{\circ}\text{C}^*$. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

3.2.2.1.4 Aparatos

- Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.01 g para muestras de menos de 200 g de 0.1 g para muestras de más de 200 g.
- Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.
- Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después que se hayan secado.

3.2.2.1.5 Muestras

Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM 4220, Grupos de suelos B, C 6 D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corrosibles a una temperatura entre aproximadamente 3 °C y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor.

3.2.2.1.6 Procedimiento

- Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- Seleccionar especímenes de ensayo representativo.
- Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza

3.2.2.1.7 Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \times 100$$

$$w = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

en donde:

- w = es el contenido de humedad, en porcentaje
- M_{cws} = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos
- M_{cs} = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos
- M_c = es el peso del contenedor, en gramos
- M_w = es el peso del agua, en gramos
- M_s = es el peso de las partículas sólidas, en gramos

3.2.2.2 Agregados

3.2.2.2.1 Análisis granulométrico de agregado fino, grueso y global.

La presente Norma Técnica Peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado.

Los valores indicados en el SI deben ser considerados como estándares. La ASTM E-11 designa los tamices en pulgadas, para esta NTP, se designan en unidades SI exactamente equivalentes.

3.2.2.2.2 Campo de aplicación

Esta Norma Técnica se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados. Los datos también pueden ser utilizados para correlacionar el esponjamiento y el embalaje.

3.2.2.2.3 Aparatos

- **Balanzas:** Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación.
- **Tamices:** Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.
- **Agitador Mecánico de Tamices:** Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. La acción del tamizado será tal que el criterio para un adecuado tamizado descrito en el apartado 8.4 esté dentro de un periodo de tiempo razonable.
- **Horno:** Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de 110^a C.

3.2.2.2.4 Muestreo

- **Tomar la muestra de agregado de acuerdo a la NTP 400.010.** El tamaño de la muestra de campo deberá ser la cantidad indicada en la NTP 400.010 o cuatro veces la cantidad requerida.
- **Mezclar completamente la muestra y reducirla a la cantidad necesaria para el ensayo utilizando los procedimientos descritos en la práctica normalizada ASTM C 702.** La muestra para el ensayo será aproximadamente de la cantidad deseada cuando esté seca y deberá ser el resultado final de la reducción. No se permitirá la reducción a una cantidad exacta predeterminada.
- **Agregado fino:** La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo.
- **Agregado grueso:** La cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la Tabla.

Tabla 22. Tamaño Maximo Nominal

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)
125 (5)	300 (660)

Fuente: NTP 400.012

3.2.2.2.5 Procedimiento

- Secar la muestra a peso constante a una temperatura de 110 ° C.
- Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. El uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de fineza o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra.
- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura

del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm (N° 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7 kg/m² de área superficial de tamizado, Para tamices con aberturas de 4,75 mm (N° 4) y mayores, la cantidad retenida en kg no deberá sobrepasar el producto de 2,5 x (abertura del tamiz en mm x (área efectiva de tamizado, m²)). Esta cantidad se muestra en la Tabla 1 para 5 dimensiones de tamices de uso común. En ningún caso la cantidad retenida será mayor como para causar deformación permanente al tamiz

- Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes. En la determinación de la eficacia del tamizado para medidas mayores de 4,75 mm (N° 4), limitar a una capa simple de partículas sobre el tamiz. Si la medida del tamiz hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, utilizar el tamiz de 203 mm de diámetro (8 pulgadas) para verificar la eficiencia del tamizado.
- Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza conforme a los requerimientos especificados en el apartado 5.1 aproximando al 0,1 % más cercano de la masa total original de la muestra seca. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0,3 %, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

3.2.2.2.6 Cálculo

Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra. Si la misma muestra fue primero ensayada por el método de ensayo que se describe en la NTP 400.018, incluir la masa de material más fino que la malla de 75 μm (N°200) calculada por el método de lavado y utilizar el total de la masa de la muestra seca previa al lavado descrito en el método de ensayo de la NTP 400.018, como base para calcular todos los porcentajes.

- Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 μm (N° 100); 300 μm (N° 50); 600 μm (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

3.2.2.2.7 Reporte

Porcentaje que pasa de cada tamiz, Porcentaje retenido de cada tamiz, el porcentaje retenido entre tamices consecutivos y reportar el módulo de fineza.

3.2.2.3 Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía Modificada.

Este método de ensayo cubre los procedimientos de compactación en laboratorio que se utilizan para determinar las relaciones entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactac

ión) compactada en un molde con un diámetro de 101,6 o 152,4 mm (4 ó 6 pulg) con un pisón de 44.5-N (10-lbf) que cae a una altura de 457 mm (18 pulg) produciendo un esfuerzo de compactación de (2,700 kN-m/m' (56,000 pie-lbf/pie')).

3.2.2.3.1 Existen tres procedimientos.

El procedimiento que se utilizará deberá realizarse como se indica en la especificación para el material que se utilizará en el ensayo. Si no se indica ningún procedimiento, la elección del procedimiento se basará en la gradación del material.

Procedimiento A

- Molde de 101.6 mm (4 pulg) de diámetro.
- Material que pasa la malla N° 4 (4,75 mm).
- Capas: Cinco
- Golpes por capas: 25
- Uso: Se utiliza, si la malla Nª 4 (4.75 mm) retiene el 20 % menos del peso del material

Procedimiento B

- Molde de 101.6 mm (4 pulg) de diámetro.
- Material que pasa la malla 3/8 (9.5 mm).
- Capas: Cinco
- Golpes por capas: 25
- Uso: Se utiliza, si la malla Nª 4 (4.75 mm) retiene más del 20 % en peso del material y el tamiz de 9.5 mm (3/8 pulg) retiene el 20% o menos del peso del material

Procedimiento C

- Molde de 152.4 mm (6 pulg) de diámetro.
- Material que pasa el tamiz de 19 mm.
- Capas: Cinco
- Golpes por capas: 56
- Uso: Se utiliza, si la malla 3/8 (9.53 mm) retiene más del 20 % en peso del material y el tamiz de 19 mm (3/4 pulg) retiene menos del 30% en peso del material.
- Si el espécimen ensayado contiene más del 5 % en peso de un tamaño mayor (fracción gruesa) y el material no se incluye en el ensayo, se deberá corregir el peso unitario y el contenido de

agua del espécimen ensayado a la densidad de campo apropiada usando la práctica ASTM D4718.

- Este método de ensayo generalmente produce un peso unitario seco máximo bien definido en los suelos que no drenan libremente. Si este método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el peso unitario máximo y puede ser menor del obtenido con el método de ensayo NTP 339.137.

3.2.2.3.2 Aparatos de ensayo

- Ensamblaje del molde: Los moldes deben ser cilíndricos, hechos de material rígido y con la capacidad y dimensiones que se indican en 7.1.1 ó 7.1.2 y Figuras. 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas, o ahusadas. El tipo “partido” deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento, que se puede cerrar de forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo “ahusado” debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tienen un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y construido de modo que se puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg) por debajo de ésta. El collar de extensión debe alinearse con el interior del molde. La parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.
- Molde de 4 pulg: Un molde que tenga un promedio de 101,6 mm \pm 0,4 mm. (4,000 pulg \pm 0,016 pulg) de diámetro interior promedio, una altura de 116,4 mm \pm 0,5 mm (4,584 pulg \pm 0,018 pulg.) y un volumen de 944 cm³ \pm 14 cm³ (0,0333 pie³ \pm 0,0005 pie³). En la Figura 1 se muestra el ensamblaje del molde con los requisitos mínimos.

- Molde de 6 pulg: Un molde que tenga un promedio de 152,4 mm \pm 0,7 mm (6,000 pulg \pm 0,026 pulg.) de diámetro interior promedio, una altura del 16,4 mm \pm 0.5 mm (4,584 pulg \pm 0.018 pulg.), y un volumen de 2124 cm³ \pm 25 cm³ (0,075 pie³ \pm 0,0009 pie³). En la Figura 2 se muestra el ensamblaje del molde con los requisitos mínimos
- Pisón: Un pisón, que también puede ser operado manualmente como se indica en 7.2. 1 o mecánicamente como se indica en 7.2.2. El pisón debe caer libremente a una distancia del 457,2 mm \pm 1,6 mm (8 pulg \pm 0.05 pulg.) de la superficie del espécimen. La masa del pisón debe ser de 4,54 kg \pm 0.01 kg (10 lbm \pm 0.02 lbm), salvo que las masas de los pisones mecánicos se ajusten como se indica en el método de ensayo ASTM D 2168 (véase nota 5). La cara del pisón que golpea debe ser plana y circular, salvo como se indica en el 7.2.2.3, con un diámetro cuando sea nuevo de 50,80 mm \pm 0,13 mm (2,000 pulg \pm 0.005 pulg). Se debe reemplazar el piston.
- Pisón Manual. El pisón debe equiparse con una guía que tenga suficiente juego de modo que la caída libre del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía debe tener por lo menos cuatro orificios de ventilación en cada extremo (ocho huecos en total) localizados con centros de 19,0 mm \pm 1.6 mm (3/4 pulg \pm 1/16 pul) de cada extremo y espaciados a 90 grados. El diámetro mínimo de los orificios de ventilación debe ser de 9,5 mm (3/8 pulg.) Se podrían añadir orificios adicionales o ranuras en el tubo guía
- Pisón mecánico circular: El pisón debe operar mecánicamente de manera que proporcione una cobertura uniforme y completa de la superficie del espécimen. Deberá haber una holgura de 2,5 mm \pm 0,8 mm entre el pisón y la superficie interior del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe reunir los requisitos de calibración del método de ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe ser equipado con medios mecánicos positivos para soportar el pisón cuando no se utilice.
- Horno de secado: Con control termostático, preferiblemente del tipo de ventilación forzada y con la capacidad de mantener una

temperatura uniforme de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 9\text{ }^{\circ}\text{F}$) a través de la cámara de secado.

- Regla recta: Una regla recta de metal rígido de una longitud adecuada pero no menor de 254 mm (10 pulg.). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de $\pm 0,1\text{ mm}$ (0,005 pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg.)

3.2.2.3.3 Muestra del ensayo

La masa de la muestra requerida para los procedimientos A y B es de aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el procedimiento C es aproximadamente de 29 kg (65 lbm) del suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener una masa húmeda mínima de 23 kg (50 lbm) y 45 kg [100 lbm] respectivamente.

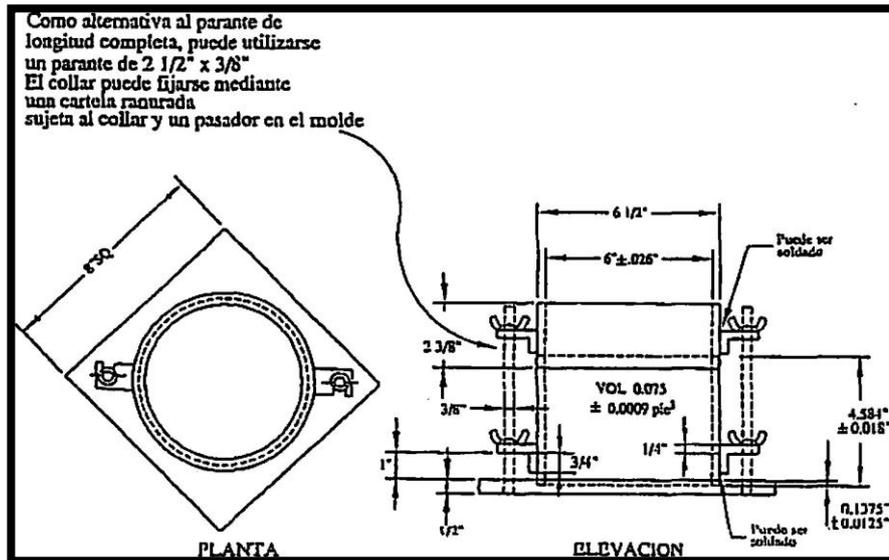
Determine adecuadamente el porcentaje del material retenido en el tamiz N° 4 (4,75 mm), 9,5 mm (3/8 pulg) o 19,0 mm (1/4 pulg) para escoger el procedimiento A, B o C, separando una porción representativa de la muestra total y determinando los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el método de ensayo NTP 339. 128 ó ASTM C 136. Sólo es necesario calcular los porcentajes para un tamiz o tamices de la información que se desarrolló.

3.2.2.3.4 Método del ensayo

Se coloca un suelo a un contenido de agua seleccionado en cinco capas dentro de un molde de dimensiones particulares, con cada capa compactada con 25 ó 56 golpes de un pisón de 44.5 N (10-lbf) que cae desde una distancia de 457 mm (18 pulg), sometiendo al suelo a un esfuerzo de compactación total de aproximadamente 2700 kN m/m' (56 000 pie- lbf/pie). Se determina el peso unitario seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de contenidos de agua para establecer una relación entre el peso unitario seco y el contenido de agua del suelo. Este dato, cuando se plotea, representa una relación curvilíneal conocida como curva de compactación. Los valores del óptimo contenido de agua y el

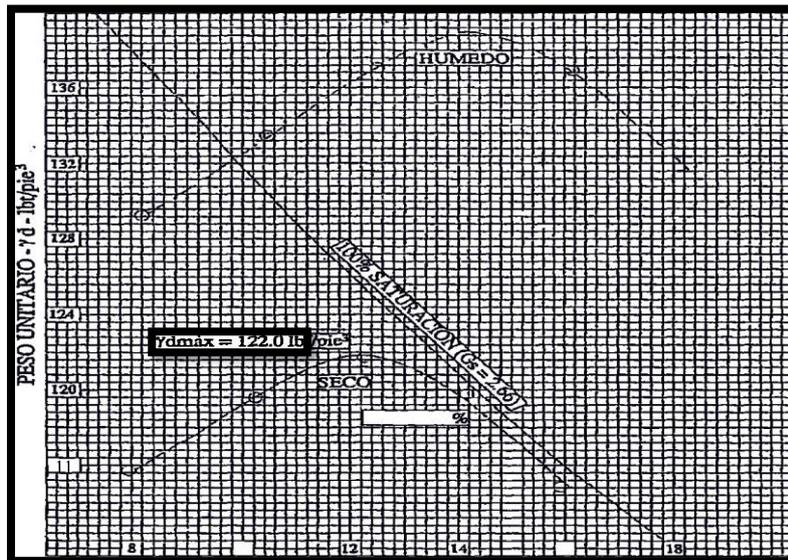
máximo peso unitario seco modificado se determinan en base a la curva de compactación.

Figura 1. Molde Cilíndrico de 4 pulgadas.



Fuente NTP 339-141

Figura 2. Gráfico de curva de Compactación



Fuente: NTP 339-141

3.2.2.4 Método de ensayo de CBR (California Bearing Ratio)

3.2.2.4.1 Resumen del método de ensayo

Para ensayos realizados sobre materiales compactados a un contenido de agua se preparan tres especímenes. Los especímenes se compactan usando tres diferentes esfuerzos de compactación para obtener pesos unitarios, tanto por encima como por debajo del peso unitario deseado.

Después de permitir que los especímenes se cubran de agua para humedecerse, u otro tratamiento específico como curado, cada espécimen estará sujeto a la penetración por un vástago cilíndrico. Los resultados del esfuerzo (carga) versus la profundidad de penetración se plotean para determinar el CBR de cada espécimen. El CBR a la densidad especificada se determina con un gráfico de CBR versus el peso unitario seco. Para pruebas en las cuales el resultado se determina para un rango de contenido de agua, una serie de especímenes con cada uno de los tres esfuerzos de compactación son preparados sobre el rango de contenido de agua de interés. Los esfuerzos de compactación se seleccionan para producir pesos unitarios superiores e inferiores al peso unitario deseado. Después de permitir que los especímenes se humedezcan, u otro tratamiento específico como curado, cada espécimen es penetrado. Los resultados se grafican para obtener el CBR para cada espécimen. Una gráfica de los valores de CBR versus el peso unitario para cada contenido de agua se realiza para determinar el mínimo CBR para el rango de contenido de agua.

3.2.2.4.2 Muestra

La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339. 141 ó NTP

339. 142 para la compactación de un molde de 152,4 mm (6 pulgadas) excepto por lo siguiente:

Si todo el material pasa el tamiz de 19 mm (3/4 de pulgada), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4 de pulgada), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de 3/4 de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N°4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

3.2.2.4.3 Espécimen de ensayo

- Para casos donde el CBR se necesite al 100 % del máximo peso unitario seco y al óptimo contenido de agua, compactar un espécimen usando el procedimiento de compactación especificado, métodos de prueba NTP 339. 141 o NTP 339.142, a partir de un suelo preparado a mas o menos 0,5 por ciento del óptimo contenido de agua.
- Si el CBR se necesita al óptimo contenido de agua y algún porcentaje del máximo peso unitario seco, compactar tres especímenes a partir del suelo preparado dentro del porcentaje del más o menos 0,5 % del óptimo contenido de agua y usar la compactación especificada pero utilizando un número diferente de golpes por capa para cada espécimen. El número de golpes por capa deberá ser variado necesariamente al preparar especímenes que tengan pesos unitarios superiores e inferiores al valor deseado. Típicamente, si el CBR deseado corresponde al 95 % del peso unitario máximo seco, es satisfactorio usar especímenes compactados a 56, 25 y 12 golpes por capa. La penetración deberá ser realizada en cada uno de estos especímenes.
- Si la muestra está remojada, tomar una muestra representativa del material para determinar la humedad al inicio de la compactación y otra muestra del material restante después de la compactación. Usar el método NTP 339. 127 para determinar el contenido de humedad. Si la muestra no está remojada, tomar una muestra de contenido de humedad según los métodos de prueba NTP 339. 142 o los métodos de prueba NTP 339. 141 si se requiere el promedio de contenido de humedad.
- Fijar el molde (con el anillo de extensión unido) a la placa base con el agujero del mango de extracción resistiendo firmemente. Insertar el disco espaciador en la placa base y colocar un disco o papel filtro sobre la parte superior del disco espaciador.
- Compacte la mezcla de agua y suelo en el molde.

Tabla 26. Capacidad de Carga Mínima

Máxima medición de CBR	Capacidad de Carga Mínima	
	(lbf)	(kN)
20	2500	11.2
50	5000	22.3
>50	10000	44.5

Fuente: NTP 339-145

- Retirar el anillo de extensión y tallar cuidadosamente el suelo compactado al mismo nivel de la parte superior del molde por medio de una varilla. Resanar con poco material algunos agujeros que pueden haberse desarrollado en la superficie al retirar el material gravoso. Retirar la placa base perforada y el disco espaciador, pesar y registrar la masa del molde más el suelo compactado. Colocar un disco de papel filtro para grava en la placa base perforada, invertir el molde y el suelo compactado, y fijar la placa base perforada al molde con el suelo compactado en contacto con el papel filtro.
- Colocar los pesos para sobrecarga en la placa perforada y el ensamblado del vástago que sea ajustable y disminuir cuidadosamente en el espécimen de suelo compactado en el molde. Aplicar un sobrepeso igual al peso del material base y pavimento de 2,27 kg (5 lb), sin embargo en ningún caso el peso total deberá ser menor de 4,54 kg (10 lb).
- Si no se especifica el peso en el pavimento, usar 4,54 kg. Sumergir el molde y las pesas en agua que permita libre acceso de agua a la parte superior e inferior del espécimen. Tomar las medidas iniciales para la hinchazón y permitir que el espécimen se remoje 96 horas. Mantener un nivel constante de agua durante este período. Un breve período de inmersión es permisible para suelos de grano fino o granulares que absorben la humedad rápidamente, si es que las pruebas muestran que

el breve período no afecta los resultados. Al finalizar las 96 horas, tome las medidas finales de hinchazón y calcular la hinchazón como porcentaje de la altura inicial del espécimen.

- Retirar el agua y permitir al espécimen drenar durante 15 min, Tener cuidado de no alterar la superficie durante el traslado del agua. Puede ser necesario inclinar el espécimen para retirar el agua de la superficie. Retire las pesas, la placa perforada y papel filtro, determinar y registrar la masa.

3.2.2.4.4 Procedimiento para prueba de soporte

- Colocar una sobrecarga de pesas en el espécimen, suficiente para que produzca una intensidad de igual carga al peso del material base. Si no se especifica el peso en el pavimento, utilizar 454 kg de masa Si el espécimen ha sido remojado previamente, el sobrepeso debe ser igual al que se usó durante el período de remojo. Para prevenir el alzamiento del suelo en el agujero del peso para la sobrecarga, colocar la pesa anular de 2.27 kg sobre la superficie del suelo antes de fijar el pistón de penetración, después colocar el resto de las pesas para la sobrecarga.
- Fijar el pistón de penetración con la mínima carga posible, pero de ninguna manera exceder 44 N (10 lbf). Establecer tanto las calibraciones del esfuerzo como las de penetración a cero. La carga inicial necesita asegurar la base del pistón y debe considerarse como carga cero cuando se determina la relación carga - penetración. Fijar la calibración de deformación hacia el dispositivo de medida de carga, si es posible; de ninguna manera unirlo a las máquinas de prueba que soporta las piezas metálicas.(brazos). □ Aplique la carga sobre el pistón de penetración de manera que la velocidad de penetración sea aproximadamente 1,27 mm/min (0,05 pulg). Registrar las lecturas de carga con penetraciones de 0,26 mm (0,025 pulg), 1,27 mm (0,050 pulg), 1,91 mm (0,075 pulg), 2,54 mm (0,100 pulg), 3,18 mm (0, 125 pulg), 3,81 mm (0,150 pulg), 4,45 mm (0,175

pulg), 5,08 mm (0,200 pulg), 7,62 mm (0,300 pulg), 10,16 mm (0,400 pulg) y 12,70 mm (0,500 pulg). Anotar la máxima carga y penetración en caso de que ocurra una penetración menor de 12,70 mm (0,500 pulg).

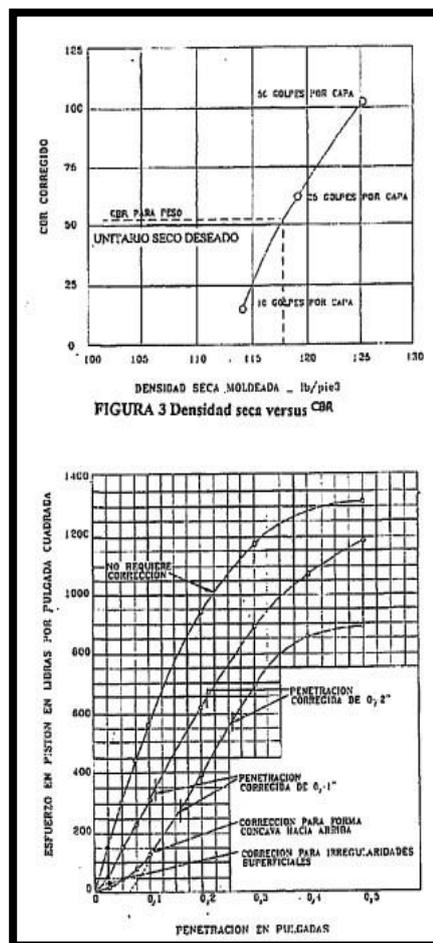
- Retirar el suelo del molde y determinar el contenido de humedad de la capa superior de 25,4 mm (1 pulgada). Tomar la muestra de contenido de humedad según los métodos de prueba NTP 339. 141 o ASTM 339. 142, si se desea el contenido promedio de humedad. Cada muestra de contenido de humedad debe pesar no menos de 100 g para suelos de grano fino, ni menos de 500 g para suelos.

3.2.2.4.5 Cálculos

- Curva de penetración: Calcular el esfuerzo de penetración en mega pascales o libras por pulgada cuadrada y plotear la curva de penetración - esfuerzo. En algunos casos, la curva de penetración - esfuerzo puede ser cóncava hacia arriba, debido a las irregularidades de superficie u otras causas, y en dichos casos el punto cero deberá ser ajustado
- Relación de soporte: Usar valores corregidos del esfuerzo tomados de la curva de penetración - esfuerzo con penetraciones de 2,54 mm (0,100 pulg) y 5,08 mm (0,200 pulg), calcular las relaciones de soporte para cada uno al dividir los esfuerzos corregidos por los esfuerzos estándares de 6,9 MPa (1000 psi) y 10,3 Mpa (1500 psi) respectivamente, y multiplique por 100. Además, calcule las relaciones de soporte por el esfuerzo máximo, si la penetración es menor de 5,08 mm (0,200 pulg) interpolando el esfuerzo de penetración.
- Relación de Diseño para un contenido de agua: Usar los datos obtenidos de los tres especímenes, plotear el CBR versus la relación del peso unitario seco. Determinar el CBR de diseño a un porcentaje del máximo peso unitario seco requerido.

- Relación de Diseño para un rango de contenido de agua: Graficar los datos de las pruebas a tres esfuerzos de compactación. Los datos planteados según lo mostrado representan la reacción del suelo sobre el margen de contenido de agua especificado. Seleccionar el CBR para informar como el más bajo CBR en el margen especificado de contenido de agua que tiene un peso unitario seco entre el mínimo especificado y el peso unitario seco producido por la compactación en el rango de contenido de agua.

Figura 3. Tabla de Densidad



Fuente: NTP 339-145

3.2.2.5 Método de ensayo de los Límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo.

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

3.2.2.5.1 Límites Líquidos.

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la Cuchara de Casagrande o Copa de Casagrande, y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela, hasta que el surco que previamente se ha recortado, se cierre en una longitud de 12 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre el surco es 25, la humedad del suelo (razón peso de agua/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido.

3.2.2.5.1.1 Materiales

- Plato: Un plato de porcelana preferentemente sin esmaltar o similar para el mesclado, de aproximadamente 115mm de diámetro.
- Espátula: Una espátula o cuchillo que tenga una hoja aproximadamente de 75 mm a 100 mm de longitud y 20 mm de ancho con punta redonda.
- Copa de Casagrande: Operada manual o mecánicamente, es un dispositivo que consiste en un plato de latón y carruaje calibrada para una altura de caída de 10mm.
- Ranurador: Puede ser plano encorvado.

- Recipientes: Hechos de material resistente a la corrosión y no sujetos al cambio de masa o desintegración con el repetido calentar y enfriar.
- Calibrador: Un calibrador unido al ranurador o separado, conforme a las dimensiones de 0.2 mm de espesor.
- Balanza: Tendrá la capacidad suficiente y de acuerdo a la norma ASSHTO M231, dispositivos para pesar usados en los ensayos de materiales.
- Horno: Termostáticamente controlado capaz de mantener constantemente una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ o para el secado de las muestras húmedas.

3.2.2.5.1.2 Muestra de ensayo

Tomar una muestra con una masa de 100gr de la porción de material pasante el tamiz N^o 40 (0.425 mm)

3.2.2.5.1.3 Procedimiento

El material pasante el tamiz N40 colocarlo en el plato.

- Agregar de 15 a 20 ml de agua destilada revolviendo alternadamente y repetidamente, amasando y cortando con la espátula a fin de homogeneizar la muestra. Se efectuara incrementos de agua de 1 a 3 ml.
- Colocar la muestra en un recipiente que impida la evaporación hasta que se sature la muestra por un tiempo mínimo de 16 horas.
- Colocar una cantidad de la muestra en la copa de Casagrande, comprimirla hacia abajo.
- Extenderla con una espátula del centro hacia los extremos. Hasta que la altura de la muestra en el punto más bajo de 10 mm.
- Con una firme pasada del ranurador hacer una abertura en la parte central de la muestra contenida en la copa, para lo cual, se

mantendrá el ranurador normal a la superficie interior de la copa.

- Accionar el equipo para alzar y dejar caer la copa dos golpes por segundo hasta lograr que las dos mitades se unan aproximadamente 13mm. Se registra en un número de golpes en el que se cerró las dos mitades.
- Se toma una rodaja de la muestra cuyo ancho es igual al de la espátula extendiéndose de borde a borde. Colocar esta rodaja en un recipiente previamente pesado y enumerado. Y regístrese su peso. Secar la muestra según la norma ASSHTO T 265.
- Retirar la muestra de la copa y colocarla en el plato de mezclado, limpiar la copa y secarla.
- Repetir los pasos anteriores para por lo menos dos porciones más de suelo.

3.2.2.5.1.4 Objetivo

El objetivo de este procedimiento es determinar la consistencia para cerrar la ranura del suelo en cada uno de los siguientes rangos: 25 a 35 / 20 a 30 / 15 a 25. Graficar los puntos en un gráfico semi logarítmico colocando en abscisas el número de golpes y en ordenadas el contenido de humedad.

3.2.2.5.1.5 Cálculos

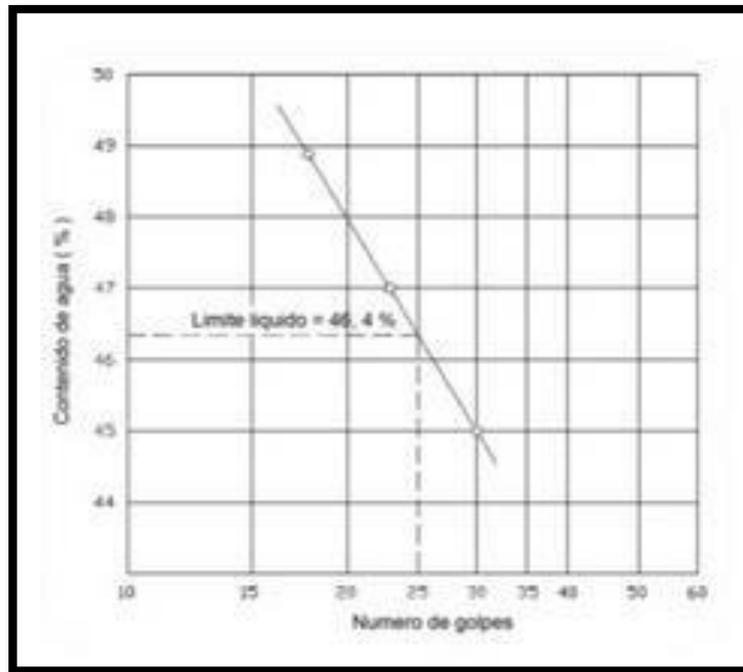
Se tomará como límite líquido de la muestra al contenido de humedad que corresponde a la intersección de la curva de flujo con la ordenada a los 25 golpes. Informe este valor al número entero más cercano. Los contenidos de Humedad se calcularan con la ecuación de:

$$W = \frac{(m1 - m2)}{(m2 - m3)} * 100$$

Donde:

- W = Contenido de Humedad %
- m1 = masa del recipiente y muestra
- m2 = masa del recipiente y muestra seca
- m3 = masa del recipiente

Figura 4. Limite Líquido



Fuente: ASTM D 4318

3.2.2.5.2 Limites plásticos.

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro, y vuelve a amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm.

3.2.2.5.2.1 Muestra de ensayo

- Se usa el suelo que pasa el Tamiz N^o 40
- Se prepara el suelo que pasa por el tamiz N^o 40 con agua hasta obtener una mezcla posible de amasar.

- Se amasa la mezcla hasta obtener una consistencia que permita rolar el suelo.
- Se hace rolar el suelo
- Se continúa rolando el suelo hasta conseguir cilindros que al llegar al diámetro de 3 mm se agrieten.
- Se introducen los cilindros de suelo dentro de dos recipientes para promediar el valor de la humedad obtenido con cada uno.
- Se pesan los recipientes que contienen el suelo húmedo, luego se los lleva a estufa y una vez seco el suelo, se lo vuelve a pesar.

3.2.2.5.2.2 Cálculos

- W_{sh} + recipiente (peso del recipiente + suelo húmedo)
- W recipiente (peso del recipiente)
- Luego de secado en la estufa a 105 ± 5 °C
- W_{ss} + recipiente (peso del recipiente + suelo seco)

$$(W_{sh} + \text{recipiente}) - (W_s + \text{recipiente}) = W_o \text{ (peso del agua)}$$

$$(W_s + \text{recipiente}) - (W + \text{recipiente}) = W_s \text{ (peso del suelo seco)}$$

$$W = \frac{W_o}{W_s}$$

3.2.3 Hidrología

3.2.3.1 Calculo del área de la Cuenca

3.2.3.1.1 Índice de Forma

La forma de la cuenca es la configuración geométrica de la cuenca tal como está proyectada sobre el plano horizontal. Tradicionalmente se ha considerado que la forma de la cuenca tiene influencia en el tiempo de concentración de las aguas al punto de salida de la cuenca, por lo que para una misma superficie y una misma tormenta, los factores mencionados se comportan de forma diferente entre una cuenca de forma redondeada y una alargada.

El factor de forma de una cuenca se representa por F y está dado por:

$$F = \frac{\text{ancho}}{\text{longitud}} = \frac{B}{L}$$

3.2.3.1.2 acidad (Índice de Gravelious)

El índice que habitualmente define la forma de la cuenca es el índice de compacidad de Gravelious:

$$K = \frac{\text{Perímetro de la cuenca}}{\text{Perímetro de un círculo de igual área}}$$
$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde P es el perímetro de la cuenca y A es el área.

3.2.3.1.3 Índice de Pendiente

Este valor característico corresponde a una ponderación que se establece entre las pendientes y el tramo recorrido por el río.

Se determina de la siguiente manera:

$$I_p = \sum_{i=2}^n \sqrt{\beta (a_i - a_{i-1})} \cdot \frac{1}{\sqrt{L}}$$

3.2.3.1.4 Rectángulo Equivalente (I)

Es la representación geométrica de una cuenca definida como un rectángulo que tenga la misma área de la cuenca. Si A y P son el área y el perímetro de la cuenca respectivamente, K es el índice de Gravelious, y l y L son los lados menores y mayor del rectángulo equivalente, se tiene que:

$$l - L = \frac{K \sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

3.2.3.1.5 Pendiente del Cause

El conocimiento de la pendiente del cauce principal de una cuenca, es un parámetro importante, en el estudio del comportamiento del recurso hídrico, como por ejemplo, para la determinación de las características óptimas de su aprovechamiento hidroeléctrico, o en la solución de problemas de inundaciones. En general, la pendiente de un tramo de un

cauce de un río, se puede considerar como el cociente, que resulta de dividir, el desnivel de los extremos del tramo, entre la longitud horizontal de dicho tramo.

Existen varios métodos para obtener la pendiente de un cauce, entre los que se pueden mencionar:

3.2.3.1.6 Pendiente Uniforme

Este método considera la pendiente del cauce, como la relación entre el desnivel que hay entre los extremos del cauce y la proyección horizontal de su longitud, es decir:

$$s = \frac{H}{L}$$

3.2.3.1.7 Densidad de Drenaje

Es la relación entre el número de corrientes y el área drenada, es decir:

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

D_D = Densidad de drenaje.

L = Longitud de corrientes perennes

A = Área total de la cuenca en Km^2 .

3.2.3.1.8 Pendiente Media: Es la pendiente media de la Cuenca, altura promedia de la cuenca.

$$Em = \frac{\text{Sumatoria } a * e}{A}$$

Dónde:

a= área entre dos contornos

e= elevación media entre dos contornos

A=área total de la cuenca

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción general del área de estudio

4.1.1 Ubicación

El proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca, provincia de Cutervo, distrito de San Andrés de Cutervo. Cutervo está situado en el centro de la región Cajamarca.

Norte : Santa Cruz.

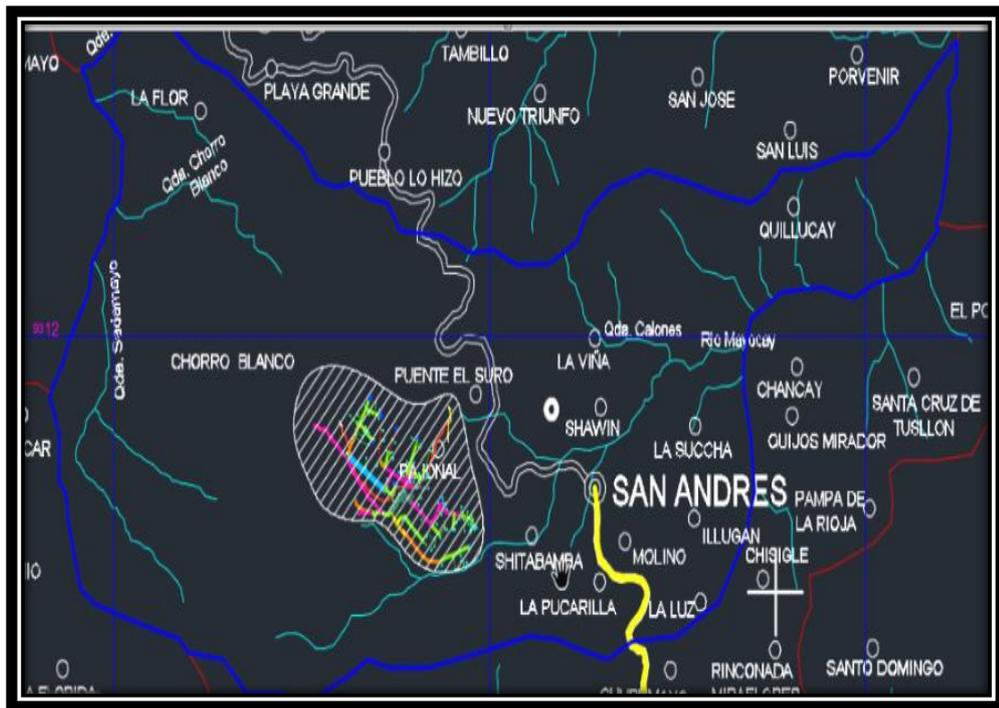
Este : Cutervo.

Sur : Súcota.

Oeste : Santo Tomás.

Figura 5. Ubicación de la provincia, departamento





Fuente: MDSA

4.1.1.1 Condición actual del acceso a las localidades

Actualmente llega un camino de herradura hasta la el Centro Poblado La Flor (desde Puente el Suro), distrito de se encuentran prácticamente aislados, solo cuentan con caminos de herradura. Los caminos de interconexión son cruzados por quebradas pequeñas, en tiempo de lluvias

incrementando su caudal volviéndose complicadas para ser transitada por los pobladores.

Fotografía 6. El camino de herradura actual tiene una longitud de 10 kilómetros.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Áreas de influencia del Proyecto



Fuente: Fuente Propia

4.1.1.2 Aspectos físicos

4.1.1.2.1 Climatología

La información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI es la siguiente.

El Distrito de San Andrés es el distrito más húmedo de la provincia, se debe a la influencia del primer Parque Nacional (que almacena con su vegetación muchos colchones acuíferos). Pero si tomamos en cuenta su relativa altitud 2400 m.s.n.m. determinamos que nos encontramos en una gran depresión superficial y por consiguiente de una temperatura baja; también tiene elevaciones en las cuales la temperatura disminuye; En el Distrito de San Andrés existe un promedio de temperatura anual de 18 °C, con presencia de fuertes lluvias, sobre todo en los meses de Noviembre a Abril del siguiente año.

En los caseríos de Puente el Suro y La Flor, tiene un clima frío con temperaturas promedio anuales de 16°C, debido a su ubicación geográfica y piso altitudinal.

4.1.1.2.2 Precipitación

Cutervo soporta lluvias a lo largo de todo el año, el periodo de máximas precipitaciones es en los meses de primavera y verano, en los cuales se descarga entre el 75% y 95% del total anual.

Para la zona del proyecto se han tomado registros de precipitaciones de la estación del Puente Chunchuca - Colasay, siendo la más cercana, puesto que no se cuentan con datos de volúmenes de descarga en los puntos de interés.

4.1.1.2.3 Geología y Geomorfología

4.1.1.2.3.1 Geología

La zona del proyecto está conformada por suelos sedimentarios y metamórficos, con presencia de arcillas y

arenas de origen eólico. Estas arcillas y arenas conforman las faldas de los cerros que rematan grandes extensiones de pampas.

Fotografía 8: se observa el relieve de los cerros con material consolidado.



Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.2.3.2 Geomorfología

El tramo en estudio está constituido por La topografía del área central del departamento se caracteriza por la presencia de valles, la geomorfología es accidentada y constituida por quebradas, cortas y poco profundas; a sus alrededores contando con terrenos de pastizales y cultivo para su producción agrícola.

4.1.1.2.3.3 Hidrografía

El Distrito de San Andrés se encuentra dentro de los límites de la cuenca del río Chamaya así como también Marañón , sin embargo los recursos hídricos que se encuentran en el área de influencia Directa del proyecto “Diseño definitivo de la Carretera Puente el Suro–La Flor en el Distrito de San Andrés” cruza a un número importante de afluentes de los cuales, están las quebradas, riachuelos, por lo que el proyecto contempla el diseño de obras de arte como badenes,

alcantarillados, que permitan el transporte de las crecientes de estos cauces, teniendo en cuenta la quebrada La Flor; siendo uno de los afluentes más resaltantes del proyecto.

Fotografía 9: Se observa los afluentes de las quebradas de la zona



Fuente: Elaboración Propia

4.2 Estudio de Trafico

4.2.1 Resultados de los aforos de tránsito

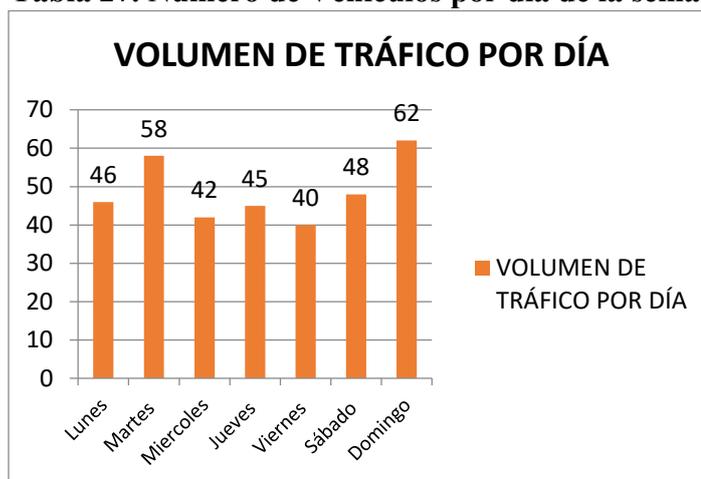
El conteo volumétrico se realizó de forma manual, llevando registros del tráfico por sentido y por hora y su correspondiente clasificación. A continuación se presentan los datos de la estación en el periodo levantado:

Tabla 26. Periodo de Aforo de tránsito en el tramo: "San Andrés - Santo Tomas"

	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Auto	11	18	14	17	11	11	12
Statio Wagon	6	11	6	8	6	6	6
PICK UP	8	9	0	0	4	15	19
Micro/Combi	13	12	14	15	13	13	17
Bus	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2 Ejes.	8	8	8	5	6	3	8
Camión 3 Ejes.	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4 Ejes.	0	0	0	0	0	0	0
Articulado	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	46	58	42	45	40	48	62

Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Número de Vehículos por día de la semana



Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados del tráfico indica que existe mayor flujo de vehículos los días martes y domingo; ya que son estos los días donde los pobladores transportan sus productos agrícolas hacia los mercados más cercanos de la zona.

4.2.2 Cálculo del índice medio diario anual (IMDA)

Los factores de corrección se han tomado de la “Guía simplificada de Caminos”; en la cual ponen al alcance los factores de corrección de las diversas estaciones a nivel nacional tanto para vehículos pesados como para vehículos ligeros; siendo así se ha considerado utilizar los factores de corrección de la estación más cercana: Pucará P055, aplicado en el mes de marzo ya que es el mes en el cual se realizó el aforo vehicular.

TIPO	FC
Vehículos Ligeros:	1.071227
Vehículos Pesados:	1.00339

Tabla 28. Índice medio diario anual Afectado por los factores de corrección

VEHÍCULO	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total Semana	IMDs=Svi/7	FC	IMDa = IMDs*FC
Auto	11	18	14	17	11	11	12	94	13	1.071227	14
Statio Wagon	6	11	6	8	6	6	6	49	7	1.071227	7
PICK UP	8	9	0	0	4	15	19	55	8	1.071227	8
Micro/Combi	13	12	14	15	13	13	17	97	14	1.071227	15
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.071227	0
Camión 2 Ejes.	8	8	8	5	6	3	8	46	7	1.00339	7
Camión 3 Ejes.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00339	0
Camión 4 Ejes.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00339	0
Articulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00339	0
TOTAL	46	58	42	45	40	48	62	341	49		51

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Porcentaje según el tipo de vehículos

VEHÍCULO	Veh./Día	%
Auto	14	27.45
Statio Wagon	7	13.73
PICK UP	8	15.69
Micro/Combi	15	29.41
Bus	0	0.00
Camión 2 Ejes.	7	13.73
Camión 3 Ejes.	0	0.00
Camión 4 Ejes.	0	0.00
Articulado	0	0.00
TOTAL	51	100

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Tasas de crecimiento para las proyecciones

Para la proyección del tráfico del proyecto se llevó a cabo una revisión de las variables más representativas y vinculadas al transporte. Se obtuvieron la tasa de crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI) y la tasa de crecimiento poblacional.

Un estudio elaborado por el INEI, a nivel departamental indica que Cajamarca ha tenido un crecimiento poblacional de 0.789% en el periodo del año 2010 – 2015; tomando como criterio la DG-2014 las dinámicas de crecimiento para proyección de la demanda de vehículos se encuentran en un rango del 2% al 6%; por lo tanto se ha considerado utilizar la tasa de crecimiento poblacional mínima de 2%.

Tasa crecimiento poblacional: 2 %

Tasa de crecimiento del PBI: 3.27 %

4.2.4 Horizonte del proyecto

El periodo de diseño previsto para esta carretera es de 10 años, es decir la inversión inicial que se realiza y el contar con un mantenimiento adecuado, permite que durante 10 años, la carretera se encuentre transitable.

4.2.5 Proyección del tráfico normal

Tabla 30. Proyección para tráfico normal (veh./día)

VEHÍCULO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Auto	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15
Statio Wagon	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8
PICK UP	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9
Micro/Combi	15	15	15	15	15	16	16	16	16	16
Bus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2 Ejes.	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9
Camión 3 Ejes.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4 Ejes.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Articulado	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUB TOTAL	51	52	52	53	53	54	55	55	56	57

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Proyección del tráfico generado

A continuación se presenta la proyección del tráfico generado:

Tasa crecimiento 1° año, tráfico generado: 15%

Tasa de crecimiento de vehículos de pasajeros: 2%

Tasa de crecimiento de vehículos de carga: 3.27%

Tabla 31. Proyección para tráfico generado (veh./día)

VEHÍCULO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Auto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Statio Wagon	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
PICK UP	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
Micro/Combi	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
Bus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Camión 2 Ejes.	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
Camión 3 Ejes.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Camión 4 Ejes.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Articulado	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUB TOTAL	5	6	6							

Fuente: Elaboración propia.

4.2.7 Proyección del IMDA total

Tabla 32. Proyección del IMDa del tráfico Total

VEHÍCULO	Tas Cre. %	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Auto	0.789%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Statio Wagon	0.789%	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
PICK UP	0.789%	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
Micro/Combi	0.789%	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6
Bus	0.789%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Camión 2 Ejes.	3.275%	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
Camión 3 Ejes.	3.275%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Camión 4 Ejes.	3.275%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Articulado	3.275%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SUB TOTAL		56	57	57	58	59	59	60	61	61	62

Fuente: Elaboración propia

4.3 Estudio de Rutas

Para nuestro trazado se ha utilizado una pendiente de 12%, en curvas de nivel cada 2 metros; con una distancia horizontal de 16.67 m. El resultado de las rutas trazadas en el plazo son las rutas de color rojo; el trazo se ha realizado teniendo en cuenta los puntos identificados anteriormente como son puntos intermedios, zonas agrícolas, etc.).

Figura 10. Posibles Rutas del alineamiento preliminar



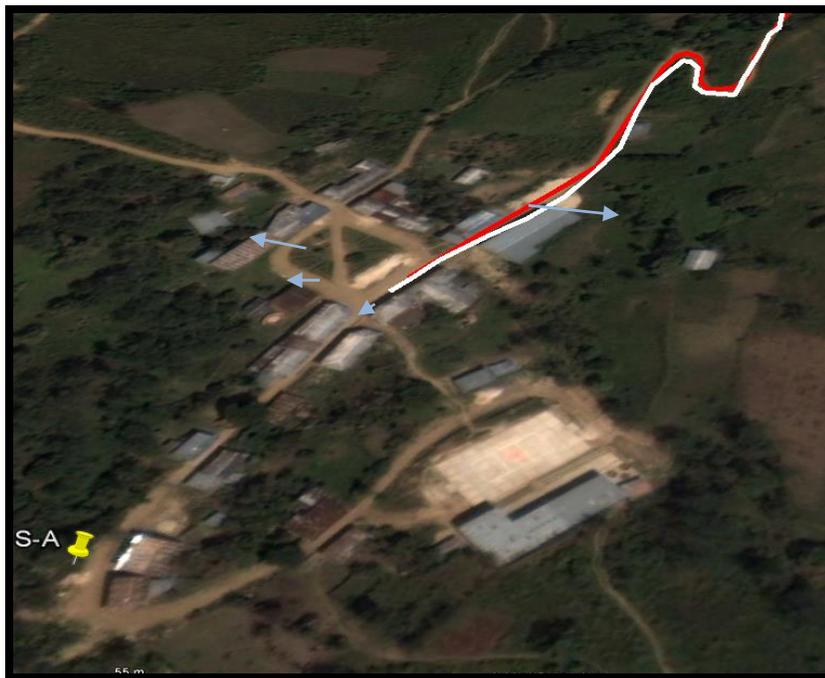
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se explicará detalladamente porqué se han escogido esas rutas.

4.3.1 Ruta Alternativa N°01 Y N°02

La carretera inicia en el Caserío Puente el Suro, desde allí se parte hasta el centro poblado La flor, en el recorrido se baja hacia la Zona “La Fila”, luego se continua el camino para llegar Centro Poblado La Flor, lo que significa que para empezar nuestra ruta será definida por la topografía que empieza a ascender; como observamos en la imagen en 3D.

Figura 11. Partida hacia el centro poblado La flor



Fuente: Google Earth.

Alternativa N°01 (color Rojo), ha sido trazada en campo siguiendo los linderos de límites de propiedad para evitar afectar los terrenos de cultivo, contando con el permiso de los propietarios de esta zona; por el mismo tramo la **Alternativa N°02** (color blanco) ha sido trazada en el plano con el método línea de pendiente, más adelante se evaluará cuál de las dos rutas es más adecuada.

Figura 12. Ruta Alternativa N°01 Y N°02



Fuente: Google Earth.

La ruta alternativa N°01 (color rojo), pasa por zonas donde el camino de herradura es accesible sin muchas pendientes y cuenta con el permiso respectivo de los pobladores, en esta ruta se cuenta con dos obras de arte.

La Ruta Alternativa N°02, no cuenta con permiso de los propietarios; por lo que llevar nuestra carretera por esta ruta significaría un costo adicional de derecho de vía; es decir por expropiación. Además esta ruta pasa por terrenos de cultivo directamente como se observa en la imagen lo que significaría un elevado impacto ambiental y consecuencias en la actividad económica de esta población. Cabe mencionar que esta ruta presenta 4 obras de arte.

La ruta alternativa N°01 (color rojo), como se puede observar se ha tratado de llevar de manera más directa posible siempre respetando las pendientes y adaptándola a la forma del terreno; además en esta ruta se presentan 12 obras de arte que se ubican en las zonas de bosques. **La Ruta Alternativa N°02**, pasa por terrenos de cultivo directamente como se observa en la imagen lo que significaría una elevado impacto ambiental, cabe mencionar que en esta ruta se ha podido identificar el número de obras de arte con la ubicación de los bosques y el lugar donde cruza la quebrada, en esta ruta se han identificado 15 obras de arte.

Figura 13. Ruta Alternativa N°01 con mejores pendientes.



Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Criterios de selección de las diferentes alternativas.

El criterio considerado para elegir la ruta óptima es simple y está orientado a lograr el objetivo principal del diseño de la carretera, considerando los distintos factores que esto supone.

A continuación, mencionan los aspectos técnicos tomados en cuenta para selección de la ruta sobre la que se elaborará el diseño geométrico:

- Topografía Del Lugar
- Factibilidad De Adquisición De Derechos De Vía.
- Longitud De La Carretera
- Cantidad De Obras De Arte
- Impactos Ambientales Negativos

4.3.3 Selección de la ruta

A continuación se presenta un cuadro que nos permite evaluar algunos de los factores considerados anteriormente para la selección de la ruta óptima que nos permita elaborar el diseño de la carretera.

Tabla 33. KM 0+236.7 – KM 0+670.0

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N°02
Longitud (m)	434	650
Topografía	Ondulada	Ondulada
# obras de arte	2	5
Derechos de Vía (m2)	0	5322.1
Impacto ambiental	Moderado	Elevado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. KM 0+772 – KM 1+950.0

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N°02
Longitud (m)	1218	1516
Topografía	Accidentada	Accidentada
# obras de arte	2	5
Derechos de Vía (m2)	0	6466
Impacto ambiental	Moderado	Elevado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. KM 5+358.0 – KM 8+250.0

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N°02
Longitud (m)	2892	3569
Topografía	Accidentada	Accidentada
# obras de arte	3	6
Derechos de Vía (m2)	0	18529
Impacto ambiental	Elevado	Elevado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. KM 10+768.0 – KM 12+567.5

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N°02
Longitud (m)	1799	2563
Topografía	Accidentada	Accidentada
# obras de arte	3	7
Derechos de Vía (m2)	0	55335
Impacto ambiental	bajo	Muy Elevado

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. KM 12+600.0 – KM 13+000

CARACTERISTICA	ALTERNATIVA N°01	ALTERNATIVA N°02
Longitud (km)	400	653
Topografía	Accidentada	Accidentada
# obras de arte	0	1
Derechos de Vía (m2)	0	29600
Impacto ambiental	Bajo	Elevado

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4 Ruta definitiva: alineamiento preliminar.

En resumen con esta metodología de selección se deduce que la alternativa N°01 en todos sus tramos, proporciona las mejores condiciones con respecto a los factores, que se emplearon como criterio de selección. La longitud de la alternativa N° 1 (color rojo) tiene una longitud de 13+075 km, mientras que la alternativa N°2 (color blanco) tiene una longitud de 16+080 km.

4.4 Estudio Topográfico

4.4.5 Levantamiento Topográfico

En total se obtuvo 40 estaciones topográficas o puntos de cambio y 17 BMs. Los puntos de cambio son estaciones referenciales, necesarias para continuar con la visibilidad del terreno, y los BMs ubicados sobre rocas firmes, de tal forma que servirán de base para los trabajos topográficos de replanteo, cuyas cotas y características son como se muestra:

Tabla38. Coordenadas de las Estaciones realizadas en el trabajo de campo

Descripción	Este	Norte	Cota
E0	753080	9307046	1926.947
E1	753252	9317046	2179.947
E2	753081	9317046	2304.947
E3	753253	9307047	1927.947
E4	753082	9317047	2179.947
E5	753254	9317047	2304.947
E6	753083	9307048	1928.947
E7	753255	9317048	2179.947
E8	753084	9317048	2304.947
E9	753256	9307049	1929.947

E10	753085	9317049	2179.947
E11	753257	9317049	2304.947
E12	753086	9307050	1930.947
E13	753258	9317050	2179.947
E14	753087	9317050	2304.947
E15	753259	9307051	1931.947
E16	753088	9317051	2179.947
E17	753260	9317051	2304.947
E18	753108	9307052	1932.947
E19	753280	9317052	2179.947
E20	753128	9317052	2304.947
E21	753300	9307053	1933.947
E22	753148	9317053	2179.947
E23	753320	9317053	2304.947
E24	753168	9307054	1934.947
E25	753340	9317054	2179.947
E26	753188	9317054	2304.947
E27	753360	9307055	1935.947
E28	753208	9317055	2179.947
E29	753380	9317055	2304.947
E30	753228	9307056	1936.947
E31	753400	9317056	2179.947
E32	753248	9317056	2304.947
E33	753420	9307057	1937.947
E34	753268	9317057	2179.947
E35	753440	9317057	2304.947
E36	753288	9307058	1938.947

E37	753460	9317058	2179.947
E38	753308	9317058	2304.947
E39	753480	9307059	1939.947
E40	753328	9317059	2179.947

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Coordenadas de los BMs ubicados durante el trabajo de campo

Descripción	Este	Norte	Cota
BM-01	752072.37	9307037	1968.68
BM-02	752197.37	9308565	2063.68
BM-03	752522.37	9311134	2328.68
BM-04	752890.37	9307038	1969.68
BM-05	742405.72	9308566	2064.68
BM-06	752073.37	9311135	2329.68
BM-07	752198.37	9307039	1970.68
BM-08	752523.37	9308567	2065.68
BM-09	752891.37	9311136	2330.68
BM-10	742406.72	9307040	1971.68
BM-11	752074.37	9308568	2066.68
BM-12	752199.37	9311137	2331.68
BM-13	752524.37	9307041	1972.68
BM-14	752892.37	9308569	2067.68
BM-15	742407.72	9311138	2332.68
BM-16	752075.37	9307042	1973.68
BM-17	752200.37	9308570	2068.68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Ubicación de calicatas

CALICATA N°	UBICACIÓN	COORDENADAS
14	Km 13+210	N: 9316204.5145 E: 743708.5253
13	Km 1+520	N: 9316377.2485 E: 743646.1261
12	Km 1+940	N: 9316181.5157 E: 744637.4974
11	Km 2+520	N: 9315815.9043 E: 745103.699
10	Km 3+000	N: 9315943.4431 E: 745381.9426
09	Km 3+530	N: 9316248.8809 E: 745788.2548
08	Km 4+030	N: 9316341.2372 E: 746251.7823
07	Km 4+495	N: 9316182.1325 E: 746692.6916
06	Km 5+005	N: 9316256.1763 E: 746963.0211
05	Km 5+495	N: 9315486.7559 E: 747418.6058
04	Km 6+015	N: 9314914.7236 E: 748034.4703
03	Km 6+520	N: 9314304.976

		E: 748763.5787
02	Km 6+995	N: 9314101.4551 E: 749599.5756
01	Km 7+545	N: 9313594.6703 E: 750060.3791

Fuente: Elaboración propia

4.4.6 Trabajo de gabinete

Esta parte del trabajo topográfico consistió en transferir la data almacenada en la estación total para su procesamiento en el software Civil 3D y así poder elaborar los planos topográficos.

4.5 Estudio de Suelos

4.5.1 Resumen de resultado de ensayos de laboratorio

Los resultados de los ensayos realizados por estrato de cada calicata se adjuntan en los anexos del presente informe. A continuación se muestra el resumen de los resultados:

Tabla 41. Estratos de cada calicata para la Capacidad de Soporte de los suelos

ENSAYOS DE LABORATORIO DE CALICATAS EN LA VIA								
PROG.	CALICATA	MUESTRA	PROF.	CLASIFICACIÓN DE SUELOS		PROCTOR		CBR
				SUCS	AASHTO	DENSIDAD SECA (GR/CM3)	OCH (%)	95% MDS
0+000	C-1	M-2	0.60 - 1.50	CL	A-4(9)	1.88	14.8	9.8
4+000	C-4	M-2	0.5 - 1.50	SC	A-2-6(1)	1.76	19.1	12.1
7+000	C-7	M-1	0.30 - 1.50	MH	A-7-5(19)	1.709	17.6	7.1
10+000	C-10	M-1	0.20 - 1.50	ML	A-7-6 (10)	1.82	15	6.6
13+000	C-13	M-2	0.20 - 1.51	ML	A-7-6 (10)	1.86	15.5	6.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Resumen de resultados de ensayos de Mecánica de Suelos

N°	M.	Prof.	Granulometría (% Acumulado que pasa)														Límite %		SUCS	AASHTO	Denominación	H	Sales
			1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	50	80	100	200	LL	IP						
C-1	M-1	0.80 m	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.4	96.0	93.2	89.8	89.0	89.8	88.8	19.2	9.1	CL	A-4	Arcilla de baja Plasticidad	11.1	0.05	
	M-2	1.50 m	100	100	100	100	100	100	99.4	96.6	92.9	88.9	84	82.9	81.8	19	8.9	CL	A-4	Arcilla de baja Plasticidad	11.1	0.05	
C-2	M-1	0.8m	100	100	99.9	99.0	98.3	97.3	95.7	90.3	89.7	81.9	69.0	64.1	58.1	30.7	15.9	SM	A-2-4	Arcilla arenosa de Plasticidad	11.8	0.1	
	M-2	1.50 m	100	94	92.1	91.6	90.3	88.1	86.5	82.0	75.9	49.6	35.0	31.5	26.6	30.7	1.7	SM	A-2-4	arena limosa	12.15	0.25	
C-3	M-1	1.50 m	100	44.6	44.6	43.2	42.6	42.6	42.6	42.1	41	34.3	28.9	27.2	24.6	18.3	3.8	GM	A-1-b	Grava Limosa con Arena	11.76	0.1	
C-4	M-1	1.50 m	100	44.6	44.6	43.2	42.6	42.6	42.6	42.1	41	64	28.9	27.2	24.6	32.9	28	SC	A-6	Arena arcillosa	21.9	0.35	
C-5	M-1	1.50 m	100	100	100	100	99.6	99.1	98.1	92.6	82.2	64	54.6	51.4	44.3	34.4	17.7	SC	A-6	Arena arcillosa	21.9	0.3	
C-6	M-1	1.5 m	100	100	94.3	94.3	94.3	93.4	92.3	87.5	77.7	42.1	23.1	18	9.3	22.2	9.7	SP-SC	A-2-4	Arena pobremente graduada con arcilla	20.41	0.25	
C-7	M-1	1.50 m	100	100	94.3	94.3	94.3	93.4	92.3	87.5	77.7	42.1	23.1	18	9.3	62.5	27.3	MH	A-7-5	Limo de alta Plasticidad	40.14	0.1	
C-8	M-1	0.70 m	100	100	100	100	100	100	99.9	99.7	98.9	98.3	97.5	97.2	96.6	59.5	16.2	MH	A-7-5	Limo de alta Plasticidad	25	0.2	
C-9	M-1	1.50 m	100	100	100	100	100	99.3	99.2	98.9	97.6	96.5	93.8	92.3	90.3	59.5	12.2	MH	A-7-5	Limo de alta Plasticidad	27.27	0.1	
C-10	M-2	1.50 m	100	100	100	100	100	100	99.9	99.4	95.3	91.2	79.9	73.9	65.6	45.3	16.3	ML	A-7-6	Limo arenosos de baja plasticidad	25	0.1	
C-11	M-3	1.50 m	100	100	100	100	100	99.4	98.9	98.8	97.4	96.2	92.7	90.9	88.3	51.4	6.3	MH	A-5	Limo de alta Plasticidad	19.5	0.05	
C-12	M-4	1.50 m	100	89.5	89.5	89.5	89.5	88.9	88.7	88.5	88	87.7	87	86.5	85.5	48.6	16.1	ML	A-7-5	Limo de baja plasticidad	55.6	0.3	
C-13	M-5	1.50 m	100	100	88.6	85.1	83.4	82.5	81.4	80.8	78.8	71.2	61.7	58.4	54.3	51.9	48.4	CH	A-7-6	Arcilla arenosa de alta Plasticidad con grava	39.72	0.25	

4.5.2 Perfil Estratigráfico

Con la información integrada, tanto de campo como en laboratorio, se ha establecido los horizontes de los materiales que se encuentran en el camino a carrozar. Cada exploración generó la descripción de campo de los suelos y con los resultados de laboratorio se ha establecido técnicamente los tipos de suelos y se ha generado los estratos, verificándose la homogeneidad de los materiales.

De los resultados de estudios de gabinete, se procedió a elaborar el perfil estratigráfico el cual se muestra en los anexos, elaborado según las cotas del levantamiento topográfico, observándose que predominan los materiales Arcilla de baja Plasticidad (CL), Limo de alta Plasticidad (MH).

La profundidad máxima alcanzada en las calicatas es de 1.50 m. A continuación la descripción detallada de los resultados de los ensayos de laboratorio realizado a las 13 calicatas.

4.6 Estudio de canteras y fuentes de agua

4.6.1 Estudio de canteras

4.6.1.1 Resultado de los ensayos de laboratorio

Se detalla por el muestreo de campo realizado el resultado de los ensayos de laboratorio estándar y especial, además se visualiza el tipo y características predominantes del material de la cantera en el registro.

El número de ensayos realizados es de:

Ensayo estándar de laboratorio se ha realizado 01 juego por cada prospección de Cantera.

Ensayos de laboratorio especiales se han realizado 01 juegos por las muestras extraídas.

Tabla 43. Resultados ensayos de laboratorio – Cantera Antaoco

ENSAYO	MUESTRA	MATERIAL	GRANULOMETRIA										LIMITE DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		MDS (gr/cm3)	C.B.R BASE 100%
		ORIGEN	% PASANDO LOS TAMICES										L.L	L. P	I.P	AASHTO	SUCS		
			2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 04	N° 10	N° 100	N° 200							
1	M-1	Plata forma	100	98.69	89.1	75.9	61.77	51.42	38.75	31.5	13.59	10.9	23.3	16	7	A-2-4 (0)	GP-GC	68	63

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1.2 Botadero

Es el lugar donde se colocara todos los materiales de desechos, productos de las actividades a realizar en la etapa de construcción de la vía; los cuales serán ubicados en lugares adecuados, que no alteren el entorno ambiental, por lo que se han establecido áreas para tal fin.

Se ha identificado un depósito de material excedente con su respectiva ubicación, capacidad y volumen.

Tabla 44. Relación de Botaderos

Nº	PROG (Km)	LADO	AREA (Ha)	VOLUMEN DE MATERIAL (m³)
1	5 + 900	Izq.	3.5	105761.24
2	7+260	Izq.	1.5	65953.23

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la disponibilidad del botadero se indica que el mismo es de libre disponibilidad.

4.6.1.3 Estudio de fuentes de agua

Tabla 45. Fuente de abastecimiento LA FILA

Muestra:		AGUA DEL KM 7 + 058		
ENSAYOS	P.P.M.	NORMA N.T.P.	TOLERANCIA	
Cloruros expresados como ion Cl	170	339.076	1000 Máx.	
Sulfatos expresados como ion SO ₄	0.00	339.074	1000 Máx.	
Alcalinidad Total	135	339.088	1000 Máx.	
Sales Solubles Totales	255	339.152	1500 Máx.	
Ph	6523	339.073	5.5 a 8	
Residuos Sólidos en Suspensión	360	339.071	5000 Máx.	
Materia Orgánica expresado en Oxígeno	340	339.072	3.0 Máx.	

Fuente: Elaboración propia

Según el cuadro de Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación se concluyó que dichos resultados no son mayores a lo establecido por la norma N.T.P concluyendo que el agua está en condiciones óptimas para darle el uso adecuado, cumpliendo de esa manera sus propias funciones

Tabla 46. Elementos Químicos Nocivos para la estructura

PRESENCIA DE SUELOS	P.P.M	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000 1000 - 2000 2000 - 20,000 >20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la Cimentación
** CLORUROS	> 6000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos Metálicos
** SALES SOLUBLES TOTALES	> 15000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Fuente: Comité 318-08 ACI

4.7 Estudio Hidrológico

4.7.1 Área de la cuenca

La determinación del área de recogimiento de las quebradas se realizó con sistema digital utilizando los polígonos del Google Earth. Obteniéndose las áreas que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 47. Áreas de las sub - cuencas en estudio

MICR. q-n	PROGRESIVAS		AREA TRIB. (Ha)
	DE	A	
q-01	0+000.00	0+500.00	7.534
q-02	0+500.00	1+500.00	1.250
q-03	1+500.00	1+590.00	2.979
q-04	1+590.00	2+056.00	0.056
q-05	2+056.00	2+565.00	0.540
q-06	2+565.00	3+010.00	0.065
q-07	3+010.00	3+126.00	0.162
q-08	3+126.00	3+516.56	2.588
q-09	3+516.56	4+120.59	0.548
q-10	4+120.59	4+990.00	2.595
q-11	4+990.00	5+523.00	0.337
q-12	5+523.00	6+056.00	0.088
q-13	6+056.00	6+589.00	0.229
q-14	6+589.00	7+560.00	0.469
q-15	7+560.00	8+056.00	0.508
q-16	8+056.00	8+590.00	1.173
q-17	8+590.00	9+569.00	0.349
q-18	9+569.00	10+568.00	0.163
q-19	10+568.00	11+569.00	0.682
q-20	11+569.00	12+059.00	4.297
q-21	12+059.00	12+569.00	1.165
q-22	12+569.00	12+989.00	3.276
q-23	12+989.00	13+000.00	3.262

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2 Análisis Hidrológico

4.7.2.1 Generalidad

En este capítulo se entregaran los resultados del estudio hidrológico que se realizó a la zona que involucra el proyecto.

En la primera etapa del estudio se procedió a realizar un análisis estadístico de la serie de datos de lluvias diarias máximas anuales, adoptándose seis distribuciones: Gumbel, Log Gumbel, Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson III. En una segunda etapa se confeccionó las tablas de intensidades para la lluvia de diseño y las curvas IDF para la zona del proyecto. Por último se calcularon los caudales aportantes de las distintas áreas de estudio usando el método racional.

4.7.2.2 Análisis estadístico de los datos de precipitaciones

Para el análisis estadístico se tomaron los datos de la estación Pluviométrica de la Estación Cutervo con información de precipitaciones máximas en 24 horas, desde el año 1998 hasta el 2011, proporcionada por el SENAMHI. Los datos de la estación se adjuntan en los anexos.

A continuación, en el cuadro 46., se entrega la serie de los registros máximos pluviométricos para la Estación Cutervo:

Tabla 48. Serie de registros de lluvias máximas anuales

Precip. Máxima en 24 horas	
AÑO	MAXIMA
1989	38.50
1990	43.00
1991	31.20
1992	31.00
1993	52.00
1994	44.00
1995	33.70
1996	39.50
1997	36.00
1998	54.00
1999	57.00
2000	50.00
2001	49.10
2002	54.40
2003	40.00
2004	38.60
2005	46.70
2006	49.50
2007	46.50
2008	38.30
2009	28.80
2010	50.40
2011	35.20

Fuente: SENAMHI

4.7.2.3 Análisis pluviométrico

Para la realización del estudio hidrológico de la cuenca hidrográfica donde se ubica la zona del proyecto se han tomado registros de la estación más cercana, y puesto que no se cuentan con datos de volúmenes de descarga en los puntos de interés; el procedimiento de análisis será con los métodos basados en el estudio de la precipitación y las características fisiográficas de las cuencas (Métodos Indirectos).

Para poder llevar a cabo un análisis pluviométrico asociado a distintos periodos de retorno, se aplicaron distintos modelos probabilísticos de ajuste de una distribución de probabilidad, que permiten obtener los valores de diseño para la serie de precipitaciones de la estación en estudio.

Como se explicó anteriormente, para el análisis de los datos pluviométricos, se utilizó métodos estadísticos para las distribuciones: Normal, Log Normal, Pearson, Log Pearson, Gumbel, Log Gumbel. Eligiéndose la más representativa a la serie de datos analizados.

Tabla 49. Serie de datos pluviométricos ordenados

RANGO	AÑO	P.Máx.24h.
1	1989	57.00
2	1990	54.40
3	1991	54.00
4	1992	52.00
5	1993	50.40
6	1994	50.00
7	1995	49.50
8	1996	49.10
9	1997	46.70
10	1998	46.50
11	1999	44.00
12	2000	43.00
13	2001	40.00
14	2002	39.50
15	2003	38.60
16	2004	38.30
17	2005	36.00
18	2006	35.20
19	2007	33.70
20	2008	31.20
21	2009	31.00
22	2010	28.80
23	2011	24.30

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2.4 Análisis de distribución de Gumbel y Log-Gumbel

La metodología de aplicación de la distribución de probabilidad Gumbel es de tipo exponencial, para el ajuste de los datos utilizando esta distribución se consideraron los parámetros de la media, desviación estándar.

Su función matemática es:

$$X = X_m + ((Y - Y_n) / T_n) S$$

Dónde:

X es el valor buscado

X_m y S media y desviación de la serie

Y_n y T_n constantes teóricas según N,

N número total de datos considerados.

Podemos determinar que se cuenta con información de 23 años; por lo que el valor de $N = 23$.

Para la distribución de probabilidad Log Gumbel, la función matemática es:

$$W = W_m + ((Y - Y_n) / T_n) S_w$$

El procedimiento es similar a la Gumbel, considerando como serie a los logaritmos de los datos originales $W_i = \text{LOG}X$.

El siguiente paso fue calcular el ajuste de la distribución Gumbel y Log Gumbel a los datos de la serie anual de precipitaciones.

Tabla 50. Intensidades Máximas (mm/h): Estación Weberbauer

RANGO	INTENSIDADES MAXIMAS (mm/h): ESTACION WEBERBAUER							
	AÑO	P.Máx.24h.	DURACION EN MINUTOS					
			5	10	15	30	60	120
1	1989	57.00	125.26	74.48	54.95	32.67	19.43	11.55
2	1990	54.40	90.88	54.04	39.87	23.71	14.10	8.38
3	1991	54.00	98.17	58.37	43.06	25.61	15.23	9.05
4	1992	52.00	113.02	67.20	49.58	29.48	17.53	10.42
5	1993	50.40	110.40	65.64	48.43	28.80	17.12	10.18
6	1994	50.00	106.03	63.05	46.52	27.66	16.45	9.78
7	1995	49.50	105.16	62.53	46.13	27.43	16.31	9.70
8	1996	49.10	146.81	87.30	64.41	38.30	22.77	13.54
9	1997	46.70	92.34	54.91	40.51	24.09	14.32	8.52
10	1998	46.50	115.06	68.42	50.48	30.01	17.85	10.61
11	1999	44.00	116.52	69.28	51.12	30.39	18.07	10.75
12	2000	43.00	104.87	62.35	46.00	27.35	16.26	9.67
13	2001	40.00	136.03	80.89	59.68	35.48	21.10	12.55
14	2002	39.50	128.17	76.21	56.23	33.43	19.88	11.82
15	2003	38.60	111.57	66.34	48.94	29.10	17.30	10.29
16	2004	38.30	82.15	48.67	35.91	21.35	12.70	7.55
17	2005	36.00	81.85	48.67	35.91	21.35	12.70	7.55
18	2006	35.20	151.47	90.07	66.45	39.51	23.49	13.97
19	2007	33.70	80.69	47.98	35.40	21.05	12.51	7.44
20	2008	31.20	157.30	93.53	69.01	41.03	24.40	14.51
21	2009	31.00	102.54	60.97	44.98	26.75	15.90	9.46
22	2010	28.80	145.65	86.60	63.89	37.99	22.59	13.43
23	2011	24.30	78.65	46.77	34.50	20.52	12.20	7.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51. Modelo gumbel para 5 minutos

m	Intensidades Ord. Desc.	P(x<X)	P(x<X)	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)	Tr años 1/P(x)
		m/(N+1)	1- P(x>X)			
1	125.26	0.0263	0.9737	0.7594	0.2143	38.00
2	90.88	0.0526	0.9474	0.1657	0.7817	19.00
3	98.17	0.0789	0.9211	0.2988	0.6223	12.67
4	113.02	0.1053	0.8947	0.5846	0.3101	9.50
5	110.40	0.1316	0.8684	0.5382	0.3302	7.60
6	106.03	0.1579	0.8421	0.4555	0.3866	6.33
7	105.16	0.1842	0.8158	0.4384	0.3774	5.43
8	146.81	0.2105	0.7895	0.9186	0.1292	4.75
9	92.34	0.2368	0.7632	0.1901	0.5731	4.22
10	115.06	0.2632	0.7368	0.6186	0.1182	3.80
11	116.52	0.2895	0.7105	0.6417	0.0688	3.45
12	104.87	0.3158	0.6842	0.4326	0.2516	3.17
13	136.03	0.3421	0.6579	0.8583	0.2004	2.92
14	128.17	0.3684	0.6316	0.7907	0.1591	2.71
15	111.57	0.3947	0.6053	0.5592	0.0461	2.53
16	82.15	0.4211	0.5789	0.0552	0.5237	2.38
17	81.85	0.4474	0.5526	0.0527	0.4999	2.24
18	151.47	0.4737	0.5263	0.9363	0.4100	2.11
19	80.69	0.5000	0.5000	0.0434	0.4566	2.00
20	157.30	0.5263	0.4737	0.9533	0.4796	1.90
21	102.54	0.5526	0.4474	0.3861	0.0613	1.81
22	145.65	0.5789	0.4211	0.9135	0.4925	1.73
23	78.65	0.6053	0.3947	0.0300	0.3647	1.65
				Max P(x<X)- F(x<X) 		
					0.7817	
Promedio	112.1993					
Desv. Est.	23.4920					
a	0.0546					
b	101.6279					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52. Modelo gumbel para 120 minutos

MODELO GUMBEL PARA 120 MINUTOS						
m	Intensidades Ord. Desc.	P(x<X)	P(x<X)	F(x<X)	 P(x<X)- F(x<X) 	Tr años 1/P(x)
		m/(N+1)	1- P(x>X)			
1	11.55	0.0263	0.9737	0.7594	0.2143	32.00
2	8.38	0.0526	0.9474	0.1661	0.7812	16.00
3	9.05	0.0789	0.9211	0.2992	0.6218	10.67
4	10.42	0.1053	0.8947	0.5848	0.3099	8.00
5	10.18	0.1316	0.8684	0.5385	0.3299	6.40
6	9.78	0.1579	0.8421	0.4559	0.3862	5.33
7	9.70	0.1842	0.8158	0.4387	0.3771	4.57
8	13.54	0.2105	0.7895	0.9186	0.1291	4.00
9	8.52	0.2368	0.7632	0.1905	0.5726	3.56
10	10.61	0.2632	0.7368	0.6188	0.1181	3.20
11	10.75	0.2895	0.7105	0.6419	0.0686	2.91
12	9.67	0.3158	0.6842	0.4329	0.2513	2.67
13	12.55	0.3421	0.6579	0.8582	0.2003	2.46
14	11.82	0.3684	0.6316	0.7907	0.1592	2.29
15	10.29	0.3947	0.6053	0.5594	0.0458	2.13
16	7.55	0.4211	0.5789	0.0530	0.5260	2.00
17	7.55	0.4474	0.5526	0.0530	0.4996	1.88
18	13.97	0.4737	0.5263	0.9363	0.4100	1.78
19	7.44	0.5000	0.5000	0.0437	0.4563	1.68
20	14.51	0.5263	0.4737	0.9532	0.4795	1.60
21	9.46	0.5526	0.4474	0.3865	0.0609	1.52
22	13.43	0.5789	0.4211	0.9135	0.4924	1.45
23	7.25	0.6053	0.3947	0.0302	0.3645	1.39
Max P(x<X)- F(x<X) 					0.7812	

Promedio	10.3462
Desv. Est.	2.1681
a	0.5915
b	9.3706

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2.5 Análisis de distribución Normal y Log-Normal

Para el ajuste de los datos utilizando la distribución Normal se consideraron los parámetros de la media, desviación, y un valor Z.

Su función matemática es:

$$X = Z(X_m)(S)$$

Dónde:

X es el valor buscado

X_m y S media y desviación de la serie

Z valor asignado (cuadro 3.5 de Anexos)

Para la distribución de probabilidad Log Normal, el procedimiento es similar a la Normal, considerando como serie a los logaritmos de los datos originales.

El siguiente paso fue calcular el ajuste de la distribución Normal y Log Normal a los datos de la serie anual de precipitaciones. Con ello se obtuvieron las lluvias de diseño para los diferentes periodos de retorno.

Tabla 53. Modelo gumbel para 5, 10, 15, 30, 60, 120 minutos

MODELO GUMBEL			5 minutos			10 minutos			15 minutos			30 minutos			60 minutos			120 minutos			
m	P(x<X)	P(x<X)	Tr años 1/P(x)	Intensidades Ord. Desc.	F(x<X)	P(x<X)- F(x<X)															
	m/(N+1)	1-P(x>X)																			
1	0.0263	0.9737	38.00	125.26	0.7594	0.2143	74.48	0.7594	0.2143	54.9491	0.7594	0.2143	32.67	0.7594	0.2143	19.43	0.7594	0.2143	11.55	0.7594	0.2143
2	0.0526	0.9474	19.00	90.88	0.1657	0.7817	54.04	0.1661	0.7812	39.8700	0.1661	0.7812	23.71	0.1661	0.7812	14.10	0.1661	0.7812	8.38	0.1661	0.7812
3	0.0789	0.9211	12.67	98.17	0.2988	0.6223	58.37	0.2992	0.6218	43.0648	0.2992	0.6218	25.61	0.2992	0.6218	15.23	0.2992	0.6218	9.05	0.2992	0.6218
4	0.1053	0.8947	9.50	113.02	0.5846	0.3101	67.20	0.5848	0.3099	49.5820	0.5848	0.3099	29.48	0.5848	0.3099	17.53	0.5848	0.3099	10.42	0.5848	0.3099
5	0.1316	0.8684	7.60	110.40	0.5382	0.3302	65.64	0.5385	0.3299	48.4319	0.5385	0.3299	28.80	0.5385	0.3299	17.12	0.5385	0.3299	10.18	0.5385	0.3299
6	0.1579	0.8421	6.33	106.03	0.4555	0.3866	63.05	0.4559	0.3862	46.5151	0.4559	0.3862	27.66	0.4559	0.3862	16.45	0.4559	0.3862	9.78	0.4559	0.3862
7	0.1842	0.8158	5.43	105.16	0.4384	0.3774	62.53	0.4387	0.3771	46.1317	0.4387	0.3771	27.43	0.4387	0.3771	16.31	0.4387	0.3771	9.70	0.4387	0.3771
8	0.2105	0.7895	4.75	146.81	0.9186	0.1292	87.30	0.9186	0.1291	64.4055	0.9186	0.1291	38.30	0.9186	0.1291	22.77	0.9186	0.1291	13.54	0.9186	0.1291
9	0.2368	0.7632	4.22	92.34	0.1901	0.5731	54.91	0.1905	0.5726	40.5090	0.1905	0.5726	24.09	0.1905	0.5726	14.32	0.1905	0.5726	8.52	0.1905	0.5726
10	0.2632	0.7368	3.80	115.06	0.6186	0.1182	68.42	0.6188	0.1181	50.4765	0.6188	0.1181	30.01	0.6188	0.1181	17.85	0.6188	0.1181	10.61	0.6188	0.1181
11	0.2895	0.7105	3.45	116.52	0.6417	0.0688	69.28	0.6419	0.0686	51.1154	0.6419	0.0686	30.39	0.6419	0.0686	18.07	0.6419	0.0686	10.75	0.6419	0.0686
12	0.3158	0.6842	3.17	104.87	0.4326	0.2516	62.35	0.4329	0.2513	46.0039	0.4329	0.2513	27.35	0.4329	0.2513	16.26	0.4329	0.2513	9.67	0.4329	0.2513
13	0.3421	0.6579	2.92	136.03	0.8583	0.2004	80.89	0.8582	0.2003	59.6773	0.8582	0.2003	35.48	0.8582	0.2003	21.10	0.8582	0.2003	12.55	0.8582	0.2003
14	0.3684	0.6316	2.71	128.17	0.7907	0.1591	76.21	0.7907	0.1592	56.2270	0.7907	0.1592	33.43	0.7907	0.1592	19.88	0.7907	0.1592	11.82	0.7907	0.1592
15	0.3947	0.6053	2.53	111.57	0.5592	0.0461	66.34	0.5594	0.0458	48.9430	0.5594	0.0458	29.10	0.5594	0.0458	17.30	0.5594	0.0458	10.29	0.5594	0.0458
16	0.4211	0.5789	2.38	82.15	0.0552	0.5237	48.67	0.0530	0.5260	35.9086	0.0530	0.5260	21.35	0.0530	0.5260	12.70	0.0530	0.5260	7.55	0.0530	0.5260
17	0.4474	0.5526	2.24	81.85	0.0527	0.4999	48.67	0.0530	0.4996	35.9086	0.0530	0.4996	21.35	0.0530	0.4996	12.70	0.0530	0.4996	7.55	0.0530	0.4996
18	0.4737	0.5263	2.11	151.47	0.9363	0.4100	90.07	0.9363	0.4100	66.4501	0.9363	0.4100	39.51	0.9363	0.4100	23.49	0.9363	0.4100	13.97	0.9363	0.4100
19	0.5000	0.5000	2.00	80.69	0.0434	0.4566	47.98	0.0437	0.4563	35.3974	0.0437	0.4563	21.05	0.0437	0.4563	12.51	0.0437	0.4563	7.44	0.0437	0.4563
20	0.5263	0.4737	1.90	157.30	0.9533	0.4796	93.53	0.9532	0.4795	69.0059	0.9532	0.4795	41.03	0.9532	0.4795	24.40	0.9532	0.4795	14.51	0.9532	0.4795
21	0.5526	0.4474	1.81	102.54	0.3861	0.0613	60.97	0.3865	0.0609	44.9816	0.3865	0.0609	26.75	0.3865	0.0609	15.90	0.3865	0.0609	9.46	0.3865	0.0609
22	0.5789	0.4211	1.73	145.65	0.9135	0.4925	86.60	0.9135	0.4924	63.8943	0.9135	0.4924	37.99	0.9135	0.4924	22.59	0.9135	0.4924	13.43	0.9135	0.4924
23	0.6053	0.3947	1.65	78.65	0.0300	0.3647	46.77	0.0302	0.3645	34.5029	0.0302	0.3645	20.52	0.0302	0.3645	12.20	0.0302	0.3645	7.25	0.0302	0.3645
Max P(x<X)- F(x<X) 						0.7817			0.7812			0.7812			0.7812			0.7812			
Promedio			112.1993			66.7065			49.2153			29.2636			17.4002			10.3462			
Desv. Est.			23.4920			13.9785			10.3132			6.1323			3.6463			2.1681			
a			0.0546			0.0917			0.1244			0.2091			0.3517			0.5915			
b			101.6279			60.4162			44.5744			26.5041			15.7594			9.3706			

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2.6 Prueba Kolmogorov – Smirnov

Este método es utilizado para obtener la distribución más representativa (mejor ajuste).

Tabla 54. Valores críticos d para la prueba Kolmogorov – Smirnov

TAMAÑO MUESTRAL	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN			
	N	0.20	0.10	0.05
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23

Fuente: Hidrología Estadística, Máximo Villón B. Pag. 108

Tabla 55. Prueba de bondad de ajuste para 5,10,15,30,60 y 120 minutos

Periodo de Duración (min)	Estadístico	Valor Crítico Do	Criterio de
	Smirnov- Kolmogorov	Para $\alpha = 0,05$	Decisión
5	0.7817	0.2780	O. K.
10	0.7812	0.2780	O. K.
15	0.7812	0.2780	O. K.
30	0.7812	0.2780	O. K.
60	0.7812	0.2780	O. K.
120	0.7812	0.2780	O. K.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Cálculo de intensidades

VIDA ÚTIL AÑOS	RIESGO DE FALLA J(%)	TIEMPO DE RETORNO	INTENSIDADES					
			$x = \beta \left[\frac{1}{\alpha} \ln \left[\ln \left(1 - \frac{1}{Tr} \right) \right] \right]$					
"N"	J(%)	Tr(AÑOS)	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	60 MIN	120 MIN
5	10	47.96	172.33	102.49	75.61	44.96	26.73	15.90
	20	22.91	158.58	94.31	69.58	41.37	24.60	14.63
	30	14.52	149.99	89.19	65.81	39.13	23.27	13.83
	40	10.30	143.41	85.28	62.92	37.41	22.24	13.23
	50	7.73	137.82	81.95	60.46	35.95	21.38	12.71
	60	5.97	132.71	78.91	58.22	34.62	20.58	12.24
10	10	95.41	185.03	110.04	81.19	48.27	28.70	17.07
	20	45.32	171.28	101.86	75.15	44.69	26.57	15.80
	30	28.54	162.69	96.75	71.38	42.44	25.24	15.01
	40	20.08	156.11	92.83	68.49	40.73	24.22	14.40
	50	14.93	150.52	89.51	66.04	39.27	23.35	13.88
	60	11.42	145.41	86.47	63.79	37.93	22.55	13.41
20	10	190.32	197.72	117.60	86.76	51.59	30.67	18.24
	20	90.13	183.98	109.42	80.73	48.00	28.54	16.97
	30	56.57	175.39	104.30	76.95	45.76	27.21	16.18
	40	39.65	168.81	100.39	74.07	44.04	26.19	15.57
	50	29.36	163.22	97.06	71.61	42.58	25.32	15.05
	60	22.33	158.10	94.02	69.37	41.25	24.53	14.58

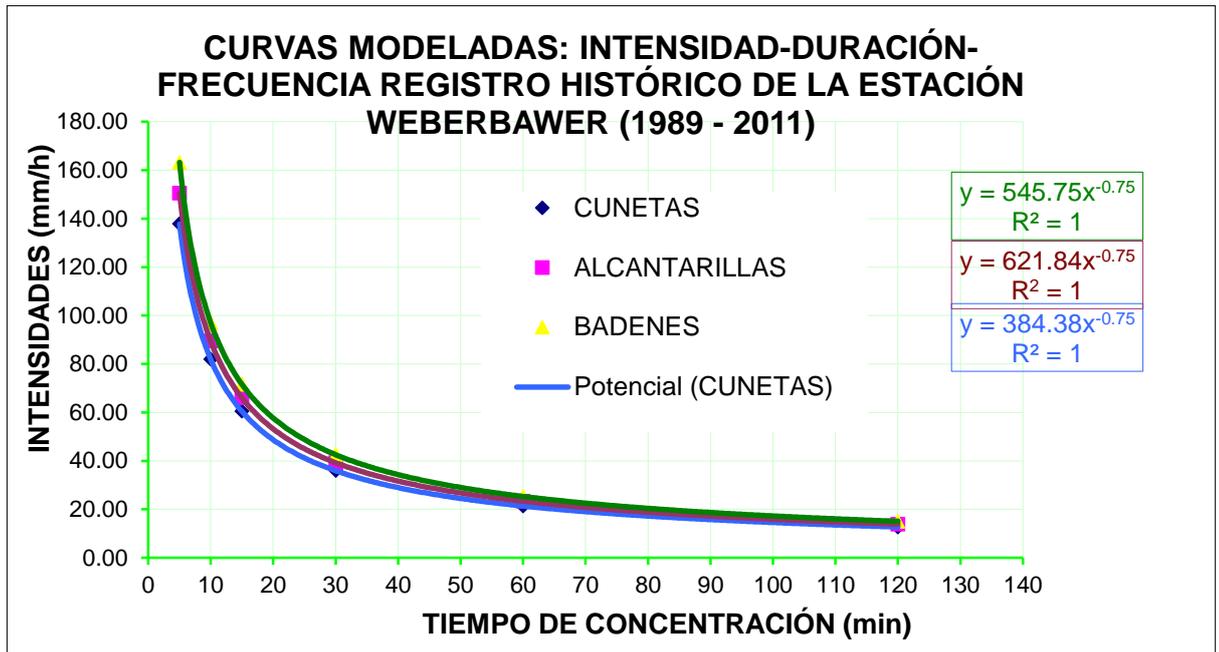
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57. Modelamiento de intensidades

MODELAMIENTO DE INTENSIDADES PARA UNA CARRETERA EN FUNCIÓN DE LA VIDA ÚTIL Y TIEMPO DE RETORNO								
OBRA DE ARTE	VIDA ÚTIL (años)	TIEMPO DE RETORNO (años)	5 MIN	10 MIN	15 MIN	30 MIN	60 MIN	120 MIN
Cunetas	5	7.73	137.82	81.95	60.46	35.95	21.38	12.71
Alcantarillas	10	14.93	150.52	89.51	66.04	39.27	23.35	13.88
Badenes	20	29.36	163.22	97.06	71.61	42.58	25.32	15.05

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Intensidad-duración-frecuencia registro histórico de la estación weberbauer (1989 - 2011)



Fuente: Elaboración propia.

4.7.3 Calculo del Caudal Máximo

Para el cálculo del caudal máximo se ha utilizado el Método Racional, este método puede ser aplicado a pequeñas cuencas de drenaje, que no excedan los 13 km², por lo que se adapta a las cuencas del proyecto. Aceptando este planteamiento, el caudal máximo se calcula por medio de la siguiente expresión, que representa la fórmula racional:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Q = caudal máximo, en m³/seg.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = intensidad máxima de la lluvia, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración, y para un periodo de retorno dado, mm/hr.

A = área de la cuenca, km².

4.7.3.1 Determinación de la intensidad de diseño

Para calcular los caudales máximos, es necesario determinar la intensidad de diseño correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración y para un periodo de retorno dado. Este parámetro se determina a partir de las curvas IDF, para cada punto de estudio.

Para el cálculo de intensidades máximas el t_c mínimo considerado es de 5 min, para los puntos es que el valor del t_c se encuentra por debajo de los 5 min, se considerará valores de I (mm/hr), correspondientes a una duración de 5 minutos. Los valores de la Intensidad de diseño se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 58. Tiempo de concentración para las microcuencas (obras de arte)

MICROCUENCA	COTAS (m. s. n. m.)		Li (Km)	Si	(Li2/Si)1/2 (Km)	S	Tc (min)
	Ho	Hf					
Q-01	2695.00	2580.00	0.081	1.420	0.068	0.947	5.312
	2648.00	2560.00	0.081	1.085	0.078		
	2584.00	2570.00	0.036	0.389	0.058		
Q-02	2638.00	2530.00	0.034	3.164	0.019	0.746	8.544
	2659.00	2520.00	0.032	4.292	0.016		
	2589.00	2510.00	0.033	2.426	0.021		
	2580.00	2540.00	0.032	1.243	0.029		
	2590.00	2580.00	0.032	0.313	0.057		
	2610.00	2530.00	0.105	0.765	0.120		
	2626.00	2600.00	0.081	0.322	0.142		
Q-03	2630.00	2590.00	0.039	1.021	0.039	0.345	9.214
	2630.00	2620.00	0.032	0.316	0.056		
	2620.00	2610.00	0.032	0.315	0.057		
	2610.00	2600.00	0.032	0.314	0.057		
	2600.00	2590.00	0.032	0.315	0.057		
	2590.00	2580.00	0.032	0.315	0.057		
	2580.00	2570.00	0.032	0.314	0.057		
	2570.00	2560.00	0.032	0.314	0.057		
	2560.00	2550.00	0.033	0.303	0.060		
	2550.00	2544.14	0.023	0.255	0.046		
Q-04	2606.86	2600.00	0.013	0.524	0.018	0.308	9.125
	2600.00	2590.00	0.030	0.337	0.051		
	2590.00	2580.00	0.025	0.399	0.040		
	2580.00	2570.00	0.023	0.439	0.034		

	2570.00	2560.00	0.024	0.416	0.037		
	2560.00	2550.00	0.026	0.388	0.041		
	2550.00	2540.00	0.026	0.381	0.043		
	2540.00	2530.00	0.026	0.381	0.042		
	2530.00	2520.00	0.026	0.381	0.042		
	2520.00	2510.00	0.035	0.287	0.065		
	2510.00	2502.80	0.051	0.142	0.135		
Q-05	2519.98	2510.00	0.031	0.322	0.055	0.241	15.837
	2510.00	2500.00	0.035	0.284	0.066		
	2500.00	2490.00	0.035	0.284	0.066		
	2490.00	2480.00	0.035	0.286	0.065		
	2480.00	2470.00	0.034	0.293	0.063		
	2470.00	2460.00	0.034	0.294	0.063		
	2460.00	2450.00	0.043	0.234	0.088		
	2450.00	2440.00	0.046	0.217	0.099		
	2440.00	2430.00	0.045	0.223	0.095		
	2430.00	2420.00	0.045	0.223	0.095		
	2420.00	2410.00	0.046	0.219	0.098		
	2410.00	2400.00	0.045	0.220	0.097		
	2400.00	2390.00	0.045	0.221	0.097		
	2390.00	2380.00	0.045	0.223	0.095		
2380.00	2374.69	0.028	0.189	0.064			
Q-06	2650.00	2640.00	0.039	0.256	0.077	0.196	22.523
	2640.00	2520.00	0.044	2.726	0.027		
	2520.00	2510.00	0.040	0.252	0.079		
	2510.00	2500.00	0.043	0.231	0.090		
	2500.00	2490.00	0.044	0.228	0.092		
	2490.00	2480.00	0.042	0.239	0.086		
	2480.00	2470.00	0.051	0.196	0.116		
	2470.00	2460.00	0.066	0.151	0.170		
	2460.00	2450.00	0.066	0.153	0.168		
	2450.00	2440.00	0.066	0.153	0.168		
	2440.00	2430.00	0.066	0.153	0.168		
	2430.00	2420.00	0.066	0.153	0.168		
	2420.00	2410.00	0.066	0.153	0.168		
	2410.00	2400.00	0.057	0.176	0.136		
	2400.00	2390.00	0.030	0.335	0.051		
	2390.00	2380.00	0.038	0.265	0.073		
2380.00	2370.00	0.061	0.163	0.152			
2370.00	2368.22	0.012	0.152	0.030			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59. Tiempo de concentración para las microfrecuencias (cunetas)

MICROCUENCA	COTAS (m. s. n. m.)		Li (Km)	Si	(Li2/Si)1/2 (Km)	S	Tc (min)
	Ho	Hf					
q-01	2470.51	2460.00	0.041	0.259	0.080	0.318	12.197
	2460.00	2450.00	0.047	0.213	0.102		
	2450.00	2440.00	0.025	0.401	0.039		
	2440.00	2430.00	0.023	0.442	0.034		
	2430.00	2420.00	0.021	0.478	0.030		
	2420.00	2410.00	0.020	0.488	0.029		
	2410.00	2400.00	0.019	0.525	0.026		
	2400.00	2390.00	0.018	0.547	0.025		
	2390.00	2380.00	0.019	0.533	0.026		
	2380.00	2370.00	0.023	0.443	0.034		
	2370.00	2360.00	0.023	0.427	0.036		
	2360.00	2350.00	0.026	0.392	0.041		
	2350.00	2340.00	0.031	0.318	0.056		
	2340.00	2330.00	0.037	0.268	0.072		
	2330.00	2320.00	0.047	0.215	0.100		
2320.00	2313.79	0.031	0.202	0.068			
q-02	2347.28	2340.00	1.491	0.005	21.344	0.006	69.07
	2340.00	2330.00	0.031	0.319	0.055		
	2330.00	2320.00	0.031	0.319	0.055		
	2320.00	2310.00	0.038	0.267	0.073		
	2310.00	2306.71	0.007	0.466	0.010		
q-03	2436.64	2420.00	0.041	0.401	0.065	0.257	13.372
	2420.00	2410.00	0.024	0.410	0.038		
	2410.00	2400.00	0.023	0.433	0.035		
	2400.00	2390.00	0.029	0.346	0.049		
	2390.00	2380.00	0.032	0.314	0.057		
	2380.00	2370.00	0.028	0.363	0.046		
	2370.00	2360.00	0.026	0.383	0.042		
	2360.00	2350.00	0.026	0.383	0.042		
	2350.00	2340.00	0.026	0.383	0.042		
	2340.00	2330.00	0.026	0.383	0.042		
	2330.00	2320.00	0.026	0.383	0.042		
	2320.00	2310.00	0.041	0.247	0.082		
	2310.00	2300.00	0.051	0.197	0.115		
2300.00	2291.28	0.082	0.106	0.253			
q-04	2290.98	2290.00	0.046	0.021	0.320	0.027	3.985
	2290.00	2287.64	0.009	0.253	0.019		
q-05	2297.18	2290.00	0.161	0.044	0.766	0.043	10.293
	2290.00	2287.67	0.057	0.041	0.284		
q-06	2301.20	2300.00	0.010	0.115	0.031	0.040	5.089
	2300.00	2297.35	0.074	0.036	0.394		
q-07	2345.98	2340.00	0.028	0.211	0.062	0.212	7.613

	2340.00	2330.00	0.047	0.214	0.101		
	2330.00	2320.00	0.047	0.214	0.101		
	2320.00	2310.00	0.047	0.215	0.100		
	2310.00	2300.00	0.046	0.219	0.098		
	2300.00	2299.43	0.005	0.120	0.014		
q-08	2350.70	2340.00	0.059	0.180	0.140	0.198	8.173
	2340.00	2330.00	0.047	0.214	0.101		
	2330.00	2320.00	0.047	0.214	0.101		
	2320.00	2310.00	0.047	0.214	0.101		
	2310.00	2303.71	0.037	0.172	0.088		
q-09	2334.27	2330.00	0.029	0.145	0.077	0.148	5.782
	2330.00	2320.00	0.069	0.145	0.181		
	2320.00	2313.58	0.041	0.157	0.103		
q-10	2380.00	2370.00	0.076	0.132	0.209	0.158	9.260
	2370.00	2360.00	0.072	0.140	0.192		
	2360.00	2350.00	0.056	0.179	0.132		
	2350.00	2340.00	0.047	0.212	0.102		
	2340.00	2337.48	0.012	0.206	0.027		
q-11	2386.94	2380.00	0.036	0.190	0.084	0.130	6.465
	2380.00	2370.00	0.092	0.109	0.278		
	2370.00	2365.75	0.028	0.153	0.071		
q-12	2393.82	2390.00	0.022	0.175	0.052	0.176	3.072
	2390.00	2382.72	0.041	0.176	0.099		
q-13	2394.79	2390.00	0.049	0.098	0.156	0.117	3.774
	2390.00	2385.53	0.026	0.171	0.063		
q-14	2408.65	2391.33	0.230	0.075	0.841	0.075	9.649
q-15	2418.27	2410.00	0.028	0.300	0.050	0.067	7.393
	2410.00	2402.88	0.130	0.055	0.558		
q-16	2435.02	2403.16	0.330	0.097	1.061	0.097	12.081
q-17	2444.67	2427.45	0.217	0.079	0.768	0.079	9.108
q-18	2458.63	2444.63	0.199	0.070	0.751	0.070	8.744
q-19	2478.03	2460.72	0.277	0.062	1.109	0.062	11.497
q-20	2561.27	2560.00	0.006	0.210	0.013	0.194	11.606
	2560.00	2550.00	0.037	0.273	0.070		
	2550.00	2540.00	0.037	0.268	0.072		
	2540.00	2530.00	0.040	0.248	0.081		
	2530.00	2520.00	0.040	0.248	0.081		
	2520.00	2510.00	0.039	0.256	0.077		
	2510.00	2500.00	0.027	0.371	0.044		
	2500.00	2490.00	0.028	0.359	0.046		
	2490.00	2480.00	0.057	0.176	0.135		
	2480.00	2475.44	0.061	0.074	0.225		
q-21	2561.28	2560.00	0.009	0.148	0.023	0.252	6.720
	2560.00	2550.00	0.037	0.270	0.071		
	2550.00	2540.00	0.038	0.266	0.073		
	2540.00	2530.00	0.040	0.248	0.081		
	2530.00	2520.00	0.040	0.248	0.081		

	2520.00	2511.80	0.030	0.275	0.057		
q-22	2570.20	2560.00	0.067	0.151	0.173	0.203	9.185
	2560.00	2550.00	0.074	0.136	0.200		
	2550.00	2540.00	0.031	0.318	0.056		
	2540.00	2530.00	0.032	0.317	0.056		
	2530.00	2520.00	0.032	0.317	0.056		
	2520.00	2510.00	0.032	0.317	0.056		
	2510.00	2506.85	0.010	0.320	0.017		
q-23	2573.83	2570.00	0.029	0.130	0.082	0.243	8.508
	2570.00	2560.00	0.052	0.193	0.118		
	2560.00	2550.00	0.032	0.317	0.056		
	2550.00	2540.00	0.033	0.299	0.061		
	2540.00	2530.00	0.035	0.285	0.066		
	2530.00	2520.00	0.035	0.283	0.066		
	2520.00	2510.00	0.035	0.283	0.066		
	2510.00	2506.39	0.010	0.369	0.016		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60. Cálculo de la altitud media (alcantarillas y badenes)

MICROCUENCA	COTAS		COTA	AREA	Hi*Ai	ALTITUD MEDIA
	(m. s. n. m.)		PROMEDIO	PARCIAL		
Qn	Ho	Hf	Hi (m)	Ai (Ha)	(m*Ha)	H (m)
Q-01	2695.00	2380.00	2537.50	0.396	1004.90	2521.499
	2648.00	2370.00	2509.00	0.380	952.28	
	2584.00	2365.69	2474.85	0.034	84.50	
Q-02	2638.00	2530.00	2584.00	0.041	104.73	2548.474
	2659.00	2520.00	2589.50	0.106	274.37	
	2589.00	2510.00	2549.50	0.164	419.31	
	2580.00	2500.00	2540.00	0.224	569.63	
	2590.00	2490.00	2540.00	0.311	789.11	
	2610.00	2480.00	2545.00	0.556	1415.66	
	2626.00	2475.15	2550.57	0.243	618.85	
Q-03	2630.00	2630.00	2630.00	0.141	370.23	2595.914
	2630.00	2620.00	2625.00	0.362	950.05	
	2620.00	2610.00	2615.00	0.550	1437.81	
	2610.00	2600.00	2605.00	0.718	1870.87	
	2600.00	2590.00	2595.00	0.623	1616.37	
	2590.00	2580.00	2585.00	0.481	1244.06	
	2580.00	2570.00	2575.00	0.384	988.43	
	2570.00	2560.00	2565.00	0.284	729.18	
	2560.00	2550.00	2555.00	0.187	478.84	
	2550.00	2544.14	2547.07	0.042	106.25	
Q-04	2606.86	2600.00	2603.43	0.107	277.41	2560.840
	2600.00	2590.00	2595.00	0.372	965.64	
	2590.00	2580.00	2585.00	0.381	985.01	
	2580.00	2570.00	2575.00	0.356	916.10	

	2570.00	2560.00	2565.00	0.321	823.19	
	2560.00	2550.00	2555.00	0.297	758.02	
	2550.00	2540.00	2545.00	0.269	684.87	
	2540.00	2530.00	2535.00	0.240	608.65	
	2530.00	2520.00	2525.00	0.198	500.67	
	2520.00	2510.00	2515.00	0.170	428.40	
	2510.00	2502.80	2506.40	0.105	263.06	
Q-05	2519.98	2510.00	2514.99	0.142	357.13	2448.941
	2510.00	2500.00	2505.00	0.456	1141.78	
	2500.00	2490.00	2495.00	0.905	2258.12	
	2490.00	2480.00	2485.00	1.392	3458.89	
	2480.00	2470.00	2475.00	1.358	3361.10	
	2470.00	2460.00	2465.00	1.255	3093.24	
	2460.00	2450.00	2455.00	1.430	3511.39	
	2450.00	2440.00	2445.00	1.643	4016.80	
	2440.00	2430.00	2435.00	1.609	3916.71	
	2430.00	2420.00	2425.00	1.426	3457.42	
	2420.00	2410.00	2415.00	1.139	2751.16	
	2410.00	2400.00	2405.00	0.845	2031.34	
	2400.00	2390.00	2395.00	0.564	1351.57	
	2390.00	2380.00	2385.00	0.290	692.60	
2380.00	2374.69	2377.35	0.045	106.19		
Q-06	2650.00	2530.00	2590.00	0.806	2087.80	2475.105
	2640.00	2520.00	2580.00	1.526	3936.22	
	2520.00	2510.00	2515.00	1.695	4261.72	
	2510.00	2500.00	2505.00	1.720	4308.13	
	2500.00	2490.00	2495.00	1.729	4313.52	
	2490.00	2480.00	2485.00	2.106	5232.26	
	2480.00	2470.00	2475.00	1.895	4690.31	
	2470.00	2460.00	2465.00	2.139	5272.41	
	2460.00	2450.00	2455.00	2.661	6531.62	
	2450.00	2440.00	2445.00	2.389	5840.26	
	2440.00	2430.00	2435.00	1.514	3686.70	
	2430.00	2420.00	2425.00	0.932	2260.67	
	2420.00	2410.00	2415.00	0.709	1711.71	
	2410.00	2400.00	2405.00	0.503	1210.45	
	2400.00	2390.00	2395.00	0.377	901.83	
	2390.00	2380.00	2385.00	0.421	1004.67	
2380.00	2370.00	2375.00	0.252	598.49		
2370.00	2368.22	2369.11	0.010	23.09		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61. Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)									
	2	5	7.73	10	14.93	25	29.36	50	100	500
Áreas desarrolladas										
Asfáltico	0.73	0.77	0.78	0.81	0.83	0.86	0.87	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.81	0.83	0.85	0.88	0.89	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)										
Condición pobre (Cubierta de pasto menor del 50% del área)										
Plano, 0 - 2%	0.32	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40	0.41	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2 - 7%	0.37	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.40	0.43	0.43	0.45	0.46	0.49	0.50	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (Cubierta de pasto del 50% al 75% del área)										
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.28	0.30	0.31	0.34	0.35	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.36	0.38	0.39	0.42	0.43	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.40	0.42	0.43	0.46	0.47	0.49	0.53	0.60
Condición buena (Cubierta de pasto mayor del 75% del área)										
Plano, 0 - 2%	0.21	0.23	0.23	0.25	0.26	0.29	0.30	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.33	0.35	0.36	0.39	0.40	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.38	0.40	0.41	0.44	0.45	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas										
Área de cultivo										
Plano, 0 - 2%	0.31	0.34	0.34	0.36	0.37	0.40	0.41	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.43	0.44	0.45	0.48	0.49	0.51	0.54	0.61
Pastizales										
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.28	0.30	0.31	0.34	0.35	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.36	0.38	0.39	0.42	0.43	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.40	0.42	0.43	0.46	0.47	0.49	0.53	0.60
Bosques										
Plano, 0 - 2%	0.22	0.25	0.26	0.28	0.29	0.31	0.32	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.34	0.36	0.37	0.40	0.41	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.39	0.41	0.42	0.45	0.46	0.48	0.52	0.58

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Cálculo de caudales de aporte de las microcuencas (obras de arte)

OBRA DE ARTE	PROGRESIVA	MICROCUENCA	AREA TRIB.	Tc	ALT. MEDIA	Imáx Est. Weber.	Imáx	Coef. Escor. C	Qn (m3/s)
	0+000								
BADEN-01	1+500	Q-01	0.810	5.312	2638.000	177.707	184.855	0.45	0.187
ALC-01	2+530	Q-02	1.645	8.544	2658.000	124.434	130.420	0.45	0.268
ALC-02	3+550	Q-03	3.772	9.214	2651.000	92.335	96.522	0.45	0.455
BADEN-02	7+300	Q-04	2.816	9.125	2560.840	93.014	93.925	0.45	0.331
ALC-03	5+605	Q-05	3.772	15.837	2595.000	78.329	80.151	0.45	0.378
ALC-04	6+534	Q-06	2.816	22.523	2698.000	60.147	63.989	0.45	0.225
ALC-05	7+563	Q-07	1.645	5.089	2658.000	183.531	192.360	0.45	0.395
ALC-06	7+891	Q-08	3.772	9.260	2651.000	117.148	122.460	0.45	0.577
ALC-07	8+990	Q-09	2.816	12.081	2560.840	95.965	96.905	0.45	0.341
ALC-08	10+265	Q-10	14.498	9.108	2595.000	118.610	121.370	0.45	2.200
ALC-09	11+256	Q-11	14.498	8.744	2698.000	122.293	130.106	0.45	3.803
ALC-10	12+569	Q-12	23.382	11.497	2685.000	99.593	105.444	0.45	3.082

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63. Cálculo de caudales de aporte de las microcuencas (cunetas)

MICR.	PROGRESIVAS		AREA TRIB. (Ha)	Tc (min)	ALT. MEDIA (m)	Imáx Est. Weber. (mm/h)	Imáx (mm/h)	Coef. Escor. C	Qn (m3/s)
	DE	A							
q-01	0+000.00	0+500.00	7.534	12.197	2376.518	60.571	56.76	0.43	0.51
q-02	0+500.00	1+500.00	1.250	69.072	2320.692	16.500	15.10	0.43	0.02
q-03	1+500.00	1+590.00	2.979	13.372	2334.536	56.535	52.04	0.43	0.19
q-04	1+590.00	2+056.00	0.056	3.985	2290.396	140.175	126.60	0.43	0.01
q-05	2+056.00	2+565.00	0.540	10.293	2292.701	68.796	62.20	0.43	0.04
q-06	2+565.00	3+010.00	0.065	5.089	2298.806	116.679	105.77	0.43	0.01
q-07	3+010.00	3+126.00	0.162	7.613	2314.615	86.255	78.73	0.43	0.02
q-08	3+126.00	3+516.56	2.588	8.173	2324.928	81.784	74.98	0.43	0.23
q-09	3+516.56	4+120.59	0.548	5.782	2324.701	106.029	97.19	0.43	0.06
q-10	4+120.59	4+990.00	2.595	9.260	2361.207	74.476	69.34	0.43	0.22
q-11	4+990.00	5+523.00	0.337	6.465	2378.139	97.502	91.43	0.43	0.04
q-12	5+523.00	6+056.00	0.088	3.072	2387.679	170.365	160.40	0.43	0.02
q-13	6+056.00	6+589.00	0.229	3.774	2390.238	145.991	137.60	0.43	0.04
q-14	6+589.00	7+560.00	0.469	9.649	2399.991	72.212	68.34	0.43	0.04
q-15	7+560.00	8+056.00	0.508	7.393	2410.375	88.174	83.81	0.43	0.05
q-16	8+056.00	8+590.00	1.173	12.081	2419.087	61.009	58.20	0.43	0.08
q-17	8+590.00	9+569.00	0.349	9.108	2436.061	75.406	72.43	0.43	0.03
q-18	9+569.00	10+568.00	0.163	8.744	2451.627	77.747	75.16	0.43	0.02
q-19	10+568.00	11+569.00	0.682	11.497	2469.377	63.315	61.65	0.43	0.05
q-20	11+569.00	12+059.00	4.297	11.606	2518.427	62.869	62.43	0.43	0.32
q-21	12+059.00	12+569.00	1.165	6.720	2537.897	94.717	94.79	0.43	0.13
q-22	12+569.00	12+989.00	3.276	9.185	2543.859	74.930	75.16	0.43	0.29
q-23	12+989.00	13+000.00	3.262	8.508	2535.987	79.356	79.36	0.43	0.31

4.8 Diseño Geométrico

4.8.1 Calzada

El ancho de la calzada se encuentra directamente relacionado con el IMDA, sólo en casos en los que el $IMDA < 50$, la calzada se podrá dimensionar de un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles.

Según el estudio de tráfico, el IMDA para el proyecto en estudio sobre pasa los 50 vehículos diarios, por lo se deberá dimensionar para dos carriles.

De acuerdo a lo establecido, el ancho en tangente de calzada del proyecto será de: 6.00 m.

En los tramos en recta, la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro de la calzada hacia los bordes para facilitar el drenaje superficial evitando el empozamiento del agua.

Según la Norma DG-2018 para carreteras con superficie afirmada el bombeo va de 3% a 4% según intensidad de precipitación. Por lo que se ha visto conveniente adoptar un bombeo de 3% para el proyecto en estudio.

El ancho de la calzada en curva, será el ancho de la calzada en tangente pero provista de un sobre ancho. Cuando la velocidad sea menor de 50 km/h, no requerirán sobre anchos las curvas con radios mayores a 500 m.

4.8.2 Bermas

A cada lado de la calzada, se proveerán bermas, con un ancho mínimo de 0.50m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales. Estas bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma, en los tramos en tangente.

En el caso de los tramos en curvatura la diferencia entre el peralte y la pendiente de la berma superior no debe ser mayor del 7%. La berma inferior

adoptará la pendiente del peralte, siempre y cuando el peralte sea mayor del 4% de lo contrario mantendrá su inclinación.

4.8.3 Ancho de la plataforma

El ancho de la plataforma a nivel de rasante será igual a la suma del ancho de las bermas y el ancho de la calzada.

4.8.4 Plazoleta

No se dispondrá de plazoletas ya que es una carretera de doble carril, por consiguiente no habrá dificultad para que dos vehículos opuestos se crucen.

4.8.5 Taludes

Los taludes de corte y relleno, variarán de acuerdo a la estabilidad del terreno.

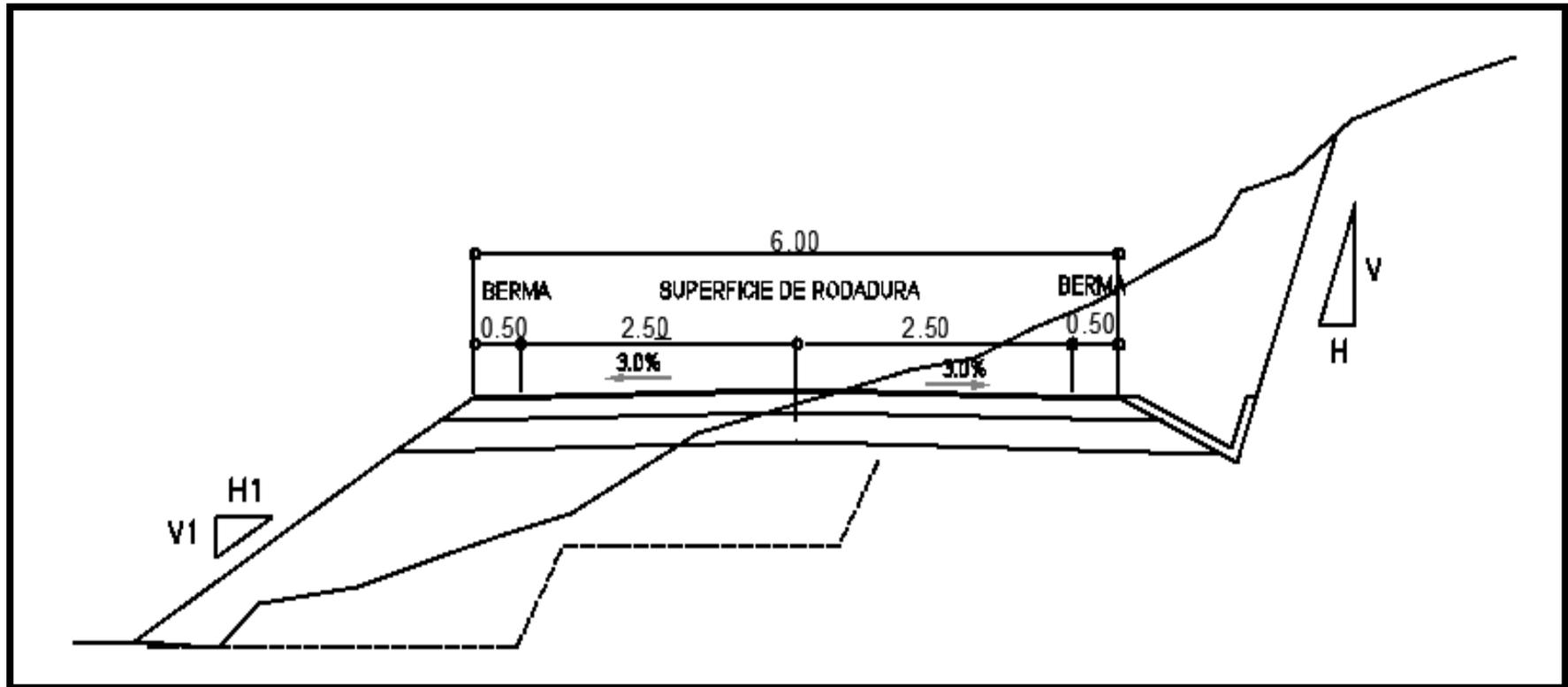
El Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, nos dan valores recomendados para inclinación de taludes según tipo de terreno:

Los valores asumidos para el proyecto son:

Talud de corte: 0.5/1

Talud de relleno: 1/1

Figura 15. Sección Típica de la Carretera Puente el Suro – La Flor.



Fuente: Elaboración propia.

4.8.6 Diseño Horizontal y Vertical

Ver Planos PP-01 al PP-13 (Planos de planta y perfil Longitudinal)

4.8.7 Cálculo de Volúmenes de Corte y Relleno

Tabla 64. Volúmenes de Corte y Relleno de la Carretera Puente el Suro – La Flor.

KM	Area de Corte (m2)	Area de Relleno	Vol. Corte (m3)	Vol. Relleno (m3)	Vol. Acumulado
0.000	0.0000	0.0000			0.000
0+100	0.0000	7.4100	92.400	118.600	5151.300
0+200	0.0000	3.8700	0.000	57.250	4151.575
0+300	11.9000	0.0000	122.000	0.000	6118.825
0+400	2.6000	0.0000	138.000	0.000	8798.425
0+500	0.0000	24.1700	0.000	415.900	8389.538
0+600	25.6000	0.0000	432.100	0.000	7489.271
0+700	25.6000	0.1100	491.000	1.100	9978.771
0+800	23.5000	0.0000	562.000	0.000	11538.414
0+900	0.0000	1.5000	0.000	7.850	13297.746
1+000	28.9000	0.0000	458.000	0.000	16231.636
1+100	11.2500	2.0900	237.500	32.600	18518.711
1+200	25.6000	0.0000	501.000	0.000	21776.165
1+300	45.6000	0.0000	1022.000	0.000	26164.378
1+400	58.9000	0.0000	858.000	0.000	28888.865
1+500	48.8200	0.0000	218.950	0.000	37290.735
1+600	56.6000	0.0000	835.000	0.000	42303.645
1+700	45.6000	0.0000	1055.000	0.000	47000.245
1+800	56.8000	0.0000	391.750	0.000	54301.683
1+900	49.7500	0.0000	219.900	0.000	60286.719
2+000	0.0000	0.2500	589.000	2.500	67252.019
2+100	0.0000	0.8000	0.000	14.900	67199.519
2+200	12.8900	7.8700	182.325	78.825	67478.405
2+300	218.2700	0.0000	2603.800	6.900	69844.570
2+400	0.0000	0.9500	0.000	18.200	80118.179
2+500	0.0000	0.8433	0.000	17.017	80029.779
2+600	0.0000	0.7683	0.000	15.517	79949.195
2+700	22.7833	0.0000	461.167	0.000	82150.216
2+800	20.0333	0.0000	406.167	0.000	84398.091
2+900	15.6333	0.0000	318.167	0.000	86235.816
3+000	40.8000	0.3900	408.000	70.800	86677.006
3+100	23.2000	0.0000	487.600	0.000	91944.841
3+200	21.5000	0.0000	544.000	0.000	94298.941
3+300	12.5000	0.0000	401.800	0.000	96788.964
3+400	22.2000	0.0000	434.000	0.000	98588.401
3+500	27.2000	3.6200	534.000	92.100	100845.701

3+600	18.8000	1.0400	286.000	21.300	102824.801
3+700	46.2167	0.1800	887.833	3.100	106107.126
3+800	39.1000	0.6900	738.000	12.400	109323.451
3+900	74.3000	2.0900	1442.000	22.000	114932.851
4+000	0.0000	0.0900	919.000	23.600	122296.801
4+100	0.0000	0.0400	0.000	0.600	122295.101
4+200	25.5000	2.0100	63.750	8.050	122337.664
4+300	17.4000	0.9100	89.250	4.875	124462.464
4+400	12.0000	1.6700	62.250	12.675	125757.914
4+500	9.0833	0.2300	46.792	0.575	126816.295
4+600	6.3333	0.2000	132.167	6.000	127583.770
4+700	3.5833	0.0000	77.167	0.000	128100.595
4+800	0.0000	0.8500	0.000	8.500	128099.983
4+900	0.0000	0.0100	0.000	2.150	128017.083
5+000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	128016.983
5+100	2.9700	8.6500	181.400	139.200	128997.063
5+200	0.0000	9.3900	0.000	303.900	127405.448
5+300	7.1200	1.2700	75.300	19.200	127460.854
5+400	0.0000	11.4900	0.000	257.000	126538.024
5+500	13.7000	0.0000	283.000	1.900	126878.474
5+600	0.0000	9.9900	0.000	55.075	127568.774
5+700	77.3000	0.0000	368.500	0.000	130455.924
5+800	10.0100	2.8500	175.800	44.800	131480.893
5+900	11.4400	0.1600	213.750	2.200	131810.081
6+000	18.9650	0.0000	364.250	0.000	133404.743
6+100	1.3900	1.5200	3.475	18.375	134426.373
6+200	12.7000	0.0000	248.000	0.000	135562.959
6+300	0.0000	4.0200	0.000	41.800	136549.479
6+400	0.0000	2.9000	0.000	61.000	136191.079
6+500	2.7600	1.4000	27.600	33.000	135994.659
6+600	0.0000	0.0000	0.000	9.900	136180.909
6+700	0.0000	0.0900	0.000	1.300	136178.609
6+800	0.0000	0.3500	0.000	8.100	136150.009
6+900	28.4200	22.7800	515.400	481.700	136664.018
7+000	0.0000	8.8600	655.200	118.700	141056.058
7+100	1.9300	0.9800	19.300	18.500	140676.723
7+200	39.2100	0.3700	623.300	12.500	141668.519
7+300	0.0000	0.0200	0.000	1.200	142524.573
7+400	12.5000	0.0000	241.000	0.500	143135.223
7+500	17.0000	0.0000	331.000	0.000	144683.973
7+600	21.5000	0.0000	421.000	0.000	146705.223
7+700	0.0000	17.4200	0.000	266.100	147982.473
7+800	0.0000	22.7800	0.000	481.700	145531.873
7+900	1.9400	0.7600	19.400	54.300	144355.643
8+000	0.0000	47.8631	0.000	936.122	141806.755
8+100	0.0000	1.8700	98.100	34.200	141482.234
8+200	32.7000	0.0000	395.300	1.000	141851.314

8+300	25.0100	0.8500	1012.200	8.500	150466.779
8+400	10.6400	0.0000	120.900	0.100	150769.054
8+500	0.0000	0.0000	1813.900	0.000	157376.284
8+600	50.0200	43.6351	500.200	851.562	156634.720
8+700	2.4700	1.4200	43.100	36.400	155833.610
8+800	20.4000	0.0000	387.500	0.000	157336.845
8+900	18.5000	6.3000	390.000	63.000	159571.245
9+000	8.5000	1.1300	190.000	23.900	160664.645
9+100	7.5000	1.0600	140.000	20.800	161210.945
9+200	12.5000	30.9511	240.000	597.882	159887.545
9+300	15.0000	41.5211	287.000	809.282	157688.784
9+400	22.5000	0.0000	427.000	0.000	156455.376
9+500	104.6500	0.0000	2026.200	0.000	161391.321
9+600	9.0000	0.0000	195.000	0.000	165452.266
9+700	8.5000	0.0000	150.000	0.000	166150.516
9+800	18.5000	0.0000	350.000	0.000	167539.616
9+900	28.5000	1.2600	550.000	32.800	169643.916
10+000	0.0000	1.0200	365.000	20.100	172649.366
10+100	0.0000	43.6351	0.000	851.562	171292.193
10+200	0.0000	3.9500	0.000	75.700	168805.897
10+300	0.0000	5.6000	0.000	108.700	168328.397
10+400	6.2000	0.0000	133.000	0.000	169047.297
10+500	22.5000	0.0000	251.000	0.000	169680.447
10+600	28.0000	0.0000	549.000	0.000	172331.697
10+700	13.0800	1.6700	206.800	30.500	174702.737
10+800	0.0000	17.9500	0.000	342.400	174380.987
10+900	11.2000	2.6400	217.000	43.100	174085.387
11+000	14.7000	16.1900	287.000	341.400	174177.237
11+100	18.2000	26.7231	357.000	513.322	173876.849
11+200	21.7000	37.2931	427.000	724.722	172770.788
11+300	25.2000	47.8631	497.000	936.122	170975.227
11+400	0.0000	2.6600	0.000	51.600	170634.996
11+500	0.0000	5.1600	0.000	98.200	170243.996
11+600	0.0000	7.6600	0.000	148.200	169602.996
11+700	0.0000	8.4900	0.000	173.400	168865.296
11+800	10.5000	0.3900	105.000	70.800	168209.346
11+900	14.0000	0.0000	273.000	0.000	169491.696
12+000	17.5000	1.2600	343.000	32.800	170782.246
12+100	10.0000	1.0200	190.000	20.100	171950.196
12+200	8.0000	0.0000	170.000	0.000	172989.796
12+300	25.0000	0.0000	460.000	0.000	174155.296
12+400	32.3000	6.3000	539.000	94.100	176708.646
12+500	0.0000	1.1300	0.000	23.900	177516.236
12+600	0.0000	1.0600	0.000	20.800	177411.536
12+700	0.0000	0.1800	0.000	3.100	177385.536
12+800	13.7800	0.6900	272.000	12.400	178046.406
12+900	15.5800	0.0000	308.000	0.000	179542.906

13+000	17.3800	11.0400	344.000	167.200	181004.906
13+100	6.3800	0.0000	150.200	0.000	181927.506
13+200	3.3000	0.4900	98.000	7.900	182838.566
13+300	21.5000	1.2100	241.000	12.300	183294.666

Fuente: Elaboración propia.

4.9 Diseño de Afirmado

4.9.1 Introducción

Para el diseño del Afirmado se ha creído conveniente usar dos métodos, los cuales son:

- MÉTODO DE LA USACE (U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS)
- MÉTODO DEL ROAD RESEARCH LABORATORY
- MÉTODO NAASRA, (NATIONAL ASSOCIATION OF AUSTRALIAN STATE ROAD AUTHORITIES, HOY AUSTRROADS)

4.9.2 CBR del suelo de fundación

Se han elaborado los ensayos según el manual de ensayo de material del MTC, para ello se verificaron en el perfil estratigráfico los tipos de suelos y analizando el tipo de suelo más desfavorable en la zona de estudio a la Calicata C – 09, (Km. 9+574), clasificada según la AASHTO un suelo A – 7, A – 7- 5 y según SUCS un suelo MH (Limos limo de alta plasticidad). El CBR de diseño es de 6.60% (al 95% de la Máxima Densidad Seca y a 0.2” de penetración).

4.9.3 Análisis del tráfico.

Los procedimientos de diseño para carreteras de alto y bajo volúmenes de tráfico, están basadas en las cargas acumuladas de ejes simples equivalentes de 18,000 lbs (EALS) ó 8.2 toneladas durante el periodo de análisis o diseño.

4.9.4 Índice medio diario (IMD)

IMD = 51 Veh/día

4.9.5 Tasas de crecimiento (i)

Se ha considerado la tasa de crecimiento anual del PBI por tratarse de una carretera nueva 3.275%.

4.9.6 Periodo de diseño (n)

Se ha considerado un periodo de diseño de 10 años.

4.9.7 Calculo del número de ejes simples equivalentes (ESAL 8.2ton)

$$\begin{aligned} EAL_{8.2\text{ TON}(10\text{ años})} \\ &= N^{\circ}\text{ de Vehiculos} \times 365 \times \text{Factor Camion} \\ &\quad \times \text{Factor de Crecimiento} \end{aligned}$$

Dónde:

$$\text{Factor de Crecimiento} = 5.20 \text{ (Cuadro II.60)}$$

Factor Camión:

- Vehículo de Diseño: C2
- Longitud: 12.30 m
- Carga por eje:
- Eje Delantero = 7 Tn (2 neumáticos)
- Eje Posterior = 11 Tn (4neumáticos)

Interpolando en el Cuadro II.60 (Factores de Equivalencia de Carga) tenemos:

- Para 7000 Kg. tenemos un F.E.C. de 0.5407
- Para 11000 Kg. tenemos un F.E.C. de 3.1714

Entonces tenemos:

Tabla 65: Equivalencia de carga

C2	Peso (Kg.)		Factor Equivalencia Carga	
	Cargado	Descargado	Cargado	Descargado
Eje Delantero (simple)	7,000	7,000	0.5407	0.5407
Eje Posterior (Simple)	11,000	7,000	3.1714	0.5407
TOTAL	18,000	14,000	3.7121 (I)	1.0814 (II)

Fuente: Elaboración propia.

Factor Camión = Promedio (Factor Equivalencia Carga Cargado y Descargado)

$$\text{Factor Camión} = [(I) + (II)] / 2$$

$$\text{Factor Camión} = (3.7121 + 1.0814) / 2$$

$$\text{Factor Camión} = \mathbf{2.3968}$$

Reemplazando la información disponible tenemos que el Número de Ejes Simples Equivalentes a 8.2 ton para un vehículo de 2 ejes con 6 ruedas, durante el periodo de diseño será:

$$EAL_{8.2\ TON(10\ años)} = 51 \times 365 \times 2.3968 \times 5.20$$

$$EAL_{8.2\ TON(10\ años)} = 232,005.446$$

4.9.8 Calcular del espesor del pavimento

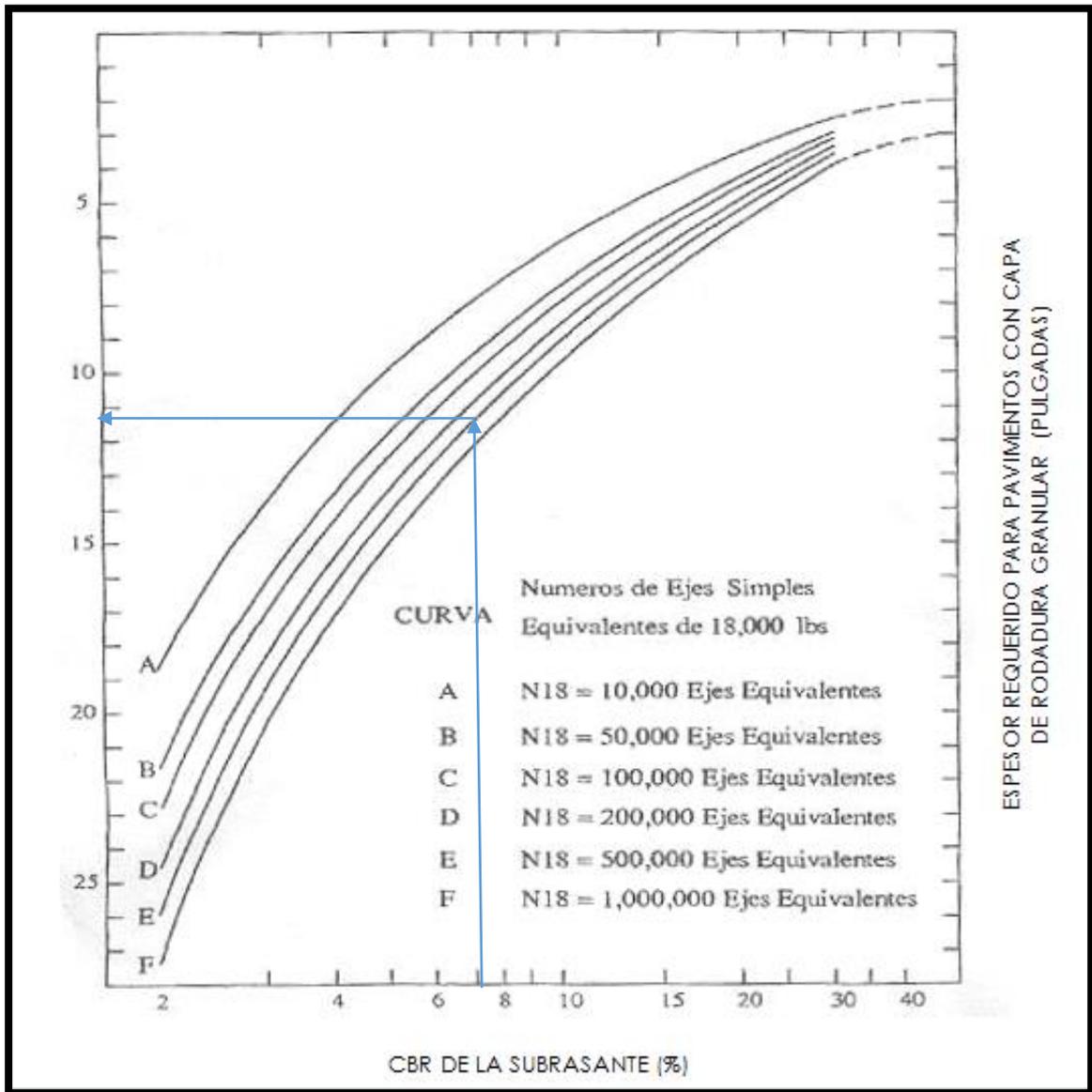
4.9.8.1 Método de la Usace (U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS)

Parámetros:

$$\text{CBR SUBRASANTE} \quad : \mathbf{6.60\ \%}$$

$$\text{EAL s} \quad : \mathbf{232,005.446}$$

Figura 16. Caculo del Espesor Requerido Método de la Usace



Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejo Fonseca

Del gráfico se tiene:

E (Espesor del pavimento) : 11.25" (28.57 cm.)

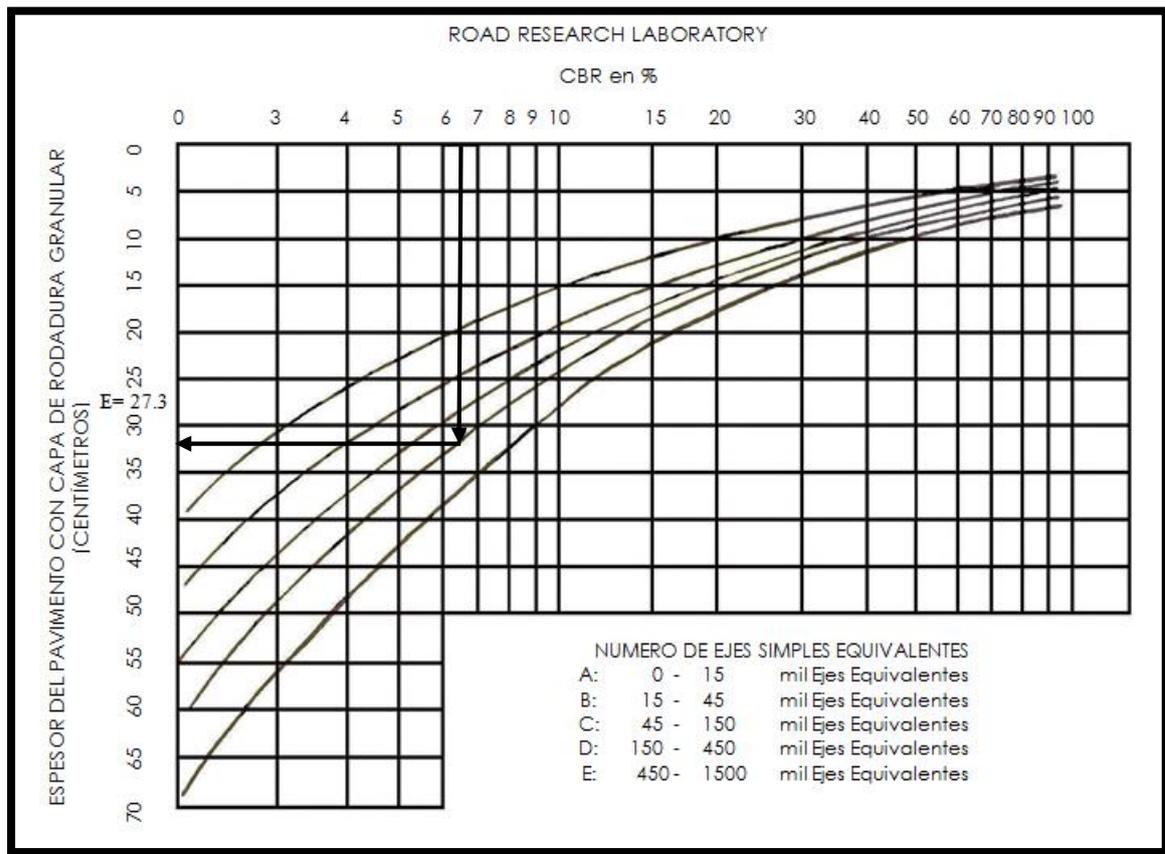
4.9.8.2 Método del Road Research Laboratory

Parámetros:

CBR SUBRASANTE : 6.6 %

EALs : 232,005.446

Figura 17. Caculo del Espesor Requerido Método del Road Research Laboratory



Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejo Fonseca

Del gráfico se tiene:

E (Espesor del pavimento): 30.9 cm.

El espesor del firmado será de 30 cm según diseño y tabla.

4.9.8.3 Método AASHTO

DATOS:

Periodo de diseño: 10 años

Inda: 51 veh por día en ambos sentidos

Factor camión: 2.39

Tabla 66: Niveles de Confiabilidad sugeridos para diferentes carreteras

Clasificación	Nivel de confiabilidad recomendado	
	Urbana	Rural
Autopistas interestatales y otras	85 -99.9	80 -99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras de Tránsitos	80 - 95	75 - 95
Carreteras locales	50 -80	50 -80

Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejo Fonseca

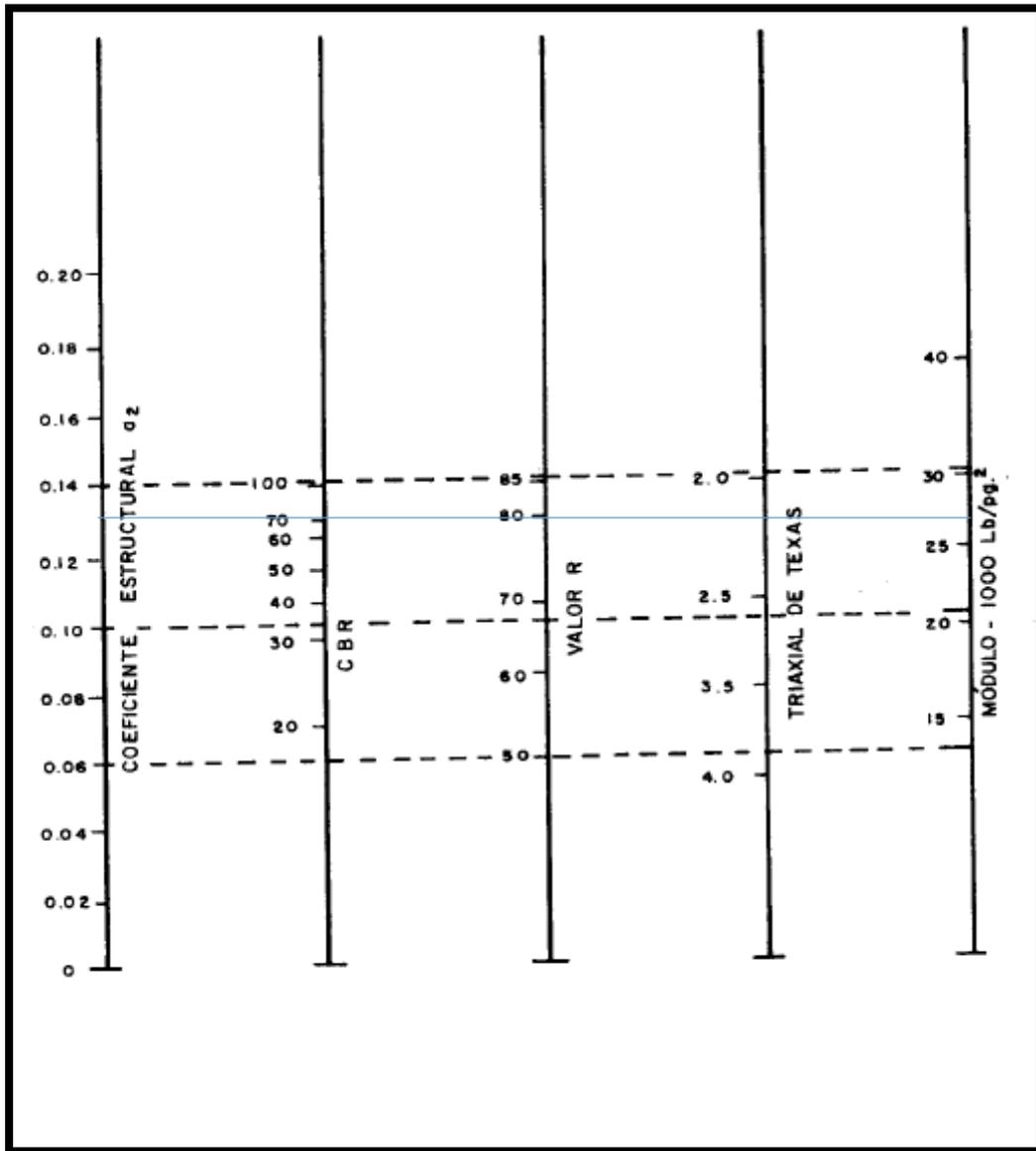
Para carreteras locales escogemos un nivel de confiabilidad del 80%

Según ensayos por aashto la desviación estándar es de 0.45.

- ZR: 0.45
- Índice de servicio inicial $p_0 = 4.2$
- Índice de servicio final $p_t = 2$
- Por lo tanto se tiene una pérdida de $\Delta PSI = 4.2 - 2 = 2.2$
- El suelo de la subrasante presenta un CBR de 6.6
- Los materiales disponibles para la construcción de la base granular y subbase con ensayos obtenidos de canteras tienen CBR de 76 y 35 %.

Calculamos los coeficientes estructurales:

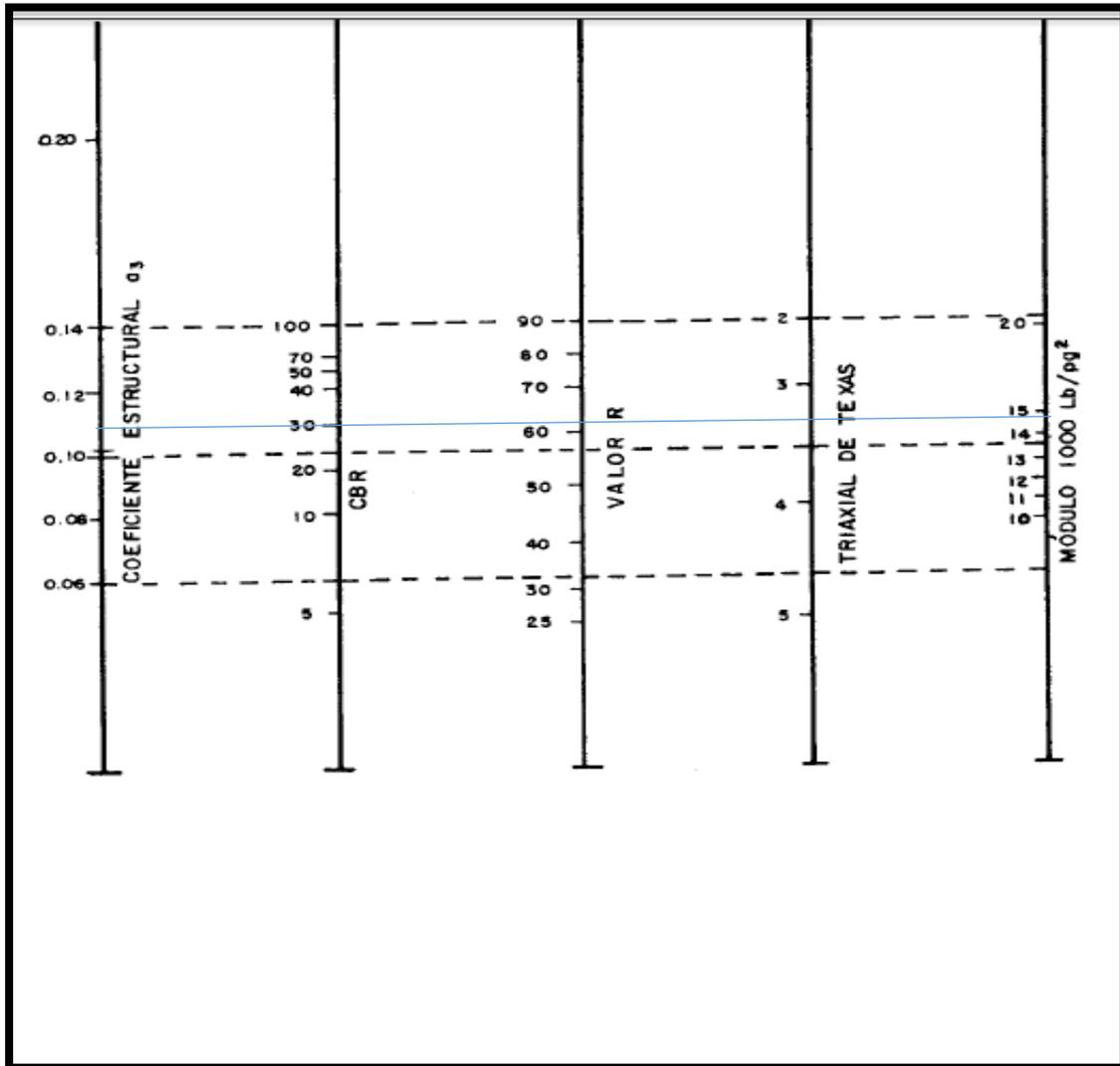
Figura 18. Variación de coeficiente a_2 con diferentes parámetros de resistencia de a base granular.



Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejo Fonseca

Obtenemos un coeficiente $a_2 = 0.135$

Figura 19. Variación de coeficiente a_3 con diferentes parámetros de resistencia de a subbase.



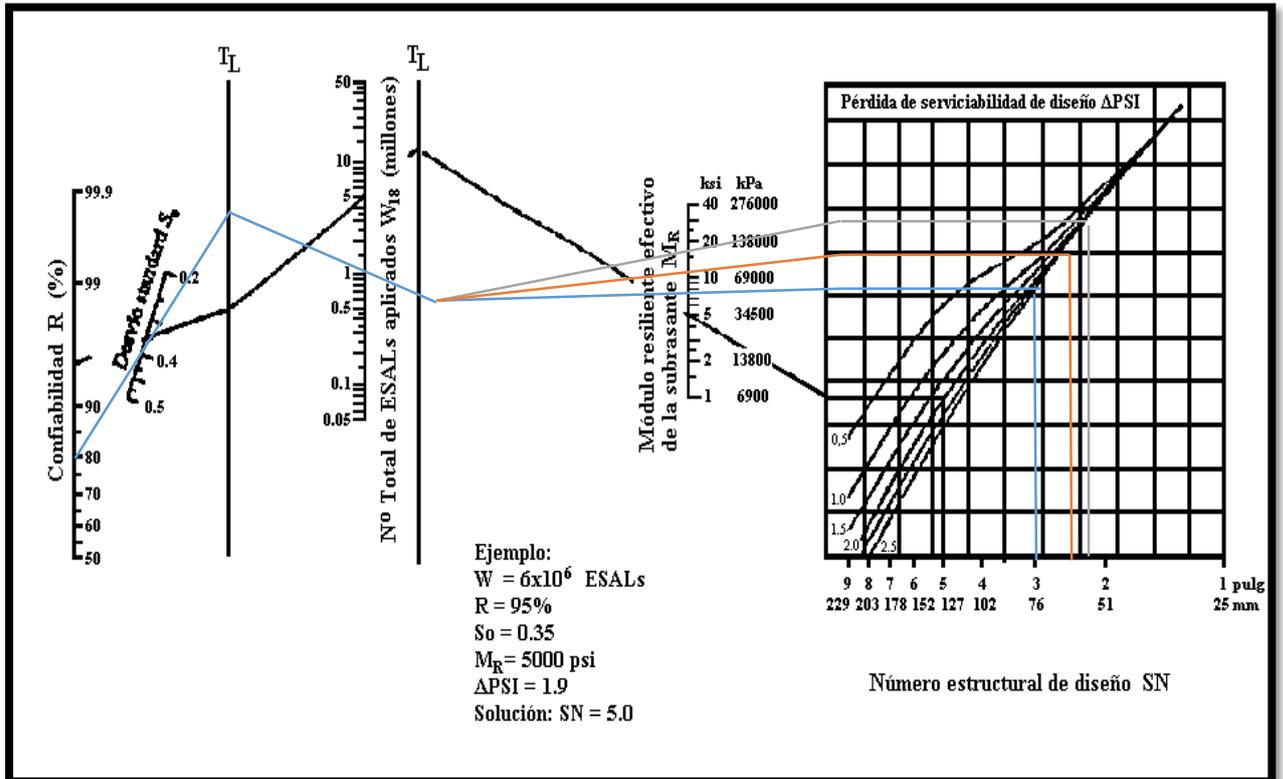
Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejo Fonseca

- Obtenemos un coeficiente $a_3 = 0.115$
- Determinamos el $MR = 15000 * 6.6 = 9900$ psi de la subrasante.
- MR de la base con datos de la gráfica es = 28000 psi
- En relación con el drenaje tomamos un coeficiente de drenaje de: $m_i = 1.00$

4.9.8.3.1 Tránsito de diseño:

$$W_{18} = 2.32 * 106 \text{ ejes de 8.2 toneladas.}$$

Figura 20. Calculamos el volumen estructural del pavimento (SN):

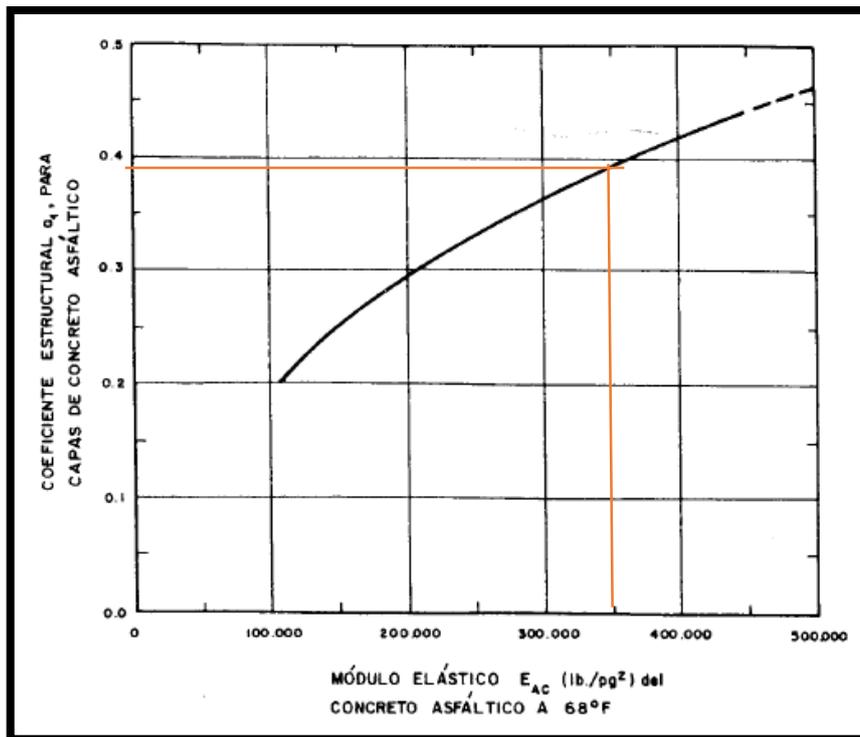


Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejó Fonseca

- $SN = 3.3$ a partir del módulo de resiliente de la subrasante.
- $SN_1 = 2.2$ a partir del módulo de resiliente de la base.
- $SN_1 = a_1 * D_1$

Tenemos en cuenta que a_1 se obtiene de la siguiente grafía y con un valor de módulo de elasticidad del concreto asfáltico de 350000 psi.

Figura 21. Calculamos el coeficiente estructural a_1 (SN):



Fuente: ingeniería de pavimentos para carreteras Tomo I – Alfonso Montejo

- $a_1 = 0.39$
- $D_1 = SN_1 / a_1 = 2.2 / 0.39$
- **$D_1 = 5.6$ pulg** de espesor de concreto asfáltico.

Aashto recomienda redondear D_1 a 6 pulg por eso recalculamos el número estructural:

- $SN_1^* = a_1 * D_1$ corregido = $0.39 * 6 = 2.34$

Determinamos el espesor que debe tener la base granular:

Tomamos el módulo de resiliente de la subbase encontrada en la grafica :

MR = 15500 psi.

Obtenemos $SN_2 = 2.9$ y corresponde al volumen estructural que aportan la base granular y el concreto asfáltico.

- $SN (\text{Base Granular}) = 2.9 - 2.34 = 0.56$
- $SN (\text{Base Granular}) = a_2 \cdot D_2^2 \cdot m_2$, entonces
- $D_2 = SN (\text{Base Granular}) / a_2 \cdot m_2$
- $D_2 = 0.56 / 0.135 \cdot 1$
- $D_2 = 4.2$ pulg

Redondeamos a 5 pulgadas y recalculamos el número estructural:

- $SN^*(\text{base granular}) = 0.13 \cdot 5^2 \cdot 1$
- $SN^* = 0.65$

Determinamos el espesor de la subbase:

- $SN (\text{Subbase}) = 3.3 - (2.34 + 0.65) = 0.31$ entonces ,
- $SN (\text{Subbase}) = a_3 \cdot D_3^3 \cdot m_3$ despejando D_3 se obtiene:
- $D_3 = 0.31 / 0.115 \cdot 1$
- $D_3 = 3$ pulgadas

4.9.8.3.2 Diseño del Pavimento:

La estructura del pavimento quedaría de la siguiente forma:

- Concreto Asfáltico ($E_1 = 350000 \text{psi}$) = 6 pulg.
- Base Granular (CBR= 76%) = 5 pulg.
- Subbase Granular (CBR= 35%) = 3 pulgadas

4.10 Obras de Drenaje y Diseño Hidráulico

4.10.1 Cunetas

Zanjas longitudinales revestidas que captan, conducen y evacuan los flujos de agua superficial.

Figura 22. Cunetas



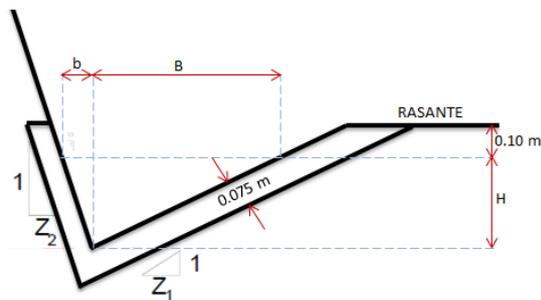
Fuente: Google

4.10.1.1 Localización:

Se colocarán cunetas al pie de los taludes de corte, paralelos y adyacentes a la calzada.

4.10.1.2 Sección típica:

Triangular



4.10.1.3 Descarga de las cunetas:

En alcantarillas de alivio, ubicadas cada 250 m.

Figura 23. Aliviadero



Fuente: Google

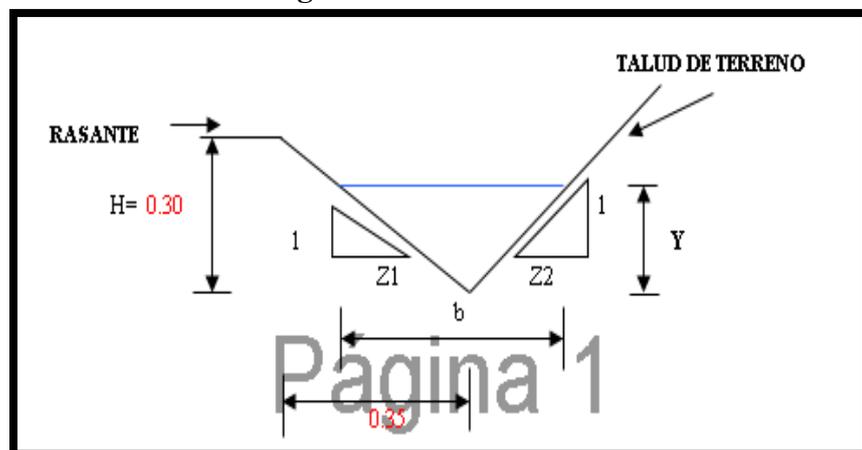
4.10.1.4 Revestimiento:

De concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con espesor de 7.5 cm, Vaciadas in situ, para evitar la erosión y filtración del agua al pavimento.

4.10.1.5 Caudal de diseño:

✓ Determinamos capacidad de cuneta

Figura 24. Aliviadero



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Cálculo de capacidad de cuneta.

DATOS

Z1= 0.500
 Z2= 1.000 Para el más común (MH)
 n= 0.017 MAMPOSTERÍA

SOLUCION

Y= 0.9H
 Y= 0.270
 b= Y(Z1 + Z2)
 b= 0.405

Cálculo del Area Hidráulica
 Ah= bY/2
 Ah= 0.055

Cálculo del Radio Hidráulico
 Rh= Ah/Pm ; Pm= Perímetro mojado

$$Pm = Y(\sqrt{1 + Z_1^2} + \sqrt{1 + Z_2^2})$$

Pm= 0.684

Rh= 0.080

Cálculo del Caudal

$$Q = \frac{AhRh^{\frac{2}{3}}S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Cálculo de caudales (capacidad de cunetas)

Area Tributaria	Progresiva Inicial	Progresiva Final	Pendiente %	Cap.Cuneta (m3/s)	Velocidad (m/s)
q-01	0+000.00	0+500.00	8.040	0.17	3.10
q-02	0+500.00	1+500.00	5.020	0.13	2.45
q-03	1+500.00	1+590.00	10.120	0.19	3.47
q-04	1+590.00	2+056.00	4.730	0.13	2.37
q-05	2+056.00	2+565.00	4.730	0.13	2.37
q-06	2+565.00	3+010.00	4.730	0.13	2.37
q-07	3+010.00	3+126.00	4.730	0.13	2.37
q-08	3+126.00	3+516.56	12.430	0.21	3.85
q-09	3+516.56	4+120.59	10.940	0.20	3.61
q-10	4+120.59	4+990.00	7.530	0.16	3.00
q-11	4+990.00	5+523.00	7.530	0.16	3.00
q-12	5+523.00	6+056.00	7.530	0.16	3.00
q-13	6+056.00	6+589.00	7.530	0.16	3.00
q-14	6+589.00	7+560.00	7.530	0.16	3.00
q-15	7+560.00	8+056.00	6.080	0.15	2.69
q-16	8+056.00	8+590.00	8.140	0.17	3.12
q-17	8+590.00	9+569.00	8.140	0.17	3.12
q-18	9+569.00	10+568.00	6.650	0.15	2.82
q-19	10+568.00	11+569.00	6.650	0.15	2.82
q-20	11+569.00	12+059.00	8.290	0.17	3.14
q-21	12+059.00	12+569.00	8.290	0.17	3.14
q-22	12+569.00	12+989.00	10.140	0.19	3.48
q-23	12+989.00	13+000.00	7.880	0.17	3.06

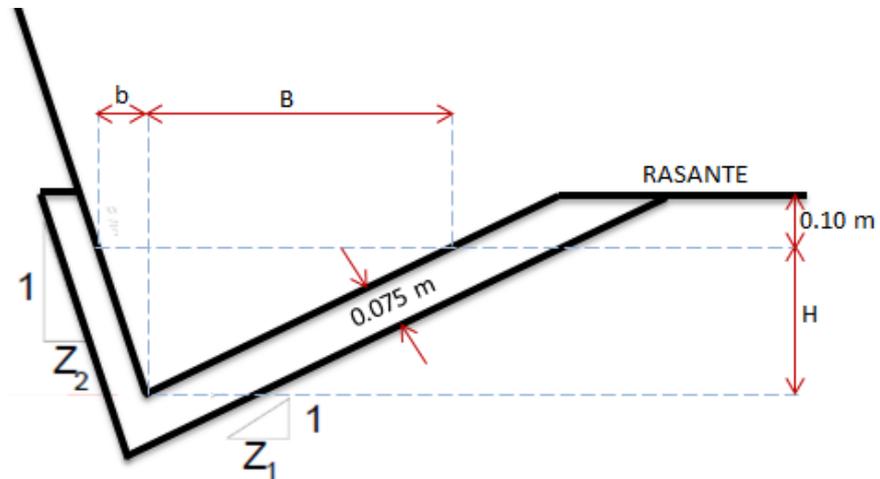
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 62. Dimensiones Mínimas

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.2	0.5
Lluviosa	0.3	0.75
Muy Lluviosa	0.5	1

Fuente: DG-2018

4.10.1.6 Sección típica



CUNETA TIPO 1

Z1=	2	
Z2=	0.5	
H=	0.3	m
b=	0.15	m
B=	0.6	m

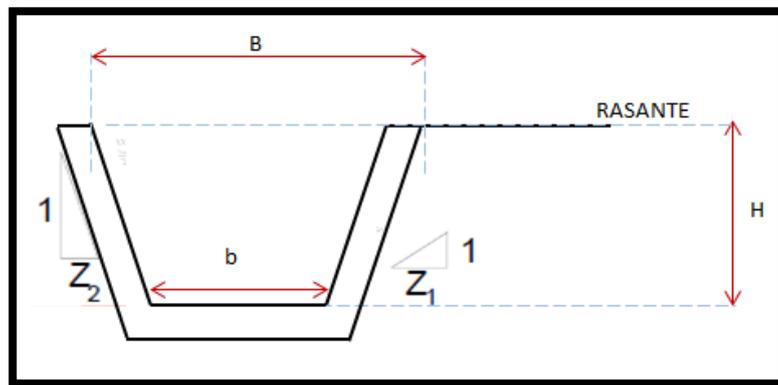
4.10.2 Zanjas de Coronación

Zanjas longitudinales revestidas

4.10.2.1 Localización:

Se ha utilizado zanjas de coronación a partir del km 1+200 hasta conducirlo a una descarga cerca al Km 2+100, con la finalidad de encauzar ciertas filtraciones identificadas en este tramo y que no afecte los taludes de corte.

4.10.2.2 Sección típica: Tipo Trapezoidal.



Fuente: DG-2018

4.10.2.3 Dimensiones Mínimas



Fuente: DG-2018

- ✓ Descarga: en cauces naturales
- ✓ Revestimiento: Enrocado
- ✓ Caudal de diseño:

$$\begin{array}{l} \text{Área} \\ \text{aportante} \\ \text{de los} \\ \text{taludes} \end{array} = \left[\begin{array}{c} \text{Ancho} \\ \text{tributario} \\ \text{talud} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Longitud} \\ \text{de las} \\ \text{zanjas} \end{array} \right]$$

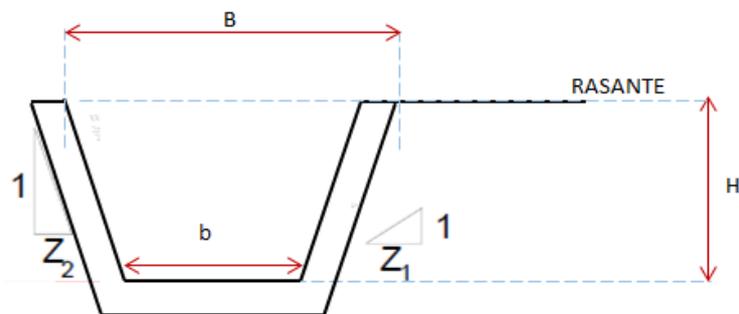
$$\begin{aligned} &= 10 \text{ m} \times 900 \text{ m} \\ &= 0.9 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$Q = c.i.A/360$$

$$Q = 0.50 \times 220 \times 0.9 / 360$$

$$Q = 0.275 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.10.2.4 Diseño Hidráulico:



$$H = 0.5 \text{ m}$$

$$b = 0.5 \text{ m}$$

$$B = 1 \text{ m}$$

$$A = 0.375 \text{ m}^2$$

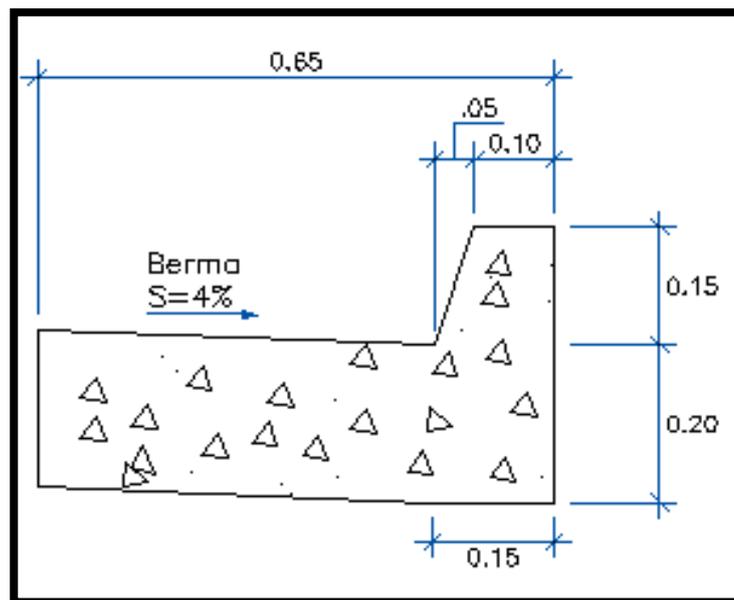
$$P = 1.618 \text{ m}$$

Verificación: $Q_i > Q_d$

$$Q_i = 3.620 \text{ m}^3/\text{seg}$$

4.10.3 Bordillos

Se ha utilizado bordillos en los taludes de relleno, siempre y cuando el peralte de la plataforma se incline hacia el exterior para evitar la erosión de los taludes en terraplén, siguiendo el mismo criterio en las secciones en balcón y en tangente se han colocado bordillos hacia la parte exterior para que reciba el agua del bombeo, en las secciones en balcón con peralte de la plataforma hacia adentro no se han colocado bordillos.



Fuente: DG-2018

4.10.4 Drenaje transversal de la carretera (Alcantarillas)

4.10.4.1 Diseño hidráulico

A: Calculo de los caudales de diseño

Tabla 68. Caudales que pasaran por las alcantarillas, originados por el paso de quebradas o manantiales, haciendo mayor el caudal agregado a la cuneta.

Alcantarilla N°	Ubicación Km	Tramo de Cuneta		Q. Cuenca Qn(m3/ seg)	Q. Cunetas Qc(m3/seg)	Q. Parcial (m3/seg)	Q. Acumulado Qq (m3/seg)
		Inicia	Termina				
1	2+530.00	2+500.00	2+530.00	0.268	0.003	0.271	0.271
2	3+550.00	2+530.00	3+550.00	0.455	0.018	0.473	0.473
3	5+605.23	0+960.00	5+605.23	0.378	0.029	0.407	0.407
4	6+533.65	2+178.13	6+533.65	0.225	0.002	0.228	0.228
5	7+563.32	3+867.22	7+563.32	0.395	0.013	0.408	0.408
6	7+890.65	4+290.00	7+890.65	0.577	0.013	0.590	0.590
7	8+990.36	5+300.00	8+990.36	0.341	0.013	0.354	0.354
8	10+265.00	7+230.05	10+265.00	0.882	0.013	0.895	0.895
9	11+256.00	7+230.05	11+256.00	0.946	0.013	0.958	0.958
10	12+569.00	7+230.05	12+569.00	0.985	0.013	0.998	0.998
Caudal Maximo en Alcantarilla 5,6,7,8,9,10							0.998
Caudal Maximo en Alcantarilla 1,2,3,4							0.473

Fuente: Elaboración propia

B: Diseño hidráulico de alcantarillas

Aplicando la fórmula de MANNING

$$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

Donde :

Q: Caudal en m3/seg..

A: Área hidráulica en m²

P: Perímetro mojado en m

R: Radio hidráulico = A/P

S: Pendiente de la alcantarilla

n: coeficiente de rugosidad

C: DISEÑO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLA TIPO MARCO QUE CRUZAN LA VÍA

ALCANTARILLAS Nº 01,02,03,04,05 y 07

1.- Caudal de Diseño para alcantarillas: N° 01,02,03,04,05 y 07
 Q= 0.473 m³/seg. Es el Caudal maximo (entre las alcantarillas N° 01,02,03,04,05 y 07)

Adoptamos: Q= 0.500 m³/seg.

Alcantarilla Nº 01,02,03,04,05 y 07

1.- DATOS DE DISEÑO

Q max: Caudal Máximo = 0.500 m³/seg.
 S: Pend. Alcant. O Pend paso de agua = 0.010 %
 n: Coef de fricción o Rugosidad = 0.013 (Concreto)

2.- SECCIÓN DEL OJO

Asumiendo Valores, con la condicion de:

$h = 1.30 \times b$

Donde:

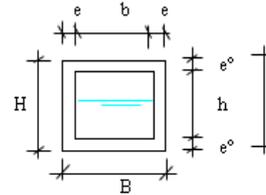
Ancho:	b	=	0.60
Altura:	h	=	0.90

Con la condicion que :

Asumimos :

$e = 0.20$
 $e^\circ = 0.20$

Con lo que se obtiene: $B = 1.00$ m
 $H = 1.30$ m



3.- CAPACIDAD DE LA ALCANTARILLA

La capacidad la calculamos con la formula de MANNING

A= 0.54 m²
 P= 2.4 m
 R= 0.225 m
 S= 0.0100
 n= 0.0130

Remplazando:

Q= 1.537 m³/seg.
 Se Verifica entonces que:
 Q= 1.537 m³/seg.
 >
 Qmax= 0.500 m³/seg.

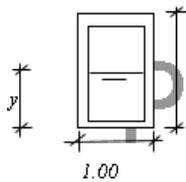
Ok Cumple

DISEÑO HIDRÁULICO FINAL PARA ALCANTARILLAS Nº 01,02,03,04,05 y 07

Tabulacion de datos:

Con el Caudal maximo:

Q = 1.537 m³/s
 n = 0.013
 S = 0.010
 e = 0.20 Espesor de losa y Pared
 b = Ancho libre Interno = 0.60
 h = Alto libre Interno = 0.90
 Area = 0.60 x Y m²
 Perimetro = 0.90 + 2Y m



Se Verifica que:

$$\frac{1}{b} \left[\frac{n Q}{S} \right]^{3/2} = \frac{Y^5}{(b + 2Y)^2} \dots \text{Ecuacion (I)}$$

Probamos que:

$$0.1025 = \frac{5}{(0.60 + 2Y)^2}$$

Usamos Aprox. $Y = 0.90$

Donde: $0.103 = 0.103$

Ok el Valor de Y es Correcto

Asumimos $Y = 0.90 \text{ m}$

Donde:

Área Mojada: 0.5400 m^2

Perímetro Mojado: 2.7000 m

Radio Hidráulico: 0.2000 m

Velocidad del flujo: 2.8456 m/s

Tabulacion de datos cuando Transporte el Caudal Normal Asumido

Con el Caudal maximo:

$Q = 0.500 \text{ m}^3/\text{s}$

$n = 0.013$

$S = 0.010$

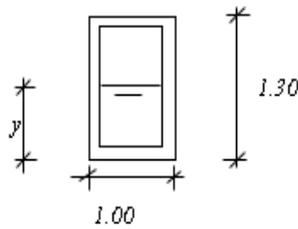
$e = 0.20$ Espesor de losa y Pared

$b =$ Ancho libre Interno $= 0.60$

$h =$ Alto libre Interno $= 0.90$

Área = $0.60 \times Y \text{ m}^2$

Perímetro = $0.60 + 2Y \text{ m}$



1.00

1.30

y

1.00

Probamos que:

$$0.0035 = \frac{5}{(0.60 + 2Y)^2}$$

Usamos Aprox. $Y = 0.380$

Donde: $0.004 = 0.004$

Ok el Valor de Y es Correcto

Asumimos $Y = 0.80 \text{ m}$

Donde:

Área Mojada: 0.4800 m^2

Perímetro Mojado: 2.2000 m

Radio Hidráulico: 0.2182 m

Velocidad del flujo: 1.0417 m/s

- ALCANTARILLAS N° 06,08,09 y 10

1.- Caudal de Diseño para alcantarillas: N° 06,08,09 y 10
 Q= 0.998 m3/seg. Es el Caudal maximo (entre las alcantarillas)
 Adoptamos: Q= 1.700 m3/seg. N° 06,08,09 y 10

Alcantarilla N° 06,08,09 y 10

1.- DATOS DE DISEÑO

Q max: Caudal Máximo = 1.700 m3/seg.
 S: Pend. Alcant. O Pend paso de agua = 0.010 %
 n: Coef de fricción o Rugosidad = 0.013 (Concreto)

2.- SECCIÓN DEL OJO

Asumiendo Valores, con la condicion de:

$h = 1.50 \times b$

Donde:

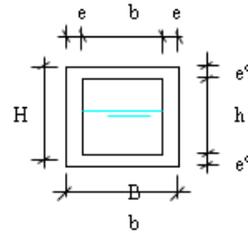
Ancho: $b = 0.70$
 Altura: $h = 1.10$

Con la condicion que :

Asumimos :

$e = 0.20$
 $e^\circ = 0.20$

Con lo que se obtiene: $B = 1.10$ m
 $H = 1.50$ m



3.- CAPACIDAD DE LA ALCANTARILLA

La capacidad la calculamos con la formula de MANNING

A= 0.77 m ²	} Reemplazando:	Q= 2.447 m3/seg.
P= 2.9 m		Se Verifica entonces que:
R= 0.26551724 m		Q= 2.447 m3/seg. m3/seg.
S= 0.0100		>
n= 0.0130		Qmax= 1.700 m3/seg.

Ok Cumple

DISEÑO HIDRÁULICO FINAL PARA ALCANTARILLAS N° 06,08,09 y 10

Tabulacion de datos:

Con el Caudal maximo: $Q = 2.447$ m3/s

$n = 0.013$

$S = 0.010$

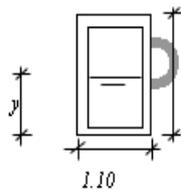
$e = 0.20$ Espesor de losa y Pared

$b =$ Ancho libre Interno

$h =$ Alto libre Interno

Area = $0.70 \times Y$ m²

Perimetro = $1.10 + 2Y$ m



0.70
1.10

Se Verifica que:

$$\frac{1}{b} S \left[\frac{n Q}{S} \right]^{3/2} = \frac{Y}{(b + 2Y)^2} \dots \text{Ecuacion (I)}$$

Probamos que:

$$0.1915 = \frac{Y^5}{(0.70 + 2Y)^2}$$

Usamos Aprox. $Y = 1.10$
 Donde: $0.191 = 0.191$
 Ok el Valor de Y es Correcto

Asumimos $Y = 1.10$ m

Donde:

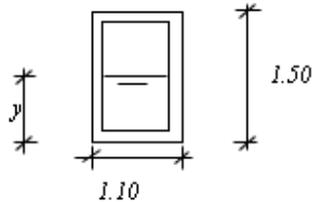
Área Mojada:	0.7700	m ²
Perímetro Mojado:	3.3000	m
Radio Hidráulico:	0.2333	m
Velocidad del flujo:	3.1777	m/s

Velocidad del flujo: 3.1777 m/s

Tabulación de datos cuando Transporte el Caudal Normal Asumido

Con el Caudal máximo:

$Q =$	1.700	m ³ /s
$n =$	0.013	
$S =$	0.010	
$e =$	0.20	Espesor de losa y Pared
$b =$	Ancho libre Interno	= 0.70
$h =$	Alto libre Interno	= 1.10
Área =	$0.70 \times Y$	m ²
Perímetro =	$0.70 + 2Y$	m



Probamos que:

$$0.0642 = \frac{Y^5}{(0.70 + 2Y)^2}$$

Usamos Aprox. $Y = 0.809$
 Donde: $0.064 = 0.064$
 Ok el Valor de Y es Correcto

Asumimos $Y = 0.91$ m

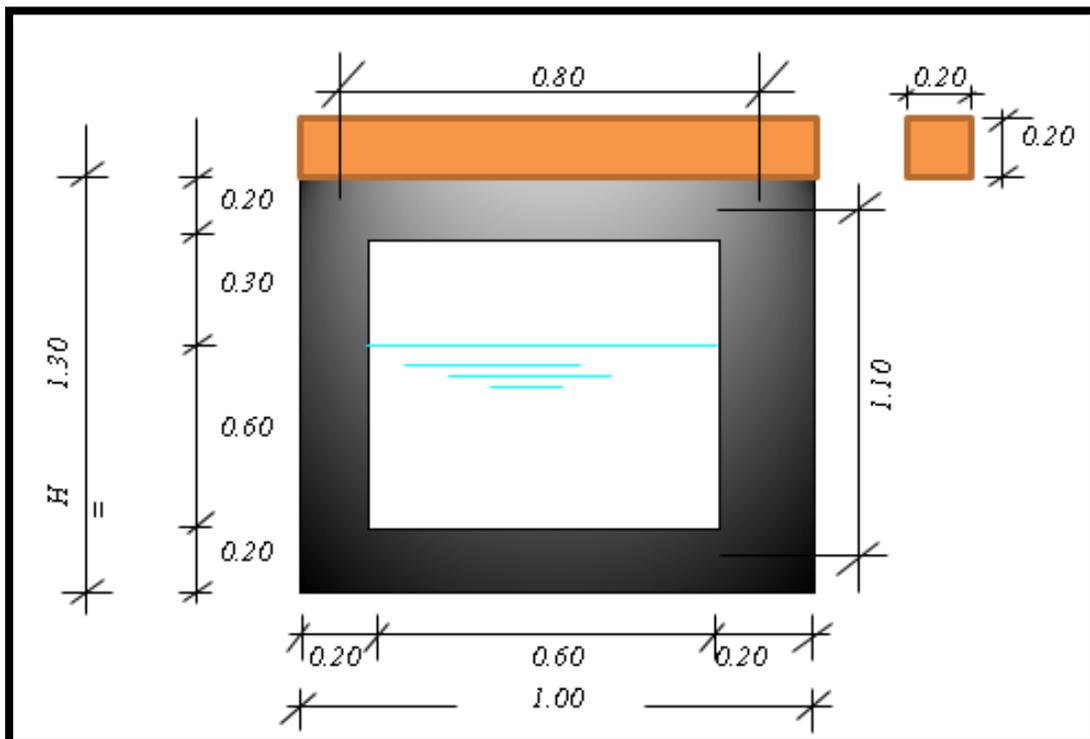
Donde:

Área Mojada:	0.6356	m ²
Perímetro Mojado:	2.5160	m
Radio Hidráulico:	0.2526	m
Velocidad del flujo:	2.6746	m/s

4.10.4.2 Diseño estructural

A: DATOS DE CALCULO

f_c	=	210.00	kg/cm ²	Resistencia del concreto a los 28 dias
F_y	=	4,200	kg/cm ²	Resistencia del Acero
S/C	=	8.00	ton	H20 S16
		16,000	lbs	si 01 LB= 0.45 kg
g	=	1,800	kg/m ³	peso especifico del suelo
ϕ	=	30°	0' 0"	30.00° Angulo de reposo
K	=	0.33	$\tan^2(45^\circ - \phi/2) =$	0.33
h	=	1.10	m	$H =$ 1.30 m
b	=	0.60	m	$B =$ 1.00 m
e	=	0.20	m	espesor de la losa de concreto de las paredes
h_l	=	0.20	m	altura del sardinel
b	=	2,400	kg/m ³	peso especifico del concreto
Suponiendo que se llegaran a pavimentar las via de cruce, se tiene.				
r	=	1,900	kg/m ³	peso especifico del Afirmado
e_2	=	0.30	m	espesor del afirmado



B: METRADOS DE CARGAS**a) CARGA SOBRE LOSA SUPERIOR****a.1) Cargas Muertas (CM)**

Peso de la viga Sardinel	=	$e \times h \times pe. \text{ Concreto}$	
	=	96.00 kg/m	
Peso propio de losa superior	=	$e \times B \times pe. \text{ Concreto}$	
	=	480.00 kg/m	
Peso del Afirmando	=	$e l \times B \times pe \text{ tierra}$	
	=	570.00 kg/m	
total	C.M.	=	1,146.00 kg/m

Efecto como carga distribuida	=	WCM
Efecto como carga distribuida	=	1,146.00 kg/m

a.2) Carga Viva (CV)

La carga transmitida por el Vehículo hacia la Vía

P cv	=	7,264.00 kg
total	C.V.	= 7,264.00 kg

Efecto como carga distribuida	=	WCV
Efecto como carga distribuida	=	7,264.00 kg CVB

a.3) Carga de Diseño WISegún el R.N.C. $WI = 1.5(CM) + 1.8(CV)$

$$WI = 14,794.20 \text{ kg/m}; \text{ Carga distribuida en losa Superior}$$

b) CARGA SOBRE LOSA INFERIOR**b.1) Cargas Muertas (CM)**

Pesos de la losa Superior (Calculados)

	=	1,146.00 kg/m
Peso propio de losa inferior	=	$e \times B \times pe. \text{ Concreto}$
	=	480.00 kg/m
Peso propio de las paredes	=	$e \times H \times pe. \text{ Concreto}$
	=	1,248.00 kg/m
total	C.M.	= 2,874.00 kg/m

Efecto como carga distribuida	WCM
Efecto como carga distribuida	WCV= 2,874.00 kg/m

b.2) Carga Viva (CV)

La carga transmitida por el Vehículo hacia la Vía se considera

P cv	=	7,264.00 kg
total	C.V.	= 7,264.00 kg

Efecto como carga distribuida	WCM
Efecto como carga distribuida	WCV= 7,264.00 kg/m

b.3) Carga de Diseño WISegún el R.N.C. $WI = 1.50 (C.M.) + 1.80 (C.V.)$

$$WI = 17,386.20 \text{ kg/m} \text{ Carga distribuida de la losa Inferior}$$

c.) **CARGA SOBRE LAS PAREDES LATERALES**

c.1) **Cargas Muertas (CM)**

Las Cargas Muertas que actúan sobre las paredes laterales de la estructura son los empujes de la tierra.

Estos empujes de tierra pueden calcularse por cualquier método conocido, recomendándose el método gráfico o el método analítico de RANKINE.

$$E = \frac{1}{2} g h^2 \times C$$

Donde : $E =$ Empuje en (Kg)

$g =$ Densidad del suelo o peso específico en (kg/m^3)

$h =$ Altura del material actuante contra la estructura en (m)

$K =$ Coeficiente de Balaastro

Cuando la parte superior del relleno es horizontal, el valor de K está dado por la fórmula

$$K = \tan^2 (45 - \theta/2)$$

Donde : θ es el ángulo de reposo del material actuante.

Cuando la parte superior del relleno forma un ángulo α con la horizontal, el valor de K está dado por la siguiente tabla

α	1:1	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	A NIVEL
θ	45°	33°41'	26°34'	21°48'	19°26'	14°02'	
20°					0.72	0.58	0.48
25°				0.60	0.52	0.46	0.40
30°			0.54	0.44	0.40	0.37	0.33
35°		0.48	0.38	0.33	0.31	0.29	0.27
40°		0.36	0.29	1.00	0.24	0.23	0.22
45°		0.26	0.22	0.20	0.19	0.18	0.17
50°	0.29	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14	0.13
55°	0.18	0.13	0.12	0.11	0.11	0.14	0.10

COMO EL RELLENO ES HORIZONTAL TENEMOS QUE,

$$K = \tan^2 (45 - \theta/2)$$

Donde $\theta = 30.00^\circ$; $\tan^2 (45 - \theta/2) = 0.33$

Según se sabe se está usando los valores máximos en cada Alcantarilla:

donde se ha obtenido :

Donde hacen que exista dos cargas o valores:

uno Superior: $P_s = g \times h \times K = 0$

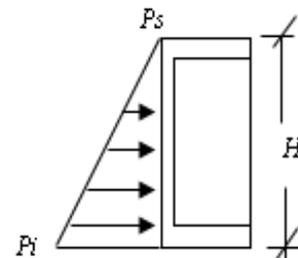
otro Inferior: $P_i = g \times H \times K > 0$

Altura considerable Total: H

Donde:

$P_s = 0.00 \text{ kg/m}$

$P_i = 780.00 \text{ kg/m}$

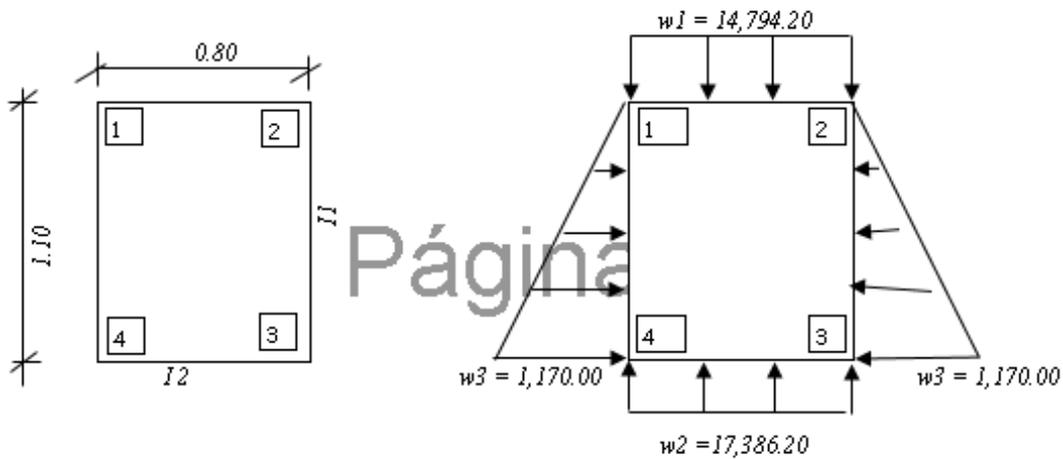


En esta zona no existe carga Viva para diseño por lo que la combinación

Según el R.N.C. $W = 1.50$ (C.M.)

$$W3 = 1,170.00 \text{ kg/m} \quad \text{Carga distribuida Parte Inferior}$$

C : SISTEMA ESTÁTICO



c1.- CALCULO DE LAS INERCIAS

$$I = \frac{b \times h^3}{12}$$

$b =$ Ancho de losa 1.00 m (analizamos solo para 1 ml)

$h =$ espesor de losa 0.20 m (espesor de losa)

Donde: $I1 = I2 = 0.0007$ m³

c2.- CALCULO DE LAS RIGIDEZES

$$K_{ij} = I_{ij} / L_{ij}$$

$K_{12} = K_{34} = 0.00083$ m²

$K_{14} = K_{23} = 0.00061$ m²

c3.- SUMATORIA DE LAS RIGIDEZES

$\Sigma K_i =$ Suma de todas las rigideces que sale del punto (i)

$\Sigma K_1 = \Sigma K_2 = \Sigma K_3 = \Sigma K_4 = 0.0014$

c4.- COEFICIENTE DE DISTRIBUCION

$$d_{ij} = K_{ij} / \Sigma K$$

$d_{12} = d_{21} = d_{43} = d_{34} = 0.579$

$d_{14} = d_{41} = d_{32} = d_{23} = 0.421$

c5.- MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

$M^{o12} = -M^{o21} = \frac{W1 \times L^2}{12} = 789.02$ kg/m

$M^{o34} = -M^{o43} = \frac{W2 \times L^2}{12} = 927.26$ kg/m

$M^{o23} = -M^{o14} = \frac{W3 \times L^2}{30} = 47.19$ kg/m

$M^{o32} = -M^{o41} = \frac{-W3 \times L^2}{20} = -70.79$ kg/m

c5.- MOMENTOS DE EMPOTRAMIENTO PERFECTO

$$M^{o}12 = - M^{o}21 = \frac{W1 \times L^2}{12} = 789.02 \text{ kgfm}$$

$$M^{o}34 = - M^{o}43 = \frac{W2 \times L^2}{12} = 927.26 \text{ kgfm}$$

$$M^{o}23 = - M^{o}14 = \frac{W3 \times L^2}{30} = 47.19 \text{ kgfm}$$

$$M^{o}32 = - M^{o}41 = \frac{-W3 \times L^2}{20} = -70.79 \text{ kgfm}$$

Momentos Finales Obtenidos por Cross

$$M12 = 217.71 \text{ kgfm} \quad ; \quad - \quad M14 = 217.71 \text{ kgfm}$$

$$M23 = 589.34 \text{ kgfm} \quad ; \quad - \quad M21 = 589.34 \text{ kgfm}$$

$$M34 = 321.03 \text{ kgfm} \quad ; \quad - \quad M32 = 321.03 \text{ kgfm}$$

$$M41 = 706.27 \text{ kgfm} \quad ; \quad - \quad M43 = 706.27 \text{ kgfm}$$

Para tener completo el diagrama de momentos es necesario conocer los valores de los momentos en el centro de la luz de la losa

D : CALCULO DE MOMENTOS CORTANTES

Formula general:

$$V_x = V_x + \frac{MB - MA}{L}$$

V_x = Esfuerzo Cortante a la distancia "x"

V_x = Cortante a la distancia "x" Originado por las cargas sobre la viga

L = Longitud del tramo en analisis

M_i = Momento en el punto "i"

M_j = Momento en el punto "j"

d1.- Esfuerzo Cortante para Los Puntos 1 - 2 (losa Superior)

$$V_x(+) = 5,453.14 \text{ kg} \quad V_x(+/-) \text{ Promedio: } = 5,917.68 \text{ kg}$$

$$V_x(-) = 6,382.22 \text{ kg}$$

d2.- Esfuerzo Cortante para Los Puntos 3 - 4 (losa Inferior)

$$V_x(+) = 6,472.92 \text{ kg} \quad V_x(+/-) \text{ Promedio: } = 6,954.48 \text{ kg}$$

$$V_x(-) = 7,436.04 \text{ kg}$$

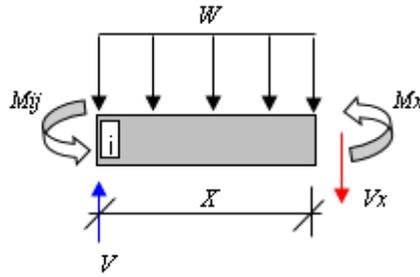
d3.- Esfuerzo Cortante para Los Puntos Laterales 1 - 4 ó 2 - 3

$$V_x(+) = 458.42 \text{ kg}$$

$$V_x(-) = 146.08 \text{ kg}$$

Página 4

e1.- DIAGRAMA GENERAL PARA CALCULAR MOMENTOS MAXIMOS



- W : Carga Distribuida
- Mij : Momento en el Tramo ij
- Mx : Momento en el punto X
- Vx : Cortante en el punto X
- V : Cortante en el Tramo ij
- X : Distancia a un punto fijo

Por Equilibrio:

$$M_x = V * X - \frac{W * X^2}{2} - M_{ij} \quad \dots (1)$$

Para Calcular el Momento maximo se debe cumplir que el cortante para un punto "x" sea Cero, es decir el equilibrio de fuerzas cortantes sea cero:

Por Equilibrio se Tiene: $V_x + W * X - V = 0$

Pero : $V_x = 0$

Entonces: $X = V / W \quad \dots (2)$

Punto donde el cortante es cero

Reemplazando (2) en (1):

$$M_x = \frac{V^2}{2W} - M_{ij} \quad \dots (3)$$

e2.- Momento Maximo en la losa Superior (1 - 2)

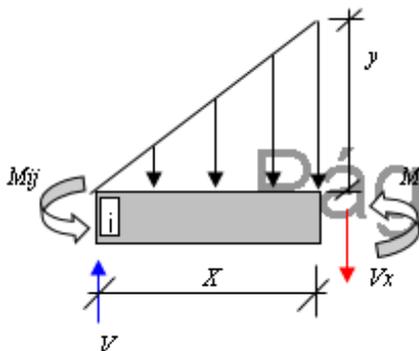
$$M_x = 965.83 \quad \text{kg} \cdot \text{m}$$

e3.- Momento Maximo en la losa Inferior (3 - 4)

$$M_x = 684.63 \quad \text{kg} \cdot \text{m}$$

e4.- Momento Maximo en Paredes Laterales de la Alcantarilla:

DIAGRAMA GENERAL



- W : Carga Distribuida
- Mij : Momento en el Tramo ij
- Mx : Momento en el punto X
- Vx : Cortante en el punto X
- V : Cortante en el Tramo ij
- X : Distancia a un punto fijo
- y : $W3 * XH$

Por Equilibrio:

$$M_x = V * X - \frac{W3 * X^3}{6H} - M_{ij} \quad \dots (1)$$

Para Calcular el Momento maximo se debe cumplir que el cortante para un punto "x" sea Cero, es decir el equilibrio de fuerzas cortantes sea cero:

Por Equilibrio se Tiene:

$$V_x + \frac{y * X}{2} - V = 0$$

Reemplazando $V = \frac{W3 * X^2}{2H}$; Pero : $V_x = 0$

Llegamos a la Expresion:

$$\frac{(W3) * X^2}{2H} - V = 0$$

Donde: $W3 = 1,170.00 \text{ kg/m}$

$H = 1.10 \text{ m}$

$V = 458.42 \text{ kg}$

Calculamos: $X = 0.93$

$X1 = 0.93 \text{ m}$

$X2 = -0.93 \text{ m}$

Donde el Valor verdadero de "X" es: 0.93 m

Reemplazando en (1), Tenemos:

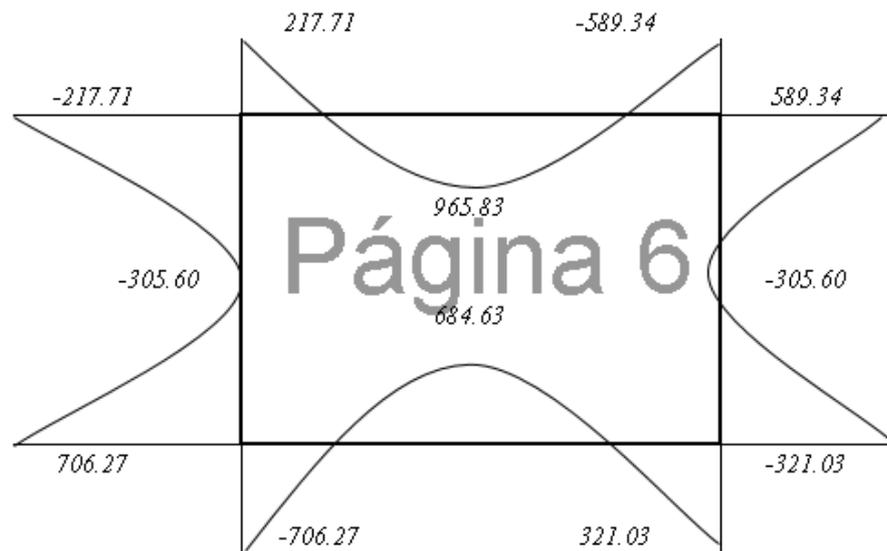
3

$$M_x = V * X - \frac{W3 * X^3}{6H} - M_{ij}$$

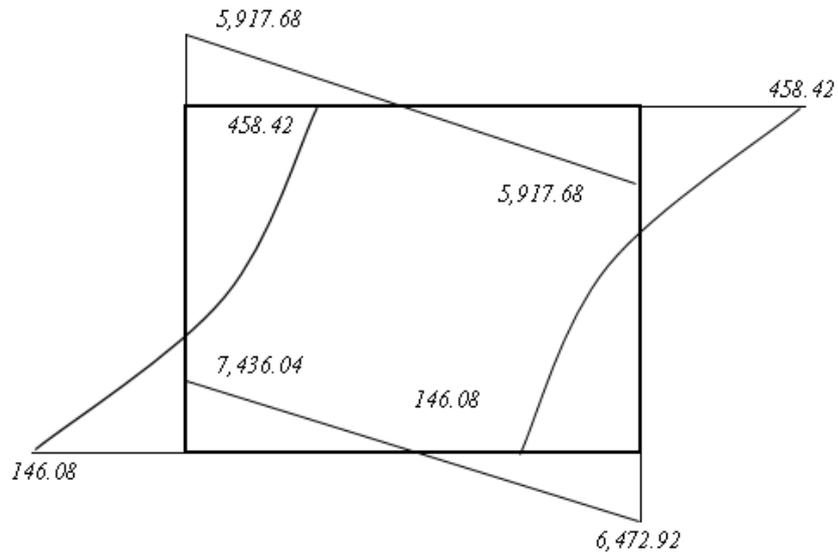
$M_x = 425.615 - 141.872 - 589.339$

$M_x = -305.60 \text{ kg - m}$

F : DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR



G : DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE



H : VERIFICACIONES DE DATOS ASUMIDOS

h. a) VERIFICACIONES DEL PERALTE ASUMIDO

h. a. 1) POR CORTANTE

d asumido = 17.00 cm

r = 3.00 cm

Maximo cortante actuante (V_i)

V = 6,472.92 kg

Maximo cortante Nominal que toma el concreto

V_c

$V_c = 0.053 \cdot \sqrt{f_c}$

$V_c = 7.680$ kg/cm²

peralte calculado

$dV = \frac{V}{\phi \cdot b \cdot V_c} =$ donde $V = 6,472.92$ kg

$\phi = 0.85$

$b =$ ancho unitario

$b = 100$ cm

$V_c = 7.68$ kg/cm²

Donde:

$dV = 9.92$ cm ok 'd' asumido es correcto

h . a . 2) *POR MOMENTOS*

$$d = \sqrt{\frac{M}{K \cdot b}}$$

donde:

$d =$ peralte calculado

$M =$ momento Max actuante

$M = 706.27 \text{ kg-m}$

$b =$ Ancho unitario

$b = 100 \text{ cm}$

$K = 0.50 \cdot f_c \cdot g \cdot j$

$f_c = 0.40 \cdot f_c$

y $f_c = 210.00 \text{ kg/cm}^2$

$f_c = 84 \text{ kg/cm}^2$

$j = 1 - g/3$

$j = 0.882$

$K = 0.50 \cdot f_c \cdot g \cdot j$

$K = 13.140$

Entonces $d = 7.33 \text{ cm}$

$g = \frac{1}{1 + f_s \cdot \max / (n \cdot f_c)}$

$f_s = 0.50 \cdot f_y$

$f_s = 2100 \text{ kg/cm}^2$

$f_s \cdot \max = 1680 \text{ kg/cm}^2$

$n = \frac{E_s}{E_c \cdot \sqrt[3]{f_c}}$

Pero: ; $E_s = 2.54 \times 1E+06$

$E_c = 1.60 \times 1E+04$

$n = 11$

$g = 0.355$

$d \text{ asum.} = 17.00 \text{ cm}$

ok 'd' asumido es Correcto

h . b) *VERIFICACIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL*

h . b . 1) *Cortante Nominal Actuante (Vu)*

$V_u = \frac{V}{\phi \cdot b \cdot d}$

$V_u = 0.195 \text{ kg/cm}^2$

h . b . 2) *Cortante Unitario que toma el concreto (Vc)*

$V_c = 0.53 \cdot \sqrt[3]{f_c}$

$V_c = 7.680 \text{ kg/cm}^2$

entonces:

$V_u = 0.195 \text{ kg/cm}^2$

$V_c = 7.680 \text{ kg/cm}^2$

Comparamos que:

$V_u < V_c$ Ok 'b' asumido es correcto

I : CALCULO DEL ACERO DE REFUERZO

i . 1) *PARA LA LOSA SUPERIOR*

i . 1 . 1) *Cara Externa (Nudos)*

$A_s = \frac{M}{f_s \cdot j \cdot d}$ $M = 217.71 \text{ kg-m} = 21,771.01 \text{ kg-cm}$

$f_s = 1680 \text{ kg/cm}^2$

$j = 0.882$

$d = 17.00 \text{ cm}$

$f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$

$A_s = 0.865 \text{ cm}^2$

$A_{s \cdot \min} = \frac{14 \cdot b \cdot d}{f_y}$; con $b = 100 \text{ cm}$

$A_{s \cdot \min} = 5.67 \text{ cm}^2$

$A_s < A_{s \cdot \min}$

Usaremos: $A_s = 5.67 \text{ cm}^2$

Asumimos:

$A_s = 5 \phi \text{ } 1/2'' = 6.33 \text{ cm}^2$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi \cdot 1/2'' \cdot 100}{A_s}$

$S = 22.35 \text{ cm}$

Usaremos: $1 \phi \text{ } 1/2 @ 20.00 \text{ cm}$

i. 1.2) Cara Interna (Centro de la Losa)

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d} \quad M = 965.83 \text{ kg-m} = 96,582.59 \text{ kg-cm}$$

$$A_s = \frac{3.835}{3.835} \text{ cm}^2$$

$$A_s = 3.835 \text{ cm}^2 < A_s.min = 5.67 \text{ cm}^2$$

Usaremos: $A_s = 5.67 \text{ cm}^2$

Asumimos:

$$A_s = 5 \phi \quad 1/2" = 6.33 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi * 100}{A_s}$

$$S = \frac{22.35}{22.35} \text{ cm}$$

Usaremos: **1 ϕ 1/2 @ 20.00 cm**

i. 2) PARA LA LOSA INFERIOR

i. 2.1) Cara Externa (Nudos)

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d} \quad M = 321.03 \text{ kg-m} = 32,102.51 \text{ kg-cm}$$

$$f_s = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

$$j = 0.882$$

$$d = 17.00 \text{ cm}$$

$$f_v = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.275}{1.275} \text{ cm}^2$$

$$A_s.min = \frac{14 * b * d}{f_v} \text{ con } b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s.min = 5.67 \text{ cm}^2 ; A_s < A_s.min$$

Usaremos: $A_s = 5.67 \text{ cm}^2$

Asumimos: $A_s = 5 \phi \quad 1/2" = 6.33 \text{ cm}^2$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi * 100}{A_s}$

$$S = \frac{22.35}{22.35} \text{ cm}$$

Usaremos: **1 ϕ 1/2 @ 20.00 cm**

Página 8

i. 2.2) Cara Interna (Centro de la Losa)

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d} \quad M = 684.63 \text{ kg-m} = 68,462.65 \text{ kg-cm}$$

$$A_s = \frac{2.719}{2.719} \text{ cm}^2$$

$$A_s = 2.719 \text{ cm}^2 < A_s.min = 5.67 \text{ cm}^2$$

Usaremos: $A_s = 5.67 \text{ cm}^2$

Asumimos: $A_s = 5 \phi \quad 1/2" = 6.33 \text{ cm}^2$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi * 100}{A_s}$

$$S = \frac{22.35}{22.35} \text{ cm}$$

Usaremos: **1 ϕ 1/2 @ 20.00 cm**

i. 3) PARA LAS PAREDES LATERALES

i. 3.1) Cara Externa (Nudos)

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d} \quad M = 706.27 \text{ kg-m} = 70,626.95 \text{ kg-cm}$$

$$f_s = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

$$j = 0.882$$

$$d = 17.00 \text{ cm}$$

$$f_v = 4,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = \frac{2.805}{2.805} \text{ cm}^2$$

$$A_s.min = \frac{14 * b * d}{f_v} \text{ con } b = 100 \text{ cm}$$

$$A_s.min = 5.67 \text{ cm}^2 ; A_s < A_s.min$$

Usaremos: $A_s = 5.67 \text{ cm}^2$

Asumimos: $A_s = 5 \phi \quad 1/2" = 6.33 \text{ cm}^2$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi * 100}{A_s}$

$$S = \frac{22.35}{22.35} \text{ cm}$$

Usaremos: **1 ϕ 1/2 @ 20.00 cm**

i. 3.2) Cara Interna (Centro de la Losa)

$$A_s = \frac{M}{f_s * j * d} \quad M = -305.60 \text{ kg-m} = -30,559.62 \text{ kg-cm}$$

$$A_s = -1.214 \text{ cm}^2$$

$$A_s = -1.214 \text{ cm}^2 = A_{s.min} = 5.67 \text{ cm}^2$$

Usaremos: $A_s = 5.67 \text{ cm}^2$

Asumimos: $A_s = 5 \phi \quad 1/2'' = 6.33 \text{ cm}^2$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi 1/2'' * 100}{A_s}$

$$S = \frac{22.35 \text{ cm}}{A_s}$$

Usaremos:

1 ϕ 1/2 @ 20.00 cm

: ACERO POR CONTRACCION Y TEMPERATURA (A_{st})

j. 1) SEGÚN EL ACI-77-7.12.2 $b = 100.00 \text{ cm}$.

$A_{st} = 0.0018 * b * d$ donde: $d = 17.00 \text{ cm}$.

$$A_{st} = 3.06 \text{ cm}^2$$

Usaremos: $A_s = 3.06 \text{ cm}^2$

Asumimos: $A_s = 5 \phi \quad 3/8'' = 3.56 \text{ cm}^2$

Espaciamiento: $S = \frac{\phi 3/8'' * 100}{A_s}$

$$S = \frac{23.29 \text{ cm}}{A_s}$$

Usaremos:

1 ϕ 3/8 @ 20.00 cm

K : ACERO PARA ARMADURA DE REPARTICION (A_{sr})

$$A_{sr} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{sr} = 3.1 \text{ cm}^2$$

Usaremos: $A_s = 3.06 \text{ cm}^2$

Asumimos:

$$A_s = 5 \phi \quad 3/8'' = 3.56 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento:

$$S = \frac{\phi 3/8'' * 100}{A_s}$$

$$S = \frac{23.29 \text{ cm}}{A_s}$$

Usaremos:

1 ϕ 3/8 @ 20.00 cm

4.10.4.3 Diseño de badenes

4.10.4.3.1 Diseño Hidráulico

DISEÑO HIDRÁULICO DE BADENES
CALCULO HIDROLÓGICO

Página 1

CALCULO DEL TIRANTE MÁXIMO EN FUNCIÓN DEL CAUDAL DE MÁXIMA AVENIDA

N°	Ubicación	Caudales de Cunetas+Quebrada			a	Factor de Seguridad	Caudal por Badén m ³ /seg	Ancho Solera b (m)	Longitud de Badén	Talud (Z)	n	Pendiente s	Tirante Asum. (y)	Datos Hidrau.			V. (m/s)	Borde Libre BL (m)	Altura Total Y (m)	Caudal m ³ /s
		Izquierda	Derecha	Queb. (*)										A	P	R				
1	1+500.0	0.001	0.001	0.476	1.75	3	1.432	2.00	5.50	10.00	0.025	0.025	0.10	6.0	4.01	1.50	8.27	0.10	0.175	49.64
2	7+300.0	0.002	0.002	0.360	1.75	3	1.091	2.00	5.50	10.00	0.025	0.025	0.10	6.0	4.01	1.50	8.27	0.10	0.175	49.64

(*) : Caudal Aproximado según visita de campo, se obtuvo el área tributaria y afectado por su intensidad así como de coeficiente de drenaje (área (ha) * C * I/360)

4.10.4.3.2 Diseño Estructural

PROYECTO "DISEÑO DEFINITIVO DE LA CARRETERA PUENTE EL SURO - LA FLOR DEL DISTRITO DE SANANDRES DE CUTERVO, CUTERO - CAJAMARCA"	
SECCION BADEN	
1. REQUISITOS DEL DISEÑO	
a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (w18)	2.32E+06
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.5
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.0
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	80%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	0.842
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35
2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES	
a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f_c (kg/cm ²)	210
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f_c (psi)	2,980.64
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO E_c (psi)	3,111,928.14
c. MODULO DE ROTURA S'_c (psi)	623.87
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (pci)	150.00
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.0
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.00
3. CALCULO DEL ESPESOR DE LOSA (Variar D Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)	
$\log_{10} W_{s2} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{3.44}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10}\left(\frac{M_r C_{ds} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}}\right)}\right)$	

4.11 Evaluación de Impacto Ambiental

4.11.1 Resumen Ejecutivo.

La Evaluación de Impacto Ambiental por su naturaleza involucra un gran número de variables muchas veces complejas, el área de influencia del Estudio de Impacto Ambiental de la carretera que une las comunidades Puente El Suro-La Flor, del Distrito de San Andrés, Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca, dentro de las cuales se han producido o producirán alteraciones como consecuencia de las obras y actividades de construcción.

El Área de Influencia del Proyecto involucra parte de la jurisdicción distrital de San Andrés de Cutervo, provincia de Cutervo. Los criterios para determinar esta área se hicieron en base a los aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos, fisiográficos, de suelos, ecológicos, socioeconómicos y culturales, que influyen en la zona de estudio.

En la línea de base ambiental (LBA), se describiera el área de influencia del proyecto, utilizando indicadores socio-ambientales específicos que puedan ser monitoreados durante la fase de operación de la obra. Se considerara línea base Física, Biológica, Socioeconómica y arqueológica.

Se realizará una Identificación y evaluación de pasivos ambientales para ver si es que existe algún daño ambiental o un impacto no mitigado que afecta de manera perceptible y cuantificable a ciertos elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos, e incluso a ciertos bienes públicos (infraestructura), como parques y sitios arqueológicos.

Identificación y evaluación de impactos ambientales_ donde se presentará métodos usados para identificar y evaluar los impactos ambientales. Se identificará los impactos durante **las etapas o fases de construcción y operación**, y luego se hará una evaluación de ellos utilizando métodos

cuantitativos y cualitativos, los cuales deberán estar claramente definidos en el plan mencionado.

Se está realizando un plan de participación ciudadana para crear un espacio de diálogo entre el Estado, los titulares de un proyecto y la ciudadanía que permite y facilita a la ciudadanía intervenir de manera directa en las decisiones públicas.

El plan de manejo ambiental (**PMA**) será el resultado final del estudio de impacto ambiental y está conformado por el conjunto de estrategias, programas, proyectos y diseños necesarios para prevenir, controlar, mitigar, compensar y corregir los impactos generados en cada una de las etapas del proyecto, en especial, las etapas de construcción y operación, y tendrá la siguiente estructura:

- a) Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas.
- b) Programa de monitoreo ambiental.
- c) Programa de asuntos sociales.
- d) Programa de educación ambiental.
- e) Programa de cierre de obra.
- f) Programa de inversiones.

Se efectuarán las investigaciones de campo que permitan definir los programas componentes del plan de compensación y los expedientes técnicos para la evaluación de los predios afectados por parte de la Dirección Nacional de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento o el sector donde pertenezca la obra. Para definir la aplicación de los programas del plan de compensación, el consultor deberá revisar la normativa legal nacional existente.

4.11.2 Objetivos:

- Definir los impactos que genere el Proyecto Diseño definitivo de la carretera Puente el suro La Flor, del distrito de San Andrés de Cutervo, Cutervo – Cajamarca.
- Establecer las medidas de mitigación a niveles aceptables y prevenir el deterioro ambiental que podría causar la operación de las mismas.

4.11.3 Marco Legal:

La Constitución Política del Perú (1993), es la norma legal de mayor jerarquía del Perú. Se detalla en ella los derechos esenciales de la persona humana, el derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida. En el Artículo N° 2 habla del derecho a la paz, al descanso y aun medio ambiente equilibrado, en su Artículo 66° sobre los Recursos Naturales y en el Artículo 67° sobre la Política Nacional Ambiental.

La Ley General del Ambiente (2005), en su Capítulo III: Gestión Ambiental, Artículo N° 25: “De los estudios de impacto ambiental”, indica que los estudios de impacto ambiental, son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el medio ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica del mismo.

En la segunda de sus Disposiciones Transitorias, Complementarias y Finales, la ley indica que “En tanto no se establezcan en el país Estándares de Calidad Ambiental, Límites Máximos Permisibles y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental, son de uso referencial los establecidos por instituciones de Derecho Internacional Público, como los de la Organización Mundial de la Salud (OMS)”.

La Ley de Evaluación de Impacto Ambiental Ley N° 26786 (1997), establece que los Ministerios deberán comunicar al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) las regulaciones al respecto. Esta ley no modifica las atribuciones sectoriales en cuanto a las autoridades ambientales competentes. Las actividades a realizarse no requerirán una coordinación directa con el CONAM. La autoridad competente ambiental para dichas actividades hará de conocimiento respectivo al CONAM, si el caso lo requiriese.

La Ley Del Sistema Nacional De Evaluación Del Impacto Ambiental Ley N° 27446 (2001), este dispositivo legal establece un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas a través de los proyectos de inversión.

La Ley 27446, ha creado el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), como el marco legal general aplicable a la evaluación de impactos ambientales. Esta norma se encuentra vigente en la actualidad; sin embargo, la propia Ley señala que las normas sectoriales respectivas seguirán siendo aplicables en tanto no se opongan a esta nueva norma. Así, los sectores continuarán aplicando su normatividad sectorial hasta que se dicte el reglamento de la nueva Ley.

La Ley General de Amparo al Patrimonio Cultural de la Nación Ley N° 24047 (1985), este dispositivo reconoce como bien cultural los sitios arqueológicos, estipulando sanciones administrativas por caso de negligencia grave o dolo, en la conservación de los bienes del patrimonio cultural de la Nación.

La Ley General de Salud Ley N° 26842, norma los derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual, así como los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de terceros, considerando la protección de la salud como indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo.

La Ley General de Aguas N° 17752, la cual establece el uso justificado y racional de las aguas o cuerpos de agua a nivel nacional incluyendo las aguas producidas de nevados, glaciares y de las precipitaciones, indicado que las aguas son de propiedad del estado y su dominios inalienable e imprescriptible, no existe propiedad sobre ellas ni derechos adquiridos sobre ellas, indica además que su uso solo puede ser otorgado en armonía con en interés social y del país.

4.11.4 Descripción y análisis del proyecto

a) Antecedentes:

Desde el inicio de la actual gestión municipal se ha entendido que el mejoramiento de la vialidad del distrito es uno de los pilares del desarrollo del distrito de San Andrés de Cutervo, es en este entender que el año 2000, producto de Presupuesto Participativo se realizó un camino de herradura de ancho de 2m con el fin de

transitar y llevar sus productos de primera necesidad hacia los pueblos cercanos a San Andrés, en el cual se delimito que área seria usada en el futuro para realizar la trocha carrozable.

Pumamarca -Abra San Martin del Distrito de San Sebastián”, entendiendo que dicha vía de comunicación es de suma importancia para el distrito, y en la actualidad goza de un atractivo turístico como es el Parque Nacional el cual viene potencializando el desarrollo de las Comunidades aledañas al área de influencia.

b) Ubicación y ámbito de estudio

El proyecto se ubica en el departamento de Cajamarca, provincia de Cutervo, distrito de San Andrés de Cutervo. La Provincia de Cutervo está ubicada en la parte central del departamento de Cajamarca, la altitud de su capital, la ciudad de Cajamarca, está a 2720 m.s.n.m. Limita.

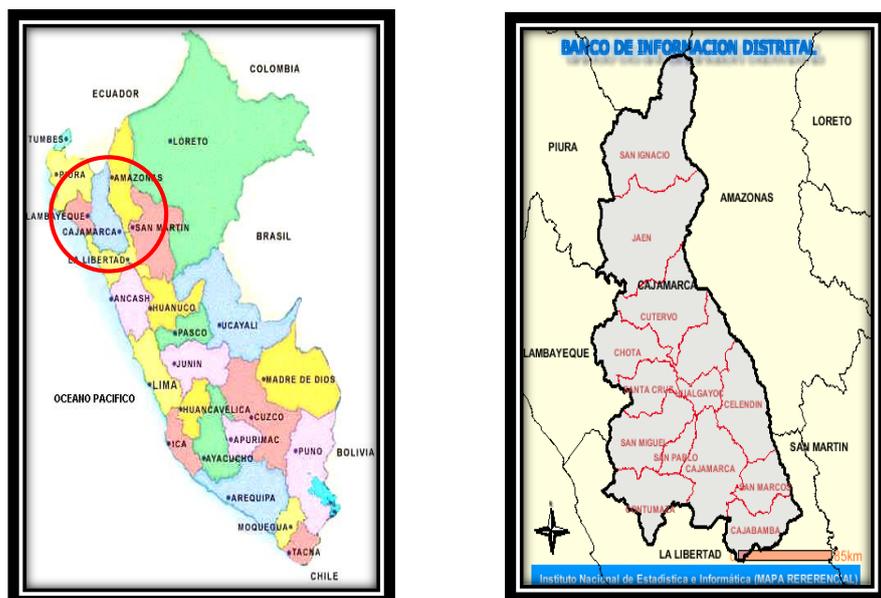
Por el norte: con los distritos de Santa Cruz

Por el Este: con la provincia de Cutervo

Por el sur: con el distrito de Súcota,

Por el oeste: con el distrito de Santo Tomás.

Figura 26. Ubicación de la provincia, departamento



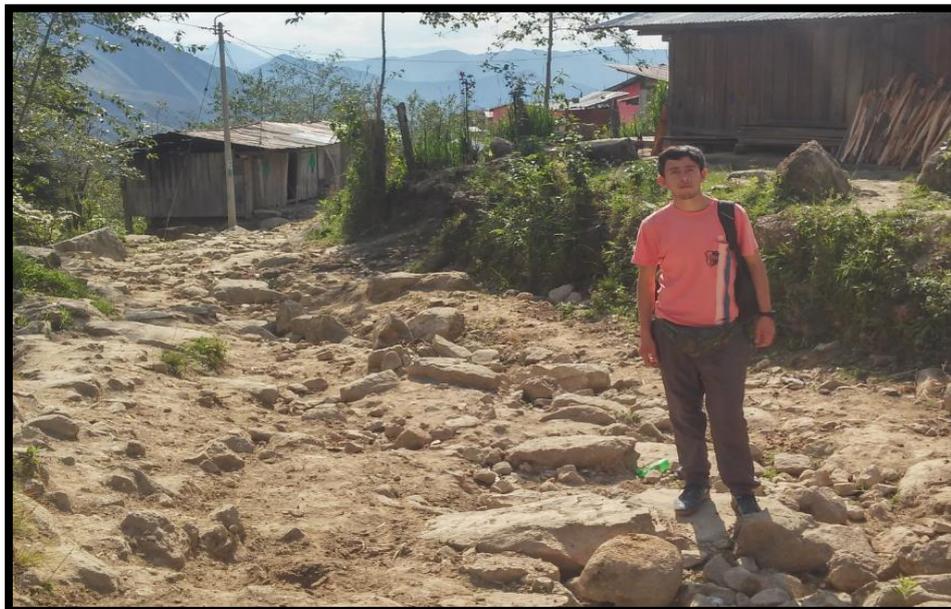


Fuente: MDSA

4.11.4.1 Condición actual del acceso a las localidades

Actualmente llega un camino de herradura hasta la el Centro Poblado La Flor (desde Puente el Suro), distrito de se encuentran prácticamente aislados, solo cuentan con caminos de herradura. Los caminos de interconexión son cruzados por quebradas pequeñas, en tiempo de lluvias incrementando su caudal volviéndose complicadas para ser transitada por los pobladores.

Figura 27. El camino de herradura actual tiene una longitud de 12 kilómetros



Fuente: Elaboración propia

4.11.5 Área de Influencia del proyecto.

El Área de Influencia del Proyecto involucra parte de la jurisdicción distrital de San Andrés de Cutervo, provincia de Cutervo.

Los criterios para determinar esta área se hicieron en base a los aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos, fisiográficos, de suelos, ecológicos, socioeconómicos y culturales, que influyen en la zona de estudio.

Figura 28. Áreas de influencia del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.11.5.1 Área de Influencia directa (AID)

Los criterios para delimitar el Área de Influencia Directa se ha tenido en consideración las actividades previstas en la etapa de construcción, el derecho de vía y el área de concesión, por lo que el AID se ha definido dentro de una franja a lo largo de la carretera (con un mínimo de 100 m. de ancho a cada lado del eje), ampliándose a través de las vías de acceso, hasta las áreas donde se realizarán actividades propias de la obra (canteras, campamentos, depósitos de material excedente), dentro de ellos tenemos los caseríos Puente el Suro y el Centro Poblado La Flor; las cuales interactúan con los aspectos físicos, biológicos y sociales de su entorno.

Figura 29. Trazo definitivo para la delimitación de la influencia Directa a lo largo de la carretera.



Fuente: Google Earth

4.11.5.2 Área de Influencia indirecta (AII)

La delimitación ha sido determinada en función a los criterios de ordenamiento geopolítico (comunidades, distritos) y de composición natural, entrelazados con sus respectivos escenarios político - administrativos, corredores económicos y la presencia de áreas naturales protegidas.

El criterio de composición natural nos ha orientado hacia un escenario en el cual prima la utilización de los recursos naturales y como estos pudieran ser afectados en su fisonomía, producto de la ejecución del proyecto.

En tal sentido, de acuerdo con el ordenamiento geopolítico, se ha considerado los distritos de Santo Tomás, Sókota, La Lucma, La Ramada, los cuales desarrollan su economía en base a las facilidades y accesos que pudieran tener hacia diversos mercados. Los principales distritos involucrados son aquellos por los que cruza la vía, incluyendo los pueblos que a través del uso de vías secundarias se beneficiarán con el desarrollo del proyecto.

Figura 30. Distritos que serán beneficiados indirectamente proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.11.6 Línea Base Ambiental

4.11.6.1 Línea de Base Física:

A. Climatología

La información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI es la siguiente.

El Distrito de San Andrés es el distrito más húmedo de la provincia, se debe a la influencia del primer Parque Nacional (que almacena con su vegetación muchos colchones acuíferos). Pero si tomamos en cuenta su relativa altitud 2400 m.s.n.m. determinamos que nos encontramos en una gran depresión superficial y por consiguiente de una temperatura baja; también tiene elevaciones en las cuales la temperatura disminuye; En el Distrito de San Andrés existe un promedio de temperatura anual de 18 °C, con presencia de fuertes lluvias, sobre todo en los meses de Noviembre a Abril del siguiente año.

De acuerdo al mapa climático del departamento, en la provincia de Cutervo tiene un clima variado de acuerdo a la zona geográfica de los distritos, con una temperatura promedio de 16° C, en los meses de Junio a Setiembre se puede disfrutar de la estación de sol radiante y mañanas heladas, en los meses de noviembre y mayo se presenta el invierno con precipitaciones y noches con temperaturas frías.

La provincia de Cutervo, presenta diversidad de climas que van desde semiárido, cálido húmedo, templado en los valles interandinos y climas fríos o gélidos en las altas cumbres andinas. Las variaciones altimétricas y climáticas dan origen a su vez cierta especialización productiva en los diferentes pisos ecológicos. Esta característica hace que las precipitaciones pluviales sean variables en nuestro territorio, con promedio de hasta 700mm.

En los caseríos de Puente el Suro y La Flor, tiene un clima frío con temperaturas promedio anuales de 16°C, debido a su ubicación geográfica y piso altitudinal.

B. Temperatura

La temperatura media anual máxima en estos caseríos es de 18°C (71°F) y la mínima de 5°C (42°F) por lo general, la temporada de lluvias se inicia en noviembre y concluye en abril.

Se observa su temperatura máxima media más alta de 22,0°C en el mes de setiembre; continuando luego una ligera tendencia descendente que se extiende hacia los meses de verano, periodo en que variablemente registra sus promedios más bajos de temperaturas máximas durante los meses de febrero y abril en que alcanza 23°C; comportamiento que se revierte con la paulatina y ligera elevación del régimen térmico orientado hacia el invierno.

C. Precipitación

En la provincia de Cutervo recibe una apreciable cantidad de precipitación pluvial a lo largo del año, con una distribución variable en el tiempo y el espacio; las lluvias son de carácter orográfico y convectivo. El periodo de máximas precipitaciones es en los meses de primavera y verano, en los cuales se descarga entre el 75% y 95% del total anual de las precipitaciones pluviales.

Los niveles altitudinales del Parque por encima de los 1 550 m, registra un marcado aumento de la intensidad de las lluvias, la precipitación total anual en promedio oscila entre los 700 y 1 000 mm.

Para la zona del proyecto se han tomado registros de precipitaciones de la estación del Puente Chunchuca - Colasay, siendo la más cercana, puesto que no se cuentan con datos de volúmenes de descarga en los puntos de interés.

D. Geología y Geomorfología

- **Geología**

Desde el punto de vista geológico las rocas sedimentarias y metamórficas se hallan constituidas por arcillas, areniscas, acumulaciones eólicas, las grandes extensiones aluviales en forma de abanicos que parten desde las faldas de los cerros hasta unirse, forman entre ellos una extensa pampa con materiales consolidados entre arena, arcilla tufo.

Figura 31. Se observa el relieve de los cerros con material consolidado



FUENTE: Elaboración Propia

- **Geomorfología**

El tramo en estudio está constituido por La topografía del área central del departamento se caracteriza por la presencia de valles, la geomorfología es accidentada y constituida por quebradas, cortas y poco profundas; a sus alrededores contando con terrenos de pastizales y cultivo para su producción agrícola.

E. Hidrografía

El Distrito de San Andrés se encuentra dentro de los límites de la cuenca del río Chamaya así como también Marañón , sin embargo los recursos hídricos que se encuentran en el área de influencia Directa del proyecto “Diseño definitivo de la Carretera Puente el Suro–La Flor en el Distrito de San Andrés” cruza a un número importante de afluentes de los cuales, están las quebradas, riachuelos, por lo que el proyecto contempla el diseño de obras de arte como badenes, alcantarillados, que permitan el transporte de las crecientes de estos cauces, teniendo en cuenta la quebrada La Flor; siendo uno de los afluentes más resaltantes del proyecto.

Figura 32. Se observa los afluentes de las quebradas de la zona



FUENTE: Elaboración Propia

F. Topografía

La zona en estudio goza de sectores bien definidos: un plano alienadamente ondulado, dentro del cual está comprendido el valle agrícola y las pampas de hierba y otro accidentado que corresponde a los bosques, las cuales encierran algunas áreas de relieve ligeramente ondulado localizado en los márgenes de los ríos y o quebradas afluentes.

4.11.6.2 Línea de Base Biológica:

A. FLORA

Mediante una visita de campo en el área de influencia directa del proyecto. Dentro de las plantas encontramos el roble, aliso, nogal, higuerón, palmeras; donde un cierto tramo se caracteriza por la predominancia del pastizal.

La vegetación presente se ha entendido como el producto de una larga historia de evolución, resultante de factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en

un espacio continuo. De esta manera la flora nos refleja el clima, la naturaleza del suelo, disponibilidad de agua y los factores antrópicos y bióticos de un determinado ecosistema.

Figura 33. Se observa árboles.



FUENTE: Elaboración Propia

B. FAUNA

La fauna silvestre cumple una función vital en el equilibrio del ambiente, además de su valor intrínseco, por su riqueza, belleza y diversidad. La distribución de la fauna silvestre se encuentra relacionada a la distribución zoogeográfico. La fauna existente en las comunidades, representa en algunos casos un riesgo para la población y en otros considerada como plaga, esto por la destrucción de sus cultivos o la pérdida de éstos, por ser fuente de alimento de especies de fauna silvestre. Significando la vulnerabilidad de estas especies y en algunos casos su amenaza.

Según el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp), en el Parque Nacional de Cutervo se ha reportado la presencia de especies en peligro crítico: la nutria (*Lontra longicaudis*) y el tapir de altura (*Tapirus pinchaque*).

En tanto, se encuentran en situación de peligro: el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y la pacarana o paca (*Dinomys branickii*), que es un roedor silvestre; mientras que en situación vulnerable están el oso hormiguero de tres dedos (*Myrmecophaga tridactyla*), el majaz de altura (*Cuniculus taczanowskii*).

Se encuentran especies amenazadas como el gato silvestre (*Leopardus colocolo*); y una especie casi amenazada: hurina (*Mazama gouazoubira*), un tipo de venado silvestre.

También se puede ver especies como el jaguar (*Panthera onca*), el tigrillo (*Leopardus pardalis*), el guácharo (*Steatornis caripensis*) que es un ave nocturna de largo plumaje; el pilco o quetzal de cabeza dorada (*Pharomachrus auriceps*) y el gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*).

Figura 34. En el caserío de La Flor es la zona donde se dedican a la ganadería, donde abastecen a los caseríos aledaños con la producción de productos lácteos (queso, leche, mantequilla).



FUENTE: Elaboración Propia.

Figura 35. En la actualidad el medio para transportarse que utilizan son las acémilas.



FUENTE: elaboración propia

4.11.6.3 Línea de Base socioeconómica

A. AGRICULTURA

El área del proyecto es una zona de bajo nivel socio-económico; siendo sus actividades principales la agricultura y ganadería siendo esta su fuente de ingresos económicos.

Siendo las principales especies de cultivo el café, maíz, yuca, papa y alverjas.

La zona en estudio es apta para el desarrollo agrícola y pecuario. En cultivos como a) café b) Tubérculos: papa, yuca, camote, aracacha, plátano (semillero, consumo e industria) de diversas variedades c) Leguminosas: alverja, frejol d) maíz e) cereales: maíz.

Figura 36. La zona en estudio es apta para el desarrollo agrícola como se muestra.



FUENTE: Elaboración Propia

B. GANADERÍA

La existencia de pastos naturales permite desarrollar una ganadería aún incipiente muy prometedora; donde la explotación ganadera de la zona se desarrolla con una tecnología tradicional y empírica practicada por los campesinos, predominando la crianza de ganado vacuno y ovino. Existe además especies menores como porcinos, y aves en todas la fincas, constituyendo una actividad casera familiar; existe un gran interés por parte de la población de querer potenciar y mejorar la incipiente crianza de sus animales.

Figura 37. se muestra la producción de leche en la zona



FUENTE: Elaboración Propia.

C. SALUD

En el sector salud cuentan con Posta Medica en el caserío La Flor, donde son los centros de atención con mayor demanda y es donde acuden los caseríos de influencia directa e indirecta para poder ser atendidos, en el caserío de Chorro Blanco no cuenta con este tipo de servicio para la población.

Según datos registrados por los puestos de salud se ven los casos de diferentes enfermedades las más frecuentes son Dolores de Cabeza (Cefalea), Infecciones Respiratorias Agudas, Dermatitis en los pies, Ligmania (picaduras de insectos), Bartonelosis. Esto se genera por la poca protección y exposición al sol, lluvia constante y largas caminatas de los pobladores de un lugar a otro.

Asimismo, es importante resaltar que la problemática de la población de los Caseríos respecto a salud se agrava debido a la inexistencia y mal estado de las vías de comunicación. Los caminos de herradura y vecinales de los centros poblados se encuentran en mal estado de transitabilidad, ello impide que la población puedan acudir al centro de salud más cercano cuando requieren de atención médica. Se agrava la situación cuando algún paciente que necesite de intervención especializada debe ser evacuado a otra localidad porque los caminos son una limitante que restringe el traslado, más aun cuando la situación se constituye en emergencia médica.

Figura 38. Puesto de salud del Centro Poblado La Flor.



FUENTE: Elaboración Propia

D. EDUCACIÓN

A nivel del Distrito la infraestructura de los centros educativos es deficiente con mayor énfasis en los servicios básicos, como servicios higiénicos, carencias de ambientes, falta de mobiliario educativo y bibliotecas implementadas, que sin duda influyen en la calidad educativa que se da a los usuarios.

La Tasa de Analfabetismo en el Distrito de La Flor alcanza el 15%; las condiciones de la infraestructura educativa en las zonas rurales son inadecuadas para impartir un proceso de enseñanza – aprendizaje con uso de tecnologías modernas y de calidad.

El pueblo radica en que los niños y jóvenes deben caminar largas distancias poder llegar a los centros educativos.

El Caserío de La Flor cuenta con Colegio Inicial, primaria y secundaria, donde acuden; los pobladores de la misma localidad; también el caserío de Chorro Blanco, caminando dos horas por su traslado.

Los pobladores del Caserío Chorro Blanco no cuentan con todos los servicios es por ello que tiene la necesidad de caminar dos horas y cuarenta y cinco minutos para su traslado.

Figura 39. Alumnos del caserío La Flor



FUENTE: Elaboración Propia.

Diagnostico Arqueológicos:

No se encontraron vestigios arqueológicos en superficie en la zona de estudio durante todo su recorrido. Según Informe del Instituto Nacional Cultura – CIRA N° 2010-246, por lo tanto el plan no aplica, pero para corroborar lo dicho anteriormente se sugiere solicitar un informe del instituto nacional de cultura el certificado de inexistencia de restos arqueológicos (CIRA).

4.11.7 Identificación y evaluación de pasivos ambientales.

El proyecto no contempla pasivos ambientales, ya que no afecta de manera perceptible y cuantificable a ciertos elementos ambientales naturales (físicos y bióticos) y humanos, e incluso a ciertos bienes públicos (infraestructura), como parques y sitios arqueológicos.

4.11.8 Identificación y evaluación de Impactos Ambientales.

En la identificación y evaluación de impactos ambientales, se ha considerado la descripción de los medios físico, biológico y socioeconómico del área de influencia efectuada; complementado con las visitas de campo que han intervenido en la realización del presente Proyecto.

En el orden metodológico esquemático y secuencial para predecir y evaluar los posibles impactos ambientales que pueden presentarse durante la realización de los trabajos asociados a la habilitación del Camino Puente el Suro – la Flor; se han conjugado acciones propias del proyecto.

La metodología empleada en el presente Estudio de Impacto Ambiental, está basado en dos etapas de evaluación:

PRIMERO.- La evaluación directa de la zona (visita in situ) para levantamiento de información primaria - Estudio de Línea Base.

SEGUNDO.- Acciones propias de gabinete referido a la evaluación, predicción y valoración de impactos ambientales identificados.

Por lo tanto se ha tomado en consideración utilizar el Método Evaluativo de Matrices Combinadas, que consiste en la integración de cada uno de los componentes ambientales con las diferentes fases del proyecto. Para lo cual se ha configurado modelos matriciales de Leopold modificado para acciones de identificación, valoración cualitativa y cuantitativa de impactos ambientales identificados respecto a cada fase del proyecto interaccionado.

Se identificaran los impactos más importantes con descripciones cualitativas y cuantitativas; con el propósito de establecer indicadores de incidencia ambiental

que las acciones del proyecto con sus etapas ocasionen, sin mayores pretensiones.

La identificación, predicción y caracterización de impactos se realizó teniendo en cuenta los métodos y técnicas ya establecidas.

El Plan de Mitigación de Impactos Negativos (Scoping), constituirá la parte final del documento, el mismo que tendrá un carácter organizado y sistemático, que se inicia desde la ejecución del proyecto hasta la etapa de cierre del mismo.

A continuación, se presentan los principales impactos identificados y evaluados.

Impactos Positivos.

- La generación de empleo local temporal durante el tiempo que duren las obras.
- El incremento de la actividad económica de los Caseríos Puente el Suro, la Flor y San Andrés.

Impactos Negativos.

- Emisión material particulado y polvo.
- Generación de Residuos Sólidos.
- Incremento de los niveles de ruido.
- Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas)
- Remoción de material en canteras.
- Alteración de las costumbres y cultura de la comunidad.
- Impacto visual.

Mediante la utilización de listas de chequeos, se han identificado los principales factores o componentes ambientales del área del proyecto, que serán afectados, en diferente grado, por las acciones realizadas durante la ejecución del proyecto. A continuación, se presenta un Cuadro N° 01 con un listado de factores ambientales a ser impactados:

Este tipo de emisiones puede afectar apenas algunos puntos singulares de la carretera, si es grande el volumen de tráfico. La severidad del impacto estará en función de las características del medio receptor (centros poblados,

presencia de fauna silvestre en situación vulnerable) ubicadas en el ámbito de influencia directa de la carretera. Contaminación de Suelos; habrá de considerar la posibilidad de vertidos que pueden contaminar el suelo.

Incremento en la apertura de caminos transversales a la carretera es un impacto negativo e indirecto, donde el mejoramiento y rehabilitación de la carretera podrá generar un incremento en la construcción y apertura de nuevas vías o trochas locales, a fin de conectar ámbitos locales rurales con la futura carretera proyectada, la cual se realizaría bajo condiciones no formales y formales, con la finalidad de conectar ámbitos económico-productivos.

- **Sobre el ambiente biológico**

Este aspecto producirá un impacto negativo, directo, de inevitable ocurrencia para aquellas especies de fauna terrestre identificada, permanente, de magnitud y relevancia moderada. El uso de alcantarillas y puentes planificados mitigará la generación de este efecto.

Este impacto es negativo e indirecto, el mismo donde los individuos de fauna terrestre que cruzan la carretera están sujetos a varios peligros: ser atropellados, ser traumatizados por ruidos de motores o luces de faroles, y causar accidentes involucrando usuarios humanos; siendo este último importante, en el caso de mamíferos mayores.

- **Sobre el ambiente humano**

Salud; la liberación de polvo y material particulado al ambiente ocasionaría daños a la salud humana.

Transporte; la restricción del tránsito peatonal por determinadas caminos alternos durante el desarrollo de las obras; causando impactos negativos principalmente en algunas actividades habituales en la zona.

- **Ubicación de Depósitos de desmonte (botaderos) y Depósitos de materiales excedentes. (DME)**

Los depósitos de desmonte serán considerados antes de la ejecución del proyecto, y serán los establecidos y aprobación por el Expediente Técnico, la que considerará el correcto drenaje y adecuada compactación a fin de evitar su posterior erosión y su posterior revegetación.

A. De la maquinaria, equipo y personal

- **Flujo, reparación y mantenimiento de maquinaria y equipo**

Los principales problemas ambientales relacionados a la maquinaria y el equipo son los riesgos potenciales de contaminación ambiental por emanación de gases debido a la falta de mantenimiento, de lubricantes y la emisión de CO₂ de la maquinaria, así como el aumento de los niveles sonoros por falta de un adecuado sistema de silenciadores.

Se deberá poner especial atención a las actividades a fin de evitar los derrames accidentales de combustibles, aceites y demás fluidos, que alterarán las condiciones de la zona.

- **Sobre el ambiente físico**

Suelos; degradación por derrame de combustibles y otros fluidos.

Aire; contaminación por emisión de gases de combustión interna.

4.11.9 Plan de participación ciudadana

Como parte del proyecto, se llevarán a cabo actividades dedicadas a fomentar la participación de la población en la problemática ambiental y la aceptación del proyecto por parte de la población.

Con este programa se debe buscar además que los trabajadores que intervengan en el proyecto desarrollen hábitos de preservación del medio ambiente, demostrándoles que un manejo ambiental adecuado beneficiará la salud, el ambiente y la propiedad.

Labores de capacitación.

a. Al personal del proyecto

El Constructor planificará, organizará y conducirá talleres y charlas de capacitación al inicio y durante las actividades del proyecto dirigido a todo el personal de obra. Serán asistidos por los supervisores que enseñarán el funcionamiento y uso correcto de equipos y maquinarias, con énfasis en los procedimientos, riesgos y normas de seguridad para cada actividad.

Durante la implementación del proyecto, dentro del Departamento de Saneamiento Básico deberá crearse un área dedicada a velar por la seguridad, la salud y el cuidado del ambiente. El personal que trabaja en esta área será seleccionado sobre la base de su educación y su capacidad para manejar asuntos ambientales. Se proporcionará capacitación actualizada y especializada periódica a este personal, según se requiera.

El departamento resaltaré los objetivos ambientales globales y las responsabilidades específicas de cada trabajador para asegurar y mejorar el rendimiento ambiental en cada sección de las operaciones. La capacitación incluirá instrucción en salones de clase, así como operaciones supervisadas del equipo en el campo.

La capacitación periódica de repaso mantendrá a los operarios del equipo al tanto de las prácticas operativas seguras.

b. A la población

La empresa a cargo del proyecto pondrá en marcha paralelamente al proyecto un programa de Educación Sanitaria para la población, el mismo que se detalla en la sección del Plan de Manejo Ambiental.

Se tuvieron varias reuniones con la población y autoridades del del centro poblado la Flor y Puente El Suro, el cual se tomaron muchos puntos a conocer las cuales son:

- Estar de acuerdo con el trazo definitivo de la carretera.
- Dar permiso y acceso por todo el trazo si en caso pasara por sus tierras.
- Dar a conocer el costo de la carretera y el cronograma de ejecuciones.
- Se dio a conocer los planes de mitigación de impactos ambientales que realizaremos, para que así no se afecte sus tierras sembríos y criado de ganado y otros animales de casa.
- Se explicó que no se contaminara el agua ni el suelo que estén cercano a la población.

Dando a conocer todos esos puntos se paso a firmar en primer lugar las autoridades de los centros poblados:

Juan calderón Vidarte (teniente gobernador de centro poblado La Flor)

Julio Cevallos Pérez (Representante del poblado Puente el Suro)

Juana Millán (Representante del poblado Succha)

La población estuvo de acuerdo con todos los puntos y se comprometieron a apoyar en lo que esté en su alcance, ya que requieren de suma importancia la pronta construcción de la trocha carrozable.

Figura 40. Reunión con las diferentes autoridades de los centros poblados afectados al proyecto.



FUENTE: Propia.

4.11.10 Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) contiene las medidas necesarias para un tratamiento adecuado de las diferentes actividades del proyecto que aseguren una óptima mitigación de sus impactos, durante la fase de ejecución de obras y en la fase de operación del proyecto.

Siendo necesario para ello:

Establecer y recomendar medidas y acciones de prevención, mitigación y corrección de los efectos perjudiciales o dañinos que pudieran resultar de las actividades de construcción de las obras establecidas.

Estructurar acciones para afrontar situaciones de riesgos y accidentes durante el desarrollo del proceso constructivo de la obra.

El PMA considera los siguientes programas:

- Programa de mitigación y control
- Programa de contingencias
- Programa de cierre
- Programa de monitoreo

- Programa de asuntos sociales.
- Programa de seguridad ambiental

El Plan de Monitoreo Ambiental deberá tener especial consideración en las siguientes problemáticas generadas por la situación actual y las actividades de ingeniería, que determinan los principales componentes ambientales que serán impactados.

A. Ambiente físico

Contaminación y degradación ambiental de aire, agua y suelos.

B. Ambiente biológico

Degradación de la flora existente en la zona, además de la migración y desaparición de roedores en el cruce de la nueva vía; se presenta las medidas de mitigación para las principales áreas alteradas.

C. Ambiente humano

Condiciones de servicios básicos: salud, educación y saneamiento.

Actividades económicas: agropecuaria, artesanía y pequeña industria y comercio.

4.11.10.1 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Las actividades del proyecto de construcción, impactarán inevitablemente el medio ambiente, un adecuado plan de mitigación y control dentro del marco del Plan de Manejo Ambiental, deberá asegurar que estos impactos sean moderados a débiles y de permanencia temporal o reversible a corto o mediano plazo.

A. Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

- **Impactos en la Calidad del aire:**

Durante la ejecución de la obra, sobre todo en la etapa de movimiento de tierras y compactación de material habrá necesariamente en forma temporal se afectarán la calidad del aire, también se verá afectada por la generación de ruido debido al funcionamiento de maquinarias y equipos utilizados en la ejecución del presente proyecto, para lo cual se recomiendan más adelante medidas de mitigación.

- **Impactos en el Paisaje:**

En el proceso de ejecución del proyecto se ha identificado que en relación al paisaje local, este se verá modificado positivamente y en general mínimamente debido la ubicación de las estructuras.

B. Subprograma de control de erosión y sedimentos

Los impactos generados en este ítem serán considerables, por la gran cantidad de movimiento de tierras que se removerá para la apertura del nuevo camino vecinal; sin embargo se propondrán más adelante medidas correctoras en zonas donde predominan los pastizales, las mismas que conjuntamente con los árboles y arbustos serán debidamente distribuidos y reemplazados, de acuerdo a la nueva distribución de la infraestructura los cuales tienen una adaptación optima al medio que les permitirá en corto tiempo repoblar las áreas verdes.

Principales impactos sobre el ambiente humano

Realizando la construcción del Proyecto se estará mejorando radicalmente el ornato de la zona Rural, se dará solución a los problemas de salubridad y sanidad de la población, toda vez que se eliminara el habitat de los roedores y animales callejeros con el

cruce de una nueva vía, y el reemplazo adecuado de todos los árboles y arbustos existentes.

Durante la etapa de construcción de la obra se generará puestos de trabajo temporales a la población local, debido a que se requerida personal (mano de obra no calificada y calificada).

a) Fase de Ejecución

A fin de adoptar las medidas adecuadas que contribuyan a la implementación del Plan de Manejo Ambiental, se evalúa los impactos ambientales durante la fase de ejecución y funcionamiento del proyecto, generados por las principales actividades y obras de ingeniería.

b) Del abastecimiento de materiales.

• **Trasporte de material de cantera**

Los principales impactos en esta operación podrán ser la contaminación por liberación de partículas de polvo u otros al ambiente y la alteración de la calidad del suelo por incorporación de material particulado.(tierra de cultivo).

La contaminación del ambiente implicaría la afectación de la salud de las poblaciones locales y en menor grado se afectarían las actividades de producción, principalmente agrícolas, considerando el trayecto por el cual se transporta dicho material.

• **Sobre el ambiente físico**

Calidad de aire; Contaminación por liberación de partículas al ambiente.

Suelos; Alteración de la calidad por remoción, incorporación de materia particulado durante el transporte, afectando principalmente zonas de cultivo y pastos naturales.

- **Sobre el ambiente biológico**

Ecosistemas; flora y fauna; se afecta la cobertura vegetal por incorporación de material particulado (tierra de cultivo) sobre las plantas, como ya se mencionó anteriormente este efecto se dará por las zonas donde se realice el transporte del material.

- **Sobre el ambiente humano**

Salud; la liberación de polvo y material particulado al ambiente ocasionaría daños a la salud humana.

c) Movimiento de tierras, nivelación, perfilado y compactación

Los volúmenes de movimientos de tierras deberán ser movilizados y acondicionados adecuadamente de modo que no causen deterioro físico, biológico o estético del lugar. Para ello se consideran los depósitos de desmonte (botaderos).

- **Sobre el ambiente físico**

Calidad de aire; Contaminación por liberación de partículas de polvo u otros al ambiente.

Topografía; alteración debido a la remoción de tierra y por compactación (zona de Depósitos de desmonte - Botaderos).

Suelos; degradación por remoción de la cobertura vegetal, empobrecimiento por remoción de la capa fértil (zona de Depósitos de Desmonte – Botaderos).

- **Sobre el ambiente biológico**

Ecosistemas; flora y fauna; dado que son actividades que implican perturbación ambiental, existe un efecto directo sobre el componente biológico.

- **Sobre el ambiente humano**

Salud; podría haber liberación de polvo y material particulado al ambiente ocasionando daños a la salud humana.

Transporte; la restricción del tránsito peatonal por determinadas caminos alternos durante el desarrollo de las obras; causando impactos negativos principalmente en algunas actividades habituales en la zona.

Propiedad privada; será afectada principalmente por la expropiación de terrenos, ya que según el trazo definitivo la cual será corregido con un acuerdo beneficioso con las personas afectadas.

- **Construcción de la estructuras (Obras de Arte y Alcantarillas)**

Entre los posibles impactos que las obras generarían es importante resalta las siguientes:

- **Sobre el ambiente físico**

Este impacto es negativo y directo, donde el incremento en el tráfico vehicular generará un aumento de las emisiones de gases de combustión de los vehículos automotores, como el monóxido y dióxido de carbono (CO y CO₂). El monóxido de carbono es tóxico para todos los seres vivos, pero no constituye un riesgo en cuanto las emisiones se

liberen al aire libre. Durante la fase de operación habrá la emisión de gases y partículas por los motores de los vehículos que circulan por la carretera, así como también se generará material particulado durante los periodos secos del año.

C. Subprograma de protección de recursos naturales

Despeje de Corte y Vegetación

Este programa consiste en el conjunto de medidas que buscan controlar los efectos ambientales provocados por las labores de despeje y corte de vegetación en la ejecución de la obra.

Impactos Ambientales a mitigar:

- Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas).
- Desplazamiento de especies de fauna terrestre, aérea y acuática.
- Pérdida de vegetación
- Afectación de la cobertura vegetal (en zonas húmedas)
- Impacto visual

Medidas de Manejo para el despeje y corte de vegetación

- Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra.
- Se debe delimitar y señalar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por los organismos competentes.
- Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico
- Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la actividad, retirando todos los materiales y residuos provocados.

- Debe implementarse un programa de residuos sólidos (escombros, material reutilizable, material reciclable y basuras)

Instalación de Campamentos

Este programa consiste en el conjunto de medidas que buscan controlar los efectos ambientales provocados por la instalación de campamentos temporales.

Impactos Ambientales a mitigar:

- Emisión de gases y material particulado y polvo
- Generación de residuos sólidos (domésticos é industriales)
- Contaminación de cursos de agua.
- Remoción y afectación de cobertura vegetal
- Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas
- Incrementos en los niveles de accidentes
- Impacto visual

Medidas de Manejo para la instalación de campamentos:

- El campamento no podrá instalarse en espacio público, sólo en casos estrictamente necesarios, y con las respectivas autorizaciones.
- Si se ubica en lugares públicos, deberá fotografiarse el lugar al inicio y final de la obra.
- Antes de barrer la zona de campamento, mojar con agua para evitar que se levante polvo. No quemar hojas ni basuras
- La distancia a cuerpos de agua debe ser mayor a 30 metros.
- El ejecutor de la obra deberá solicitar los permisos necesarios para la conexión a servicios públicos, en los casos que así lo requiera.

- Se deberá colocar recipientes en diversos puntos del campamento debidamente protegidos contra la acción del agua, los cuales deberán ser diferenciados por colores con la finalidad de clasificarlos por contenido de residuos. Se separará los residuos especiales como grasas, lubricantes; los residuos sólidos estarán destinados a recipientes especiales resistentes al efecto corrosivo.
- Se debe delimitar y señalar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por los organismos competentes.
- Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico
- El campamento debe estar dotado de material de primeros auxilios y extintores.
- Una vez finalizadas las obras se debe recuperar la zona, garantizando la reconfiguración total de la infraestructura y la eliminación absoluta de los materiales y elementos provenientes de las actividades constructivas.
- No debe realizarse lavado, reparación o mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria en el campamento; estas actividades deben realizarse en centros autorizados para tal fin.
- No almacenar combustibles en el área del campamento.
- Los campamentos deberán contar con sistemas de saneamiento básico, adecuada disposición final de excretas y residuos sólidos
- Disponer de baños químicos para personal que se ubica en el campamento.
- Evitar conflictos con las comunidades cercanas, generación de ruidos molestos y material particulado, olores

desagradables, o conductas inadecuadas a las costumbres de la comunidad cercana al proyecto.

Restauración del Área Ocupada por el Campamento:

Este Trabajo consistirá en restaurar el área ocupada por el campamento levantado. Es obligación del contratista llevarlo a cabo una vez concluida la obra. Mediante las siguientes acciones:

Eliminación de desechos: Los desechos serán trasladados al depósito de material excedente acondicionado para tal fin. De tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción.

Clausura de Silo: Una vez concluidas las obras se procederá también al cierre de silo, utilizando para ello material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

Eliminación de Pisos: Deben ser levantados los restos de pisos construidos y estos se trasladan al depósito de material excedente habilitado (botaderos) de esta forma se garantiza que el ambiente utilizado para este propósito quede libre de desmontes.

Recuperación de la Morfología: Se procede a realizar el renivelado de terreno. Así mismo, las zonas que hayan sido compactadas en el área deberán ser humedecido y el suelo removido, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

Restauración del área ocupada por el patio de máquinas:

Consiste en la ejecución de las actividades de reacondicionamiento del área intervenida. Comprende las siguientes tareas:

Eliminación de desechos: Con una cuadrilla de trabajadores, se procederá a limpiar todos los materiales desechados en el patio de máquinas, tales como restos de aceites, grasas y combustibles, suelos contaminados y otros residuos producto del mantenimiento de máquinas.

Eliminación de Pisos: Esta tarea se realiza con una cuadrilla de trabajadores y equipos, que efectuarán el levantamiento del piso de taller y el ripio del área de circulación de los vehículos, los cuales deberán derivarse a los botaderos habilitados.

Recuperación de la Morfología: Se procede a realizar el renivelado de terreno. Así mismo, las zonas que hayan sido compactadas en el área deberán ser humedecido y el suelo removido, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

Almacenaje de aceites usados: Los aceites usados producto del mantenimiento de la maquinaria y demás vehículos de la obra, deben ser almacenados en recipientes herméticos tan pronto sean generados.

Eliminación de aceites usados: Los aceites usados almacenados previamente deben ser trasladados a través EPS especializada en el transporte de residuos peligrosos a un relleno de seguridad.

A. Subprograma de control de erosión y sedimentos

Este programa consiste en el conjunto de medidas que buscan controlar los efectos ambientales provocados por el escarificado, riego y compactado de rasante y afirmado que se realizara durante la construcción de la carretera.

Impactos Ambientales a mitigar

- Emisión de gases y material particulado y polvo
- Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)
- Incremento de los niveles de ruido
- Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas)
- Remoción de material de canteras.
- Impacto visual
- Daño al patrimonio cultural (en casos de áreas protegidas)

Medidas de Manejo para el movimiento de tierras

- Transportar el material de relleno y excavación cubierto (con malla rachel u otra).
- Humedecer la superficie a rellenar y excavar para evitar partículas suspendidas.
- Controlar la velocidad de los vehículos.
- Retirar, transportar y disponer residuos sobrantes, en lugares autorizados.
- Remover inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
- Mantener en las mejores condiciones mecánicas los vehículos, para reducir al mínimo las emisiones de ruido.
- Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico
- Esta actividad deberá contar con las respectivas medidas de señalización.
- En casos de encontrar hallazgos arqueológicos, suspender la obra y dar cuenta a quien corresponda.

Transporte, Operación y Mantenimiento

Este programa consiste en la implementación de medidas mitigadoras del impacto que genera el transporte, operación y mantenimiento de maquinaria, equipos y materiales.

Impactos Ambientales a mitigar

- Emisión de gases y material particulado y polvo
- Incremento de los niveles de ruido
- Cambios en la estructura del suelo (por derrames de grasas, aceites o combustible)

- Contaminación de cursos de agua por sedimentos y residuos
- Desplazamiento de especies de fauna terrestre, aérea y acuática
- Remoción y afectación de la cobertura vegetal (zonas húmedas).
- Incremento en los niveles de accidentes
- Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas.

Medidas de Manejo para el Transporte, operación y mantenimiento de maquinaria, equipos y materiales

- Transportar el material de excavación cubierto (con malla).
- Remover inmediatamente, en caso de derrames accidentales de combustible, el suelo y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
- Mantener en las mejores condiciones mecánicas los vehículos, para reducir al mínimo las emisiones de ruido.
- Toda la maquinaria utilizada debe cumplir con permisos al día para su funcionamiento.
- Se debe delimitar y señalizar solamente las áreas de cobertura vegetal a ser intervenidas por la obra, las cuales deben ser conocidas por los organismos competentes.
- Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o mejores a las existentes antes de ejecutar la obra, respetando el diseño paisajístico
- El lavado, reparación y mantenimiento correctivo de vehículos y maquinaria, debe realizarse fuera del área de campamento, obra o sobre zonas verdes; esta actividad debe efectuarse en centros autorizados para tal fin; en algunos casos podría realizarse la manutención sobre un polietileno que cubra el área de trabajo.

- Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra.
- Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra.
- Evitar en los frentes de trabajo, la interferencia con el tráfico peatonal y/o vehicular.
- Mantener una adecuada señalización en el área de la obra.
- Los vehículos deben contar con alarma reversa.

4.11.10.2 Programa de monitoreo ambiental

El Programa de Monitoreo Ambiental permitirá la evaluación periódica, integrada y permanente de las variables ambientales, para lo cual se deberá contar con los parámetros correspondientes, con el fin de suministrar información precisa y actualizada para la toma de decisiones, orientadas a la conservación del ambiente, durante las etapas de construcción y operación del Proyecto.

Este Programa permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y emitiendo informes periódicos a la Oficina correspondiente de la Institución Pública competente, recomendándose que sea la Municipalidad Distrital de San Sebastián a través de su Gerencia de Servicios Municipales y Gestión del Medio Ambiente, la que se encargue de verificar el cumplimiento del PMA.

Este programa buscara cumplir con éxito los estándares y regulaciones ambientales, así como el monitoreo de los impactos del proyecto. Se propone que la entidad encargada de la operación y mantenimiento, lleve a cabo las siguientes actividades:

- Elaboración de informes periódicos acerca de la operación y mantenimiento.
- Evaluaciones periódicas y directas de las unidades.
- Evaluación del desempeño del plan de manejo ambiental.

Monitoreo del agua.

Se deberán realizar 3 monitoreos durante la puesta en marcha del proyecto, luego se recomiendan monitoreos trimestrales durante la operación, considerando la medición de los siguientes parámetros:

- PH
- Turbiedad (UNT)
- Cloruros (mg/l)
- Sulfatos (mg/l)
- Alcalinidad (mg/l)
- Coliformes Totales (NMP/100ml)
- Cloro residual (solo a la salida)
- Metales (mg/l)

Monitoreo de aguas residuales.

Se deberán realizar 3 monitoreos durante la puesta en marcha del proyecto, luego se recomiendan monitoreos trimestrales durante la operación, estos se realizarán de mensualmente, considerando la medición de los siguientes parámetros:

a) Parámetros para las aguas servidas.

- Caudales mínimos, máximos y promedio (m³/s).
- pH y temperatura
- Sólidos suspendidos totales y volátiles (mg/l) □ Sólidos sedimentables (ml/l/h).
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l).
- Coliformes totales y termotolerantes (NMP/100 ml)
- Huevos de helmintos (Org/litro).
- Aceites y grasas

b) Parámetros de las aguas tratadas (efluente)

- Flujos mínimos, máximos y promedio (m³/s).
- pH, temperatura y turbidez.
- Sólidos suspendidos (mg/l).

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l).
- Cantidad de coliformes totales y termotolerantes (NMP/100 ml) □ Huevos de helminto (org/l).

Para evaluar el funcionamiento de las infraestructuras, plantas y la calidad del efluente se considerarán los estándares establecidos en la Ley General de Aguas para la Clase III. De acuerdo a los requerimientos del proyecto, la calidad de agua a obtener, es la siguiente:

- DBO < 15 mg/l
- Sólidos suspendidos totales: 30 (recomendado)
- Coliformes Totales < 5000 NMP/100 ml □ Coliformes Fecales < 1000 NMP/100 ml
- 6.50 < pH < 8.00

Monitoreo de la calidad del aire.

Se comprobará la calidad del aire, en el área de instalación de las plantas de chancado, de asfalto, de concreto y en las canteras.

Puntos de monitoreo: Se deberá establecer 2 puntos de monitoreo uno en sotavento y el otro en barlovento.

Parámetros: Para el caso de las plantas de chancado, solo se monitoreará la cantidad de material particulado (PM10), generado por las actividades extractivas en las canteras y en la planta de chancado y la emisión de gases de combustión de características tóxicas provenientes de las plantas de asfalto y concreto; los cuales son: SO₂, NO_x, CO. No es necesario realizar la medición de los otros compuestos (O₃, H₂S, Pb) que menciona el Decreto Supremo N°074-2001-PCM (Estándares Nacionales de Calidad del Aire), debido a que estos son producidos por las plantas de asfalto y concreto, en cantidades despreciables, por lo que su monitoreo se hace innecesario.

Frecuencia: La frecuencia de monitoreo deberá de ser trimestral y se realizará según las formas y métodos de análisis establecidos

en el Decreto Supremo N°074-2001-PCM (Estándares Nacionales de Calidad del Aire).

Monitoreo de nivel sonoro

Puntos de monitoreo: Se realizará el monitoreo del nivel sonoro a fin de prevenir la emisión de altos niveles de ruido que puedan afectar la salud y la tranquilidad de los trabajadores de la obra. Se monitorearán los niveles ambientales de ruido de acuerdo a la escala db (A), uno de ellos en el área donde se realizan las actividades relacionadas a la construcción y el otro a una distancia entre 100m y 200m, según lo recomiende el Supervisor Ambiental. Las horas del día en que debe hacerse el monitoreo se establecerá teniendo como base el cronograma de actividades.

Frecuencia: Se realizarán mediciones trimestrales, siguiendo el cronograma de actividades de obra del ejecutor y al mismo tiempo que se realice el monitoreo de Calidad de Aire.

Se tomarán como referencia los niveles máximos permisibles que establece el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D. S. N°085-2003-PCM).

4.11.10.3 Programa de Asuntos sociales.

Como parte del proyecto, se llevarán a cabo actividades dedicadas a fomentar la participación de la población en la problemática ambiental y la aceptación del proyecto por parte de la población.

a. Al personal del proyecto

El Constructor planificará, organizará y conducirá talleres y charlas de capacitación al inicio y durante las actividades del proyecto dirigido a todo el personal de obra. Serán asistidos por los supervisores que enseñarán el funcionamiento y uso correcto de equipos y maquinarias, con énfasis en los

procedimientos, riesgos y normas de seguridad para cada actividad.

b. Capacitación y entrenamiento

El Ejecutor deberá proveer capacitación y entrenamiento apropiado, relacionados con la prevención de accidentes y protección al medio ambiente para que cada uno de sus empleados pueda realizar en forma segura las tareas de trabajo asignadas.

- La capacitación proporcionada a empleados y contratistas incluirá: Inducción en seguridad personal y prevención de accidentes a todos los nuevos empleados y empleados transferidos en las primeras dos semanas de empleo o transferencia del empleado.
- Inducción en seguridad personal y prevención de accidentes a todos los contratistas y subcontratistas.
- Reuniones de seguridad, que se usan frecuentemente para conducir sesiones formales de entrenamiento de prevención de accidentes y protección al medio ambiente.
- Capacitación especializada en técnicas de manejo defensivo, primeros auxilios y prevención y extinción de incendios.
- Capacitación en la identificación de todos los riesgos presentes, evaluación de los riesgos y métodos control y uso de los elementos de protección personal necesarios para realizar el trabajo en forma segura.
- Capacitación en los Procedimientos de Trabajo.
- Capacitación especializada en cuidado del Medio Ambiente y trato con la población.
- Se llevarán reuniones con el fin de informar a la población del plan de trabajo y contaminación ambiental que se generara durante la ejecución de la obra.

Fig. 40. Reunión con los pobladores de las comunidades involucradas y beneficiadas con la ejecución del proyecto.



Fuente: propia.

4.11.10.4 Programa de Educación Ambiental

A. Lineamientos

Se basa su gestión y manejo de los residuos en la minimización en el origen, la adecuada segregación y una adecuada disposición final.

El manejo de residuos en las operaciones, contempla las siguientes actividades:

- Minimización.
- Segregación.
- Almacenamiento Temporal.
- Transporte.
- Disposición Final.

B. Clasificación de los Residuos.

Para la clasificación de los residuos, esta se tiene en cuenta la posibilidad en base de su aprovechamiento y luego en base a su peligrosidad a la salud y al ambiente.

Los residuos generados en las operaciones de obra han sido agrupados de acuerdo a sus características y forma de manejo en los siguientes tipos:

a) Residuos Reaprovechables

Se clasifican en:

- Residuos no peligrosos. - residuos generados en instalaciones o por procesos industriales que no presentan características de peligrosidad y poseen potencial de ser reaprovechados. Se los subdivide en:
 - Orgánicos. - Dentro de esta clasificación incluye: restos de preparación de alimentos y madera.
 - Inorgánicos. - Dentro de los cuales tenemos los residuos inorgánicos comunes como son latas, cables eléctricos, chatarra, envases de vidrio, vidrios, locería, papel, cartón, plásticos, sachets, cojines de champú, Tecnopor, geomembranas en desuso, envases de dendríticos, jebes y llantas usadas, filtros de aire y otros.
- Residuos peligrosos.- Incluye a baterías, filtros de aceite, lubricantes usados, combustibles contaminados, productos químicos vencidos, Cartuchos de impresora, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, otros similares.

b) Residuos No Reaprovechables

Se clasifican en:

- Residuos No Peligrosos.- Todo lo que no se pueda reciclar y no sea catalogado como peligroso, por ejemplo, equipos de protección personal, cenizas inertes, trapos y esponjas de lavado y escombros.
- Residuos Peligrosos.- Baterías, pilas, envases de pintura, aerosoles e insecticidas, papel y toallas higiénicas usadas, residuos biomédicos, trapos impregnados con hidrocarburos y/o químicos, productos químicos vencidos, fluorescentes y luminarias, tierra contaminada con hidrocarburos y/o químicos, borras de hidrocarburos (lodos aceitosos), y otros similares.

c) Código de colores (NTP 900.058.2019)

La Norma Técnica Peruana se aplica a todos los residuos generados por la actividad humana, a excepción de los residuos radiactivos; no establece las características del dispositivo de almacenamiento a utilizar, ya que esto dependerá del tipo de residuo, volumen, tiempo de almacenamiento en el dispositivo, entre otros aspectos.

Gráfico N° 1: Código de colores para los residuos del ámbito municipal:

Residuos de ámbito municipal		
Tipo de Residuo	Color	Ejemplos de Residuos
Aprovechables	Verde	Papel y Cartón
		Vidrio
		Plástico
		Textiles
		Madera
		Cuero
		Empaques compuestos (Tetrabrik)
		Metales (latas, entre otros)
No aprovechables	Negro	Papel encerado, metalizado
		Cerámicos
		Colillas de cigarro
		Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos
		Restos de poda
		Hojarasca
Peligrosos	Rojo	Pilas
		Lámparas y luminarias
		Medicinas vencidas
		Empaques de plaguicidas
		Otros

Gráfico N° 2: Código de colores para los residuos del ámbito No municipal:

CODIGO DE COLORES PARA EL MANEJO DE RESIDUOS				
TIPO DE RESIDUO			COLOR	RESIDUOS
<u>Reprovechables</u>	No peligrosos	Orgánico	Marrón	Para orgánicos: Restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares
		Inorgánico	Amarillo	Para metales: latas de conservas, café, leche, gaseosa, cerveza. Tapas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc.
			Plomo	Para vidrio: Botellas de bebidas, gaseosas, licor, cerveza, vasos, envases de alimentos, perfumes, etc.
			Azul	Para papel y cartón: Periódicos, revistas, folletos, catálogos, impresiones, fotocopias, papel, sobres, cajas de cartón, guías telefónicas, etc.
			Blanco	Para plástico: Envases de yogurt, leche, alimentos, etc. Vasos, platos y cubiertos descartables. Botellas de bebidas gaseosas, aceites comestibles, detergente, <u>shampoo</u> . Empaques o bolsas de fruta, verdura y huevos, entre otros.
Peligrosos		Rojo	Para peligrosos: Baterías de autos, pilas, cartuchos de tinta, botellas de reactivos químicos, entre otros.	
<u>No Reprovechables</u>	No peligroso		Negro	Para generales: Todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso: restos de la limpieza de la casa y del aseo personal, toallas higiénicas, pañales desechables, colillas de cigarros, trapos de limpieza, cuero, zapatos, entre otros.
	Peligroso		Rojo	Para peligrosos: Escoria, medicinas vencidas, jeringas desechables, entre otros.

C. Flujo de Clasificación de los Residuos.

El Supervisor SSOMA y Monitor de Medio Ambiente verificara que todos los residuos generados en el proyecto se encuentren incluidos dentro del Formulario de Clasificación de Residuos. En el caso se identifiquen residuos peligrosos, el Supervisor SSOMA debe asegurar que cada residuo cuente con su respectiva hoja de seguridad y correcto rotulado.

El generador debe comunicar al Supervisor de Medio Ambiente / SSOMA cada vez que identifique un residuo que no cuente con el formulario de clasificación para su debida incorporación.

En caso el generador no pueda identificar el tipo de residuo generado debe consultar al Supervisor SSOMA, quien le dará la orientación requerida.

El generador (propio o contratista) está obligado a segregar, clasificar y entregar los residuos en los lugares de almacenamiento, siendo responsable desde su generación hasta su entrega.

✓ Rotulado y/o Etiquetado

El rotulado y etiquetado se realiza a todos los contenedores y las bolsas de residuos respetando el código de colores, tanto para los puntos verdes, y externamente para su disposición final.

✓ Características de los Recipientes

Los recipientes serán lo suficientemente resistentes para contener los residuos que se dispondrán en ello (metálicos o plásticos), tendrán tapas como medida de protección contra roedores, mosquitos e ingreso de agua pluvial, estos recipientes deben estar debidamente rotulados con la categoría del residuo a disponer en el mismo. Así mismo debe contar con protección al suelo.

✓ Inventario y Características de los residuos

La tabla 2, presenta un inventario de los residuos usualmente generados en las operaciones de obra, separados en función de la clasificación anteriormente descrita. La tabla muestra también las características de peligrosidad de cada uno de los residuos.

4.11.10.5 Programa de capacitación ambiental y seguridad

Plan de seguridad, salud y medio ambiente a ejecutarse en el proyecto

Los planes de Seguridad, Salud y Protección Ambiental son documentos escritos dónde se incorporan todas las providencias y reglamentaciones del Programa de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de cada proyecto. Tiene como objetivo principal la eliminación o la reducción de los riesgos evitables relacionados con la actividad.

a. Política de prevención de accidentes y protección al medio ambiente

La empresa deberá tener como política de prevención, desarrollar todas sus actividades laborales en el marco de adecuadas condiciones de Trabajo y Seguridad. De esta política surge que:

- Todos los accidentes pueden y deben ser prevenidos.

- Las causas que generan los accidentes pueden ser eliminadas o controladas.
- La prevención de accidentes de trabajo es una obligación social indeclinable de todo el personal de la empresa, cualquiera sea su función, y de quienes se hallen transitoriamente en ella constituyendo, además, una condición de empleo.
- La prevención de riesgos en el trabajo junto con la calidad, los costos y el servicio constituyen una sola prioridad unificada.
- La empresa se debe comprometer a realizar sus actividades en armonía con el medio ambiente, considerando los siguientes principios:
 - Establecer un Sistema de Gestión que permita detectar, evaluar y controlar los impactos ambientales a través de un proceso de gerencia basado en la educación y compromiso de cada uno de los empleados.
 - Considerar la protección del medio ambiente, junto con la productividad, la calidad y la seguridad como una sola prioridad unificada cualquiera sea la obra o lugar donde se ejecute.
 - Cumplir con las leyes, regulaciones y normas referidas al cuidado ambiental y otros requerimientos que la Empresa suscriba.
 - Divulgar este compromiso a la comunidad donde se desarrollan nuestras actividades, manteniendo un dialogo permanente con las partes interesadas.
 - Extender la cultura de protección del medio ambiente a la comunidad, nuestros proveedores, contratistas y clientes.

b. Conformación del Comité de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

Con el inicio de las actividades se conformará el Comité de Seguridad de Obra, serán integrantes del mismo los siguientes sectores:

- Dirección de Obra.
- Seguridad, Salud y Medio Ambiente
- Supervisión general.
- Personal.
- Servicio general.
- Eventuales invitados.
- Será responsabilidad del Director de Obra convocar dicha reunión como mínimo una vez al mes, elaborándose la correspondiente acta de reunión. Serán temas a tratar:
 - Cumplimiento del programa de Seguridad.
 - Resultado estadístico de accidentes de trabajo.
 - Investigación, análisis y acciones correctivas de incidentes y accidentes de trabajo.
 - Resultado de Auditorias y Inspecciones periódicas.
 - Avance de Obra.
 - Todo tema relacionado con la Prevención de Accidentes de trabajo y protección al Medio Ambiente.

c. Procedimientos de trabajo

Para todas las tareas relevantes se elaborará el procedimiento de trabajo respectivo cuya información básica será:

- Descripción de la tarea.
- Responsabilidades.
- Equipos y herramientas a utilizar.
- Metodología de trabajo.
- Análisis de riesgos.
- Medidas de control.

Los procedimientos elaborados se divulgarán entre los responsables de las tareas.

d. Análisis seguro de trabajo

Diariamente y previo inicio de las actividades se elaborará el Análisis Seguro del Trabajo cuyo objetivo es pensar antes de actuar utilizando como técnica preventiva la de identificar, evaluar y controlar.

La elaboración de la presente herramienta estará liderada por la supervisión participando todo el personal responsable de la ejecución de la tarea.

e. Señalización de obra.

Responderá a la siguiente normativa:

- Señalización institucional.
- Señalización de riesgo.
- Señalización preventiva.
- Divulgación y concientización.

f. Revisión inicial y periódica de equipos, vehículos e instalaciones

Todos los equipos, herramientas e instalaciones tales como grúas, equipos, vehículos, camiones, tableros eléctricos, aparejos, herramientas eléctricas manuales, etc., serán controlados periódicamente con el objeto de evitar la generación de riesgos durante su utilización.

El alcance, el método y la responsabilidad de dicho control responderán al procedimiento específico elaborado para tal efecto.

g. Auditorias en los frentes de trabajo

El prevencionista de obra auditará los frentes de trabajo respondiendo al procedimiento específico aprobado para la obra. El resultado de las auditorias será informado al responsable de los trabajos, registrándose la actividad, desvíos, medidas correctivas y plazos de ejecución.

El análisis y seguimiento de las mismas, será tema de tratamiento en las reuniones de Comité de Dirección.

h. Inspecciones periódicas de Seguridad

La Dirección de Obra y el personal del departamento de Seguridad, Salud y Medio Ambiente realizarán inspecciones en las distintas áreas de trabajo. El alcance, el método y la responsabilidad de dichos inspecciones responderán al procedimiento específico elaborado para tal fin. Los desvíos, correcciones, plazos y responsable de la ejecución se documentarán en los formatos específicos.

i. Prevención de incendios

Se mantendrá un programa efectivo de prevención y control de posibles incendios incluirá como mínimo lo siguiente:

- Cumplimiento de normas internas de Planta.
- Identificación, manejo y uso adecuado de materiales inflamables.
- Orden y limpieza.
- Utilización adecuada de equipos de oxicorte, soldadura, amoladora, etc.
- Inspección y mantenimiento de los extintores.
- Provisión de extintores de incendio manuales.
- Capacitación en el uso de extintores.

j. Análisis e investigación de Incidentes y Accidentes de trabajo

Serán considerados como incidentes todos aquellos acontecimientos que aún, no generando lesiones a las personas, pérdidas materiales o daños al Medio Ambiente, potencialmente estaban en condiciones de originarlo.

Todos los incidentes tendrán el mismo tratamiento de investigación, análisis de causas y acciones correctivas de igual manera que los accidentes.

Todos los accidentes con o sin pérdidas de días serán investigados, analizados de acuerdo al procedimiento específico vigente. La línea operativa confeccionará los informes correspondientes.

k. Registro y elaboración de estadísticas

Al finalizar cada mes se confeccionará el informe mensual de estadísticas de accidentes, donde se detallará el total de horas hombres trabajadas, el total de personal incluyendo las Empresas Contratistas, la cantidad de accidentes registrados en forma mensual y acumulado del proyecto; así mismos serán consideradas las variables de índice de frecuencia e índice de gravedad.

4.11.10.6 Programa de prevención de pérdidas y contingencias

El Plan de Contingencia define las medidas a tomar para prevenir o mitigar cualquier emergencia, desastre natural o accidente ambiental que pudiera ocurrir durante la construcción, implementación u operación del proyecto. También tomará en cuenta los accidentes que se pudiera dar por fallas humanas, las cuales no pudieron ser previstas en el PMA.

El Plan de Contingencia permite diseñar una respuesta organizada y oportuna para prevenir o minimizar cualquier daño a la salud humana o al medio ambiente. Además permite contar con el equipo y los materiales necesarios en los lugares de mayor vulnerabilidad ante los diferentes fenómenos naturales y emergencias. Dada las características del proyecto se establecerán Unidades de Contingencia independientes para la etapa de construcción y operación. Cada Unidad contará con un Jefe, quien estará a cargo de las labores iniciales de rescate e informará, al Ejecutor el tipo y magnitud del desastre. Asimismo, se deberá dar parte inmediatamente a la entidad pública acerca de los inconvenientes que se pudiesen haber presentado.

Durante la construcción del proyecto el Ejecutor, a través de su Unidad de Contingencias, será el responsable de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse (accidentes laborales, incendios, sismos, etc.). En esta etapa la unidad estará conformada por el personal de obra.

En la etapa de operación la Unidad de Contingencias estará conformada por el personal encargado de la operación y mantenimiento, conformado por los integrantes de la entidad pública.

Directivas para el Plan de Contingencia Ambiental.

El propósito de las directivas del Plan de Contingencia Ambiental es el de proporcionar un control general e indicar las acciones de procedimiento durante cada una de las condiciones de emergencia ambiental detalladas a continuación, para mitigar los efectos de eventos peligrosos.

Estas directivas brindan información al personal de construcción, operación y mantenimiento para que manejen las situaciones de emergencia de una forma rápida, efectiva y eficiente. Esto ayudará a proteger la salud de los trabajadores, conservar el medio ambiente y preservar la integridad de la instalación.

Condiciones de emergencia ambiental:

a) Daños o destrucción sísmica de la infraestructura.

Los terremotos en el Perú son siempre considerados activos. Si un evento sísmico ocurre, todo el personal tiene que saber cómo evacuar de forma segura la instalación y cómo protegerse de los efectos de un temblor.

Dependiendo del nivel sísmico, el Jefe decidirá si la planta debe ser cerrada total o parcialmente y si se deben iniciar las medidas necesarias para que la vuelva a su condición normal de operación de la forma más rápida posible.

Tanto las zonas de obras de construcción como las unidades construidas deben contar con una zona segura en caso de sismos, definida por el jefe de unidad y debidamente señalizada. La entidad pública deberá contar con un “equipo de emergencia” organizado cuyas funciones sean establecidas con anticipación para que en el caso de un sismos integrantes sepan exactamente cómo reaccionar, a donde dirigirse y qué acciones realizar.

Se deberá efectuar un simulacro inicial durante la etapa de construcción y simulacros semestrales cuando las obras se encuentren en funcionamiento.

b) Inundaciones naturales y cambios en el clima.

El distrito de San Sebastián recibe una apreciable cantidad de precipitación pluvial a lo largo del año, la cual se distribuye en dos estaciones bien marcadas: un periodo “seco” con lluvias ocasionales, en los meses de abril a setiembre; y un periodo “lluvioso” entre noviembre y marzo, con una variante del promedio para todas las estaciones del 81.5% de la precipitación total anual.

La población cuenta con canaletas para la evacuación de la precipitación pluvial extrema, las cuales deberán ser adecuadamente mantenidas para asegurar un drenaje adecuado y disminuir el peligro de inundaciones.

c) Descarga Accidental de Aguas Residuales no Tratadas.

En caso ocurran fugas o desbordes de las aguas residuales en la línea de conducción (tuberías o canales) o en las unidades de tratamiento, el supervisor a cargo deberá ordenar el cierre de la compuerta de ingreso.

Cualquier cantidad de tierra que esté en contacto con las aguas residuales crudas deberá ser removida y transportada hacia un relleno sanitario.

d) Contaminación por olores y sólidos suspendidos.

La generación de olores estará íntimamente relacionada con la operación y el mantenimiento. En caso el mantenimiento fuese inadecuado y se diera contaminación por olores o polvo, todos los equipos o maquinaria afectada tienen que ser ventilados inmediatamente.

Para evitar cualquier tipo de olor excesivo, los equipos tienen que tener mantenimiento continuo y estar libres de materiales de desecho.

La aireación debe ser verificada y reprogramada en caso no sea efectiva para la digestión de la materia orgánica por los microorganismos aeróbicos.

e) Falta de suministros, piezas de repuesto y electricidad.

La falta de suministros y piezas de repuesto para los equipos mecánicos y eléctricos pueden ser mitigadas a corto plazo si se toman las precauciones apropiadas.

En este tipo de instalaciones se recomienda que haya suministros adecuadamente almacenados para, por lo menos, dos o tres semanas de operación normal.

Las piezas de repuesto para los equipos mecánicos y eléctricos tienen que estar ordenadas y en la medida de lo posible, deberán estar en stock.

Los cortes de electricidad pueden ser mitigados al tener equipo para generar energía de reserva (grupo electrógeno). Lo ideal sería tener un suministro automático de energía y un sistema de reestablecimiento por medio del cual los equipos críticos (como los equipos de bombeo y aireación) continúen trabajando.

f) Accidentes de transporte.

La legislación peruana todavía se encuentra en el proceso de producir regulaciones para el transporte de material pero todavía no hay directivas sobre cómo proceder en caso de derrames de desechos cuando estos son transportados.

Si las medidas apropiadas son tomadas, los accidentes pueden ser minimizados. Se enumeran a continuación una lista de sugerencias:

El vehículo debe tener todas las características para transportar los desechos sin derrames y sin exponer al conductor.

El conductor debe estar informado sobre los materiales que transporta y debe recibir capacitación sobre medidas apropiadas que se deben tomar en caso de emergencia. □ La ruta a seguir se debe seleccionar para que, en caso de un accidente, minimice los efectos de riesgos para el medio ambiente y los seres humanos.

En caso de un accidente, el conductor debe contactar al coordinador de emergencia para que éste se comunice con las autoridades ambientales y de emergencia (bomberos, defensa civil, etc.).

4.11.10.7 Programa de cierre de obra

A. Generalidades

El Plan de Abandono y Cierre, tiene como objetivo el establecer el programa de actividades y acciones que la empresa constructora u / o operadora realizará para remediar y minimizar los impactos ambientales en las fases de construcción y operación

(finalización) respectivamente , a fin de restablecer las condiciones del ambiente y los recursos usados durante la ejecución del Proyecto, reestableciendo de esta manera las condiciones que tenía el área intervenida antes del Proyecto, es decir, consolidar el compromiso de uso sostenible de los recursos naturales en el Proyecto.

B. Objetivos

- Establecer las acciones / procedimientos para prever y proteger la salud humana y el medio ambiente mediante el restablecimiento de las condiciones originales de la zona del proyecto previas a la intervención.
- Establecer los procedimientos y medidas de control ambiental para reducir / mitigar los impactos ambientales generados en el proceso de cierre de operaciones.
- Permitir el desarrollo sostenible del área del proyecto.

C. Componentes plan de abandono y cierre

Plan de Abandono de Áreas Intervenidas Durante Construcción

Las acciones que se adopten serán las siguientes:

- Comunicar a las autoridades correspondientes (autoridades locales y de las asociaciones rurales de la zona) sobre la terminación del proyecto, a fin de coordinar la finalización de las obras de construcción.
- Establecer un programa de señalización, vigilancia e información de las zonas de riesgos hasta concluir con las obras proyectadas.
- Disposición del material de desmonte en un botadero autorizado, y la supervisión deberá de verificar el cumplimiento de la presenta acción.
- En este proceso la empresa contratista presentará a las autoridades competentes el plan de abandono de las

áreas intervenidas y restauración del área , con aprobación de la supervisión.

- En las obras se realizará la remoción de instalaciones y estructuras, para recuperar áreas alteradas se deberá realizar la re nivelación del terreno y si tiene cobertura vegetal deberá realizar la revegetación.
- Los depósitos y/o campamentos móviles deberán ser demolidos cuidando de no dejar materiales expuestos que afecten al medio ambiente, los escombros serán dispuestos en el relleno sanitario autorizado.
- Las autoridades competentes evaluará la etapa de construcción a fi n de asegurar el establecimiento y la restauración de las áreas alteradas, a través de la supervisión.

4.11.10.8 Programa de inversiones

Se contemplará los costos para todos los programas ya mencionados, los cuales serán monitoreados por los supervisores de obra, y tenemos los siguientes montos:

1. Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas: s/. 5 000. 00 Nuevos soles
2. Programa de monitoreo ambiental: s/. 12 000. 00 Nuevos soles
3. Programa de asuntos sociales: s/. 20 000. 00 Nuevos soles
4. Programa de educación ambiental: s/. 8 000. 00 Nuevos soles.

5. Programa de capacitación ambiental y seguridad: s/. 36 900. 00 Nuevos soles

PROGRAMA DE CAPACITACIONES 2017											CODIGO: - PBVNT0252400					
											VERSIÓN: 0					
											FECHA: 05/07/2017					
PROYECTO/SERVICIO: Diseño definitivo de la carretera Puente el sur La Flor, del distrito de San Andrés de Cutervo, Cutervo – Cajamarca.																
N°	TEMA	TIPO	RESPONSABLE DEL CUMPLIMIENTO	PUBLICO OBJETIVO	EVALUACIÓN	N° CAP	MES1	MES2	MES3	MES4	MES5	MES6	MES7	MES8	MES9	
							MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	MONTO(S./.)	
SEGURIDAD																
1	Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y control (IPERC)	Interno	Coord SSOMA	Todo el personal	Si	1	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
2	Plan de respuesta ante emergencia	Interno	Coord SSOMA	Todo el personal	Si	1	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
3	Prevención de Incendios y Uso de Extintores	Interno	Coord SSOMA	Todo el personal	Si	1	350	350	350	350	350	350	350	350	350	
4	Investigación y Reporte de Accidentes	Interno	Coord SSOMA	Todo el personal	Si	1	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
SALUD OCUPACIONAL																
6	Primeros Auxilios	Interno	Jefe de Salud	Todo el personal	Si	1	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
7	Higiene Industrial	Interno	Jefe de Salud	Todo el personal	Si	1	400	400	400	400	400	400	400	400	400	
MEDIO AMBIENTE																
8	Protección de la Biodiversidad Circundante	Interno	Jefe de Medio Ambiente	Todo el personal	Si	1	600	600	600	600	600	600	600	600	600	
9	Gestion y Manejo de Residuos	Interno	Jefe de Medio Ambiente	Todo el personal	Si	1	500	500	500	500	500	500	500	500	500	
10	IAEI	Interno	Jefe de Medio Ambiente	Todo el personal	Si	1	600	600	600	600	600	600	600	600	600	
							PARCIAL(S./.)	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	4100	
							TOTAL(S./.)	36900								

6. Programa de cierre de obra: s/. 4 000. 00 Nuevos soles

INVERSIÓN TOTAL: S/. 85 900.00 Nuevos soles

4.11.10.9 Cronograma de actividades

<div style="text-align: center;"> <h2 style="margin: 0;">CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</h2> <h3 style="margin: 0;">2017</h3> </div>					CODIGO: - PBVNT0252400								
					VERSIÓN: 0								
					FECHA: 05/07/2017								
<i>PROYECTO/SERVICIO: Diseño definitivo de la carretera Puente el suro La Flor, del distrito de San Andrés de Cutervo, Cutervo – Cajamarca.</i>													
TEMA	TIPO	RESPONSABLE DEL CUMPLIMIENTO	PUBLICO OBJETIVO	EVALUACIÓN	MES1	MES2	MES3	MES4	MES5	MES6	MES7	MES8	MES9
					MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)	MONTO(S/.)
N°													
<u>SEGURIDAD</u>													
1	Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas	Interno	Coord SSOMA	Todo el personal	Si	X	X						
2	Programa de monitoreo ambiental	Interno	Coord AMBIENTAL	Todo el personal	Si		X	X	X	X	X	X	X
3	Programa de asuntos sociales	Interno	Coord SSOMA	Todo el personal	Si	X	X	X					
4	Programa de educación ambiental	Interno	Coord AMBIENTAL	Todo el personal	Si		X	X	X	X			
6	Programa de capacitación ambiental y seguridad	Interno	Coord AMBIENTAL/SSOMA	Todo el personal	Si				X	X	X	X	
7	Programa de cierre de obra	Interno	JEFE DE OBRA	Todo el personal	Si							X	X

4.11.10.10 Plan de compensación ambiental

Se efectuarán las investigaciones de campo que permitan definir los programas componentes del plan de compensación y los expedientes técnicos para la evaluación de los predios afectados por parte de la Dirección Nacional de Construcción del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento o el sector donde pertenezca la obra. Para definir la aplicación de los programas del plan de compensación, el consultor deberá revisar la normativa legal nacional existente.

Se presenta un cuadro con las compensaciones que se realizaran en la obra:

Riesgos	Localización	Medidas Preventivas
Incendios.	Sitios de almacenamiento y manipulación de	<ul style="list-style-type: none">• Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad industrial en lo relacionado con el manejo y almacenamiento de combustibles.
Movimientos sísmicos.	Generación de sismos de mayor o menor magnitud, que puedan generar desastres y poner en peligro la vida de los trabajadores.	<ul style="list-style-type: none">• Cumplimiento de las normas de seguridad industrial. Coordinación con las entidades de socorro del distrito.• Señalización de rutas de evacuación y divulgación sobre la localización de la región en una zona de riesgo sísmico.

Riesgos	Localización	Medidas Preventivas
Falla de estructuras.	Estribos, cimentación, estructuras de desvío.	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar un control adecuado, tanto de la calidad de los materiales utilizados, como de los procesos constructivos.
Accidentes de trabajo.	Se pueden presentar en todos los frentes de las obras.	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad Industrial. • Señalización clara que avise al personal y a la comunidad al tipo de riesgo que se someten. • Cerramientos con cintas reflectivas, mallas y barreras, en los sitios de más posibilidades de accidentes.
Huelga de trabajadores.	Cualquier parte del proyecto podría verse afectado.	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con rigurosidad de las normas de trabajo establecidas por la legislación peruana. • Garantizar buenas condiciones físicas y psicológicas en el trabajo.
Paro cívico.	Cualquier parte del proyecto podría verse afectado.	<ul style="list-style-type: none"> • Estableciendo una adecuada comunicación entre el Propietario del Proyecto, los distritos, el contratista, los trabajadores y la comunidad de la zona del Proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4.11.11 Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

- La Evaluación de Impacto Ambiental ha proporcionado y establecido una base de información, sobre los factores ambientales existentes que podrían resultar afectados por los impactos del proyecto.
- Durante el proyecto se generarán residuos sólidos el cual según la matriz de Leopold es en la etapa de corte que tiene una magnitud de -58, lo cual producirá un impacto negativo indirecto sobre la calidad del paisaje.
- En la etapa de volcadura de rocas se tiene una magnitud de -62, es el que producirá un mayor impacto negativo directo sobre la calidad del paisaje.

- En la construcción se generará impactos negativos el cual genera un 65% de residuos en movimientos de suelos, pero a su vez traerá mejoras de calidad de vida para los pobladores; ya que generará empleo para los habitantes de la zona.
- Se creó una unidad de contingencia que se encargará de llevar a lugares seguros a las personas lesionadas, prestándoles los primeros auxilios.
- Antes de empezar cada trabajo se debe evaluar los riesgos que generara la ejecución de cualquier actividad y los impactos que esta genere al medio ambiente.
- La contaminación sonora solo afecto al 5% de la población total ya que en todo el camino no existe casas cercanas al trazo de la carretera.
- Se realizó una buena revegetación en lugares donde el impacto ambiental sea muy elevada.

Recomendaciones:

- Se plantea que se debe de considerar todas las recomendaciones planteadas para conseguir que los impactos identificados sean minimizados.
- Se recomienda que se inviertan los recursos necesarios para que el Programa de Información y Participación Ciudadana sea eficiente y eficaz, mediante el uso de los medios de comunicación y mensajes elaborados con base a un estudio minucioso de las características de la población beneficiada.
- Evaluar y controlar en todo momento la segregación de los residuos sólidos, según los programas ya establecidos.

4.11.12 Bibliografías:

- BERMUDEZ SANCHEZ, Obra Pública y Medio Ambiente (Marcial Pons. Madrid,2002).
- Juan Arredondo, Proyecto nacional de manejo de cuencas hidrográficas y conservación de suelos (Lima, 1995).
- CANTER L.W. Manual de la Evaluación de Impacto Ambiental. McGraw-Hill. (Madrid,2009).

- Fundación Universitaria Iberoamericana. Asignatura de Contaminación Atmosférica. FUNIBER. (2010) Lima – Perú.
- Fundación Universitaria Iberoamericana. Asignatura de Contaminación Acústica. FUNIBER. (2010) Lima – Perú.
- Conesa Fernandez Vitoria, Vicente. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundiprensa. Madrid. España 2010.
- Gómez Orea Domingo, Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Mundiprensa. Madrid. España. 2010.
- Canter Larry. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Editorial Mc Graw Hill. Santa Fe Bogotá. Colombia. 1999.

4.12 Estudio de Señalización.

El proyecto Diseño definitivo de la Carretera Puente el Suro–La Flor del Distrito de San Andrés de Cutervo, Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca, se ha previsto la ejecución de los siguientes trabajos de señalización:

Incorporación de señales verticales nuevas en la totalidad del tramo informando lugares estratégicos como, zonas de derrumbes, lugares de badenes, etc. la carretera cuenta con un tránsito pesado con gran volumen de camiones de carga, es necesario garantizar la viabilidad con una señalización adecuada y elementos de seguridad suficiente

El desarrollo de la carretera atraviesa los caseríos como Puente El Suro-La Flor. En estos casos se ha previsto el empleo de señales preventivas del tipo:

(P-2A) Señal de curva a la derecha

(P- 2B) Señal de curva a la izquierda

Se utilizara para indicar la presencia de curvas cuyos radios varían entre 40 y 300 metros con ángulos de deflexión menores de 45°, y para aquellas otras, cuyo radio fluctúan entre 80 y 300 metros con ángulos de deflexión mayores de 45°.

(P- 34) Señal Baden

Se utiliza para advertir al conductor de la proximidad de un badén

(P-4B) Señal de curva y contra curva a la derecha

(P-4B) Señal de curva y contra curva a la izquierda.

Se utilizarán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 metros y superiores a 800 metros, separados por una tangente menor de 60 metros.

(P-5-2A) señal de curva de vuelta a la derecha

(P-5-2B) señal de curva de vuelta a la izquierda

Se emplearán para prevenir la presencia de curvas cuyas características geométricas las hacen sumamente pronunciadas.

4.12.1 Postes delineadores.

Son demarcados que delimitan los bordes del camino y se consideran como guías más que como advertencia de peligro. En el proyecto se han utilizado principalmente en el lado exterior de las curvas, para precisar con claridad al conductor los límites de la calzada.

4.12.2 Cimentación de los Postes

Las Señales Informativas tendrán una cimentación de concreto $f'c = 140 \text{ Kg./cm}^2$ y las dimensiones serán de acuerdo a lo indicado en los planos.

El proyecto considera colocar señales preventivas del tipo P-34 (badenes) antes y después para advertir a los usuarios de la vía sobre la presencia de estas estructuras.

El proyecto considera una sección transversal uniforme por lo que no es necesario incluir señales preventivas del tipo P-17 (reducción y/o variación de ancho de calzada).

Dada la peligrosidad de la ruta se ha contemplado la inclusión de postes delineadores con láminas reflectivas para una mejor visualización de la vía generalmente durante la noche.

En el Caserío de San Pedro, la actividad poblacional es netamente ganadera; por lo que se ha colocado señales reglamentarias de limitar la velocidad de tránsito R-30.

La importancia primordial de este proyecto es la conservación del ecosistema, educando a los usuarios con señales informativas del tipo SI-6 (conservemos la naturaleza) para el arrojamiento de los desechos.

Ubicación de señales preventivas y de información general reglamentarias y de información general con relación al borde de la vía, la altura mínima en zona rural es de 1.50 m y en zona urbana 2.00m.

4.13 Especificaciones técnicas

Las presentes Especificaciones Técnicas se ajustarán a la parte constructiva y con carácter general y donde sus términos no lo precisen será el Ingeniero Residente de Obra quien tendrá la decisión en las respectivas especificaciones.

Los materiales a emplearse en obra serán de buena calidad y antes de registrar su ingreso a obra deberán ser verificados cuidadosamente por el Ingeniero Supervisor de Obra.

El equipo mecánico a emplearse será el adecuado y en buen estado de operatividad.

4.14 Metrados.

01 OBRAS PRELIMINARES

01.01. CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA LA OBRA

LUGAR	PROGRESIVA	CANTIDAD (m²)
	(Km)	
LA FLOR	Km 0 + 000 acceso 200m	200
TOTAL METRADO		200

**01.02 CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA
DE 2.4 x 3.6 m**

LUGAR	LARGO	ALTO	CANTIDAD
	(ml)	(ml)	(Unidad)
LA FLOR	2.40	3.60	1
TOTAL METRADO			1

**01.03 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE
MAQUINARIAS Y EQUIPOS**

RUTA	DESCRIPCION	CANTIDAD (Est)
JAEN - LA FLOR	Movilización y Desmovilización	1
	de Maquinarias y equipos	
TOTAL METRADO		1

PARTI DA N°	DESCRIPC ION	UBICACI ÓN	M	N° VEC ES	LAR GO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	UNIDA D	TOTA L
----------------	-----------------	---------------	---	-----------------	------------------	--------------	-------------	------------	-----------

1.04.00	LIMPIEZA Y DESBROCE EN ZONAS DE BOSQUES							ha	30.24
	POCOS BOSQUES	0	1500	1	1500	40	-	ha	6
	POCOS BOSQUES	1700	2400	1	700	40	-	ha	2.8
	POCOS BOSQUES	3500	4500	1	1000	40	-	ha	4
	POCOS BOSQUES	4950	5950	1	1000	40	-	ha	4
	POCOS BOSQUES	4250	4550	1	300	40	-	ha	1.2
	POCOS BOSQUES	5690	6500	1	810	40	-	ha	3.24
	POCOS BOSQUES	8500	9500	1	1000	40	-	ha	4

	POCOS BOSQUES	10000	10500	1	500	40	-	ha	2
	POCOS BOSQUES	11550	12200	1	650	40	-	ha	2.6
	POCOS BOSQUES	13000	13100	1	100	40	-	ha	0.4
1.05.00	LIMPIEZA Y DESBROCE EN ZONAS NO BOSCOSAS							ha	7.08
	ZONAS BOSCOSAS	2000	2600	1	550	40	-	ha	2.2
	ZONAS BOSCOSAS	3500	4200	1	200	40	-	ha	0.8
	ZONAS BOSCOSAS	5220	5560	1	200	40	-	ha	0.8
	ZONAS BOSCOSAS	7890	9900	1	580	40	-	ha	2.32
	ZONAS BOSCOSAS	11500	12500	1	240	40	-	ha	0.96

01.06.00 TRAZO NIVELACIÓN Y REPLANTEO TOPOGRAFICO CON EQUIPOS	13.30	KM
--	-------	----

02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	231,603.98	m3
--------------	---------------------------------	-------------------	-----------

Progresiva	VOLUMEN DE CORTE (M3)			TOTAL
	MATERIAL	ROCA	ROCA	VOLUMEN
	SUELTO	SUELTA	FIJA	CORTE (M3)
13+300.00	231603.98			231603.98
	231,603.98			231,603.98

02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	71,867.42	m3
--------------	------------------------------------	------------------	-----------

Progresiva	VOLUMEN DE CORTE (M3)		TOTAL
	MATERIAL SUELTO	ESPONJAMIENTO	VOLUMEN RELLENO (M3)
13+300.00	59889.52	1.20	71867.42
	59,889.52		71,867.42
2.03.00	PERFILADO, COMPACTADO Y NIVELADO DE LA SUB-RASANTE		m2
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	13300
			8
			106400
			106400.00

02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROS	247,268.83	m3
--------------	--	-------------------	-----------

Progresiva	VOLUMEN DE CORTE (M3)		TOTAL
	MATERIAL SUELTO	ESPONJAMIENTO	VOLUMEN EXCED. (M3)
13+300.00	206057.36	1.2	247268.83
	206,057.36	1.20	247,268.83

03 PAVIMENTOS

03.01 PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE

RUTA	DESCRIPCION		LONGITUD (m2)
PUENTE EL SURO - LA FLOR	Longitud (m)		Ancho de vía
	Longitud Total (m)	13300.00	8
	total de escarificado (m)		106400
	TOTAL METRADO		106400.00

3.02 EXTRACCION DE MATERIAL SELECCIONADO PARA AFIRMADO

VOLUMEN PLATAFORMA	METRADO (m3)
32064.00	32064.00

factor de esponjamiento : 1.25

AFIRMADO = 40080.00 M3

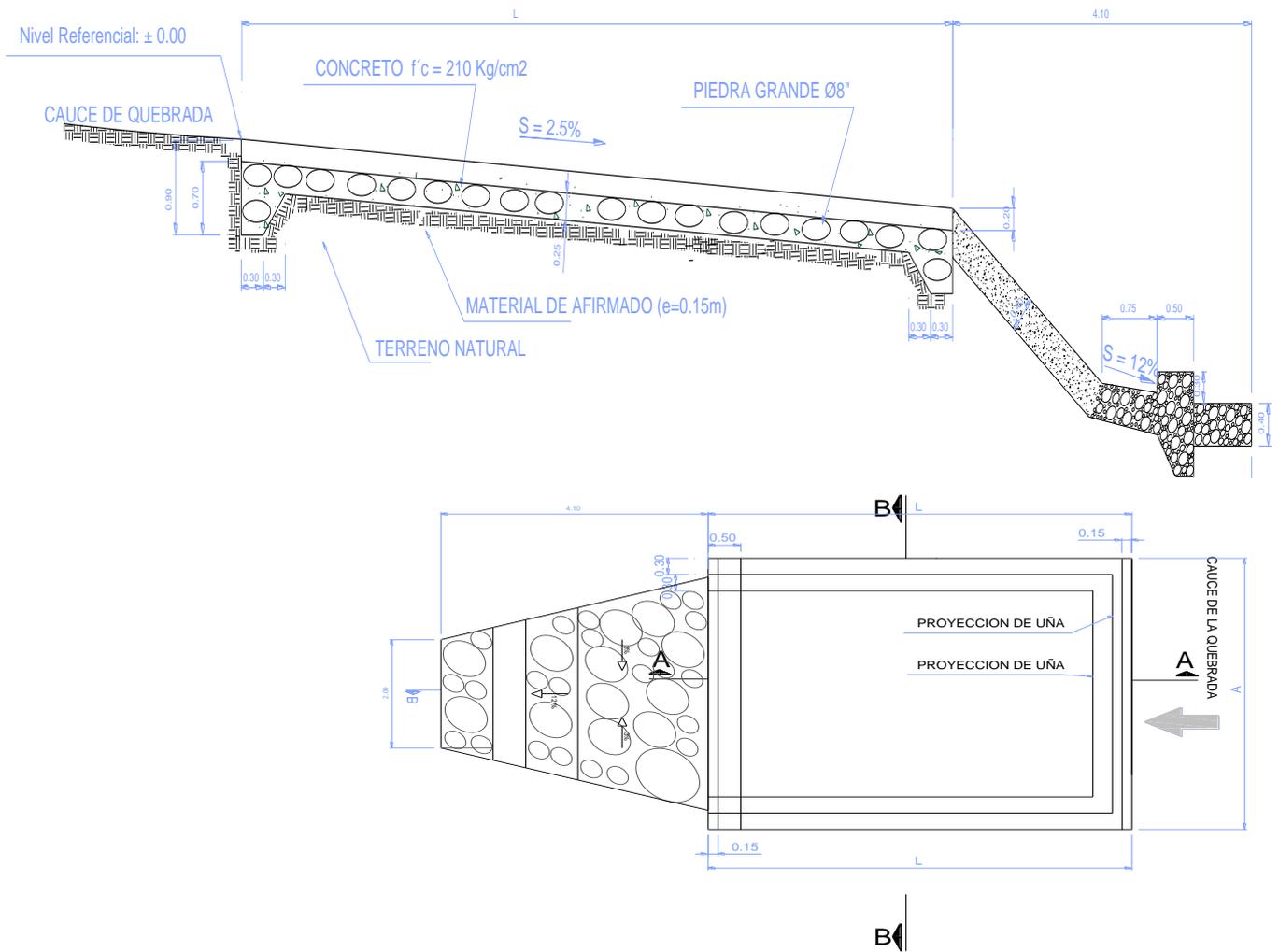
05.02 CUNETAS

PARTIDA N°	DESCRIPCION	N° VECES	LARGO (m)	ANCHO(m)	ALTO (m)	UNID AD	TOTAL
5.02.01	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO						
5.02.01.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PARA CUNETAS					m3	1597.5
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	14200	AREA=	0.1125	m3	1597.5
5.02.01.02	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA					m2	23856
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	14200	1.68	-	m2	23856
5.02.01.03	CONCRETO F'C=175 kg/cm2 PARA CUNETAS					m3	1789.2
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	14200	1.68	0.075	m3	1789.2
5.02.01.04	JUNTA ASFÁLTICA PARA CUNETAS					m	5964
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	3550	1.68	-	m	5964
5.02.02	ZANJAS DE CORONACION						
5.02.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA ZANJAS DE CORONACIÓN					m3	65
	KM. 1+200 - KM 2+100	1	100	AREA=	0.65	m3	65
5.02.02.02	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL					m2	214

	COSTADO DE LA VIA						
--	-------------------	--	--	--	--	--	--

	KM. 1+200 - KM 2+100	1	100	2.14	-	m2	214
5.02.02.03	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA C:A 1:4 + 75% PG (6"MAX.) PARA ZANJAS DE CORONACIÓN					m3	32.1
	KM. 1+200 - KM 2+100	1	100	2.14	0.15	m3	32.1
5.02.03	BORDILLOS						
5.02.03.01	EXCAVACIÓN MANUAL PARA BORDILLOS					m3	11.7
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	90	0.65	0.2	m3	11.7
5.02.03.02	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA					m2	58.5
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	90	0.65	-	m2	58.5
5.02.03.03	CONCRETO F'C=175 kg/cm2 PARA BORDILLOS					m3	13.5
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	90	AREA=	0.15	m3	13.5
5.02.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BORDILLOS					m2	46.8
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	90	0.52	-	m2	46.8
5.02.03.05	JUNTA ASFÁLTICA PARA BORDILLOS					m	58.5
	KM. 0+000 - KM 13+300	1	90	0.65	-	m	58.5

5.03 BADENES



RESUMEN DE METRADOS

ITEM	PARTIDA	Und.		Nro. Badenes	Metrado
5.03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2		2	88.20
5.03.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA	m3		2	43.13
5.03.03	AFIRMADO e= 0.15 m	m3		2	9.45
5.03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3		2	53.92
5.03.05	CONCRETO f'c = 210 kg/cm2	m3		2	12.60
5.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2		2	12.00
5.03.07	EMBOQUILLADO DE BADENES .E=0.2	M2		2	5.94
5.03.08	JUNTA DE DILATACIÓN e=1"	ml		2	9.00

5.04 ENCAUZAMIENTO

5.04		ENCAUZAMIENTO							
5.04.01	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA PARA BAJADAS							m3	210.00
	ENCAUZAMIENTO A BADEN	1+500	1	50	6	0.35	m3	105	
	ENCAUZAMIENTO A BADEN	7+300	1	50	6	0.35	m3	105	
5.04.02	EXCAVACIÓN MANUAL PARA BAJADAS							m3	33.75
	ENCAUZAMIENTO A BADEN	1+500	2	50	0.45	0.375	m3	16.875	
	ENCAUZAMIENTO A BADEN	7+300	2	50	0.45	0.375	m3	16.875	
5.04.03	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA							m2	600.00
	ENCAUZAMIENTO A BADEN	1+500	1	50	6	-	m2	300	
	ENCAUZAMIENTO A BADEN	7+300	1	50	6	-	m2	300	

6.00 TRANSPORTE

PARTIDA N°	DESCRIPCION	UBICACIÓN	N° VECES	LARGO(m)	ANCHO(m)	ALTOL(m)	UNIDAD	TOTAL
6.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DE CANTERA AL CENTRO POBLADO LA FLOR							
6.01.01	TRANSPORTE DE MATERIAL D=38.65 KM						m3	8994.00
	Piedra Mediana de 2"	1	1	Volumen=	75	m3	90	
	Piedra Mediana de 4"	1	1	Volumen=	85	m3	102	
	Piedra Mediana de 6"	1	1	Volumen=	650	m3	780	
	Piedra Grande de 8"	1	1	Volumen=	95	m3	114	
	Arena Gruesa	1	1	Volumen=	6590	m3	7908	
6.02	FLETE							
6.02.01	FLETE						glb	1.00

7.00 SEÑALIZACION

PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	N° VECES	LARGO(m)	ANCHURO(m)	ALTOL(m)	UNIDAD	TOTAL(m2)
7.01	POSTES KILOMÉTRICOS							
7.01.01	CONCRETO F'C=140 kg/cm2						m3	0.35
	KM 0+000 - KM 13+000	15	1.2	AREA =	0.019	m3	0.34695	
7.01.02	ACERO DE REFUERZO FY=4200 Kg/cm2						kg.	50.40
	Acero de $\phi=3/8"$	15	6	PESO/ML=	0.56	kg.	50.4	
7.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE POSTES KILOMÉTRICOS						m2	12.13
	KM 0+000 - KM 13+000	15	1.2	PERIMETRO	0.674	m2	12.132	
7.01.04	PINTADO DE POSTES KILOMÉTRICOS						m2	12.363
	KM 0+000 - KM 13+000	15	1.2	PERIMETRO	0.674	m2	12.363	
7.01.05	COLOCACIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS						Und	15.00
	KM 0+000 - KM 13+000	15	-	-	-	und	15	
7.02	SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 X 0.60 M CON POSTE DE 1.50 M							
7.02.01	CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 x 0.60 M						und	134.00
	Badén	2	und	134				
	P-5-2B	4	Und	4				
	P -4A	4	Und	4				
	P -4A	4	Und	4				
	P -4B	4	Und	4				
	P -2B	4	Und	4				
	P -4B	4	Und	4				
	P-5-2B	4	Und	4				
	P -2A	4	Und	4				
	P -4A	4	Und	4				
	P -2B	4	Und	4				
	P-5-2A	4	Und	4				
	P-4B	4	Und	4				
	P-5-2B	4	Und	4				
	P-5-1	4	Und	4				
	P-4B	4	Und	4				
	P-5-2A	4	und	4				

	P-2B	4	und	4	
	P-5-2B	4	und	4	
	P-4A	4	und	4	
	P-2B	4	und	4	
	P-2A	4	und	4	
	P-4B	4	und	4	
	P-5-1	4	und	4	
	P-4B	4	und	4	
	P-5-1	4	und	4	
	P-5-1	4	und	4	
	P-2A	4	und	4	
	P-4A	4	und	4	
	P-5-1	4	und	4	
	P-2A	4	und	4	
	P-5-2A	4	und	4	
	P-5-2B	4	und	4	
	P-5-1	4	und	4	
7.02.02	COLOCACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 x 0.60 M			und	130.00
	Badén	2	und		
	P-5-2B	4	und	4	
	P -4A	4	und	4	
	P -4A	4	und	4	
	P -4B	4	und	4	
	P -2B	4	und	4	
	P -4B	4	und	4	
	P-5-2B	4	und	4	
	P -2A	4	und	4	
	P -4A	4	und	4	
	P -2B	4	und	4	
	P-5-2A	4	und	4	
	P-4B	4	und	4	
	P-5-2B	4	und	4	
	P-5-1	4	und	4	
	P-4B	4	und	4	
	P-5-2A	4	und	4	
	P-2B	4	und	4	
	P-5-2B	4	und	4	
	P-4A	4	und	4	
	P-2B	4	und	4	
	P-2A	4	und	4	
	P-4B	4	und	4	

	P-5-1	4	und	4		
	P-4B	4	und	4		
	P-5-1	4	und	4		
	P-5-1	4	und	4		
	P-2A	4	und	4		
	P-4A	4	und	4		
	P-5-1	4	und	4		
	P-2A	4	und	4		
	P-5-2A	4	und	4		
	P-5-2B	4	und	4		
7.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60 X 0.90 M					
7.03.01	CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60 x 0.90 M				und	16.00
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
	R-30	2	und	2		
7.03.02	COLOCACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60 x 0.90 M				und	24.000
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
	R-30	3	und	3		
7.04	POSTES DELINEADORES					
7.04.01	POSTES DELINEADORES DE CONCRETO				und	402.00
	KM 13+250 - KM 13+300	14	50	espaciamiento = 4 m	und	14
	KM 12+880- KM 12+920	11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 12+450 - KM 12+470	6	20	espaciamiento = 4 m	und	6
	KM 11+560- KM 11+570	4	10	espaciamiento = 4 m	und	4

	KM 10+890 - KM 10+950		16	60	espaciamiento = 4 m	und	16
	KM 10+240 - KM 10+260		10	20	espaciamiento = 4 m	und	10
KM 10+080 - KM 10+140			16	60	espaciamiento = 4 m	und	16
	KM 9+240 - KM 9+300		16	60	espaciamiento = 4 m	und	16
	KM 8+960 - KM 8+980		6	20	espaciamiento = 4 m	und	6
	KM 8+890 - KM 8+930		11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 8+460 - KM 8+475		5	15	espaciamiento = 4 m	und	5
	KM 8+300 - KM 8+335		10	35	espaciamiento = 4 m	und	10
	KM 7+510 - KM 7+540		9	30	espaciamiento = 4 m	und	9
	KM 7+345 - KM 7+380		10	35	espaciamiento = 4 m	und	10
	KM 7+010 - KM 7+060		14	50	espaciamiento = 4 m	und	14
	KM 6+400 - KM 6+450		14	50	espaciamiento = 4 m	und	14
	KM 6+210 - KM 6+250		11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 5+760 - KM 5+820		16	60	espaciamiento = 4 m	und	16
	KM 5+510 - KM 5+570		16	60	espaciamiento = 4 m	und	16
	KM 5+380 - KM 5+420		11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 5+250 - KM 5+300		14	50	espaciamiento = 4 m	und	14
	KM 4+890 - KM 4+930		11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 4+490 - KM 4+525		10	35	espaciamiento = 4 m	und	10
	KM 4+330 - KM 4+380		14	50	espaciamiento = 4 m	und	14
	KM 3+950 - KM 3+985		10	35	espaciamiento = 4 m	und	10
	KM 3+780 - KM 3+820		11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 3+405 - KM 3+420		5	15	espaciamiento = 4 m	und	5

	KM 3+285 - KM 3+330	13	45	espaciamiento = 4 m	und	13
	KM 3+100 - KM 3+140	11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 2+710 - KM 2+750	11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 2+500 - KM 2+530	9	30	espaciamiento = 4 m	und	9
	KM 2+410 - KM 2+430	6	20	espaciamiento = 4 m	und	6
	KM 2+310 - KM 2+350	11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 2+130 - KM 2+160	9	30	espaciamiento = 4 m	und	9
	KM 1+490 - KM 1+530	11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 1+200 - KM 1+240	11	40	espaciamiento = 4 m	und	11
	KM 0+260 - KM 0+290	9	30	espaciamiento = 4 m	und	9

8.00 MEDIO AMBIENTE

PARTIDA N°	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	N° VECES	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	UNIDAD	TOTAL
8.01	RESTAURACIÓN DE CAMPAMENTO						ha	0.200
	Campamento LA FLOR		1	40	50	-	m2	2000
8.02	RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS EN CANTERAS						ha	2.0
	cantera		1	Volumen=	30105.0	1.5	ha	2.0
8.03	PROGRAMA DE REVEGETACIÓN						ha	56.9
	ZONA CON POCOS BOSQUES	KM. 0+000 - KM 1+000	1	1000	30	-	ha	3
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 2+000 - KM 2+550	1	550	30	-	ha	1.65
	ZONA CON POCOS BOSQUES	KM. 2+550 - KM 3+500	1	950	30	-	ha	2.85

	ZONAS BOSCOSAS	KM. 3+500 - KM 3+700	1	200	30	-	ha	0.6
	ZONA CON POCOS BOSQUES	KM. 3+700 - KM 4+040	1	340	30	-	ha	1.02
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 4+040 - KM 4+240	1	200	30	-	ha	0.6
	ZONA CON POCOS BOSQUES	KM. 4+240 - KM 5+140	1	900	30	-	ha	2.7
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 7+380 - KM 8+720	1	1340	30	-	ha	4.02
	ZONA CON POCOS BOSQUES	KM. 8+720 - KM 9+700	1	980	30	-	ha	2.94
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 9+700 - KM 9+940	1	240	30	-	ha	0.72
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 9+940 - KM 10+000	1	260	30	-	ha	0.78
	ZONA CON POCOS BOSQUES	KM. 10+000 - KM 10+890	2	890	30	-	ha	5.34
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 10+890 - KM 11+500	3	610	30	-	ha	5.49
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 11+500 - KM 12+300	4	800	30	-	ha	9.6
	ZONAS BOSCOSAS	KM. 12+300 - KM 13+100	5	800	30	-	ha	12

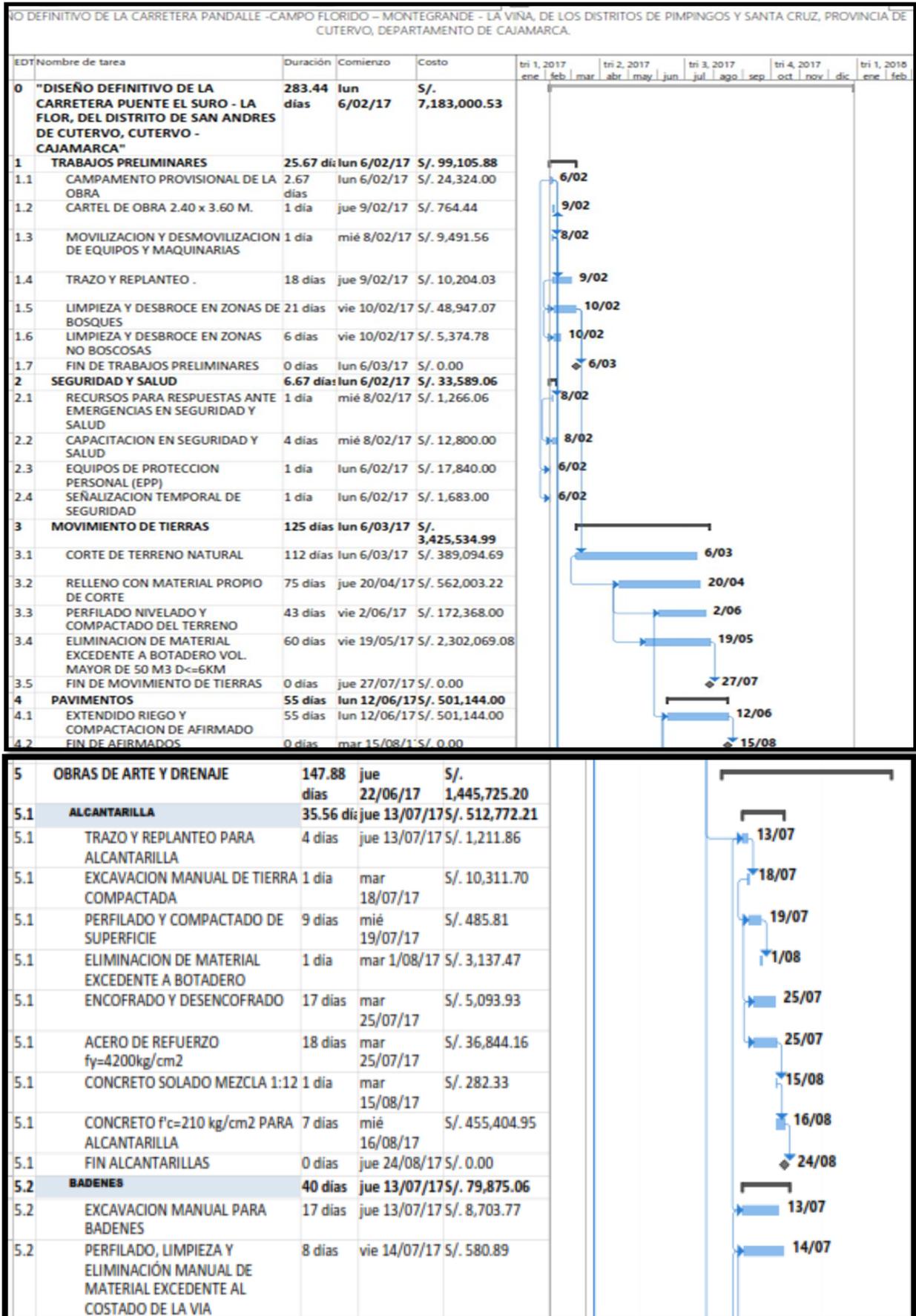
4.15 Costo del Proyecto.

Presupuesto					
Presupuesto	0201001	"DISEÑO DE FINITIVO DE LA CARRETERA PUENETE EL SURO - LA FLOR DEL DISTRITO DE SAN ANDRES DE CUTERVO, CUTERVO - CAJAMARCA "			
Subpresupuesto	001	"DISEÑO DE FINITIVO DE LA CARRETERA PUENETE EL SURO - LA FLOR DEL DISTRITO DE SAN ANDRES DE CUTERVO, CUTERVO - CAJAMARCA "			
Ciente	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES			Costo al	17/11/2016
Lugar	CAJAMARCA - CUTERVO - SAN ANDRES DE CUTERVO				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				99,105.88
01.01	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA	m2	200.00	121.62	24,324.00
01.02	CARTEL DE OBRA 2.40 x 3.60 M.	und	1.00	764.44	764.44
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	gib	1.00	9,491.56	9,491.56
01.04	LIMPIEZA Y DESBROCE EN ZONAS DE BOSQUES	ha	30.24	1,618.62	48,947.07
01.05	LIMPIEZA Y DESBROCE EN ZONAS NO BOSCOSAS	ha	7.08	759.15	5,374.78
01.06	TRAZO Y REPLANTEO	km	13.30	767.22	10,204.03
02	SEGURIDAD Y SALUD				33,589.06
02.01	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	mes	1.00	1,266.06	1,266.06
02.02	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	mes	4.00	3,200.00	12,800.00
02.03	EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL (EPP)	mes	4.00	4,460.00	17,840.00
02.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	mes	1.00	1,683.00	1,683.00
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,425,534.99
03.01	CORTE DE TERRENO NATURAL PARA EXPLANACIONES Y TALUDES	m3	231,603.98	1.68	389,094.69
03.02	RELLENO EN TERRAPLENES C/MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	71,867.42	7.82	562,003.22
03.03	PERFILADO, COMPACTADO Y NIVELADO DE LA SUB-RASANTE	m2	106,400.00	1.62	172,368.00
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO VOL. MAYOR DE 50 M3 D<=6KM	m3	247,268.43	9.31	2,302,069.08
04	PAVIMENTOS				501,144.00
04.01	COMPACTACIÓN Y NIVELACIÓN DE CAPA DE AFRMADO (e=0.20 m.)	m2	106,400.00	4.71	501,144.00
05	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				1,445,724.89
05.01	ALCANTARILLA				512,772.21
05.01.01	TRAZO Y REPLANTEO CARRET.	m2	266.93	4.54	1,211.86
05.01.02	EXCAVACION MANUAL DE TIERRA COMPACTADA	m3	305.08	33.80	10,311.70
05.01.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIE	m2	266.93	1.82	485.81
05.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ALCANTARILLA	m2	155.35	32.79	5,093.93
05.01.05	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ²	kg	8,689.66	4.24	36,844.16
05.01.06	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:10	m2	16.52	17.09	282.33
05.01.07	CONCRETO $f_c=210$ kg/cm ² PARA ALCANTARILLA	m3	2,457.00	185.35	455,404.95

05.01.08	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADERO	m3	337.00	9.31	3,137.47
05.02	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO				570,288.65
05.02.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA CUNETAS	m3	2,193.71	1.59	3,488.00
05.02.02	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	m2	32,760.00	1.02	33,415.20
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS REVESTIDA	m2	2,193.75	24.72	54,229.50
05.02.04	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA CUNETAS	m3	2,457.00	185.35	455,404.95
05.02.05	JUNTA ASFÁLTICA PARA CUNETAS	m	8,190.00	2.90	23,751.00
05.03	ZANJAS DE CORONACION				1,964.52
05.03.01	EXCAVACION MANUAL PARA ZANJAS DE CORONACIÓN	m3	585.00	31.63	18,503.55
05.03.02	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	m2	1,926.00	1.02	1,964.52
05.03.03	MAMPOSTERIA DE PIEDRA C:A 1:4 + 75% PG (6" Max.) PARA ZANJAS DE CORONACION	m3	268.90	158.28	45,727.09
05.04	BORDILLOS				216,994.14
05.04.01	EXCAVACION MANUAL PARA BORDILLOS	m3	505.70	29.46	14,897.92
05.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BORDILLOS	m2	2,022.80	24.87	50,307.04
05.04.02	CONCRETO $f_c=175$ kg/cm ² PARA BORDILLOS	m3	583.50	169.90	99,136.65
05.04.03	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	m2	32,760.00	1.02	33,415.20
05.04.05	JUNTA ASFÁLTICA PARA BORDILLOS	m	2,528.50	7.45	18,837.33
05.05	BADENES				71,170.96
05.05.01	EXCAVACION MANUAL PARA BADENES	m3	258.90	33.88	8,703.77
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE BADENES	m2	210.00	24.87	5,222.70
05.05.03	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	m2	569.50	1.02	580.89
05.05.05	JUNTA ASFÁLTICA PARA BADENES	m	198.00	16.24	3,215.52
05.05.06	MAMPOSTERIA DE PIEDRA MORTERO $f_c=175$ KG/CM ² + 75% PG (6" Max.) PARA BADENES	m3	359.80	172.74	62,151.85

06.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ZARANDEADO DE CANTERA				1,206,789.82
06.01.01	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL	m3	46,232.00	2.09	96,624.88
06.01.02	ZARANDEO DEL MATERIAL	m3	46,232.00	8.07	373,092.24
06.01.03	CARGUIO DE MATERIAL CON EQUIPO	m3	42,630.00	3.44	146,647.20
06.01.04	TRANSPORTE DE MATERIAL D=10.35 KM.	m3	42,630.00	13.85	590,425.50
06.02	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DE CANTERA				69,340.97
06.02.01	TRANSPORTE DE MATERIAL D=40 KM.	m3	3,210.23	21.60	69,340.97
06.03	FLETE				17,298.53
06.03.01	FLETE	gb	1.00	17,298.53	17,298.53
07	SEÑALIZACIÓN				175,288.38
07.01	POSTES KILOMETRICOS				1,799.10
07.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE POSTES KILOMÉTRICOS	m2	12.36	29.61	365.98
07.01.02	ACERO DE REFUERZO $f_y=4200$ Kg/cm ² .	kg	50.40	5.35	269.64
07.01.01	CONCRETO $f_c=140$ kg/cm ²	m3	0.35	154.76	54.17
07.01.04	PINTADO DE POSTES KILOMÉTRICOS	m2	9.94	34.08	338.76
07.01.05	COLOCACIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS	und	15.00	51.37	770.55
07.02	SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 X 0.60 M CON POSTE 1.50 M				94,216.00
07.02.01	CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 x 60 m	und	200.00	419.05	83,810.00
07.02.02	COLOCACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS 0.60 x 60 m	und	200.00	52.03	10,406.00
07.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60 X 0.90 M				55,912.40
07.03.01	CONSTRUCCIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60x0.90 m	und	40.00	1,346.90	53,876.00
07.03.02	COLOCACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS 0.60x0.90 m	und	40.00	50.91	2,036.40
07.04	POSTES DELINEADORES				23,360.88
07.04.01	POSTES DELINEADORES DE CONCRETO	und	436.00	53.58	23,360.88
08	MEDIO AMBIENTE				209,183.70
08.01	RESTAURACION DE CAMPAMENTO	ha	0.20	1,860.21	376.04
08.02	RESTAURACION DE LAS AREAS EN CANTERAS	ha	4.51	2,181.86	9,840.19
08.03	RESTAURACION DE LAS AREAS EN BOTADEROS	ha	31.00	2,948.47	91,402.57
08.04	PROGRAMA DE REVEGETACIÓN	ha	56.90	1,890.42	107,564.90
	COSTO DIRECTO				7,163,000.22
	GASTOS GENERALES (8.7%CD)				624,921.02
	UTILIDAD (10%)				716,300.02
	SUBTOTAL				8,526,221.26
	IGV				1,534,719.83
	TOTAL PRESUPUESTO				10,060,941.09
	SON : DIEZ MILLONES SESENTA MIL NOVECIENTOS CUARENTIUNO Y 09/100 NUEVOS SOLES				

4.16 Programación de obra



EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Costo	tri 1, 2017		tri 2, 2017		tri 3, 2017			tri 4, 2017			tri 1, 2018	
					ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
5.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	10 días	mié 19/07/17	S/. 5,222.70							19/07					
5.2	JUNTA ASFÁLTICA PARA BADENES	12 días	mar 8/08/17	S/. 3,215.85								8/08				
5.2	MAMPOSTERIA DE PIEDRA C-A 1:4 + 75% PG (0"Max.)	34 días	jue 20/07/17	S/. 62,151.85							20/07					
5.2	FIN DE BADENES	0 días	mar 29/08/17	S/. 0.00									29/08			
5.3	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	129.38 días	vie 14/07/17	S/. 570,288.05												
5.3	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA CUNETAS	8 días	vie 14/07/17	S/. 3,488.00							14/07					
5.3	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	48 días	lun 24/07/17	S/. 33,415.20								24/07				
5.3	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CUNETAS	115 días	lun 24/07/17	S/. 54,229.50									24/07			
5.3	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 PARA CUNETAS	100 días	vie 11/08/17	S/. 455,404.95										11/08		
5.3	JUNTA ASFÁLTICA PARA CUNETAS	70 días	jue 21/09/17	S/. 23,751.00											21/09	
5.3	FIN DE CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS	0 días	sáb 9/12/17	S/. 0.00												5/12
5.4	ZANJAS DE CORONACION	12 días	mar 29/08/17	S/. 66,195.14												
5.4	EXCAVACION MANUAL PARA ZANJAS	5 días	mar 29/08/17	S/. 18,503.55												29/08
5.4	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	8 días	jue 31/08/17	S/. 1,904.50												31/08
5.4	MAMPOSTERIA DE PIEDRA C-A 1:4 + 75% PG (0"Max.) PARA ZANJAS DE CORONACION	3 días	vie 8/09/17	S/. 45,727.09												8/09
5.4	FIN DE ZANJAS DE CORONACION	0 días	mar 12/09/17	S/. 0.00												12/09
5.5	BORDILLOS	38 días	jue 22/06/17	S/. 216,594.14												
5.5	EXCAVACION MANUAL PARA BORDILLOS	12 días	jue 22/06/17	S/. 14,897.92							22/06					
5.5	PERFILADO, LIMPIEZA Y ELIMINACIÓN MANUAL DE MATERIAL EXCEDENTE AL COSTADO DE LA VIA	21 días	lun 26/06/17	S/. 33,415.20								26/06				
5.5	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BORDILLOS	32 días	lun 26/06/17	S/. 50,307.04									26/06			
5.5	CONCRETO f'c=175 kg/cm2	12 días	lun 24/07/17	S/. 99,136.65										24/07		
5.5	JUNTA ASFÁLTICA PARA BORDILLOS	18 días	lun 17/07/17	S/. 18,837.33											17/07	
6	TRANSPORTE	99 días	jue 9/02/17	S/. 1,293,429.32												
6.1	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR ZARANDEADO DE CANTERA	95 días	jue 9/02/17	S/. 616,364.32												
6.1	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL	90 días	jue 9/02/17	S/. 96,624.88												9/02
6.1	ZARANDEO DEL MATERIAL	80 días	mié 22/02/17	S/. 373,092.24												22/02
6.1	CARGIO DE MATERIAL CON EQUIPO	72 días	mar 7/03/17	S/. 146,647.20												7/03
6.2	TRANSPORTE DEL MATERIAL D=10.35KM	40 días	mar 18/04/17	S/. 590,425.50												18/04
6.3	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR DE CANTERA	72 días	jue 9/02/17	S/. 69,340.97												
6.3	TRANSPORTE DE MATERIAL D=40KM	72 días	jue 9/02/17	S/. 69,340.97												9/02
6.4	FLETE	1 día	jue 9/02/17	S/. 17,298.53												
6.4	FLETE	1 día	jue 9/02/17	S/. 17,298.53												9/02
7	SEÑALIZACION	28.59 días	mar 12/09/17	S/. 175,288.38												
7.1	POSTES KILOMETRICOS	28.59 días	mar 12/09/17	S/. 1,799.10												
7.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	1 día	mar 12/09/17	S/. 365.98												12/09
7.1	ACERO DE REFUERZO fy=4200 Kg/cm2.	1 día	lun 2/10/17	S/. 269.64												2/10
7.1	CONCRETO f'c=140 kg/cm2	1 día	jue 5/10/17	S/. 54.17												5/10

V. DISCUSIÓN

Para la elección de la Ruta optima se platearon dos posibilidades de rutas a elegir, la Ruta Alternativa N° 01, la cual posee 13+075 Km, 15 obras de arte identificadas, donde no existen expropiaciones a lo largo de la ruta, su nivel de impacto ambiental es moderado; en cambio la ruta alternativa N°02 presenta 16+000 Km, 04 obras de arte identificadas, cerca de 5 hectáreas de expropiaciones identificadas a lo largo de la ruta y su nivel de impacto ambiental es un tanto elevado. Por lo que se deben tener en cuenta estos factores para elegir la más económica y la de menor impacto ambiental.

En cuanto al mejoramiento de la subrasante no hay porque nuestro suelo cumple con las especificaciones generales en cuanto al CBR.

En cuanto a la ubicación de las canteras, la más cercana a la zona dónde se puede comprar los agregados es la cantera Flores; más existe un cantera de Cerro que es de libre disponibilidad la cuál puede ser explotada; pero debido al volumen de materiales a utilizar es mucho más económico realizar un proceso de zarandeo a comprar el material.

Según Método USACE, para el diseño del espesor del pavimento, existe un catálogo adoptados para número de ejes equivalentes menores a 25000 y de acuerdo a CBR del subrasante; en el cual el espesor del pavimento de afirmado es de 21 cm. El presente proyecto según el estudio de tráfico y el cálculo del ESAL de diseño poseen 10835.742 ejes equivalentes, resaltando que el espesor mínimo de afirmado según la normativa es de 15 cm; se adoptó un espesor de capa de afirmado de 20 cm como diseño definitivo.

En cuanto a las obras de arte, el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 emite unas dimensiones mínimas que deben tener cada tipo de obras de arte; calculando el caudal de diseño, se puede verificar que este caudal es mucho menor que el caudal máximo que pueden soportar las dimensiones mínimas otorgadas por la Norma; por lo que se tuvo que adoptar dichas

dimensiones para que cumpla tanto con la normativa como con las condiciones de diseño.

En cuanto al costo del proyecto, se ha realizado cotizaciones de precios de los materiales en las ciudades de Chiclayo, Jaen y Lima; en ellos se puede ver que mientras más cerca esté a la obra los productos, economiza el costo del proyecto; ya que el flete, es decir el transporte de los materiales encarece arduamente el costo unitario de cada uno de ellos. Además se cuenta con la ventaja que la ciudad de Jaén se encuentra exonerada de IGV, según La Ley de la Amazonía.

VI. CONCLUSIONES

- Se eligió la Ruta A, como la más óptima económicamente según la evaluación (Costo-Beneficio) que se realizó para ambas rutas y técnicamente ya que es más directa a la otra Ruta propuesta; teniendo menor número de obras de arte en su recorrido, presentando 3.8 Km menos que la Ruta B; además con una longitud de 13.075 Km, un ancho de 6 metros incluido bermas, un bombeo de 3% y taludes de corte de 1:1 (H:V) en material suelto, 1:4 (H:V) en roca suelta y 1:10 (H:V) en roca fija; beneficiará a una población de 3200 habitantes directamente, incluso a otros caseríos aledaños a la carretera proyectada.
- El proyecto, contribuirá al desarrollo socio-económico, mejorando la calidad de vida de los pobladores, generando empleo y acceso a los servicios sociales básicos; permitirá que la población cuente con atención medica incluso en los meses de lluvias, reduciendo en un 95% la frecuencia de enfermedades y disminuyendo el tiempo que la población tiene que recorrer para llegar el centro de salud más cercano de 2 horas a 25 minutos.
- El estudio de tráfico indica que existe mayor flujo de vehículos los días martes, sábado y domingo, donde el 13.73% del tráfico corresponde a vehículos pesados y el 86.27% corresponde a los vehículos livianos; asimismo el IMDA proyectado para un periodo de 10 años, considerando una tasa de crecimiento del 10% para el tráfico generado, una tasa de crecimiento poblacional de 2% y de PBI del 3.271%, es de 51 vehículos.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de los estudios de suelos, el tipo de suelo predominante es SC (arena arcillosa), y en su mayoría presenta una capacidad de soporte bueno, a excepción de un tramo que presenta un suelo CL con CBR mínimo de 6% el cual es considerado regular de acuerdo al Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014.
- El diseño del espesor del afirmado empleando una formula en función de 232 000 ejes equivalentes y un CBR de 6.6% de la subrasante según el método AASHTO, dio como resultado un espesor del afirmado de 20 cm.
- De acuerdo al resultado del cronograma de avance de obra se puede determinar que las partidas que conforman la ruta crítica son esencialmente las que forman parte del movimiento de tierras, tanto como corte, relleno y compactación de la capa de afirmado, así mismo dentro de las obras de arte,

las partidas que comprende las alcantarillas y los bordillos forman parte de la ruta críticas; es decir debemos tener especial cuidado en cumplir con los tiempos programados para evitar el retraso de la obra.

Recomendaciones:

- El contratista deberá presentar un plan de mantenimiento vial de acuerdo al “Manual de Carreteras – Conservación Vial” del MTC – 2013, dicho documento debe contemplar actividades rutinarias y periódicas que deben ejecutarse para que la vía se conserve en niveles de servicios adecuados.
- En lo posible, el trazo y perfil de la carretera deberán acomodarse a las características del terreno con la finalidad de disminuir los movimientos de tierras.
- El supervisor de obra debe hacer cumplir lo expuesto en las especificaciones técnicas de cada partida y hacer cumplir el Plan de Manejo Ambiental.
- La empresa contratista debe llevar coordinaciones permanentes con las autoridades de los caseríos beneficiarios, a fin de mantener buenas relaciones y tener el apoyo por parte de estos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Subsecretaria de infraestructura, Integración de elementos de la obra pública (Av. Insurgentes: México, 1089)
- Luis Gonzales, Nociones sobre trazados de carreteras (Lima-Perú, 2015).
- Jorge Campos, Caminos I-Trazo de gradientes (Lambayeque-Perú, 2007).
- Ministerio de Economías y Finanzas, Caminos vecinales: guía para la formulación de proyectos de inversión exitosas (imprenta e imagen: Lima - Perú, 2011).
- Ministerio de transportes y comunicaciones, Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (Lima - Perú, 2008).
- Rubén Condori, Dictamen del proyecto de ley 03760/2014-PE (Lima - Perú, 2015).
- Alberto Benítez, Perfil de proyecto: Mejoramiento de la carretera Zaña – Cayalti -Oyotùn (Lima, 2004).
- Andrés Valenzuela, Formulación y evaluación de alternativas para el saneamiento del estero Leña seca-Valdivia (Valdivia - Chile, 2007).
- Sonia Astonitos, Estudio hidrológico para la construcción de un sistema de riego en la provincia de Huari-Ancash Lima - Perú, 2004).
- German Monsalve, Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2º edición, 1995).
- James Mcphee.T, Factores de frecuencia e intervalos de confianza (editorial McGRAWULTILL; Chile, 1994).
- Amoru López, Estudio de trazos, Topografía y diseño geométrico (Santiago de surco – Perú, 2010).
- Juan Arredondo, Proyecto nacional de manejo de cuencas hidrográficas y conservación de suelos (Lima, 1995).
- Viceministro de transportes, Manual de carreteras: diseño geométrico: DG - 2014 (Lima: Perú, 2013).
- José Rivera, Especificaciones técnicas paran la construcción y propuesta de metodología de diseño de empedrados fraguados (San salvador, 2013).
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (Lima, 2005).

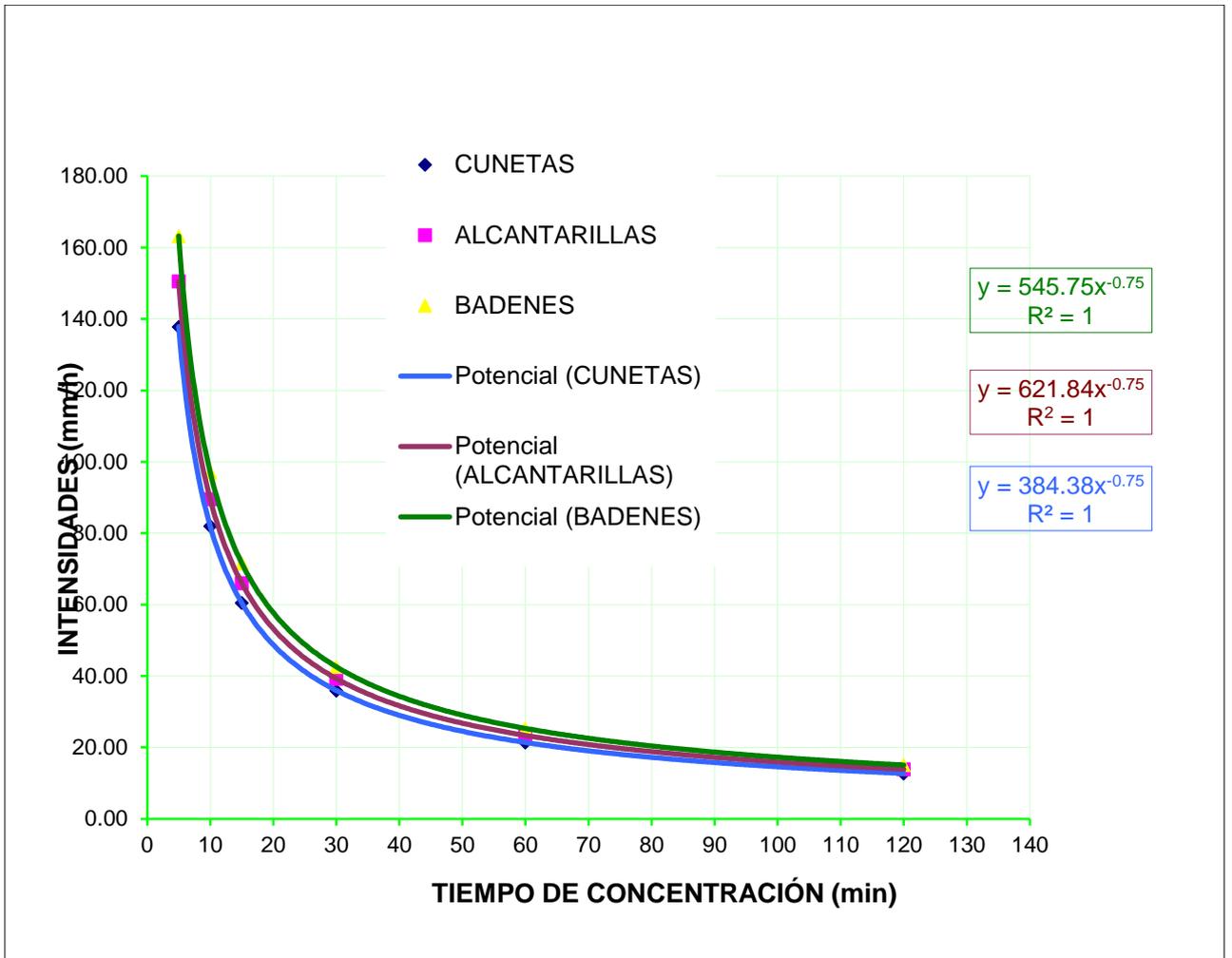
VIII. ANEXOS

ANEXO 01: ESTUDIO HIDROLÓGICO DE DATOS DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS DE LA ESTACIÓN CUTERVO

N°	Año	Precipitación Máxima 24 horas (mm)
1	1989	38.5
2	1990	43.0
3	1991	31.2
4	1992	31.0
5	1993	52.0
6	1994	44.0
7	1995	33.7
8	1996	39.5
9	1997	36.0
10	1998	54.0
11	1999	57.0
12	2000	50.0
13	2001	49.1
14	2002	54.4
15	2003	40.0
16	2004	38.6
17	2005	46.7
18	2006	49.5
19	2007	46.5
20	2008	38.3
21	2009	28.8
22	2010	50.4
23	2011	35.2

Fuente: SENHAMI

ANEXO 02: CURVAS MODELADAS: INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA REGISTRO HISTÓRICO DE LA ESTACIÓN CUTERVO (1989 - 2011)



Fuente: Propia

ANEXO 03: COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA SER USADOS EN EL MÉTODO RACIONAL

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)									
	2	5	7.73	10	14.93	25	29.36	50	100	500
Áreas desarrolladas										
Asfáltico	0.73	0.77	0.78	0.81	0.83	0.86	0.87	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.81	0.83	0.85	0.88	0.89	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)										
Condición pobre (Cubierta de pasto menor del 50% del área)										
Plano, 0 - 2%	0.32	0.34	0.35	0.37	0.38	0.40	0.41	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2 - 7%	0.37	0.40	0.41	0.43	0.44	0.46	0.47	0.49	0.53	0.61
Pendiente superior a 7%	0.40	0.43	0.43	0.45	0.46	0.49	0.50	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (Cubierta de pasto del 50% al 75% del área)										
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.28	0.30	0.31	0.34	0.35	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.36	0.38	0.39	0.42	0.43	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.40	0.42	0.43	0.46	0.47	0.49	0.53	0.60
Condición buena (Cubierta de pasto mayor del 75% del área)										
Plano, 0 - 2%	0.21	0.23	0.23	0.25	0.26	0.29	0.30	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.33	0.35	0.36	0.39	0.40	0.42	0.46	0.56
Pendiente superior a 7%	0.34	0.37	0.38	0.40	0.41	0.44	0.45	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas										
Área de cultivo										
Plano, 0 - 2%	0.31	0.34	0.34	0.36	0.37	0.40	0.41	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.39	0.41	0.42	0.44	0.45	0.48	0.51	0.60
Pendiente superior a 7%	0.39	0.42	0.43	0.44	0.45	0.48	0.49	0.51	0.54	0.61
Pastizales										
Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.28	0.30	0.31	0.34	0.35	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.36	0.38	0.39	0.42	0.43	0.45	0.49	0.58
Pendiente superior a 7%	0.37	0.40	0.40	0.42	0.43	0.46	0.47	0.49	0.53	0.60
Bosques										
Plano, 0 - 2%	0.22	0.25	0.26	0.28	0.29	0.31	0.32	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.34	0.36	0.37	0.40	0.41	0.43	0.47	0.56
Pendiente superior a 7%	0.35	0.39	0.39	0.41	0.42	0.45	0.46	0.48	0.52	0.58

Fuente: SENHAMI

ANEXO 04: TABLAS DE DIMENSIONES Y CARGAS DE VEHÍCULOS

SIMBOLO	DIAGRAMA	LONGITUD TOTAL (MTS)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO
			EJE DELANTERO	CARGA POR EJE O CJTO POSTERIOR			
			1°eje	2°eje	3°eje	4°eje	
C2		12.30	7	11			18
C3		13.20	7	18			25
C4		13.20	7	25			32
8x4		13.20	7+7	18			32
T2S1 O 2S1		20.50	7	11	11		29
T2S2 O 2S2		20.50	7	11	18		36
T2Se2		20.50	7	11	11	11	40
T2S3 O 2S3		20.50	7	11	25		43
T2Se3		20.50	7	11	11	18	47
T3S1 O 3S1		20.50	7	18	11		36
T3S2 O 3S2		20.50	7	18	18		43

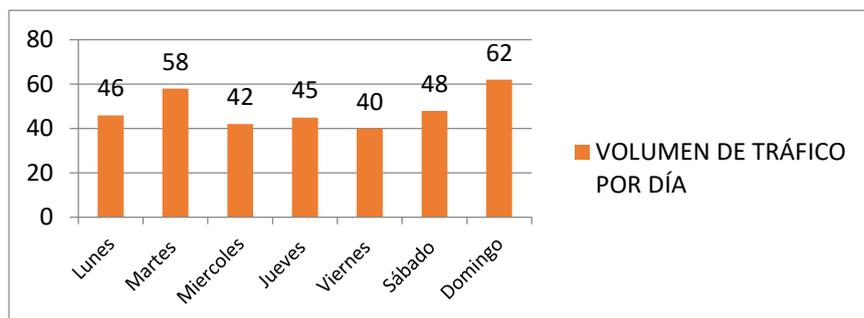
Fuente: Reglamento Nacional de Vehículo.

ANEXO 05: FACTORES DE CORRECCIÓN 2010 - ESTACIÓN DE PEAJE PUCARA

MES	Ligeros	Pesados
ENERO	0.92966310	1.06744137
FEBRERO	0.96891222	0.96891222
MARZO	1.05481342	1.11612465
ABRIL	1.10689494	1.05131913
MAYO	1.11822623	1.06683791
JUNIO	1.06081011	1.00450700
JULIO	0.92335252	0.95135995
AGOSTO	0.90988279	0.94611422
SETIEMBRE	1.03651314	0.97266828
OCTUBRE	1.07122651	1.00338971
NOVIEMBRE	1.03033096	0.97004794
DICIEMBRE	0.93750106	0.95938342

Fuente: Provias Nacional - MTC 2010.

ANEXO 06: VOLUMEN DE TRÁFICO POR DÍA 2010 - ESTACIÓN DE PEAJE PUCARÁ



Fuente: Propia

ANEXO 07: FACTORES DE CORRECCIÓN PROMEDIO PARA VEHÍCULOS LIGEROS (2000-2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
P001	Aguas Calientes	0.992382	0.920195	1.068743	1.075160	1.169200	1.184254	0.936857	0.879831	0.867443	1.050135	1.040737	1.010235
P002	Aguas Claras	1.120729	1.160006	1.095403	1.045593	0.973398	0.953971	0.890315	0.923189	1.050493	1.033557	1.008857	0.932598
P003	Ambo	1.035571	1.102719	1.094765	1.028035	1.011158	1.047825	1.020222	0.979908	1.031114	0.982223	0.952948	0.861338
P004	Atico	0.934263	0.764183	1.000100	1.047885	1.162355	1.221341	1.023835	0.999045	1.141732	1.095546	1.105757	0.864690
P005	Ayaviri	1.036650	0.967293	1.509918	1.121253	1.191289	1.173181	0.957975	0.883276	0.880329	0.996700	0.985409	0.865891
P006	Bagua	1.056196	1.109595	1.169597	1.102517	1.074476	1.024215	0.969664	0.949647	0.955497	1.009393	1.038757	0.876256
P007	Bujama	0.619687	0.582335	0.689777	1.018653	1.661345	1.793992	1.366112	1.514720	1.653584	1.297168	1.217959	1.012960
P039	Mocce	0.988368	0.962589	1.015888	1.097568	1.088704	1.041461	1.020978	0.914061	1.042163	1.045342	1.020761	0.906705
P040	Montalvo	0.952951	0.982183	1.081383	1.089070	1.116355	1.120768	0.979418	0.915982	1.020771	1.048732	1.025820	0.868989
P041	Mórrope	0.882757	0.924620	1.070067	1.124741	1.150790	1.169035	0.882586	0.979860	1.183850	1.101693	1.140363	0.785395
P042	Moyobamba	1.178276	1.138916	1.113240	1.051469	1.033499	0.926456	0.937374	0.928181	0.968301	0.971935	0.942950	0.938618
P043	Nazca	0.998482	0.968412	1.029348	1.054918	1.108427	1.123463	0.924936	0.902211	1.026323	1.026347	1.095925	0.896682
P044	Pacanguilla	0.951242	0.972866	1.068221	1.033149	1.067478	1.103852	0.890865	0.949958	1.131137	1.130123	1.126137	0.839516
P054	Pozo Redondo	0.918618	0.883502	0.989741	1.057258	1.050785	1.191273	1.046164	1.000733	1.103416	1.048364	1.036116	0.848653
P055	Pucará	0.929663	0.968912	1.081974	1.106895	1.118226	1.060810	0.923353	0.909883	1.036513	1.071227	1.030331	0.937501

Fuente: Unidades Peaje PVN

ANEXO 08: FACTORES DE CORRECCIÓN PROMEDIO PARA VEHÍCULOS PESADOS (2000-2010)

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
P001	Aguas Calientes	1.152056	0.983990	1.013858	1.017953	1.070015	1.106987	1.066392	0.916331	0.917894	0.969064	0.893941	0.936015
P002	Aguas Claras	1.115155	1.063206	1.013084	1.026083	0.960271	0.922331	0.937617	0.980422	1.028749	1.038681	1.028577	1.013063
P003	Ambo	0.975396	1.001856	0.990894	1.022654	1.064697	1.062693	1.084708	1.012073	1.023322	0.979103	0.967478	0.903952
P004	Atico	1.002637	0.967990	1.001283	1.003859	1.053150	1.101172	1.037379	0.991104	1.041947	1.015129	0.997863	0.893016
P005	Ayaviri	1.111406	1.020008	1.264724	1.017185	1.063508	1.094743	1.004545	0.957472	0.973269	0.988975	0.952043	0.872650
P006	Bagua	1.037192	1.038676	1.064756	1.480583	1.035709	0.969377	0.989694	0.951046	1.010844	1.004341	1.005912	0.935287
P007	Bujama	1.023799	0.990646	1.008912	1.029835	1.062501	1.084767	1.057903	1.020938	1.063802	1.008891	1.009929	1.060760
P008	Camaná	0.987878	0.918781	0.980818	1.024526	1.076158	1.138937	1.059435	0.986145	1.048190	1.025378	1.012327	0.919004
P009	Cancas	1.003327	0.966822	0.999436	1.052351	1.154232	1.039043	1.003725	1.005452	1.017838	1.003000	0.978151	0.923694
P010	Caracoto	1.088225	0.962206	1.025379	1.037511	1.060026	1.058077	1.033234	0.913116	1.006702	0.981624	1.016104	0.935704
P011	Casaracra	1.017211	0.989811	0.972089	1.014503	0.975861	1.016677	1.024040	1.012504	1.055118	1.014133	1.018031	0.969961
P012	Casinchihua	1.228084	1.107520	1.095992	1.081502	1.052918	1.013756	0.956503	0.892909	0.951161	0.933450	0.951626	0.919227
P013	Catac	1.004148	1.032875	1.148238	1.065226	1.068467	0.997205	0.974436	0.926999	0.998365	0.955673	0.978974	0.921448
P014	Cerro de Pasco		1.566990	0.900925	0.978369	1.147177							
P015	Chalhuanca	1.112331	1.074472	1.080783	1.114410	1.118050	0.986149	0.983858	0.938133	0.953677	0.948843	0.983575	0.948397
P016	Chalhupahuico (El Pedregal)	1.070696	1.105668	1.127595	1.025655	0.950560	0.942942	0.920036	0.948340	0.981226	0.956729	1.027332	1.008267
P017	Chicama	0.995423	0.990930	1.050979	1.071837	1.069606	1.027862	0.998617	0.971290	1.014403	1.045753	1.027710	0.936320
P018	Chilca	0.924254	0.893745	0.965260	1.010401	1.138275	1.170316	1.112000	1.104425	1.085696	1.019542	1.000055	0.947991
P019	Chullqui	0.968934	1.020285	1.016843	1.072139	1.119779	1.066516	1.079471	0.974897	0.974932	0.946290	0.932717	0.873061
P020	Chulucanas	0.999638	1.010383	1.157890	1.160212	1.091797	1.031974	0.991163	0.942327	0.967505	0.969838	0.956877	0.879145
P021	Ciudad de Dios	1.008812	0.960739	1.080950	1.057941	1.106456	1.087975	1.097579	0.958345	0.940683	0.943467	0.968021	0.974525
P022	Corcona	1.051301	1.018810	1.012837	0.949320	0.967974	1.005690	1.066033	0.989782	1.044532	1.011459	1.034433	0.977987
P023	Cruce Bayóvar	0.937815	0.951394	1.025536	1.141136	1.061117	1.037478	1.013926	0.996825	1.027720	1.051864	1.039579	0.923090
P024	Cuculí	0.950059	0.984751	1.402962	1.517595	1.246496	0.969531	1.009785	1.004337	0.920463	0.986391	0.907746	0.880555
P025	Desvío Olmos	1.017454	1.033046	1.049123	2.271120	1.097925	1.035464	0.990143	0.934863	0.987011	0.981228	0.964788	0.990910
P026	Desvío Talara	1.048883	1.003056	1.019170	1.030528	1.033714	1.021900	1.026971	1.017993	1.042366	0.992930	0.957055	0.895397
P027	El Fiscal	1.038485	0.906822	1.083871	1.080024	1.066607	1.184776	1.103372	1.061418	1.105289	1.083050	1.068755	0.950544
P028	El Paraíso	0.973067	0.994277	1.057835	1.057798	1.059652	1.044482	1.006399	1.002848	1.044331	0.992956	0.977690	0.881354

P029	Huacrapuquio	1.152575	1.115503	1.029777	1.001784	0.947483	0.960152	0.961270	0.955024	0.957631	0.972342	1.050900	0.991492
P030	Huarmey	0.933535	0.942690	1.010130	1.088803	1.123693	1.087517	1.029852	1.007590	1.065906	1.008860	1.010062	0.894778
P031	Huillque	1.078885	1.082401	1.122024	1.134512	1.072256	0.904700	0.988543	0.962398	0.960562	0.968604	0.946657	0.927700
P032	Ica	1.024076	1.011173	1.029908	1.022044	1.068010	1.079791	1.043697	1.002446	0.991907	0.944277	0.997216	0.891610
P033	Ilave	1.098290	1.036475	1.042219	1.643594	1.074546	1.072822	0.974334	0.861489	1.014579	0.989874	0.999383	0.886819
P034	Ilo	1.014983	0.977024	0.976785	1.069421	1.036196	1.093447	1.019384	1.045911	0.991919	1.027302	0.989154	0.883206
P035	Jahuay Chincha	1.044326	1.016959	1.028146	1.000172	1.035235	1.059892	1.016620	1.004540	1.012376	0.970028	1.011518	0.897131
P036	Lunahuaná	1.117705	1.074653	1.072419	1.064922	0.861465	1.070093	1.031545	1.036390	0.998830	0.907237	0.935730	1.045576
P037	Marcona	1.049281	0.999218	0.968928	1.065838	1.084418	1.012221	1.025558	1.108298	0.974742	0.978969	0.932855	1.025148
P038	Matarani	0.844686	0.760509	0.932370	1.136254	1.155390	1.188635	1.161362	1.144690	1.132786	1.090607	1.133596	1.338546
P039	Mocce	0.999739	1.029667	1.110047	1.122763	1.035493	0.963260	0.993512	0.915971	1.082418	1.019173	1.003934	0.917786
P040	Montalvo	1.018973	0.986837	1.004121	1.020575	1.025752	1.081602	1.033640	0.996394	1.049480	1.025485	1.010318	0.880087
P041	Mórrope	0.949054	0.951983	1.014531	1.078873	1.068757	1.029589	1.013005	0.994290	1.043866	1.056761	1.045365	0.906838
P042	Moyobamba	1.100681	0.996518	1.015998	1.076312	1.055468	0.988711	0.990681	0.944552	0.961954	0.980645	0.964170	0.987785
P043	Nazca	0.956162	1.083271	1.105598	1.098732	1.134869	1.145323	1.086919	1.031972	1.094248	1.058282	1.052412	0.971032
P044	Pacanguilla	0.949198	0.953274	1.018721	1.338946	1.173096	1.019806	0.993534	0.963591	1.027556	1.056321	1.032569	0.924794
P045	Pacra	1.118314	1.067730	1.065327	0.948125	0.990753	0.959127	0.958425	0.980288	1.021957	1.005330	1.031313	0.976288
P046	Paita	1.018951	0.952383	0.942930	1.041141	1.032175	1.028817	1.379026	1.027868	0.995480	1.018765	0.990450	0.904840
P047	Pampa Cuéllar	1.112577	1.075219	1.080287	1.072265	1.018126	1.112320	0.965437	0.914365	1.024142	0.999119	0.963115	0.886168
P048	Pampa Galera	1.104728	1.114355	1.130416	1.078073	0.945893	1.034742	1.067603	0.916792	0.963632	0.943888	0.936628	0.941910
P049	Patahuasi	1.089206	1.044719	1.059195	1.025297	1.062170	1.085018	1.026730	0.916007	0.971307	0.926516	0.941959	0.945931
P050	Pedro Ruiz	1.003620	0.964426	1.013598	3.570378	1.043144	1.114995	0.956615	0.944312	0.988379	1.017231	0.987071	1.136902
P051	Piura Sullana	0.971908	0.945697	1.017677	1.050156	1.041486	0.998695	0.991567	1.005043	1.029725	1.076486	1.047890	0.961201
P052	Pomalca	1.028688	0.984591	0.915422	0.911452	0.875076	0.853631	1.121234	1.174516	1.012305	0.999812	1.069298	1.056931
P053	Pomahuanca	0.979519	1.011112	1.012354									
P054	Pozo Redondo	0.965093	0.959281	1.000901	1.017464	0.993529	1.123378	1.026023	0.989466	1.049956	1.021359	1.014444	0.935085
P055	Pucará	1.067441	1.057953	1.116125	1.051319	1.066838	1.004507	0.951360	0.946114	0.972668	1.003390	0.970048	0.959383
P056	Punta Perdida	1.123175	0.974032	1.114108	1.100241	1.054507	1.150030	0.912521	0.824565	0.999358	0.996328	1.036562	1.009794
P057	Quiulla	1.094620	1.028769	0.994728	0.898368	0.932131	0.980860	0.969740	1.010022	1.032476	1.041747	1.038144	1.036301
P058	Ramiro Prialé	1.292422	0.939355	0.907594	1.086915	1.034067	0.973959	1.026707	0.935233	0.971744	0.907958	0.997630	1.055491
P059	Rumichaca	1.162753	1.022717	1.033297	0.941196	0.983642	0.934395	0.918484	0.947720	1.154767	0.990122	1.044174	1.052340
P060	Santa Lucía	1.089248	1.031527	1.091317	1.097922	1.103856	0.987479	1.049061	0.923008	0.988300	0.979695	0.951238	0.898871

P061	Saylla	1.033154	1.002258	1.048227	1.197009	1.087123	1.085906	1.026910	0.967106	0.969674	0.996550	0.959322	0.913599
P062	Serpentín de Pasamayo	0.984569	1.000589	1.044372	1.053622	1.046078	1.026596	1.012132	1.011370	1.030776	0.984974	0.975315	0.911831
P063	Sicuyani	1.062581	0.970722	1.036539	1.034068	1.039184	1.279381	1.026615	0.894581	1.453616	0.980164	0.945178	0.905259
P064	Simbila												
P065	Socos	1.146400	1.017059	1.019566	0.938151	0.980499	0.950679	0.981700	0.975897	1.036117	1.011057	1.063374	1.020175
P066	Tambo Grande	0.679286	0.793920	1.111716	1.336768	1.248861	1.105966	1.196294	1.225046	1.254410	1.069327	1.005585	0.729283
P067	Tomasiri	1.028449	0.994837	1.008505	1.027927	1.032552	1.091474	1.378336	0.981490	0.928631	1.005755	1.004334	0.878170
P068	Tunan	0.931964	1.004743	1.110132	1.079956	1.030331	0.962541	0.954718	0.958826	0.934054	0.903903	0.924840	0.848276
P069	Variante de Pasamayo	1.547650	1.297654	1.613231	1.442094	1.176629	1.026730	0.966506	0.998111	1.022116	0.857908	0.931199	0.984059
P070	Variante de Uchumayo	0.991809	0.957938	1.049206	1.109913	1.136320	0.982197	1.096105	1.041322	1.076587	1.025323	1.035436	0.976793
P071	Vesique	0.935848	0.938301	0.989097	1.093545	1.098104	1.454017	1.045259	1.008173	1.062021	1.020666	0.998231	0.906764
P072	Virú	0.965911	0.947022	1.001504	1.074519	1.095366	1.012392	1.042734	1.006210	6.945909	0.999724	0.998837	0.906233
P073	Yauca	1.028696	0.991589	1.031376	1.028534	1.081314	1.020634	1.048597	0.993168	1.040947	1.005764	0.996853	0.892818
P074	Zarumilla	0.951598	0.871844	0.961710	0.977700	1.136449	0.959047	0.988594	1.046416	1.012343	1.085088	1.196038	1.754950

Fuente: Unidades Peaje PVN_OGPP

ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO DE REUNIONES CON LA POBLACIÓN



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

ANEXO 10: PANEL FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

**FIGURA N° 38: CALICATA 01 -
PROGRESIVAS 1+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 39: CALICATA 02 -
PROGRESIVAS 2+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 40: CALICATA 03 -
PROGRESIVAS 3+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 41: CALICATA 04 -
PROGRESIVAS 4+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 42: CALICATA 05 -
PROGRESIVAS 5+000**



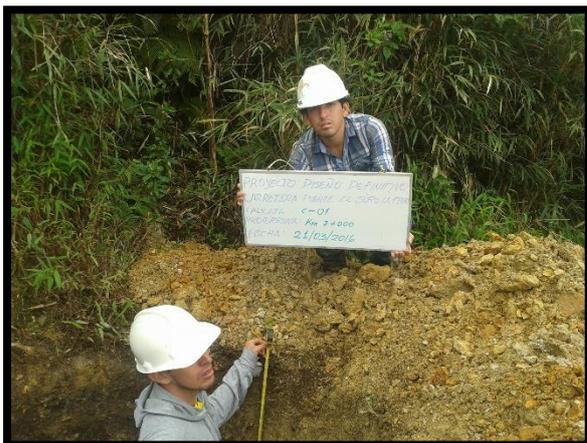
Fuente: Propia

**FIGURA N° 43: CALICATA 06 -
PROGRESIVAS 6+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 44: CALICATA 07 -
PROGRESIVAS 7+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 45: CALICATA 08 -
PROGRESIVAS 8+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 46: CALICATA 09 -
PROGRESIVAS 9+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 47: CALICATA 10 -
PROGRESIVAS 10+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 48: CALICATA 11 -
PROGRESIVAS 11+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 49: CALICATA 12 -
PROGRESIVAS 12+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 50: CALICATA 13 -
PROGRESIVAS 13+000**



Fuente: Propia

**FIGURA N° 51: CALICATA 14 -
PROGRESIVAS 14+000**



Fuente: Propia

ANEXO 11: PANEL FOTOGRÁFICO DE EXPLORACIÓN DE

FIGURA N° 52: CANTERA ICHOCA



Fuente: Propia



Fuente: Propia

ANEXO 12: MUESTRAS EN LABORATORIO



Fuente: Propia.