

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**DISEÑO DE LA CARRETERA ADCUÑAC-CHUPICALPA-AGUA
BLANCA-CHACAF, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO,
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2017**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

AUTOR

KLEIN EXEQUIEL DÍAZ MOLOCHO

ASESOR

Mgtr. HÉCTOR AUGUSTO GAMARRA UCEDA

Chiclayo, 2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por brindarme fortaleza espiritual para poder culminar mis estudios universitarios.

A mis padres Wilder y Carmela, por brindarme su cariño, apoyo, comprensión, motivándome a lograr mis metas y ser una mejor persona.

A mis hermanos Yordin y Maricielo por ser el motivo de esfuerzo y mejora en mi vida personal y profesional.

A mi abuela materna María, por velar por mi bienestar y estar conmigo siempre, brindándome su cariño incondicional, su apoyo y sus consejos, los cuales hacen de mí una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por brindar vida y salud a mi familia y a su vez darme la tranquilidad necesaria para poder concluir mi proyecto.

A MIS PADRES, HERMANOS Y ABUELA por apoyarme y estar conmigo cada día motivándome a alcanzar mis metas.

A MI ASESOR, Ing. Héctor Augusto Gamarra Uceda, por apoyarme en mi proyecto mediante sus conocimientos y dedicar parte de su tiempo a que éste quede lo mejor posible.

A MIS PROFESORES, por brindarme sus conocimientos y compartir vivencias, las cuales me han ayudado a ser mejor persona y formarme como profesional.

RESUMEN

El presente proyecto trata del diseño de una carretera de 7.6 km de longitud, con sus respectivas obras de arte, en las cuales se puede observar la presencia de alcantarillado y muros de contención, a su vez, también se realizó el diseño de la superficie de rodadura, la cual será a nivel de afirmado; el propósito del presente proyecto es el de unir los Centros Poblados de Aduñac, Chacaf, y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa. Para el desarrollo del proyecto, se realizaron todos los estudios concernientes a este tipo de proyecto, los cuales son: estudio de tráfico, estudio de rutas, estudio topográfico, estudio de suelos, estudio de canteras, fuentes de agua y botaderos y estudio hidrológico. Así mismo se desarrolló el diseño geométrico, siguiendo los parámetros que se establecen en el Manual de Carreteras Diseño Geométrico 2018, también se realizó el diseño de pavimento, diseño de obras de arte, estudio económico y finalmente se realizó la evaluación de impacto ambiental.

PALABRAS CLAVE: Diseño geométrico, obras de arte, superficie de rodadura, impacto ambiental.

ABSTRACT

The present project consists of the design of a road of 7.6 km in length, with their respective works of art, in which the presence of sewerage and retaining walls can be observed, in turn, the design of the surface of the rolling, which will be at the affirmed level; The purpose of this project is to unite the Populated Centers of Aduñac, Chacaf, and the sectors of Agua Blanca and Chupicalpa. For the development of the project, all the studies concerning this type of project were carried out, which are: study of traffic, study of routes, topographic study, study of soils, study of quarries, water sources and dumps and hydrological study. Likewise, the geometric design was developed, following the parameters established in the 2018 Geometric Design Road Manual, pavement design, design of works of art, economic study and finally the environmental impact assessment was carried out.

KEYWORDS: Geometric design, works of art, rolling surface, environmental impact.

ÍNDICE

	Pág.
I INTRODUCCIÓN	01
II MARCO TEÓRICO	22
2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	22
2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	25
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	29
III MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.1.1 Tipo de investigación	32
3.1.2 Población, muestra de estudio y muestreo	32
3.1.3 Métodos y técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.1.4 Plan de procesamiento para análisis de datos	34
3.2 METODOLOGÍA	35
3.2.1 Estudio de Tráfico	35
3.2.1.1 Objetivos del estudio	37
3.2.1.1 Tránsito actual	38
3.2.1.2 Factor de corrección estacional	38
3.2.1.3 Tránsito proyectado	39
3.2.1.4 Variables Macroeconómicas	39
3.2.2 Estudio de Rutas	40
3.2.3 Estudio Topográfico	40
3.2.3.1 Objetivos	41
3.2.3.1 Equipos y herramientas	41
3.2.3.1 Condiciones generales de trazo	42
3.2.3.1.1 Trazo indirecto	42
3.2.3.2 Sistema de unidades	44
3.2.3.3 Sistema de referencia	45
3.2.3.4 Trabajos topográficos.	45
3.2.4 Estudio de Suelos	46
3.2.4.1 Generalidades	46
3.2.4.2 Investigaciones realizadas	46

3.2.4.3	Objetivos	46
3.2.4.3	Trabajo de campo	47
3.2.4.3.1	Exploración en el terreno de fundación	47
3.2.4.3.2	Toma de muestras	48
3.2.4.3.3	Método de evaluación	53
3.2.5	Estudio de cantera y fuente de agua	71
3.2.5.1	Descripción del área estudiada (cantera)	72
3.2.5.2	Investigación geotécnica	73
3.2.5.3	Trabajos de campo	73
3.2.5.4	Trabajos de laboratorio.	74
3.2.6	Estudio de hidrología y drenaje	80
3.2.6.1	Objetivos del estudio	81
3.2.6.2	Descripción general de la zona de estudio	82
3.2.6.2.1	Hidrografía	82
3.2.6.2.2	Clima y precipitación	82
3.2.6.2.3	Vegetación	82
3.2.6.2.4	Relieve	82
3.2.6.3	Análisis hidrológico	83
3.2.6.4	Microcuencas hidrográficas	86
3.2.6.5	Hidrología estadística	87
3.2.6.5.1	Análisis de la información pluviométrica	87
3.2.6.5.2	Precipitación máxima en 24 horas	88
3.2.6.5.3	Periodo de retorno	89
3.2.6.5.4	Análisis de precipitación extrema	91
3.2.7	Diseño geométrico	96
3.2.7.1	Diseño geométrico en planta	96
3.2.7.2	Diseño geométrico en perfil	101
3.2.7.3	Diseño de secciones transversales	107
3.2.8	Diseño de Pavimento	117
3.2.8.1	Estudio del suelo para el diseño de pavimento	118
3.2.8.2	Factores que deben tenerse en cuenta en el diseño	120
3.2.8.2.1	Características del terreno de cimentación	120
3.2.8.2.2	Descripción de los suelos	123
3.2.8.2.3	Propiedades fundamentales de los suelos	125

3.2.8.2.4	El clima	126
3.2.8.2.5	El tráfico	127
3.2.8.3	Pavimento de afirmado	131
3.2.8.4	Afirmado	134
3.2.9	Diseño de obras de arte	138
3.2.9.1	Drenaje superficial	139
3.2.9.1.1	Drenaje transversal de la carretera	141
3.2.9.1.1.1	Aspectos generales	141
3.2.9.1.1.2	Premisas para el estudio	142
3.2.9.1.1.3	Alcantarillas	143
3.2.9.1.2	Drenaje longitudinal de la carretera	151
3.2.9.1.2.1	Cunetas	153
3.2.9.1.2.2	Zanjas de coronación	157
3.2.10	Evaluación de Impacto Ambiental	158
3.2.10.1	Datos generales	158
3.2.10.2	Antecedentes	158
3.2.11	Estudio de Señalización	159
3.2.11.1	Normatividad vigente	159
3.2.11.2	Función de las señales de tránsito	159
3.2.11.3	Clasificación de las señales de tránsito	159
IV	RESULTADOS	162
4.1	ESTUDIO DE TRÁFICO	162
4.1.1	Resultados de conteo	163
4.1.2	Determinación del índice medio diario anual	165
4.1.3	Variación diaria	166
4.1.4	Proyecciones de tráfico	167
4.1.5	Trafico normal	167
4.1.6	Tráfico Generado	168
4.1.7	Tráfico Total	168
4.2	ESTUDIO DE RUTAS	171
4.2.1	Criterio de selección de rutas	171
4.2.2	Ruta definitiva: alineamiento preliminar	174
4.3	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	175

4.4	ESTUDIO DE SUELOS	177
4.5	ESTUDIO DE CANTERAS, FUENTES DE AGUA Y BOTADEROS	186
4.5.1	Generalidades	186
4.5.2	Estudio de canteras	187
4.5.3	Estudio de fuentes de agua	188
4.5.4	Estudio de botaderos	189
4.6	ESTUDIO HIDROLÓGICO	190
4.6.1	Áreas de las sub-cuencas	190
4.6.2	Longitudes de cauce y pendiente media	190
4.6.3	Registros de lluvias máximas anuales	191
4.6.4	Prueba de bondad de ajuste SMIRNOV-KOLMOGOROV	192
4.6.5	Precipitaciones máximas en 24 horas para diversos tiempos de retorno de acuerdo a la distribución LN 3PAR	192
4.6.6	Intensidad máxima	193
4.6.7	Precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno (mm)	193
4.6.8	Intensidades (mm/hr) para diferentes duraciones y periodos de retorno	194
4.6.9	Curva de Intensidad – Duración- Frecuencia: Estación Cutervo	194
4.6.10	Cálculo de tiempos de concentración	195
4.6.11	Coefficiente de escorrentía	195
4.6.12	Intensidades máximas	195
4.6.13	Cálculo de caudales máximos	196
4.7	DISEÑO GEOMÉTRICO	196
4.7.1	Diseño en planta	199
4.7.2	Diseño en perfil	202
4.8	DISEÑO DE PAVIMENTO	205
4.8.1	Estabilización de la sub-rasante	205
4.8.2	Cálculo del espesor del pavimento	207
4.9	DISEÑO DE OBRAS DE ARTE	211
4.9.1	Drenaje longitudinal de la carretera	211
4.9.1.1	Cunetas	211
4.9.2	Drenaje transversal de la carretera	214
4.9.2.1	Alcantarillas	214

4.9.3	Diseño de muros de contención	217
4.10	ESTUDIO ECONÓMICO	218
4.10.1	Metrados	218
4.10.2	Costo del proyecto	221
4.10.2.1	Presupuesto	221
4.11	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	223
4.11.1	Resumen ejecutivo	223
4.11.1.1	Introducción	223
4.11.1.2	Descripción y análisis del proyecto	223
4.11.1.3	Área de influencia del proyecto	224
4.11.1.4	Línea base	224
4.11.1.5	Identificación y evaluación de impactos ambientales	226
4.11.1.6	Plan de manejo ambiental	226
4.11.2	Objetivos	226
4.11.3	Marco Legal	227
4.11.4	Descripción y análisis del proyecto	237
4.11.5	Área de influencia del proyecto	243
4.11.5.1	Área de influencia directa (AID)	243
4.11.5.2	Área de influencia indirecta (AII)	245
4.11.6	Línea de base ambiental	245
4.11.6.1	Descripción general de la línea base	245
4.11.6.2	Línea de base física (LBF)	246
4.11.6.2.1	Ubicación del proyecto	246
4.11.6.2.2	Superficie	246
4.11.6.2.3	Accesibilidad	247
4.11.6.2.4	Clima	247
4.11.6.2.5	Lluvias	248
4.11.6.2.6	Temperaturas	248
4.11.6.2.7	Uso actual de la tierra	248
4.11.6.2.8	Hidrología	250
4.11.6.3	Línea de base biológica (LBB)	250
4.11.6.3.1	Flora	250
4.11.6.3.2	Fauna	251
4.11.6.4	Línea base socioeconómica (LBS)	252

4.11.6.4.1	Educación	252
4.11.6.4.2	Salud	253
4.11.6.4.3	Agricultura	254
4.11.6.4.4	Ganadería	255
4.11.6.5	Diagnóstico arqueológico	256
4.11.7	Identificación y evaluación de pasivos ambientales	257
4.11.8	Identificación y evaluación de impactos ambientales	258
4.11.8.1	Etapa de planificación o preliminar	258
4.11.8.1.1	Expectativa de generación de empleo	258
4.11.8.1.2	Riesgo de enfermedades	259
4.11.8.1.3	Riesgo de conflictos sociales	259
4.11.8.2	Etapa de construcción	259
4.11.8.2.1	Riesgo de accidentes	260
4.11.8.2.2	Riesgo de afectación de suelo	260
4.11.8.2.3	Aumento de inmisión de material particulado	260
4.11.8.2.4	Riesgo de contaminación de los recursos de agua natural	260
4.11.8.2.5	Riesgo de afectación de terreno de cultivo	261
4.11.8.2.6	Mejora en la dinámica comercial de la zona	261
4.11.8.2.7	Generación de empleo	261
4.11.8.2.8	Incremento de los niveles sonoros	261
4.11.8.2.9	Alteraciones medio ambientales por mala disposición de material excedente	262
4.11.8.2.10	Posible expansión urbana no panificada	262
4.11.8.2.11	Mejora de transporte	262
4.11.8.2.12	Mejora en la calidad de vida	263
4.11.8.2.13	Riesgo de contaminación de los suelos	263
4.11.8.2.14	Riesgo de enfermedades	263
4.11.8.3	Etapa de operación	263
4.11.8.3.1	Riesgo de seguridad vial	263
4.11.9	Plan de participación ciudadana	269
4.11.9.1	Mecanismos de participación ciudadana	269
4.11.9.1.1	Reuniones con los pobladores de las zonas del proyecto	269
4.11.9.1.2	Publicación de avisos de participación ciudadana en medios escritos, radiales	272

4.11.9.1.3	Talleres informativos	273
4.11.9.1.4	Buzones de sugerencia	273
4.11.9.1.5	Oficinas de información permanente	273
4.11.9.1.6	Acceso de la población a los resúmenes ejecutivos y al contenido del estudio ambiental	273
4.11.9.2	Cronograma y lugares donde se llevará a cabo las actividades de participación ciudadana	274
4.11.10	Plan de manejo ambiental	275
4.11.10.1	Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas	275
4.11.10.1.1	Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes	275
4.11.10.1.2	Subprograma de control de erosión y sedimentos	301
4.11.10.1.3	Subprograma de protección de recursos naturales	302
4.11.10.1.4	Subprograma de salud local	304
4.11.10.1.5	Subprograma de seguridad motivo del EIA	306
4.11.10.1.6	Subprograma de control y prevención de la producción de material particulado, gases y ruido	330
4.11.10.1.7	Subprograma de control y prevención de la alteración de la calidad del suelo	333
4.11.10.1.8	Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales	333
4.11.10.2	Programa de monitoreo ambiental	336
4.11.10.2.1	Monitoreo del agua	337
4.11.10.2.2	Monitoreo de la calidad del aire	337
4.11.10.2.3	Monitoreo de nivel sonoro	337
4.11.10.3	Programa de asuntos sociales	338
4.11.10.3.1	Subprograma de relaciones comunitarias	338
4.11.10.3.2	Subprograma de contratación de mano de obra local	354
4.11.10.3.3	Subprograma de participación ciudadana	356
4.11.10.4	Programa de educación ambiental	357
4.11.10.4.1	Objetivos del plan	358
4.11.10.4.2	Actividades	358
4.11.10.5	Programa de capacitación ambiental y seguridad	361
4.11.10.5.1	Objetivo y alcance	361

4.11.10.6 Programa de prevención de pérdidas y contingencias	365
4.11.10.6.1 Subprograma de salud y seguridad ocupacional	366
4.11.10.6.2 Subprograma de prevención y control de riesgos laborales	376
4.11.10.6.3 Subprograma de contingencias	379
4.11.10.7 Programa de abandono y cierre	382
4.11.10.7.1. Obligaciones en el plan de cierre	383
4.11.10.7.2. Medidas de restauración	384
4.11.10.8 Programa de inversiones	386
4.11.10.9 Cronograma de actividades	387
4.11.11 Plan de compensación ambiental	390
4.11.11.1 Siembra de especies nativas	390
4.11.11.2 Propuestas de paisajismo	390
4.12 ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN	391
4.12.1 Señales restrictivas o de reglamento	391
4.12.2 Señales preventivas	391
4.12.3 Señales de información	391
V DISCUSIÓN	393
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	395
6.1 CONCLUSIONES	395
6.2 RECOMENDACIONES	399
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	400
VIII ANEXOS	403

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N° 01: Sistema Nacional de Carreteras Del Perú – Sinac Situación Actual Al 31/12/2014 (En Kilómetros)	02
FIGURA N° 02: Índice de Accesibilidad Urbano y Rural	07
FIGURA N° 03: Mapa de la ruta a la zona del proyecto	08
FIGURA N° 04: Mapa local del proyecto	08
FIGURA N° 05: Factor de Corrección Estacional Pomalca	39
FIGURA N° 06: Sistema de clasificación AASHTO	61
FIGURA N° 07: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	66
FIGURA N° 08: Signos para perfil de calicatas (AASHTO)	69
FIGURA N° 09: Signos para perfil de calicatas (SUCS)	70
FIGURA N° 10: Parámetros para vehículo de diseño B2	97
FIGURA N° 11: Vehículo de diseño B2	97
FIGURA N° 12: Radios mínimos y peraltes máximos	99
FIGURA N° 13: Radios para prescindir de curva de transición en carretera de tercera clase	100
FIGURA N° 14: Pendientes máximas	103
FIGURA N° 15: Valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase	105
FIGURA N° 16: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase	105
FIGURA N° 17: Distancia de visibilidad de parada (metros)	106
FIGURA N° 18: Distancia de visibilidad de paso	107
FIGURA N° 19: Sección transversal típica para carretera con una calzada de dos carriles en curva	108
FIGURA N° 20: Anchos mínimos de calzadas en tangente	110
FIGURA N° 21: Ancho de bermas	112
FIGURA N° 22: Inclinación transversal de bermas	114
FIGURA N° 23: Valores del bombeo de la calzada	115
FIGURA N° 24: Valores del radio a partir de los cuales no es necesario peralte	115
FIGURA N° 25: Valores de peralte máximo	116
FIGURA N° 26: Valores de peralte mínimo	116

FIGURA N° 27: Proporción de peralte a desarrollar en tangente	116
FIGURA N° 28: Tramos mínimos en tangente entre curvas en el mismo sentido	117
FIGURA N° 29: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación ASSHTO	124
FIGURA N° 30: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación SUCS	124
FIGURA N° 31: Factores destructivos por eje equivalente simplificado de la metodología AASHTO	130
FIGURA N° 32: Espesor de la superficie de afirmado (revestimiento granular) para un periodo de 10 años	133
FIGURA N° 33: Gradación del material de afirmado	135
FIGURA N° 34: Gradación del material de afirmado	136
FIGURA N° 35: Ubicación típica de alcantarillas respecto a la pendiente del cauce	145
FIGURA N° 36: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)	149
FIGURA N° 37: Velocidades máximas admisibles (m/s) en conductos revestidos	150
FIGURA N° 38: Velocidades máximas admisibles (m/s) en canales no revestidos	151
FIGURA N° 39: Velocidad máxima del agua	152
FIGURA N° 40: Inclinationes máximas del talud (v:h) interior de la cuneta	154
FIGURA N° 41: Sección Típica de cuneta triangular	154
FIGURA N° 42: Dimensiones mínimas de cunetas	156
FIGURA N° 43: Detalle típico de zanja de coronación	157
FIGURA N° 44: Vista satelital Cruce Chacaf y Aduñac	163
FIGURA N° 45: Diagrama de variación vehicular	167
FIGURA N° 46: Vista satelital de las rutas en el trayecto Cruce Chacaf y Aduñac	172
FIGURA N° 47: Ubicación de la fuente de agua	189
FIGURA N° 48: Ubicación de depósitos de material excedente	189
FIGURA N° 49: Dimensiones del bus de dos ejes B2	198
FIGURA N° 50: Estimación del porcentaje de camiones en el carril de diseño	208
FIGURA N° 51: Cargas por eje para el vehículo B2	208

FIGURA N° 52: Factores de equivalencia de carga	209
FIGURA N° 53: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes 8.2t, en el carril de diseño para caminos no pavimentados	211
FIGURA N° 54: Sección típica de cunetas	212
FIGURA N° 55: Acero en muro de contención de 4.5m	217
FIGURA N° 56: Acero en muro de contención de 3m	218
FIGURA N° 57: Población beneficiada directamente a lo largo del tramo de la carretera	244
FIGURA N° 58: Clima en el distrito de Cutervo	248
FIGURA N° 59: Distribución mensual de la temperatura máxima y mínima	248
FIGURA N° 60: Celdas de interacción en la matriz de Leopold	264

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO N° 01: Tasa de crecimiento vehicular en el departamento de Cajamarca	40
CUADRO N° 02: Número de calicatas para exploración de suelos	49
CUADRO N° 03: Número de ensayos Mr y CBR	50
CUADRO N° 04: Cronograma y lugares donde se llevará a cabo las actividades de participación ciudadana	274
CUADRO N° 05: Medidas de control de riesgos	318
CUADRO N° 06: Presupuesto para la Implementación de la Estrategia de Manejo Ambiental	387
CUADRO N° 07: Cronograma de actividades de la Estrategia de Manejo Ambiental	388

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA N° 01: Ejecución y perspectivas de la producción agrícola según principales cultivos en el distrito de Cutervo – 2015	09
TABLA N° 02: Principales Cultivos en los Centros poblados de Aduñac, Chacaf - 2016	10
TABLA N° 03: Pérdidas de producto en el traslado, según Centro Poblado o caserío	11
TABLA N° 04: Costo de transporte de productos agrícolas sin una carretera	11
TABLA N° 05: Ahorro en el transporte de productos agrícolas mediante la ejecución de una carretera	13
TABLA N° 06: Excedente del productor	15
TABLA N° 07: Producción pecuaria en los Centros Poblados de Aduñac, Chacaf - 2016	18
TABLA N° 08: Número de alumnos matriculados en las diferentes IE de los Centros Poblados de Chacaf y Aduñac	19
TABLA N° 09: Distancia recorrida hacia la zona del proyecto	19
TABLA N° 10: Distancia recorrida hacia la zona del proyecto si hubiera carretera	20
TABLA N° 11: Población de los Puestos de Salud del Distrito de Cutervo al 2017	20
TABLA N° 12: Tamaño de partículas	54
TABLA N° 13: Índices de plasticidad	55
TABLA N° 14: Índices de consistencia	55
TABLA N° 15: Concreto expuesto a soluciones de sulfato	56
TABLA N° 16: Clasificación típica de CBR	57
TABLA N° 17: Suelos de subrasante según Índice de grupo	62
TABLA N° 18: Correlación de los sistemas AASHTO Y ASTM	68
TABLA N° 19: Tipo de subrasante según CBR de diseño	71
TABLA N° 20: Ubicación, distancia de la cantera de agregados para la mezcla.	72
TABLA N° 21: Coordenadas Geográficas de ubicación de las canteras	73
TABLA N° 22: Rango de pesos específicos de agregado grueso y fino	78
TABLA N° 23: Porcentajes que no debe pasar en el ensayo de los Ángeles	79
TABLA N° 24: Tipo de concreto resistente a los sulfatos	79

TABLA N° 25:	Carga abrasiva a aplicarse según granulometría de la muestra	80
TABLA N° 26:	Registro de precipitaciones en los diferentes años en la ciudad de Cutervo	84
TABLA N° 27:	Ubicación de líneas de agua	86
TABLA N° 28:	Cuadro de longitud y altura de la ladera para calcular el aporte del caudal en las cunetas	86
TABLA N° 29:	Cuadro de longitud y pendiente de vía para calcular el aporte del caudal en las cunetas	87
TABLA N° 30:	Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje	90
TABLA N° 31:	Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua	91
TABLA N° 32:	Fricción transversal máxima en curvas	98
TABLA N° 33:	Tipo de tráfico en EE en el carril de diseño para caminos no pavimentados	129
TABLA N° 34:	IMDA total del proyecto	130
TABLA N° 35:	Ubicación de las estaciones de conteo	162
TABLA N° 36:	Resultados del conteo vehicular durante los 7 días - Cruce Chacaf	163
TABLA N° 37:	Resultados del conteo vehicular durante los 7 días-Adcuñac	164
TABLA N° 38:	Factor de Corrección Estacional	166
TABLA N° 39:	Resultados del conteo vehicular en dos sentidos por día, cálculos del IMDs y IMDa – E2	166
TABLA N° 40:	Tráfico actual por tipo de vehículo expresado en número y porcentaje	166
TABLA N° 41:	Tráfico normal sin proyecto	167
TABLA N° 42:	Tráfico generado con proyecto – E2	168
TABLA N° 43:	Tráfico total proyecto – E2	169
TABLA N° 44:	Tabla comparativa de las rutas “A” y “B”	173
TABLA N° 45:	Comparativo en el presupuesto de las rutas “A” y “B”	174
TABLA N° 46:	Ubicación de estaciones	175
TABLA N° 47:	Ubicación de BM inicial	176
TABLA N° 48:	Resumen de propiedades y clasificación de suelos por calicata	184
TABLA N° 49:	Categorías de clasificación de la sub rasante	185

TABLA N° 50:	Resultados del CBR de diseño al 95%	185
TABLA N° 51:	Resultados de los ensayos a la muestra de afirmado de la cantera El Verde	187
TABLA N° 52:	Resultados de los ensayos a la muestra de arena de la cantera El Verde	187
TABLA N° 53:	Resultados de los ensayos a la muestra de agregado grueso de la cantera El Rayme	188
TABLA N° 54:	Ubicación, área y perímetro de los D.M.E	189
TABLA N° 55:	Volumen y espesor de relleno de los D.M.E	189
TABLA N° 56:	Áreas de las sub-cuencas de la zona en estudio	190
TABLA N° 57:	Longitudes y pendientes medias de cauces	190
TABLA N° 58:	Registros de lluvias máximas anuales en la estación Cutervo	191
TABLA N° 59:	Prueba de bondad de ajuste SMIRNOV-KOLMOGOROV	192
TABLA N° 60:	Precipitaciones máximas y tiempos de retorno de acuerdo a la distribución LN 3PAR	192
TABLA N° 61:	Intensidades máximas	193
TABLA N° 62:	Precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno (mm)	193
TABLA N° 63:	Intensidades para diferentes duraciones y periodos de retorno	194
TABLA N° 64:	Curva de Intensidad – Duración- Frecuencia: Estación Cutervo	194
TABLA N° 65:	Tiempos de concentración de las sub-cuencas en estudio	195
TABLA N° 66:	Coefficiente de escorrentía de las cuencas en estudio	195
TABLA N° 67:	Intensidades máximas (mm/hr)	195
TABLA N° 68:	Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno	196
TABLA N° 69:	Cálculo de la cantidad de vehículos C2 para lograr trasladar el excedente de productor	197
TABLA N° 70:	Cálculo de longitud de curvas circulares y tangentes	199
TABLA N° 71:	Cálculo de sobreelevación, peralte y longitudes de transición	200
TABLA N° 72:	Análisis de ida	202
TABLA N° 73:	Análisis de retorno	202
TABLA N° 74:	Distancia de visibilidad de adelantamiento	203
TABLA N° 75:	Longitud mínima de curva vertical según visibilidad de parada	203
TABLA N° 76:	Longitud mínima de curva vertical según visibilidad de adelantamiento	204

TABLA N° 77:	Resultados de longitudes mínimas elegidas	204
TABLA N° 78:	Resumen de las características de la rasante de la carretera	205
TABLA N° 79:	ESAL de diseño	210
TABLA N° 80:	Cálculo de espesores de afirmado	211
TABLA N° 81:	Caudal de diseño de cunetas	213
TABLA N° 82:	Diseño hidráulico de cunetas	213
TABLA N° 83:	Ubicación de alcantarillas	214
TABLA N° 84:	Caudal de diseño de alcantarillas	215
TABLA N° 85:	Diseño hidráulico de alcantarillas	215
TABLA N° 86:	Diseño de tuberías de alcantarillas	216
TABLA N° 87:	Resumen de acero en muros de contención	217
TABLA N° 88:	Acceso a la zona de estudio	247
TABLA N° 89:	Residuos según su caracterización	283
TABLA N° 90:	Colores de los recipientes según el tipo de residuo	286
TABLA N° 91:	Distribución de los recipientes en obra	287
TABLA N° 92:	Detalles de señales ambientales	304

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
FOTOGRAFÍA N° 01: Recolección de la información en campo: Cruce Chacaf	37
FOTOGRAFÍA N° 02: Recolección de la información en campo: Aduñac	37
FOTOGRAFÍA N° 03: Equipos y herramientas utilizadas para el estudio topográfico	41
FOTOGRAFÍA N° 04: Ubicación del BM de inicio durante el levantamiento topográfico	43
FOTOGRAFÍA N° 05: Presencia de pequeñas quebradas	43
FOTOGRAFÍA N° 06: Ejecución de calicatas en la zona del proyecto	52
FOTOGRAFÍA N° 07: Extracción de muestras de la ejecución de calicatas	52
FOTOGRAFÍA N° 08: Vehículos Cruce Chacaf – E1	170
FOTOGRAFÍA N° 09: Vehículos Aduñac – E2	170
FOTOGRAFÍA N° 10: Ensayos realizados a las muestras extraídas de las Calicatas	186
FOTOGRAFÍA N° 11: Vehículos utilizados para el traslado de productos y pobladores de la zona en estudio	197
FOTOGRAFÍA N° 12: Áreas de influencia del proyecto	243
FOTOGRAFÍA N° 13: Centro Poblado Chacaf	244
FOTOGRAFÍA N° 14: Centro Poblado Aduñac	244
FOTOGRAFÍA N° 15: Distrito de Cutervo	245
FOTOGRAFÍA N° 16: Tierras en la zona del proyecto	250
FOTOGRAFÍA N° 17: Áreas agrícolas en la zona en estudio	251
FOTOGRAFÍA N° 18: Ganado presente en la zona de estudio	251
FOTOGRAFÍA N° 19: Centro Poblado Chacaf, I.E Secundaria	252
FOTOGRAFÍA N° 20: Centro Poblado Aduñac, I.E Secundaria	253
FOTOGRAFÍA N° 21: Centro Poblado Aduñac, puesto de salud	254
FOTOGRAFÍA N° 22: Centro Poblado Chacaf, puesto de salud	254
FOTOGRAFÍA N° 23: Producción de papa	255
FOTOGRAFÍA N° 24: Crianza de ganado vacuno	255
FOTOGRAFÍA N° 25: Crianza de ganado porcino	256
FOTOGRAFÍA N° 26: Reunión con los pobladores locales y reconocimiento del área del proyecto	271

I. INTRODUCCIÓN

A partir de la segunda guerra mundial, el uso del transporte terrestre por carretera creció rápidamente y hoy en día es el medio más utilizado a nivel mundial. Su importancia radica tanto en el volumen de pasajeros y cargas que se transportan por las rutas terrestres como en la dimensión económica del negocio. En América Latina y el Caribe, este transporte constituye el 80 % del total del transporte de pasajeros y más del 60 % del transporte de carga. (Romero 2013)

El transporte es un elemento esencial en el desarrollo económico de la sociedad. Sin un buen sistema de transporte, ninguna nación o región puede alcanzar el uso óptimo de sus recursos naturales o la máxima productividad de su población. El progreso del transporte no está exento de costos, en ocasiones lamentablemente de vidas humanas, así como en daños al medio ambiente, y es responsabilidad del ingeniero de transporte que trabaja con el público desarrollar un sistema de transporte de alta calidad que sea consistente con el presupuesto disponible y con la política social, así como minimizar los posibles daños. (Garber y Hoel 2012)

La globalización de las economías es una realidad que exige de los países un esfuerzo para optimizar sus procesos productivos, siendo la disponibilidad y accesibilidad de los bienes una condición necesaria para lograr una mayor competitividad en el contexto internacional, razón por la cual las infraestructuras y los servicios de transporte deben ser eficientes, rentables, confiables y ecológicamente sostenibles. (Ministerio del Transporte 2011)

La infraestructura vial en el Perú al 2014, según el ProVías Nacional, se compone de 165,466.6 km de carreteras, los cuales se clasifican en tres tipos de redes: Red Primaria o nacional (15.59%), Red secundaria o departamental (15.12%) y Red terciaria o caminos vecinales (69.29%). (TABLA N°1)

Desde hace cinco años, con apoyo del Banco Mundial y el BID se viene ejecutando el Programa de Caminos Departamentales (PCD) y el Programa de Transporte Rural Descentralizado (PTRD), dirigidos a la ejecución de proyectos para la rehabilitación y actividades para el mantenimiento de caminos departamentales y vecinales, con el objeto de promover, apoyar y orientar el incremento de la dotación y la mejora de la transitabilidad de la infraestructura de transporte departamental y rural y el desarrollo

institucional, en forma descentralizada, planificada, articulada y regulada, con la finalidad de contribuir a la superación de la pobreza y al desarrollo del país. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2014)

FIGURA N° 01: Sistema Nacional de Carreteras del Perú - SINAC
Situación Actual al 31/12/2012 (En kilómetros)

RED VIAL (N° Rutas)	EXISTENTE POR TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA				PROYECTADA	TOTAL	
	PAVIMENTADA	NO PAVIMENTADA		SUB TOTAL			
		Afirmada	Sin Afirmar				
NACIONAL (130)	14,747.74	7,631.51	2,214.16	24,593.40	1,901.29	26,494.69	17.7%
DEPARTAMENTAL (386)	2,339.72	14,263.37	7,632.04	24,235.12	4,794.49	29,029.62	19.4%
VECINAL (6,244)	1,611.10	19,231.34	71,001.39	91,843.83	2,291.83	94,135.66	62.9%
TOTAL	18,698.56	41,126.21	80,847.59	140,672.36	8,987.61	149,659.97	100%

Fuente: GTT-31.Dic.2012.

El Perú es un país que crece a tasas superiores a 5% al año, pero que tiene como uno de sus principales problemas el déficit de infraestructura. (Sánchez 2014)

La zona donde se llevará a cabo el presente proyecto está ubicada en el departamento de Cajamarca, parte de la región andina del Perú. Cajamarca está situado en la parte norte del país; limita por el norte con territorio ecuatoriano; por el sur con el departamento de La Libertad; por el este con el departamento de Amazonas; y, por el oeste con los departamentos de Piura y Lambayeque.

La proporción de kilómetros pavimentados de la red vial nacional de Cajamarca pasó de 37,5% en julio del 2011 a 88,9% en julio del 2016. Este gran salto en la infraestructura vial ha sido posible gracias a inversiones tan importantes como las que se vienen realizando en la carretera longitudinal de Cajamarca. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones 2016)

El distrito de Cutervo cuenta con una población de 54,319 habitantes, según el Censo Nacional de Población realizado por el INEI en el año 2015. La cantidad de habitantes registrados en los puestos de salud, al 2017, alcanza los 31,599, de los cuales 544 están registrados en el Puesto de Salud de Aduñac y 924 en el Puesto de Salud de Chacaf. La

cantidad de pobladores registrados en los dos puestos de salud puede utilizarse para expresar la población aproximada de dichos sectores, pues no existe un registro por el INEI en el año 2016, estos son los datos más actualizados que existen. (CUADRO N°10)

Según el cuadro de Índice de Accesibilidad Urbano y Rural brindado por el Plan vial provincial participativo de la provincia de Cutervo, 2010-2019; el distrito de Cutervo cuenta con 108 centro poblados, de los cuales 74 de ellos cuentan con acceso por medio de carreteras, mientras que los otros 34 se encuentran inaccesibles, debido a la ausencia de estas, trayendo como consecuencia, dificultad para el comercio y para la inclusión social de los pueblos. (TABLA N°2)

Actualmente existe una vía de acceso que conecta el Centro Poblado de Chacaf con el distrito de Cutervo, dicha vía no cuenta con el diseño adecuado (no cumple con pendientes respectivas, ancho insuficiente de la sección vía, falta de obras de arte y drenaje), falta de mantenimiento rutinario y periódico, lo cual conlleva a que en épocas de lluvia, esta vía sufra daños en toda su extensión, limitando en gran manera el tráfico vehicular continuo por parte de los transportistas y peatones hacia dicha localidad, generando un elevado incremento en los costos de operación vehicular por los daños frecuentes que se producen en las malas condiciones de la carretera existente, llevándola en el peor de los casos a ser intransitable; por otro lado, los sectores de Chupicalpa y Agua Blanca, cuentan únicamente con caminos de herradura, los cuales en temporada de lluvia, son intransitables. Por este motivo, los pobladores de Chacaf, de Agua Blanca y de Chupicalpa, deciden llevar sus productos por medio de acémilas las cuales recorren caminos de herradura hacia el C.P de Aduñac, ya que cercano a este, está la carretera longitudinal de la sierra norte, la cual conecta el distrito de Cutervo con el distrito de Cochabamba, encontrándose el C.P de Aduñac en la parte media de dicha conexión. Dicho recorrido mediante acémilas por caminos de herradura de los centros poblados en mención hacia el C.P de Aduñac, tiene un tiempo estimado de 3.30 hrs, en el cual la población de los sectores especificados hacen un intento por mejorar su calidad de vida y su economía.

Se sabe que el 90% de la población del distrito de Cutervo se dedica a la agricultura y ganadería, siendo estas, sus principales actividades económicas. Los principales cultivos son caña de azúcar (alcohol), maíz amarillo duro, papa, yuca, zapallo; de los cuales resalta la papa, con una producción de 111,977.00 Toneladas Métricas entre los años

2014–2015. Si se hace una comparación de la producción de papa en dichos años con la producción de la misma entre los años 2007-2008, en donde se produjo 89,750.00 Toneladas Métricas, se puede deducir que la producción de papa ha incrementado notablemente. La producción agrícola en los centros poblados de la zona en estudio, según la Agencia Agraria de Cutervo, presenta los siguientes cultivos: Arveja, cebada, repollo, frijol grano seco, haba, maíz grano seco y papa, siendo este último el que resalta entre los principales cultivos. La producción de papa, entre los años 2015-2016, en el centro poblado de Aduñac fue de 170.00 Toneladas Métricas y en el centro poblado de Chacaf fue de 850.00 Toneladas Métricas (CUADRO N°2.12), la cual es producida en óptimas condiciones, pero lamentablemente en épocas de precipitaciones, las pérdidas en los productos agrícolas son cuantiosas, ya que los caminos de herradura y la vía de conexión en el C.P de Chacaf, se vuelven intransitables y las acémilas no logran trasladar sus productos. Es lamentable que en esta época los agricultores pierdan gran parte de la totalidad de sus productos y no abarquen áreas más amplias de cultivo, debido a la inexistencia de una carretera.

En lo que respecta a la producción pecuaria en el distrito de Cutervo, las especies más comunes son las siguientes: Aves, vacuno, ovinos, porcinos y caprinos. Entre las especies mencionadas, la más resaltante es el vacuno; pues entre los años 2014-2015, según la información brindada por la Agencia Agraria de Cutervo, se produjo 3,356,534.00 Toneladas Métricas de carne de vacuno. Si se hace una comparación de la producción de carne de vacuno en los años mencionados con la producción de la misma entre los años 2007-2008; se puede notar que en esos años se produjo 1,195.07 Toneladas Métricas. De lo mencionado, se puede deducir que la producción de carne de vacuno ha incrementado de manera abrupta. En la zona de estudio, según datos de la Agencia Agraria de Cutervo, la producción pecuaria consta de aves, ovinos, porcinos y vacunos, siendo este último el que mayor producción de carnes brinda. Entre los años 2015-2016, el Centro Poblado de Aduñac se produjo 91.2 Toneladas de carne en ganado vacuno, mientras que el centro poblado de Chacaf produjo 131.52 Toneladas de carne en ganado vacuno, brindando así, una importante cantidad de ingresos en la mejor de las condiciones, pero como ya fue descrito en líneas anteriores, debido a la presencia de precipitaciones, las pérdidas en los productos pecuarios son cuantiosas, ya que los caminos de herradura y la vía de conexión en el C.P de Chacaf, se vuelven intransitables e imposibilitan el traslado de animales, para su respectiva comercialización.

En cuanto al sector salud, no han ocurrido graves problemas, no han existido muertes por demora en llegar a los puestos de salud. Las enfermedades más comunes, según la información brindada por uno de los doctores del puesto de salud de Aduñac, son las infecciones respiratorias y las infecciones diarreicas debido a la falta de cloración del agua.

Por todo lo mencionado, la realización del proyecto es justificable por los siguientes motivos:

JUSTIFICACIÓN TÉCNICA: En el desarrollo del proyecto se pretende aplicar diferentes métodos existentes con lo que respecta a parámetros como: diseño geométrico (el trazo debe cumplir con los requerimientos y especificaciones técnicas de diseño, perfil longitudinal y transversal, pendientes máximas, radios de giros, curvas verticales, curvas horizontales, peraltes máximos y mínimos, entre otros), diseño de obras de arte tales como, badenes (permiten el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores, por lo tanto son fundamentales en este tipo de proyectos), alcantarillas (son necesarias ya que son elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, logrando mantener a esta en buen estado), todo esto teniendo en cuenta las normas, reglamentos y manuales vigentes aplicables en nuestro país, los cuales estarán mencionados en las bases teóricas del presente proyecto.

A su vez, se pretende aplicar técnicas especificadas en el manual de suelos emitido por el MTC, en cuanto al mejoramiento de los suelos, con la finalidad de incrementar la resistencia, estabilidad, capacidad portante y durabilidad de estos, dichas técnicas también se aplicarán en la estabilización de taludes según amerite el caso.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA: Según la Agencia Agraria de Cutervo, la producción de papa, entre los años 2015-2016, en el centro poblado de Aduñac fue de 170.00 Toneladas Métricas y en el centro poblado de Chacaf fue de 850.00 Toneladas Métricas, la suma total, en cantidad monetaria, producida en los dos centros poblados asciende a los 800,000.00 nuevos soles, en el mejor de los casos, Lamentablemente en épocas de precipitaciones, las pérdidas en los productos agrícolas son cuantiosas y el costo del traslado de productos agrícolas es elevado ya que las acémilas tienen dificultades al movilizar los productos, debido a que los caminos de herradura y la vía de conexión en el C.P de Chacaf se vuelven intransitables, llegando así, en el peor de los casos a imposibilitar la comercialización de estos sectores con los principales centros de

consumo (Cochabamba, Chiclayo y Cutervo) a pesar de ser zonas altamente productivas. Es por esto que, la realización de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, traerá beneficios a los productores agrícolas de dichos lugares, ya que ahorrarán en el costo de traslado de sus productos, no habrá pérdidas de productos agrícolas (CUADRO N°3) y podrán comercialización con mayor facilidad, Así mismo, se beneficiará a las empresas comercializadoras, ahorrando en el costo de mantenimiento de sus vehículos y el uso de gasolina, ya que tendrán una vía de acceso transitable y en óptimas condiciones, la cual conectará los centros poblados y sectores mencionados con los principales centros de consumo ubicados en Cochabamba y Cutervo. Todo esto generará aumento en la economía, trayendo como consecuencia la mejora en la calidad de vida en estos lugares.

JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL: La ejecución de un proyecto de carretera, demanda una alteración en el medio ambiente en factores como el suelo, agua, aire, fauna. Por tal motivo este proyecto se analizará y optará por desarrollar la alternativa en donde el impacto ambiental generado sea el menor posible. Al mismo tiempo, se elaborará y aplicará una Evaluación de Impacto Ambiental, con la finalidad de monitorear y mitigar los efectos que se ocasionen en los medios mencionados. Todo esto con la finalidad de preservar y cuidar el medio ambiente.

JUSTIFICACIÓN SOCIAL: La carretera es eje fundamental de progreso económico, social y cultural de los pueblos, así mismo, es también un elemento imprescindible de la correcta ordenación y articulación territorial. Mediante la carretera, la cual además de conectar de forma inmediata los sectores de Aduñac – Chupicalpa – Agua Blanca – Chacaf pertenecientes al distrito Cutervo, hacia los principales mercados de consumo, también interconectará a estos sectores entre sí, permitiendo, el traslado de los pobladores sin dificultades, a la vez, que éstos, los cuales son un promedio de 1648 habitantes tengan acceso sin dificultad hacia un hospital (CUADRO N° 10), lugar de trabajo o mercado, así mismo beneficiará a un total de 404 estudiantes, brindando la facilidad en su traslado hacia alguna de las Instituciones Educativas (CUADRO N° 7), logrando así, el bienestar social e integración cultural de los pueblos.

Para la correcta y buena elaboración de este proyecto se ha considerado los siguientes objetivos.

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar el diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

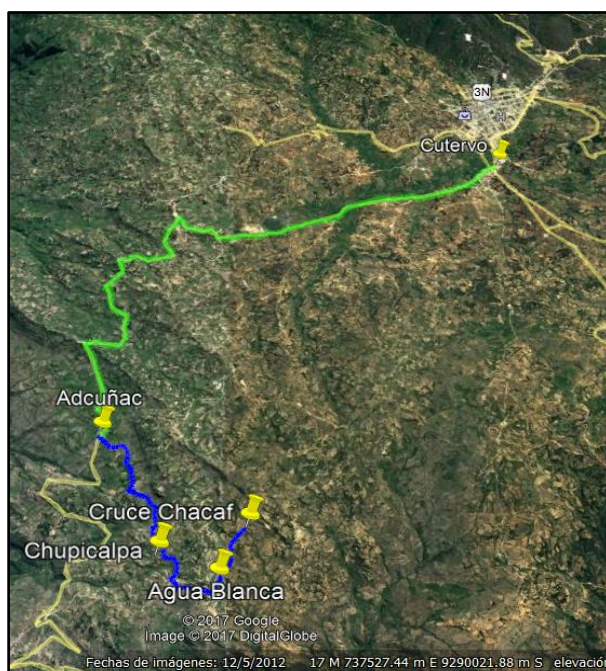
- Ejecutar el levantamiento topográfico, el estudio de suelos y el estudio hidrológico.
- Analizar alternativas de diseño de forma técnica, económica y ambiental para seleccionar la más óptima.
- Elaborar el Diseño Geométrico y las obras de arte necesarias.
- Efectuar la Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.
- Hacer el presupuesto del proyecto.
- Realizar los planos del proyecto.

FIGURA N° 02: Índice de accesibilidad urbano y rural

PROVINCIA Y DISTRITO	CENTROS POBLADOS			POBLACION 2007		
	TOTAL	Conectados al sistema vial	Sin conexión	TOTAL	Conectados al sistema vial	Sin conexión
AMBITO URBANO Y RURAL	612	310	302	138,213	93,569	44,644
Cutervo	108	74	34	53,075	34,938	18,137
Callayuc	52	33	19	10,474	8,385	2,089
Choros	67	22	45	3,566	3,083	483
Cujillo	22	14	8	2,916	2,187	729
La Ramada	14	12	2	4,705	4,345	360
Pimpingos	33	15	18	6,201	4,590	1,611
Querocotillo	67	26	41	16,549	7,339	9,210
San Andrés de Cutervo	11	6	5	5,323	2,250	3,073
San Juan de Cutervo	35	16	19	2,158	1,942	216
San Luis de Lucma	20	15	5	3,951	3,358	593
Santa Cruz	54	22	32	3,229	3,000	229
Sto Domingo de la Capilla	28	10	18	5,483	2,832	2,651
Santo Tomás	37	17	20	8,310	5,430	2,880
Sócota	35	23	12	10,779	8,956	1,823
Toribio Casanova	29	5	24	1,494	934	560
%		50.65	49.35		67.70	32.30

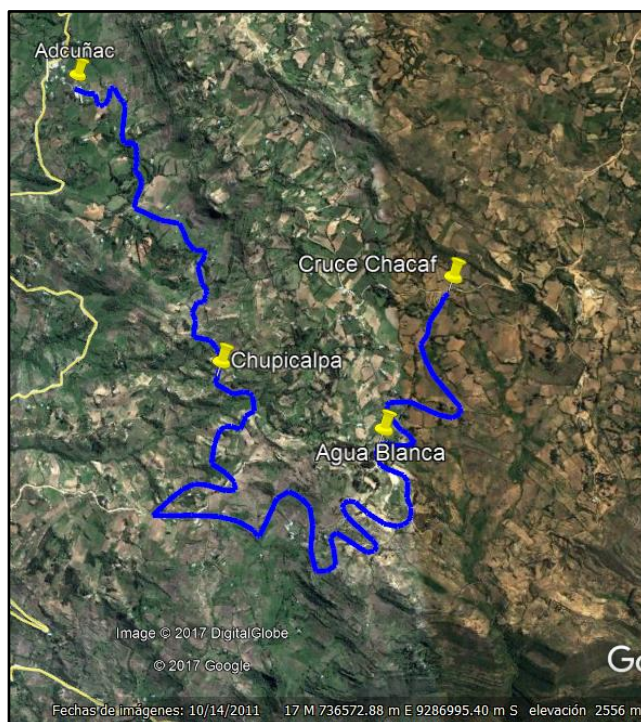
Fuente: Plan Vial Provincial Participativo de la Provincia de Cutervo, 2010-2019.

FIGURA N° 03: Mapa de la ruta a la zona del proyecto



Fuente: Google Earth.

FIGURA N° 04: Mapa local del proyecto



Fuente: Google Earth.

TABLA N° 01: Ejecución y perspectivas de la producción agrícola según principales cultivos en el distrito de Cutervo - 2015

PROVINCIA:		CUTERVO		DISTRITO:		CUTERVO		CAMPAÑA AGRICOLA:		2014-2015								
VARIABLES	TOTAL	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CAÑA DE AZUCAR (ALCOHOL)																		
Siembras Has																		
Sup Perdida Has																		
Cosechas Has																		
Rendimiento																		
Produccion	3430.00						195	220	310	270	320	300	350	420	380	323	342	
Precio Chacra							0.2	0.18	0.2	0.16	0.18	0.2	0.17	0.16	0.19	0.18	0.19	
MAIZ AMAR. DURO																		
Siembras Has	1,812.00	17	47	272	754	432	243	47										
Sup Perdida Has	1,735.00		55	220	760	350	300	50										
Cosechas Has	1,735.00							52	195	640	350	200	240	58				
Rendimiento	3.467							3.173	3.846	3.594	3.200	3.400	3.375	3.276				
Produccion	6015.00						165	750	2300	1120	680	810	190					
Precio Chacra	0.68							0.7	0.75	0.7	0.65	0.63	0.65	0.6				
PAPA																		
Siembras Has	6,269.00	418	915	1361	1331	616	223	133	222	332	340	261	117					
Sup Perdida Has	6,060.00	380	820	1100	1600	510	450	150	180	260	335	185	90					
Cosechas Has	5,970.00						380	900	1150	1385	510	320	190	195	200	420	320	
Rendimiento	18.757						19.605	20.667	19.391	19.134	17.804	16.719	17.211	16.923	17.100	17.150	17.200	
Produccion	111977.00						7450	18600	22300	26500	9080	5350	3270	3300	3420	7203	5504	
Precio Chacra	0.73						0.62	0.7	0.65	0.66	0.7	0.73	0.66	0.65	0.7	1.1	1.4	
YUCA																		
Siembras Has	704.00	13	25	38	69	95	104	109	112	74	39	16	10					
Sup Perdida Has	658.00	10	30	28	70	80	100	110	85	75	35	15	20					
Cosechas Has	568.00						81	80	78	55	35	21	15	15	20	80	88	
Rendimiento	8.688						8.765	8.875	9.231	8.818	8.429	8.571	9.000	8.333	8.350	8.380	8.389	
Produccion	4935.00						710	710	720	485	295	180	135	125	167	670	738	
Precio Chacra	1.03						0.85	1	1.2	1	1.1	1.2	1.2	1	1.2	1	0.95	

Fuente: Agencia Agraria de Cutervo, 2014-2015.

TABLA N° 02: Principales cultivos en los Centros Poblados de Aduñac, Chacaf - 2016

Centro poblado: Aduñac

CULTIVOS	N° HECTÁREAS	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PRODUCCIÓN TN	CONSUMO TN	PÉRDIDAS TN	EXCEDENTE EXPORTABLE TN	PRECIO EN CHACRA /Kg	PRECIO TOTAL s/	PRECIO PERDIDAS s/
Arveja Grano Seco	60	900	54	3.60	4.79	45.61	2.4	109468.80	11491.20
Frijol Grano Seco	50	900	45	3.00	3.99	38.01	2.2	83622.00	8778.00
Haba Grano Verde	10	2200	22	1.47	1.95	18.58	2.5	46456.67	4876.67
Haba Grano Seco	10	800	8	0.53	0.71	6.76	2.5	16893.33	1773.33
Maíz Grano Seco	30	1000	30	2.00	2.66	25.34	1.8	45612.00	4788.00
Papa	10	12000	120	8.00	10.64	101.36	0.8	81088.00	8512.00
Repollo	1	10000	10	0.83	0.87	8.30	0.8	6636.67	696.67
Cebada	2	800	1.6	0.08	0.14	1.38	0.7	962.92	101.08
TOTAL								S/. 390,740.39	S/. 41,016.95

Centro poblado: Chacaf

CULTIVOS	N° HECTÁREAS	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PRODUCCIÓN TN	CONSUMO TN	PÉRDIDAS TN	EXCEDENTE EXPORTABLE TN	PRECIO EN CHACRA /Kg	PRECIO TOTAL s/	PRECIO PERDIDAS s/
Arveja Grano Seco	40	900	36	2.40	3.19	30.41	2.4	72979.20	7660.80
Frijol Grano Seco	50	1000	50	3.33	4.43	42.23	2.2	92913.33	9753.33
Haba Grano Verde	10	2200	22	1.47	1.95	18.58	2.5	46456.67	4876.67
Haba Grano Seco	10	900	9	0.60	0.80	7.60	2.5	19005.00	1995.00
Maíz Grano Seco	50	1200	60	4.00	5.32	50.68	1.9	96292.00	10108.00
Papa	50	16000	800	53.33	70.93	675.73	0.8	540586.67	56746.67
Repollo	1	12000	12	1.00	1.05	9.96	0.9	8959.50	940.50
Cebada	2	800	1.6	0.08	0.14	1.38	0.7	962.92	101.08
TOTAL								S/. 878,155.29	S/. 92,182.05

Fuente: Agencia Agraria de Cutervo, 2015-2016.

TABLA N° 03: Pérdidas de producto en el traslado, según Centro Poblado

CENTRO POBLADO ADCUÑAC								
CULTIVOS	Arveja Grano Seco	Frijol Grano Seco	Haba Grano Verde	Haba Grano Seco	Maíz Grano Seco	Papa	Repollo	Cebada
PÉRDIDAS TN	4.79	3.99	1.95	0.71	2.66	10.64	0.87	0.14
PRECIO EN CHACRA	2.40	2.20	2.50	2.50	1.80	0.80	0.80	0.70
CENTRO POBLADO CHACAF								
CULTIVOS	Arveja Grano Seco	Frijol Grano Seco	Haba Grano Verde	Haba Grano Seco	Maíz Grano Seco	Papa	Repollo	Cebada
PÉRDIDAS TN	3.19	4.43	1.95	0.80	5.32	70.93	1.05	0.14
PRECIO EN CHACRA	2.40	2.20	2.50	2.50	1.90	0.80	0.90	0.70
PÉRDIDAS POR PRODUCTO TN	7.98	8.42	3.90	1.51	7.98	81.57	1.92	0.29
PRECIO S/.	19152.00	18531.33	9753.33	3768.33	14896.00	65258.67	1637.17	202.16

PÉRDIDA TOTAL TN	113.57
PRECIO TOTAL S/.	133198.99

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 04: Costo de transporte de productos agrícolas sin una carretera.

COSTO TRASLADO DE PRODUCTOS RUTA ALTERNA

PRODUCTO	CANTIDAD (quintal)	CHACAF - CACHACARA	CACHACARA - RODIOPAMPA	RODIOPAMPA - CUTERVO	CUTERVO - CHICLAYO	COSTO Soles
		Asémila	Vehículo	Vehículo	Vehículo	
Papa	2	S/. 13.00	S/. 1.50	S/. 3.50	S/. 5.00	S/. 23.00
Arveja grano seco	2	S/. 13.00	S/. 1.50	S/. 3.50	S/. 5.00	S/. 23.00
Frijol grano seco	2	S/. 13.00	S/. 1.50	S/. 3.50	S/. 5.00	S/. 23.00
Maiz grano seco	2	S/. 13.00	S/. 1.50	S/. 3.50	S/. 5.00	S/. 23.00

COSTO TRASLADO DE PRODUCTOS: CHACAF - ADCUÑAC - CHICLAYO (SIN CARRETERA)

PRODUCTO	CANTIDAD (quintal)	CHACAF - ADCUÑAC	ADCUÑAC - CHICLAYO	COSTO
		Asémila	Vehículo	Soles
Papa	2 quintal	S/. 12.00	S/. 5.00	S/. 17.00
Arveja grano seco	2 quintal	S/. 12.00	S/. 5.00	S/. 17.00
Frijol grano seco	2 quintal	S/. 12.00	S/. 5.00	S/. 17.00
Maiz grano seco	2 quintal	S/. 12.00	S/. 5.00	S/. 17.00

COSTO TRASLADO DE PRODUCTOS: CHACAF - ADCUNAC - CHICLAYO (CON CARRETERA)

PRODUCTO	CANTIDAD (quintal)	CHACAF - ADCUÑAC	ADCUÑAC - CHICLAYO	COSTO	AHORRO CAMINO DE HERRADURA	AHORRO RUTA ALTERNA
		Vehículo	Vehículo	Soles		
Papa	2 quintal	S/. 1.50	S/. 5.00	S/. 6.50	S/. 10.50	S/. 16.50
Arveja grano seco	2 quintal	S/. 1.50	S/. 5.00	S/. 6.50	S/. 10.50	S/. 16.50
Frijol grano seco	2 quintal	S/. 1.50	S/. 5.00	S/. 6.50	S/. 10.50	S/. 16.50
Maiz grano seco	2 quintal	S/. 1.50	S/. 5.00	S/. 6.50	S/. 10.50	S/. 16.50

Fuente: Datos de campo.

TABLA N° 05: Ahorro en el transporte de productos agrícolas mediante la ejecución de una carretera.

AHORRO POR RUTA ALTERNA

Centro poblado: Aduñac

Cultivos	Excedente exportable (TM)	Excedente exportable (quintales)	Ahorro por dos quintales	Ahorros (Soles)
Arveja Grano Seco	45.61	912.24	16.50	7525.98
Frijol Grano Seco	38.01	760.20	16.50	6271.65
Haba Grano Verde	18.58	371.65	16.50	3066.14
Haba Grano Seco	6.76	135.15	16.50	1114.96
Maíz Grano Seco	25.34	506.80	16.50	4181.10
Papa	101.36	2027.20	16.50	16724.40
Repollo	8.30	165.92	16.50	1368.81
Cebada	1.38	27.51	16.50	226.97
TOTAL				S/. 40,480.02

Centro poblado: Chacaf

Cultivos	Excedente exportable (TM)	Excedente exportable (quintales)	Ahorro por dos quintales	Ahorros (Soles)
Arveja Grano Seco	30.41	608.16	16.50	5017.32
Frijol Grano Seco	42.23	844.67	16.50	6968.50
Haba Grano Verde	18.58	371.65	16.50	3066.14
Haba Grano Seco	7.60	152.04	16.50	1254.33
Maíz Grano Seco	50.68	1013.60	16.50	8362.20
Papa	675.73	13514.67	16.50	111496.00
Repollo	9.96	199.10	16.50	1642.58
Cebada	1.38	27.51	16.50	226.97
TOTAL				S/. 138,034.04

TOTAL S/. 178,514.06

AHORRO POR CAMINO DE HERRADURA

Centro poblado: Aduñac

Cultivos	Excedente exportable (TM)	Excedente exportable (quintales)	Ahorro por dos quintales	Ahorros (Soles)
Arveja Grano Seco	45.61	912.24	10.50	4789.26
Frijol Grano Seco	38.01	760.20	10.50	3991.05
Haba Grano Verde	18.58	371.65	10.50	1951.18
Haba Grano Seco	6.76	135.15	10.50	709.52
Maíz Grano Seco	25.34	506.80	10.50	2660.70
Papa	101.36	2027.20	10.50	10642.80
Repollo	8.30	165.92	10.50	871.06
Cebada	1.38	27.51	10.50	144.44
TOTAL				S/. 25,760.01

Centro poblado: Chacaf

Cultivos	Excedente exportable (TM)	Excedente exportable (quintales)	Ahorro por dos quintales	Ahorros (Soles)
Arveja Grano Seco	30.41	608.16	10.50	3192.84
Frijol Grano Seco	42.23	844.67	10.50	4434.50
Haba Grano Verde	18.58	371.65	10.50	1951.18
Haba Grano Seco	7.60	152.04	10.50	798.21
Maíz Grano Seco	50.68	1013.60	10.50	5321.40
Papa	675.73	13514.67	10.50	70952.00
Repollo	9.96	199.10	10.50	1045.28
Cebada	1.38	27.51	10.50	144.44
TOTAL				S/. 87,839.84

TOTAL	S/. 113,599.85
--------------	-----------------------

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 06: Excedente del productor.

C.P CHACAF

C) CÁLCULO DEL BENEFICIO POR EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

EXCEDENTE DEL PRODUCTOR A PRECIOS PRIVADOS

Excedente del productor : Actividad agrícola - A precios de mercado

RUBRO	UNIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1162.69	1315.76	1489.65	1687.29	1911.99	2167.55	2458.32	2789.27	3166.09	3595.27
Costo totales de producción	Miles de soles	584.75	662.66	751.27	852.10	966.86	1097.53	1246.37	1415.96	1609.24	1829.61
Beneficios	Miles de soles	577.94	653.10	738.38	835.19	945.13	1070.01	1211.95	1373.32	1556.85	1765.66
Sin Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1027.90	1098.50	1174.16	1255.26	1342.21	1435.44	1535.42	1642.66	1757.70	1881.12
Costo totales de producción	Miles de soles	516.23	552.18	590.74	632.10	676.48	724.09	775.20	830.04	888.92	952.13
Beneficios	Miles de soles	511.67	546.32	583.42	623.16	665.73	711.34	760.23	812.62	868.78	928.99
Excedente del productor	Miles de soles	66.27	106.79	154.97	212.03	279.40	358.67	451.72	560.70	688.07	836.67

EXCEDENTE DEL PRODUCTOR A PRECIOS SOCIALES

Actividad agrícola - A precios de sociales

RUBRO	UNIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1162.69	1315.76	1489.65	1687.29	1911.99	2167.55	2458.32	2789.27	3166.09	3595.27
Costo totales de producción	Miles de soles	461.95	523.50	593.50	673.16	763.82	867.05	984.63	1118.61	1271.30	1445.39
Beneficios	Miles de soles	700.74	792.26	896.15	1014.13	1148.17	1300.50	1473.69	1670.67	1894.79	2149.88
Sin Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1027.90	1098.50	1174.16	1255.26	1342.21	1435.44	1535.42	1642.66	1757.70	1881.12
Costo totales de producción	Miles de soles	407.82	436.22	466.68	499.36	534.42	572.03	612.41	655.74	702.25	752.19
Beneficios	Miles de soles	620.08	662.27	707.47	755.90	807.79	863.40	923.02	986.93	1055.45	1128.94
Excedente del productor	Miles de soles	80.66	129.99	188.68	258.23	340.38	437.09	550.67	683.74	839.34	1020.94

C.P ADCUÑAC

C) CÁLCULO DEL BENEFICIO POR EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

EXCEDENTE DEL PRODUCTOR A PRECIOS PRIVADOS

Excedente del productor : Actividad agrícola - A precios de mercado

RUBRO	UNIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	503.76	559.66	621.97	691.47	769.01	855.56	952.22	1060.21	1180.92	1315.90
Costo totales de producción	Miles de soles	283.96	316.24	352.33	392.70	437.89	488.47	545.14	608.64	679.84	759.71
Beneficios	Miles de soles	219.80	243.42	269.64	298.76	331.12	367.09	407.09	451.57	501.08	556.18
Sin Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	453.60	479.16	506.23	534.90	565.27	597.45	631.56	667.71	706.03	746.66
Costo totales de producción	Miles de soles	255.07	269.85	285.53	302.18	319.84	338.59	358.50	379.64	402.10	425.96
Beneficios	Miles de soles	198.53	209.31	220.69	232.72	245.43	258.86	273.06	288.07	303.93	320.70
Excedente del productor	Miles de soles	21.27	34.11	48.94	66.04	85.69	108.23	134.03	163.51	197.15	235.48

EXCEDENTE DEL PRODUCTOR A PRECIOS SOCIALES

Actividad agrícola - A precios de sociales

RUBRO	UNIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	503.76	559.66	621.97	691.47	769.01	855.56	952.22	1060.21	1180.92	1315.90
Costo totales de producción	Miles de soles	224.33	249.83	278.34	310.24	345.93	385.89	430.66	480.83	537.07	600.17
Beneficios	Miles de soles	279.43	309.83	343.63	381.23	423.08	469.67	521.57	579.39	643.84	715.72
Sin Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	453.60	479.16	506.23	534.90	565.27	597.45	631.56	667.71	706.03	746.66
Costo totales de producción	Miles de soles	201.51	213.18	225.57	238.72	252.67	267.49	283.21	299.92	317.66	336.51
Beneficios	Miles de soles	252.09	265.98	280.66	296.18	312.60	329.97	348.34	367.79	388.37	410.15
Excedente del productor	Miles de soles	27.34	43.85	62.97	85.05	110.48	139.70	173.22	211.60	255.47	305.57

RESUMEN

C) CÁLCULO DEL BENEFICIO POR EXCEDENTE DEL PRODUCTOR

EXCEDENTE DEL PRODUCTOR A PRECIOS PRIVADOS

Excedente del productor : Actividad agrícola - A precios de mercado

RUBRO	UNIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1666.45	1875.42	2111.62	2378.76	2680.99	3023.11	3410.54	3849.49	4347.01	4911.17
Costo totales de producción	Miles de soles	868.71	978.90	1103.60	1244.80	1404.75	1586.00	1791.51	2024.60	2289.08	2589.32
Beneficios	Miles de soles	797.74	896.52	1008.02	1133.95	1276.25	1437.11	1619.04	1824.89	2057.92	2321.84
Sin Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1481.50	1577.66	1680.38	1790.16	1907.48	2032.89	2166.98	2310.37	2463.73	2627.78
Costo totales de producción	Miles de soles	771.30	822.03	876.27	934.28	996.32	1062.68	1133.69	1209.69	1291.02	1378.09
Beneficios	Miles de soles	710.20	755.62	804.11	855.88	911.16	970.21	1033.29	1100.68	1172.71	1249.69
Excedente del productor	Miles de soles	87.54	140.89	203.91	278.07	365.08	466.90	585.75	724.21	885.22	1072.15

EXCEDENTE DEL PRODUCTOR A PRECIOS SOCIALES

Excedente del productor : Actividad agrícola - A precios de sociales

RUBRO	UNIDAD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Con Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1666.45	1875.42	2111.62	2378.76	2680.99	3023.11	3410.54	3849.49	4347.01	4911.17
Costo totales de producción	Miles de soles	686.28	773.33	871.85	983.39	1109.75	1252.94	1415.29	1599.43	1808.38	2045.56
Beneficios	Miles de soles	980.17	1102.09	1239.78	1395.36	1571.24	1770.17	1995.25	2250.06	2538.63	2865.60
Sin Proyecto											
Valor bruto de la producción	Miles de soles	1481.50	1577.66	1680.38	1790.16	1907.48	2032.89	2166.98	2310.37	2463.73	2627.78
Costo totales de producción	Miles de soles	609.33	649.40	692.26	738.08	787.09	839.52	895.62	955.65	1019.91	1088.69
Beneficios	Miles de soles	872.17	928.25	988.13	1052.08	1120.39	1193.37	1271.36	1354.72	1443.82	1539.09
Excedente del productor	Miles de soles	108.00	173.84	251.65	343.28	450.85	576.79	723.89	895.34	1094.81	1326.51

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 07: Producción pecuaria en los Centros Poblados de Aduñac, Chacaf - 2016

Centro poblado: Aduñac

CRIANZAS	N° DE CABEZAS	PRODUCCIÓN DE CARNE (kg)	CONSUMO	EXCEDENTE EXPORTABLE	PRECIO DE PRODUCTO (S/.)	PRECIO DE EXCEDENTE
Vacunos	380	91200	36480	54720	8.00	437760.00
Ovinos	285	9120	3040	6080	11.00	66880.00
Porcinos	475	11400	3800	7600	9.00	68400.00
Aves	1000	1500	500	1000	5.00	5000.00
TOTAL	2,140.00	113,220.00	43,820.00	69,400.00	33.00	578,040.00

Centro poblado: Chacaf

CRIANZAS	N° DE CABEZAS	PRODUCCIÓN DE CARNE (kg)	CONSUMO	EXCEDENTE EXPORTABLE	PRECIO DE PRODUCTO (S/.)	PRECIO DE EXCEDENTE
Vacunos	548	131520	43840	87680	8.00	701440.00
Ovinos	420	13440	4480	8960	11.00	98560.00
Porcinos	685	16440	5480	10960	9.00	98640.00
Aves	1370	2055	685	1370	5.00	6850.00
TOTAL	3,023.00	163,455.00	54,485.00	108,970.00	33.00	905,490.00

Fuente: Agencia Agraria de Cutervo, 2015-2016.

TABLA N° 08: Número de alumnos matriculados en las diferentes I.E de los Centros Poblados de Chacaf y Aduñac

N° NOMBRE DE LA IE	CÓDIGO MODULAR	NIVEL EDUCATIVO	N° TOTAL DE ESTUDIANTES	CENTRO POBLADO
338	0706002	Inicial	18	Aduñac
10827	0478545	Primaria	57	
Juan Velazco Alvarado	0641779	Secundaria	55	
I.E Primaria Chacaf	0706028	Inicial	57	Chacaf
10246	0347229	Primaria	112	
Héroes de la Paz	1322445	Secundaria	105	
TOTAL			404	

Fuente: UGEL Cutervo 2017.

TABLA N° 09: Distancia recorrida hacia la zona del proyecto

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Chiclayo – Aduñac	195 km	04h 00min	Asfaltada	Vehículo motorizado
Aduñac – Chupicalpa	1.85 km	01h 00min	Camino de Herradura	Acémilas
Chupicalpa - Lago Blanca	3.45 km	01h 45min	Camino de Herradura	Acémilas
Agua Blanca - Chacaf	1.75 km	00h 55min	Camino de Herradura	Acémilas
TOTAL	202.05 km	07h 40min		

Fuente: Datos de campo.

TABLA N° 10: Distancia recorrida hacia la zona del proyecto si hubiera carretera

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Chiclayo – Aduñac	195 km	04h 00min	Asfaltada	Vehículo motorizado
Aduñac – Chupicalpa	1.85 km	00h 10min	Si existiera trocha Carrozable	Vehículo motorizado
Chupicalpa - Lago Blanca	3.45 km	00h 20min	Si existiera trocha Carrozable	Vehículo motorizado
Agua Blanca - Chacaf	1.75 km	00h 10min	Si existiera trocha Carrozable	Vehículo motorizado
TOTAL	202.05 km	04h 40min		

Fuente: Datos de campo.

TABLA N°11: Población de los Puestos de Salud del distrito de Cutervo al 2017

ESTABLECIMIENTO DE SALUD	TOTAL
Centro Médico Cutervo (Essalud)	2,873
HOSP. SANTA MARIA DE CUTERVO	13,539
C.S. SUMIDERO	1,158
P.S. ADCUÑAC	544
P.S. AMBULCO GRANDE	1,312
P.S. AÑALCATE	728
P.S. AULLAN	717
P.S. CACHACARA	843
P.S. CARAMARCA CHICA	448
P.S. CHACAF	924
P.S. CHIPULUC	552
P.S. CHUGUR	654
P.S. CONDAY	604
P.S. CONGA DE ALLANGA	498
P.S. CORRALES	336
P.S. CRUZ ROJA	834
P.S. CULLANMAYO	816
P.S. EL ARENAL DE CUTERVO	718
P.S. EL CARDON	496
P.S. EL VERDE	631
P.S. LA COLCA	930
P.S. LA CONGONA	535
P.S. LA JAYUA	394

P.S. LA LLICA	435
P.S. LA SUCCHA	655
P.S. LANCHE	1,031
P.S. LAS PALMAS DE TINTAYOC	681
P.S. LLIPA	344
P.S. LUZPAMPA	406
P.S. MUNUNO	617
P.S. NUEVO ORIENTE	1,577
P.S. PATAHUAZ	799
P.S. RAMBRAN	409
P.S. RAYME	489
P.S. REJOPAMPA	633
P.S. SALABAMBA	1,104
P.S. SALOMON VILCHEZ MURGA	1,222
P.S. SAN CRISTOBAL DE NUDILLO	725
P.S. SAN LORENZO	323
P.S. SANTA ROSA DE TAPO	409
P.S. TRIGOPAMPA	383
P.S. URCURUME	1,229
P.S. VALLE CALLACATE	1,518
P.S. VISTA ALEGRE DE LA SOLA	321
P.S. YACANCATE	421
P.S. YANGACHIS	504
P.S. YATUN	692

Fuente: Municipalidad Provincial de Cutervo.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Entre los diversos estudios, bibliografía e investigaciones relacionadas con el tema "Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017", tenemos:

Banda, Dante y José Zubiato. 2016. Diseño definitivo de la carretera Pandalle - Campo Florido - Montegrando - La Viña, de los distritos de Pimpingos y Santa Cruz, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

La finalidad de este proyecto es el de diseñar una vía en óptimas condiciones de transitabilidad para así poder integrar a los caseríos del proyecto, fomentando con ello el desarrollo tanto económico, social y cultural. Se considera que la principal fuente de ingresos de la población es la agricultura, es por eso que mediante este proyecto se facilitará el poder extraer y comercializar sus productos agrícolas a tiempo, mejorando la competitividad local y propiciando así la mejora de las condiciones de vida de su población.

Llanos, Yenni y Lucero Castro. 2015. Estudio definitivo de la carretera: El Rollo - La Unión - San Pedro del distrito de Choros, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Este trabajo de investigación presenta una propuesta: el estudio definitivo de la carretera que une tres pueblos: el Centro Poblado El Rollo, el caserío La Unión y el caserío San Pedro, ubicados en el distrito de Choros, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Se realizó el trabajo para combatir los efectos negativos que genera la falta de comunicación por carencia de vías de acceso, en los ámbitos económico, cultural, de salud y educación. Se ha desarrollado una información teórica así como la normativa vigente para este tipo de investigaciones, así mismo los estudios realizados para el diseño de la carretera. Posteriormente, se describe la metodología utilizada para este fin, se dan a conocer los resultados luego de haber realizado los procedimientos necesarios para el diseño definitivo de la carretera El Rollo – La Unión- San Pedro. Y por último, en los capítulos cinco y seis se

fundamenta el porqué de la elección de ciertos resultados y se da a conocer la solución del proyecto a través de las conclusiones.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2009. CONSTRUCCION Y REHABILITACION TROCHA CARROZABLE CHOCOPAMPA-CACHACARA, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA

El objetivo del proyecto busca promover el desarrollo de la producción agrícola de la localidad de Chocopampa y de las comunidades que se encuentran dentro de la influencia del proyecto, facilitándoles el libre acceso y comercialización de dicha producción hacia los principales mercados de Cutervo, Chota, Cochabamba y otros.

En este proyecto se ha planteado la rehabilitación y mejoramiento de trocha carrozable a nivel de afirmado con un ancho de vía de 4 m y un espesor de 20 cm, en donde se incluyen la construcción de obras de arte (muro de contención, alcantarillas, badenes y cunetas e implementación de señalización de vías)

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2012. CREACIÓN DEL CAMINO VECINAL HUANGASHANGA - SUCCHAYO, DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA

Debido a la dificultad para el acceso vehicular, y en consecuencia impedimento del intercambio económico y comunicación entre los caseríos Huangashanga y Succhayo, con los demás caseríos y centros poblados, es que se decide elaborar este proyecto.

Se construyeron 2.376 km de trocha carrozable de 4.50 m de calzada, con sus respectivas obras de arte, Por medio de este proyecto, se permitirá la comunicación entre los caseríos de Huangashanga y Succhayo con los demás caseríos y centros poblados, logrando el intercambio económico y comercial de estos, cumpliendo así su finalidad, la cual es elevar el nivel de vida de los pobladores de dichos caseríos.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2012. CREACIÓN DEL CAMINO VECINAL CULLANMAYO - NUDILLO, DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA

Mediante este proyecto se pretende dar la facilidad de acceso hacia los mercados de consumo a los pobladores de Cullanmayo y Nudillo, ya que dichos pobladores no pueden participar del intercambio económico debido a que se encuentran incomunicados entre ellos mismos y con los demás.

Se construyeron 2,405 km de trocha carrozable de 4.50 m de calzada; con sus respectivas obras complementarias, la cual permitirá la comunicación entre los caseríos de Cullanmayo y Nudillo, con los demás caseríos y centros poblados; facilitando el intercambio económico, comercial entre los caseríos mencionados, con los demás centros poblados y distritos de la provincia.; logrando su propósito, el cual es elevar el nivel de vida de los pobladores de dichos caseríos.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2014. CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO VECINAL AÑICO – CACHULQUE, DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA

El acceso que une las comunidades de Añico y Cachulque estaba constituida por un camino de herradura, de aproximadamente 3 km de longitud, con anchos variables entre 2.00 y 3.00 m, pendientes que van desde los 3.00 % a 25.00 %, desplazándose la población a pie o en acémilas; en tiempo de lluvias se vuelve intransitable, por la gran cantidad de lodo y barro, generando dificultad para el tránsito y transporte de la producción de la zona. En este nuevo contexto, la Municipalidad Provincial de Cutervo viene implementando una política para mejorar la infraestructura vial y turística de la ciudad, dentro de la cual se determinó la construcción del camino vecinal Añico - Cachulque.

Se construyeron 3.262 km de camino vecinal, con superficie de rodadura de material granular de 3.50 m de calzada, con sus respectivas obras complementarias. Logrando así el ahorro en costos de operación vehicular y excedente de productor, integración de las comunidades dentro del área de influencia del proyecto, impulsar el desarrollo de las actividades productivas de la zona, mejor desarrollo socio-económico de las comunidades involucradas, revalorización de los bienes inmuebles

y predios en el ámbito del proyecto, contar con una población incentivada a contribuir con el desarrollo de sus comunidades.

Municipalidad Provincial de Cutervo. 2014. CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO VECINAL YACANCATE - NUEVO CAPULCAN, DISTRITO DE CUTERVO, PROVINCIA DE CUTERVO – CAJAMARCA

El tramo del camino vecinal desde el C.P. Yacancate y el C.P. Nuevo Capulcan, se encontraba a nivel de camino de herradura en malas condiciones por presentarse en terreno natural en toda la dimensión del tramo, con suelos arcillosos conteniendo bastante humedad, ocasionada por las lluvias, quedando intransitable, lo que no permite el traslado de la población estudiantil y se refleja también menos ingresos para los productores y en consecuencia bajo nivel de vida de los habitantes de esta zona.

Mediante la construcción del camino vecinal Yacancate – Nuevo Capulcan, distrito de Cutervo, provincia de Cutervo - Cajamarca, a nivel de afirmado a lo largo de 01+690.159 km, con un ancho de vía de 4.50 m y sus respectivas obras de arte, se traerá beneficios como: disminución de riesgo al viajar, mejorar el acceso de salud y educación, ahorro de tiempo en viajar; la carretera permitirá sacar en mejores condiciones los productos lo que repercutirá en el nivel de mejores ingresos de las personas y por ende positivamente en el nivel de vida.

2.2 BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

Se ha tomado libros relacionados al diseño de carreteras, ley general del ambiente, normas y manuales emitidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, los cuales son los siguientes:

Kraemer, Carlos y otros. 2009. *Ingeniería de Carreteras*. Madrid: McGraw-Hill

El libro está redactado en dos volúmenes, con un total de sesenta capítulos, distribuidos en diez partes que abarcan la mayoría de los aspectos de la ingeniería viaria, también temas emergentes o de especial relevancia actual, como la gestión de tráfico y la seguridad vial; llegando a ser este libro muy útil para profesionales dedicados a esta área.

Ibañez, Walter. 2010. *Costo y tiempo en carreteras*. Lima: Macro

Este libro, abarca la elaboración de presupuestos y programación de obras viales en base a una metodología de costos. Presenta costos y análisis de los insumos necesarios para una carretera (mano de obra, equipos y herramientas), diversos análisis de costos unitarios, planillas de metrados, cálculo de fórmulas polinómicas, programación de obras, rendimientos de equipos mecánicos y otros temas diversos sobre proyectos viales.

MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNICA Y PAVIMENTOS”. R.D. N° 10-2014-MTC/14

Es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondientes 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.

MANUAL DE CARRETERAS. “DISEÑO GEOMÉTRICO (DG - 2018)”. R.D. N° 028-2014-MTC/14 (Modificación 2014)

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-2018). Este manual contiene las normas, guías y procedimientos para el 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 a determinados parámetros, considerando aspectos de conservación ambiental y seguridad vial, coherentes con las especificaciones técnicas de construcción.

MANUAL DE CARRETERAS. “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN” (EG - 2013). R.D. N° 03-2013-MTC/14

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. “HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE”. R.D. N° 3599-2008-MTC/14

El presente manual es de carácter general y orientativo, para que bajo el criterio profesional adecuado, el ingeniero busque dar soluciones a problemas complejos en materia de drenaje superficial y subterráneo aplicado a carreteras; debido al carácter muy aleatorio de las múltiples variables (hidrológico-hidráulico, geológico-geotécnico) de análisis que entran en juego, aspectos hidráulicos que aún no están totalmente investigados en nuestro país; el planteamiento de las soluciones respectivas, obviamente estarán afectados por niveles de incertidumbres y riesgos inherentes a cada proyecto.

MANUAL DE CARRETERAS. “ENSAYO DE MATERIALES” .R.D. N° 18-2016-MTC/14

Este manual tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos, para la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales que se utilizan en los proyectos de infraestructura vial, con el objeto de asegurar que su comportamiento correspondan a los estándares de calidad propuestos en los estudios, para las obras y actividades de mantenimiento vial, a su vez, este manual toma como referencia la normatividad de las instituciones técnicas reconocidas internacionalmente, tales como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto ACI, NTP, entre otras.

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.

LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338)

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable, a su vez, tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

El Reglamento es de aplicación a todas las entidades del sector público nacional, regional y local que ejercen competencias, atribuciones y funciones respecto a la

gestión y administración de recursos hídricos continentales superficiales y subterráneos; y, a toda persona natural o jurídica de derecho privado, que interviene en dicha gestión.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

AFIRMADO: Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables. (MTC 2013)

ALCANTARILLA: Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje ó siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas. (MTC 2013)

BADÉN: Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura. (MTC 2013)

BASE: Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una subbase o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura de un pavimento. (MTC 2013)

BOMBEO: Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía. (MTC 2013)

CALICATA: Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas. (MTC 2013)

CAMINO DE HERRADURA: Vía terrestre para el tránsito de peatones y animales. (MTC 2013)

CANTERA: Depósito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras. (MTC 2013)

CARRETERA: Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC 2013)

CUNETAS: Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento. (MTC 2013)

CURVA DE NIVEL: Línea definida por la intersección del terreno con un plano horizontal estableciéndose una cota determinada, la curva de nivel une puntos de igual cota. (MTC 2013)

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS: Mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en las superficies de rodadura o capas inferiores de la carretera, y son conocidas como suelo cemento, suelo cal y otros diversos. (MTC 2013)

IMPACTO AMBIENTAL: Alteración o modificación del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, que incluye los impactos socio ambiental. (MTC 2013)

LADERA: Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera. (MTC 2013)

OBRAS DE DRENAJE: Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos. (MTC 2013)

PENDIENTE DE LA CARRETERA: Inclinação del eje de la carretera, en el sentido de avance. (MTC 2013)

PLANOS DEL PROYECTO: Representación conceptual de una obra vial constituido por plantas, perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución. Los planos muestran la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutar. (MTC 2013)

QUEBRADA: Abertura entre dos montañas, por formación natural o causada por erosión de las aguas. (MTC 2013)

SECCIÓN TRANSVERSAL: Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas. (MTC 2013)

SUBBASE: Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de Base. (MTC 2013)

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. (MTC 2013)

TALUD: Inclinação de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. (MTC 2013)

TROCHA CARROZABLE: Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera. (MTC 2013)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

De acuerdo al diseño de investigación el proyecto es descriptivo, porque requiere de una descripción y comprensión profunda de las condiciones actuales, mediante recolección de datos.

De acuerdo al fin que se persigue es aplicada. Se sustenta en resultados de investigaciones y a partir de ellos se aplica para obtener los objetivos planeados.

3.1.2 Población, muestra de estudio y muestreo

Población y muestra de estudio

El objeto de estudio es una carretera y en toda su longitud al 100% no existe una población a nivel de selección estadística.

Sin embargo, el muestreo para la recolección será el siguiente:

- Calicatas para el estudio de suelos, 01 calicatas por cada Km.
- Seccionamiento topográfico, el cual no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas con radios inferiores a 100 m.
- Estudio de tráfico, el cual se realizará por 7 días con el fin de obtener la mayor muestra posible.
- Obras de arte (Levantamiento topográfico).

3.1.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Métodos

Estudio de tráfico

- Formato de MTC

Estudio de suelos: Mediante ensayos de laboratorio.

- MTC E 107 – 2000 Análisis Granulométrico de suelos por tamizado.

El objetivo es determinar, de forma cuantitativa, la distribución de partículas de suelo.

- MTC E 108 – 2000 Método de Ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

El objetivo es determinar la relación, expresada en porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

- MTC E 110 – 2000 Determinación del Límite Líquido de los suelos.

El objetivo es determinar el contenido de humedad en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando este se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

- MTC E 111 – 2000 Determinación del Límite Plástico (L.P) e Índice de Plasticidad.

El objetivo es determinar el límite plástico de un suelo y el calcular el índice de plasticidad, previamente conocer el límite líquido (LL) del mismo suelo.

Levantamiento topográfico

- Formatos

Técnicas

Los procedimientos o actividades realizadas con el fin de obtener información necesaria para logro de los objetivos son las siguientes: la observación, evaluación y análisis de documentos.

La observación, mediante las frecuentes visitas a la zona de proyecto teniendo cierta interacción directa con el ambiente; obteniendo, de esta manera, toda la información necesaria para la elaboración del proyecto. Muy aparte de ello, esta técnica también nos permite tener una noción real acerca de la situación actual que presentan estos centros poblados.

Fuentes

- Bibliográficas
- Normativa Existente

Instrumentos

Programas de cómputo

- Autocad Land
- Civil 3D

- Microsoft Office(Word, Excel)

Topográficos

- Estación Total
- Prisma para estación total
- Brújula
- GPS
- Eclímetro
- Wincha de 30.00 m
- Wincha de 5.00 m
- Estacas, libreta de campo, comba, pintura, pincel, machetes, etc.

Laboratorio de mecánica de suelos

- Mallas
- Hornos
- Máquina de los ángeles
- Moldes de Próctor
- Moldes de CBR
- Equipo de corte directo
- Equipo para límites de Atterberg

3.1.4 Plan de procesamiento para análisis de datos

Fase I:

1. Efectuar coordinaciones previas con las autoridades locales competentes.
2. Visita a la zona del proyecto y recolección de información.
3. Inicio de la recopilación de datos para la evaluación de impacto ambiental.
4. Revisión de la normativa nacional vigente.
5. Recolección de información bibliográfica y antecedentes del proyecto.
6. Estudio de tráfico.
7. Levantamiento Topográfico.
8. Evaluación de dos alternativas y elección de la mejor propuesta de diseño.

Fase II:

9. Proceso y toma de datos para la evaluación de impacto ambiental.
10. Toma de muestras y ensayos de mecánica de suelos.

11. Estudio hidrológico e hidráulico.
12. Estudio de canteras y botaderos.
13. Elaboración del diseño geométrico de la mejor propuesta.
14. Elaboración de los planos del diseño geométrico de la mejor propuesta.
15. Evaluación y elección del tipo de estructura y superficie de rodadura.

Fase III:

16. Diseño del tipo de estructura y superficie de rodadura.
17. Proceso y toma de datos para la evaluación de impacto ambiental.
18. Diseño de las obras de arte.
19. Elaboración de planos del diseño de obras de arte.

Fase IV:

20. Metrados.
21. Análisis de costos unitarios.
22. Elaboración de costos y presupuestos.
23. Cronograma de ejecución de obra.
24. Elaboración del informe final de la evaluación de impacto ambiental.
25. Conclusiones y Recomendaciones.
26. Elaboración final del proyecto.

3.2 METODOLOGÍA

3.2.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

Es necesario aclarar los conceptos de tráfico y tránsito ya que no se refieren a lo mismo. Mientras que el tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte, el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la carretera, pero que usualmente se denominan tráfico vehicular.

En el desarrollo del estudio de tráfico, se contemplan tres etapas claramente definidas.

- Recopilación de la información
- Tabulación de la información
- Análisis de la información y obtención de resultados

Previamente a estas etapas, se realizó una visita de reconocimiento a las diferentes zonas del área de estudio, ya que al tratarse de un proyecto de apertura de trocha carrozable, es decir, no existe una carretera actualmente, por tal motivo, se debe localizar los puntos a los cuales llamaremos estaciones, en donde se realizará el presente estudio. Dichas estaciones se ubicaron en las carreteras más cercanas al lugar en donde se efectuará el proyecto y las cuales cumplan con las características y se asemejen al proyecto que se está proponiendo. Por tal motivo, se tuvo que realizar el estudio de tráfico en los dos extremos del camino de herradura, ya que por un extremo circula la carretera que une los centros poblados de Cachacara y Chacaf, mientras que por el otro extremo se encuentra la carretera que une los distritos de Cutervo y Cochabamba.

Para realizar el conteo de vehículos se utilizaron formatos presentados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El estudio de tráfico vehicular tuvo por objeto cuantificar y clasificar los vehículos que transitan por las mencionadas vías. El conteo volumétrico (conteo de tráfico) se realizó en las estaciones identificadas y seleccionadas por un periodo de (07) días consecutivos de la semana y durante las 24 horas del día, desde las 00:00 horas del lunes 07 hasta las 24 horas del domingo 13 de agosto del año 2017 y desde las 00:00 horas del miércoles 16 hasta las 24 horas del martes 22 de Agosto, para posteriormente elegir el conteo más desfavorable (mayor cantidad de vehículos) el cual utilizaremos posteriormente como referencia para los cálculos que se requiera. Cabe mencionar que el equipo de trabajo que participo en las labores de recolección de campo estuvo a cargo de 4 clasificadores.

Para el procesamiento de datos se tuvo en cuenta:

- Revisión de información (formatos)
- Clasificación de información
- Procesamiento u digitalización de los datos en computadora
- Resultados de índice medio diario (IMD) tanto semanal como anual.
- Proyección de conteo mediante factores de corrección.

3.2.1.1 Objetivos del estudio

- Objetivo general
 - Estimar la demanda vehicular en la vía a diseñar para definir las características técnicas del camino.
- Objetivos específicos
 - Cuantificar la demanda actual, basados en conteos volumétricos en las estaciones E1 y E2, por un período de siete días consecutivos.
 - Caracterizar la demanda actual, según su distribución por sentidos, composición vehicular, variaciones diarias y horarias.
 - Analizar la evolución de los flujos de tránsito y hacer las proyecciones.
 - Analizar el tránsito y condiciones existentes en la vía actual con el fin de obtener la capacidad y nivel de servicio para el año de su puesta en servicio y para el horizonte del proyecto.

FOTOGRAFÍA N°01: Recolección de la información en campo: Cruce Chacaf



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA N°02: Recolección de la información en campo: Aduñac



Fuente: Propia.

3.2.1.1. Transito Actual

La información obtenida de los conteos tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria.

Luego de consolidar y procesar la información obtenida del conteo en la estación seleccionada, se analizó los resultados de los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo y sentido así como la suma de ambos sentidos.

Para obtener un el Índice Medio Diario Semanal (IMDs) y posteriormente el Índice Medio Diario Anual (IMDa) por vehículo se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$IMDs = \frac{\sum V_i}{7} \dots\dots (I)$$

$$IMDa = FC * IMDs \dots\dots (II)$$

Donde:

IMDa : Índice Medio Diario Anual

IMD : Incide medio diario

Vi : Volumen Vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.

FC : Factor de conversión estacional

3.2.1.2. Factor de corrección estacional - fce

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales o quincenales, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc. De este modo, es necesario utilizar un factor de corrección para afectar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo. El factor de corrección permite ajustar los valores obtenidos con el Índice Medio Diario Anual.

En las estaciones de las carreteras elegidas para el conteo, no existe ninguna Unidad de Peaje, por lo que fue necesario buscar una Unidad de Peaje con patrón estacional similar y que se encuentre lo más cercana a la zona del proyecto. Para el proyecto se ha considerado la estación Pomalca.

FIGURA N° 05: Factor de Corrección Estacional Pomalca

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.01446590
F.C.E. Vehículos pesados:	0.85363111

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.2.1.3 Tránsito proyectado

Una vez calculado el índice medio diario anual, se procedió a proyectar el volumen de tránsito para un periodo de 10 años, por tratarse de una creación de carretera. Para calcular el crecimiento de tránsito se utilizó la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 (1 + r)^{n-1} \dots \dots (III)$$

En la que:

T_n : Tránsito proyectado al año “n” en vehículo/día

T₀ : Tránsito actual (año base) en vehículo/día.

n : Años del período de diseño.

r : Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio. Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específico, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

3.2.1.4. Variables Macroeconómicas

En el presente estudio se ha tomado información base las tasas de crecimiento del INEI, tasa de crecimiento poblacional del departamento de Cajamarca que es 0.9% para vehículos ligeros y el producto bruto interno de 7.1% para vehículos pesados, correspondientes al departamento de Cajamarca.

En tal sentido, se muestran en el cuadro siguiente las tasas de crecimiento vehicular consideradas en la zona de proyecto.

CUADRO N° 01: Tasa de crecimiento vehicular en el departamento de Cajamarca

$r_{vp} =$	0.90	Tasa de Crecimiento Anual de la Población	(para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$	7.10	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional	(para vehículos de carga)

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3.2.2. ESTUDIO DE RUTAS

El primer paso para encontrar el mejor trazo es hacer un reconocimiento de la zona del proyecto, un examen general rápido y crítico del terreno por el que debe pasar la carretera para determinar sus características topográficas principales y la naturaleza del uso actual y futuro.

El propósito de reconocimiento de rutas es:

- Hallar y evaluar diversas rutas posibles para el trazo y determinar la mejor alternativa
- Obtener una idea del costo probable de la carretera en el desarrollo socioeconómico de los terrenos por los que atraviesa.
- Evitar que el trazo de la carretera cause el mayor daño a la propiedad privada de la zona.

El presente proyecto se evaluó sobre dos trazos, para ello se realizó el levantamiento topográfico de estos, los cuales posteriormente se procesaron en trabajos de gabinete y se compararon tanto técnicamente, geográficamente, ambientalmente y económicamente, para así lograr determinar la ruta más óptima y adecuada.

3.2.3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

La topografía es uno de los factores principales en la localización de una carretera, pues permite al ingeniero examinar una faja de terreno buscando las características topográficas, permitiendo identificar puntos de controles que pueden ser naturales, artificial o hechos por el hombre, positivos o negativos que restringirán el trazo generalmente afecta a los alineamientos, pendientes, visibilidad y secciones transversales de la vía.

3.2.3.1 Objetivos

- Objetivo general
 - Reconocer y evaluar diversas rutas posibles para el trazo y determinar la mejor alternativa.
- Objetivos específicos
 - Obtener una idea del costo probable de construcción de la carretera propuesta.
 - Realizar los trazos en campo por donde haya menor pendiente y menor impacto en el medio ambiente.
 - Evitar que el trazo de la carretera cause el mayor daño a la propiedad privada de la zona.
 - Determinar las mejores características de la carretera.
 - Identificar visualmente la ubicación de las posibles obras de arte.

3.2.3.1 Equipos y herramientas

- 01 Estación Total Trimble, serie 5500
- Niveles esféricos ojos de pollo
- 02 Prismas
- GPS Navegador
- Jalones
- Radios
- Cinta métrica

FOTOGRAFÍA N° 03: Equipos y herramientas utilizadas para el estudio topográfico



Fuente: Propia.

3.2.3.1. Consideraciones generales del trazo

La localización de una ruta entre dos puntos, un inicial y otro terminal, establecidos como condición previa para un proyecto de carretera nueva, implica encontrar una franja de terreno cuyas características topográficas y factibilidad de uso permita asentar en ella una carretera de condiciones operativas previamente determinadas.

Debido a que la zona del proyecto se encuentra en un territorio accidentado, el trazo resulta controlado por las inclinaciones del terreno, En estos casos, además de vencer los accidentes importantes, el trazo se enfrenta a la necesidad de salvar la deficiencia de alturas en los tramos que se requiere ascender o descender para pasar por puntos obligatorios de la ruta.

3.2.3.1.1. Trazo indirecto

El levantamiento topográfico realizado en el campo para el presente proyecto ha consistido en un procedimiento que se describe a continuación:

Levantamiento de una franja amplia del terreno, en la cual se ha realizado utilizando equipos topográficos precisos y modernos (estación total Trimble, serie 5500). A medida que se avanzó con el levantamiento topográfico, se ha colocado BMs, en puntos clave para su utilización posterior. El BM de inicio se colocó en la plataforma Aduñac, a su vez se ubicó la estación E1 con una altitud de 2516.17 m.s.n.m, dando así el inicio a la etapa del levantamiento. Dichos BMs nos sirvieron posteriormente para realizar el levantamiento de nuestra poligonal de apoyo abierta, la cual nos sirvió para guiarse de las cotas de los diferentes puntos de la carretera.

FOTOGRAFÍA N° 04: Ubicación del BM de inicio durante el levantamiento topográfico



Fuente: Propia.

Durante la etapa del levantamiento se pudo observar el relieve del terreno con pendientes muy pronunciadas. Se optó por levantar trazos con pendientes longitudinales que vayan del 7% al 10% en donde las pendientes transversales varían entre el 50% al 100% en la mayoría de casos, debido a lo accidentado del relieve del terreno.

También se identificó la presencia de pequeñas quebradas que requieren alcantarillas y la ubicación de estas. El levantamiento culminó en el CP de Chacaf con una altitud de 2731.88 m.s.n.m.

FOTOGRAFÍA N° 05: Presencia de pequeñas quebradas



Fuente: Propia.

El trazo del eje se realizó en el gabinete sobre los planos digitales de topografía productos del levantamiento.

En este caso, se ha automatizado la medición, los registros, la elaboración de planos y el computo del movimiento de tierras mediante la organización de bases de datos y la digitalización puede realizarse en cualquier oportunidad posterior, para lo cual, durante la etapa del levantamiento topográfico, se han establecido BMs en puntos estratégicos.

a) Elementos de drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno.

Se considera lo siguiente.

- Ubicación de los puntos de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- Determinar y definir los puntos que se han necesarios para los elementos de drenaje.

b) Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

3.2.3.2. Sistema de unidades

En el presente trabajo topográfico se aplicó el sistema métrico decimal.

Las medidas angulares se expresan en grados, minutos y segundos sexagesimales. Las medidas de longitud se expresan en kilómetros (km), metros (m), centímetros (cm) o milímetros (mm), según corresponda.

3.2.3.3 Sistema de referencia

La georeferenciación, se ha establecido con puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM, los puntos seleccionados están colocados en un lugar cercano y accesible, evitando ser afectados por el tráfico peatonal.

El primer punto de control geográfico se colocó en la esquina de la plataforma de la I.E de Aduñac, dando inicio al trabajo de campo, teniendo como coordenadas N 9288513.5502 y E 735934.0715 y un punto final con coordenadas N 9287272.2373 y E 737747.4046, ubicada en el C.P de Chacaf.

Estos puntos servirán de base para todo el trabajo topográfico y a este estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

3.2.3.4 Trabajos topográficos

Los trabajos de topografía y geo-referenciación corresponden a los siguientes aspectos.

a) Sección transversal

Las secciones transversales del terreno natural estarán referenciadas al eje de la carretera. El espaciamiento de secciones no deberá ser mayor a 20 metros en tramos en tangente y de 10 metros en tramos en curvas. En caso de quiebres, en la topografía se tomaran secciones adicionales en los puntos de quiebre.

Se asignaran puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que pueda detallarse los taludes de corte y relleno y las obras de drenaje hasta los límites que se requieran. Las secciones, además, deberán extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de cultivos, canales, etc, que, por estar cercanas al trazo de la vía, podría ser afectada por las obras de la carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas.

Para el presente proyecto se ha hecho el levantamiento topográfico de una franja de 25m – 40m de ancho, según el acceso a los costados de la vía, de manera detallada para luego replantearlo en gabinete.

3.2.4. ESTUDIO DE SUELOS

3.2.4.1 Generalidades

Todas las obras de ingeniería civil se apoyan en el suelo de una u otra forma, y muchas de ellas además utilizan la tierra como elemento de construcción para terraplenes, diques y rellenos en general, por lo que, en consecuencia, su estabilidad, comportamiento funcional y estético estarán determinados, entre otros factores, por el desempeño del material de asiento situado dentro de las profundidades de influencia de los esfuerzos que se generan, o por el suelo utilizado para conformar los rellenos.

Si se sobrepasan los límites de capacidad resistente del suelo o si aun sin llegar a ellos, las deformaciones son considerables, se pueden producir esfuerzos secundarios en las estructuras, que en algunos casos no son considerados en el diseño, como es el caso de deformaciones importantes, grietas, alabeo o desplomos que se pueden producir al momento de la construcción.

3.2.4.2 Investigaciones realizadas

Las investigaciones consistieron en la recopilación y estudio de toda la información disponible, una exploración detallada del terreno tanto de superficie como de subsuelo, con el propósito de obtener información requerida para el mejoramiento de la capa de subrasante, diseño de pavimentos y diseño de las cimentaciones de las principales estructuras de arte y/o drenaje que se necesiten plantear en el proyecto.

3.2.4.3 Objetivos

- Objetivo general
 - Investigar las características del subsuelo perteneciente al terreno en donde se efectuará la carretera en estudio, por medio de trabajos de campo, ensayos de laboratorio y labores de gabinete.
- Objetivos específicos
 - Localizar y realizar las calicatas en el lugar de estudio.
 - Extraer muestras representantes de cada estrato encontrado.
 - Describir espesores y características de los estratos

3.2.1.3 Trabajos de Campo

3.2.4.3.1 Exploración en el terreno de fundación

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69. Se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- Cambio en la topografía de la zona en estudio;
- Por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- Zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural (t, <0.6 m);

- En zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.

Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de sub rasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos.

3.2.4.3.2 Toma de muestras

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al CUADRO N° 01.

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía.

CUADRO N° 02: Número de calicatas para exploración de suelos

TIPO DE CARRETERA	NÚMERO MÍNIMO DE CALICATAS
<p>Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km por sentido
<p>Carreteras duales o multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km por sentido
<p>Carreteras de Primera Clase: Carreteras de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas por km
<p>Carreteras de Segunda Clase: Carreteras de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas por km
<p>Carreteras de Tercera Clase: Carreteras de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas por km
<p>Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras de IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicatas por km

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El número de calicatas indicado en el CUADRO N° 01, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de calicatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de calicatas del CUADRO N° 01 espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km.

Así mismo se extrajo muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de módulo de resiliencia (Mr) o ensayos de CBR para correlacionarlos

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtuvieron muestras representativas, las que fueron descritas e identificadas mediante una tarjeta y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevó un registro en el que se anotó el espesor de cada uno de los estratos del subsuelo y sus características más resaltantes. A su vez se extrajo muestras representativas de la sub rasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia (MR) o ensayos de CBR para correlacionarlos.

CUADRO N° 03 Número de ensayos Mr y CBR

TIPO DE CARRETERA	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas , cada una con dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido

<p>Carreteras duales o multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido
<p>Carreteras de Primera Clase: Carreteras de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
<p>Carreteras de Segunda Clase: Carreteras de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará 1 CBR • (*)
<p>Carreteras de Tercera Clase: Carreteras de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará 1 CBR • (*)
<p>Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras de IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará 1 CBR

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

FOTOGRAFÍA N° 06: Ejecución de calicatas en la zona del proyecto



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA N° 07: Extracción de muestras de la ejecución de calicatas



Fuente: Propia.

3.2.4.3.3 Método de evaluación

Ensayos de mecánica de suelos

Descripción de los ensayos del laboratorio

Las muestras extraídas en la investigación de campo fueron procesadas en el laboratorio de suelos y pavimentos USAT. Se emplearon las normas A.S.T.M. D -2487 “Método para clasificación de suelos” y ASTM D-2448 “Práctica recomendada para la descripción de suelos”, así como MTC vigentes. Dichas muestras fueron sometidas a los siguientes ensayos.

Ensayos Estándar

- Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422; MTC E 107)
- Límites de Consistencia
 - Límite Líquido (ASTM D-423-66; MTC E 110)
 - Límite Plástico (ASTM D-424-59; MTC E 111)
 - Índice de Plasticidad
- Contenido de Humedad (ASTM D-2216; MTC E 108)
- Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación AASHTO (ASTM D-3282)

Ensayos Especiales

- Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557; MTC E115)
- Ensayo de C.B.R. (ASTM D-1883, MTC E 132)

a. Análisis granulométrico por tamizado: (generalidades, equipo, procedimiento)

El objetivo es determinar en forma cuantitativa la distribución de tamaños de partículas de suelo.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

TABLA N° 12: Tamaño de partículas

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Jiménez Salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

b. Límites de consistencia

- Límite líquido (generalidades, equipo, procedimiento)

El objetivo es determinar el límite líquido que representa el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido. El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

- Límite plástico (generalidades, equipo, procedimiento)

El objetivo es determinar el límite plástico que representa la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen, es decir cuando éste se halla en el límite entre el estado semi sólido y el estado plástico.

- Índice de Plasticidad

Se define como la diferencia entre el Límite Líquido y límite plástico.

$$IP = LL-LP$$

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el

contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. Sobre todo esto se puede dar la clasificación siguiente:

TABLA N°13: Índices de plasticidad

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	CARACTERÍSTICA
$IP > 20$	Suelos muy arcillosos
$20 > IP > 10$	Suelos arcillosos
$10 > IP > 4$	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Jiménez salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

- **Índices de Consistencia**

TABLA N°14: Índices de consistencia

INDICE DE CONSISTENCIA	ESTADO DEL SUELO
< 0.00	Líquido
0.00-0.25	Semi-líquido
0.25-0.50	Plástico muy blando
0.50-0.75	Plástico blando
0.75-1.00	Plástico duro
>1.00	Sólido

Fuente: Jiménez Salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

La tabla anterior relaciona los valores que se pueden obtener a partir del índice de consistencia, de acuerdo a la participación de suelos que han estado sujetos a saturación los tiempos prolongados en algunos casos, o de manera cíclica para sustratos provenientes directas o indirectas de precipitaciones por épocas.

Las condiciones encontradas del estado suelo quedan determinadas como inadecuadas cuando los suelos son calificados como blandos, muy blandos, semi líquidos y

líquidos, recomendándose ejecutar un reemplazo de estos materiales inadecuados.

c. Contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca (proctor modificado)

Se efectúa este ensayo para asegurar una buena compactación, esto se traduce en determinar cuál es la humedad que se requiere, con una energía de compactación dada, para obtener la densidad seca máxima que se puede conseguir para un determinado suelo. La humedad que se busca es definida como humedad óptima y es con ella que se alcanza la máxima densidad seca, para la energía de compactación dada. Dicho de otro modo éste método se emplea para determinar la relación entre la humedad y el peso unitario de los suelos compactados en un molde de un tamaño dado con un martillo de 4.54 kg (10 lb) que cae desde una altura de 457 mm.

d. Porcentaje de sal

El objetivo es determinar el porcentaje de sal que contiene un determinado suelo.

TABLA N° 15: Concreto expuesto a soluciones de sulfato

EXPOSICION A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA, PRESENTE EN SUELO SOMO SO4% EN SEECO	SULFATOS EN AGUA COMO SO4	CEMENTO TIPO
DESPRECIABLE	0.00 – 0.10	0 – 150	I
MODERADA	0.10 – 2.00	150 – 1500	II
SEVERA	0.20 – 2.00	1500 – 10000	V
MUY SEVERA	SOBRE 2.00	SOBRE 10000	V + PUZOLANA

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

e. California Bearing Ratio (CBR):

Se efectúa este ensayo para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub base y afirmado. El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

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

Las especificaciones establecen, generalmente, que los materiales de préstamo para sub-base deben tener expansiones del 2% al cabo de 4 días. Así mismo, se recomienda que los materiales para base tengan expansiones menores del 1%.

Se ha visto que la resistencia del suelo depende de la proporción de agua. El ensayo de penetración se lleva a cabo en una máquina de compresión, se toma lecturas de Carga Vs Penetración.

TABLA N° 16: Clasificación típica de CBR

C B R	CLASIFICACION	USOS	AASHTO
0 - 3	Muy pobre	Sub - rasante	A5, A6, A7
3 - 5	Pobre a regular	Sub - rasante	A4, A5, A6, A7
6 - 10	Regular	Sub-base	A2, A4, A6, A7
10 - 19	Bueno	Base, Sub-base	A1b, A2-5, A3, A2-6
Mayor a 50	Excelente	Base.	A1a, A2-4, A3

Fuente: Jiménez Salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

f. Clasificación de los suelos

Considerando que en la naturaleza existe una gran variedad de suelos, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos para poder clasificarlos. Cada uno de estos métodos tiene su campo de aplicación según su necesidad y uso que los haya fundamentados.

Para el diseño de pavimentos de carreteras se utiliza el método de American Association of State Highway and Transportation Officials (A.S.S.H.T.O.) y el Unified Soil Classification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS MÉTODO AASHTO

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos A-1 al A-8.

Los suelos inorgánicos se clasifican en 7 grupos que van del A-1 al A-7. Estos a su vez se subdividen en un total de 12 grupos.

Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como A-8.

- Descripción de los Grupos de Clasificación

a) Suelos Granulares

Son los que tiene 35% o menos, de material fino que pasa el Tamiz N° 200. Está formado por los grupos A-1, A-2 y A-3.

a.1) Grupo A-1: Comprende las mezclas bien graduadas, compuesta de fragmentos de piedra, grava, arena, y material ligante poco plástico. También se incluyen en este grupo mezclas bien graduadas que no tiene material ligante.

- Sub Grupo A-1a: Comprende aquellos materiales formados predominantemente por piedra o grava, con o sin material ligante bien graduado.
- Sub Grupo A-1b: Incluye aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa bien gradada, con o sin ligante.

a.2) Grupo A-2: Comprende una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% del material fino.

- Sub Grupos A-2-4 y A-2-5: pertenecen a estos sub grupos aquellos materiales cuyo contenido de material fino es igual o menor del 35% y cuyo fracción que pasa el tamiz N° 40 tiene las mismas características de los suelos A-4 y A-5, respectivamente.

Estos grupos incluyen aquellos suelos gravosos y arenosos (Arena Gruesa), que tengan un contenido de Limo o Índices de Grupo, en exceso a los indicados al Grupo A-1. Así mismo, incluye aquellas arenas Finas con un contenido de Limo no Plástico en exceso al indicado para el Grupo A-3.

- Sub Grupos A-2-6 y A-2-7: Los materiales de estos sub grupos son semejantes a estos anteriores, pero la fracción que pasa el tamiz N°40 tiene las mismas características de los suelos A-6 y A-7, respectivamente

a.3) Grupo A-3: En este grupo se encuentran incluidas las arenas finas, de playa y aquellas con poca cantidad de Limo que no tengan plasticidad. Este grupo incluye, además las arenas de río que contengan poca Grava y arena Gruesa

b) Suelos Finos Limo Arcillosos

Contiene más del 35 % del material fino que pasa el Tamiz N° 200, estos suelos constituyen los grupos A-4, A-5, A-6, A-7.

b.1) Grupo A-4: Pertenecen a estos grupos los suelos Limosos poco o nada Plásticos, que tiene un 75 % o más del material fino que pasa el Tamiz N° 200. Además, se incluyen en este grupo las mezclas de Limo con grava y arena hasta en un 64%.

b.2) Grupo A-5: Este tipo de suelo es semejante al anterior, pero contienen material Micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tienen un Límite Líquido elevado.

b.3) Grupo A-6: El material típico de este grupo es la arcilla plástica. Por lo menos el 75 % de estos suelos debe pasar el Tamiz N° 200, pero se incluye también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Estos materiales presentan por lo general grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

b.4) Grupo A-7: Los suelos de este grupo son semejantes a los suelos A-6, pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados.

Sub Grupo A-7-5: Incluye aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos.

Sub Grupo A-7-6: Comprende aquellos suelos cuyos índices de Plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y además experimentan cambios de volumen extremadamente grandes.

FIGURA N° 06: Sistema de clasificación AASHTO

Clasific. General	Suelos Granulares ($\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ($> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo	A-1a A-1b			A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm.	≤ 50										
0,5 mm.	≤ 30	≤ 50	≥ 51								
0,08 mm.	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35				36			
W_L				≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41
IP	≤ 6		NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas o Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						A-7-6: $IP > (W_L - 30)$				
	Si el suelo es NP $\Rightarrow IG = 0$; Sí $IG < 0 \Rightarrow IG = 0$										

Fuente: Jiménez Salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

- Índice de Grupo

La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite líquido, índice de plasticidad y porcentaje de material fino que pase el tamiz N° 200. Los índices de grupo de los suelos granulares están generalmente comprendidos entre 0 y 4, los correspondientes a suelos limosos entre 8 y 12, los correspondiente a 11 a 20 ó más son suelos arcillosos.

Cuando se indica un índice de grupo este debe colocarse entre paréntesis. Por ejemplo A-2-4 (1), quiere decir que se trata de un suelo A-2-4 cuyo índice de grupo es 1. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero.

Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo no utilizable para caminos.

El Índice de Grupo se calcula con la fórmula:

$$I.G. = (F - 35) [0.2 + 0.005 (L.L. - 40)] + 0.01(F - 15)$$

Donde:

F= Fracción suelo que pasa la malla N°200

LL= Límite Líquido

IP = Índice de plasticidad

TABLA N° 17: Suelos de subrasante según Índice de grupo

Índice de Grupo	Suelo de Sub-rasante
I.G. > 9	Muy Pobre
I.G. está entre 4 a 9	Pobre
I.G. está entre 2 a 4	Regular
I.G. está entre 1 – 2	Bueno
I.G. está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: Jiménez salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS MÉTODO SUCS

La clasificación es basada en las propiedades de plasticidad y en la distribución del tamaño de grano, según esta última, el sistema divide el suelo en dos grandes categorías

a) Suelos grueso granulares: Son aquellos materiales en los cuales el porcentaje retenido en la malla N°.200 es superior al 50%. Dentro de ellos están las fracciones de arena y grava, son suelos donde la distribución del tamaño y la forma de los granos influye notablemente en las propiedades ingenieriles del suelo.

b) Suelos finos granulares: Son los suelos en los cuales en 50% o más pasa la malla No.200. En estos suelos se incluyen las fracciones limo y arcilla, así como las fracciones de carácter orgánico. En los suelos finos son las propiedades de plasticidad las usadas para su clasificación.

SIMBOLOGÍA

La simbología utilizada para la clasificación del suelo es la siguiente:

Tamaño de partículas:

- **G:** Fracción de suelo más grueso o tamaño grava. (Gravas)
- **S:** Fracción del suelo con tamaño de grano comprendido entre malla No.4 y malla No.200. (Arena).
- **M:** Fracción fina del suelo que no posee propiedades de plasticidad, o de tener, es muy baja. (Limos).
- **C:** Fracción fina del suelo que posee propiedades de plasticidad. (Arcillas).

Respecto a la distribución de las partículas en el suelo:

- **W:** Buena gradación del suelo, o sea que dentro de la masa de suelo hay predominio de un tamaño de grano.
- **P:** Mala gradación. Significa que dentro de la masa de suelo hay variedad en el tamaño de grano, aunque haya predominio de uno de ellos.

Respecto a Plasticidad:

- **L:** Suelos con baja plasticidad, son aquellos donde $LL < 50$
- **H:** Suelos con alta plasticidad, aquellos donde $LL > 50$

Suelos Gruesos

Se dividen en gravas (G) y arenas (S), se separan con el Tamiz N° 4 de tal manera que un suelo pertenece al Grupo G si más del 50% del peso de su fracción gruesa queda retenido en el Tamiz N° 4 y pertenece al Grupo S en caso contrario.

a) Gravadas: Si el porcentaje de finos contenidos en la grava es menor del 5% la grava puede ser bien gradada (GW), si

cumple que el coeficiente de curvatura (C_c) presente un valor entre 1 y 3; y el coeficiente de uniformidad (C_u) sea mayor de 4, si no cumple los coeficientes anteriores la grava será mal gradada (GP).

Si el porcentaje de finos contenido en la grava es mayor del 12 % la grava puede ser GC si los finos son arcilla y GM si los finos son limo.

Si el porcentaje de finos está entre 5 y 12 se usa símbolo doble, por ejemplo GW-GC.

b) Arenas: Si el porcentaje de finos contenido en la arena es menor del 5%, la arena puede ser, bien gradada (SW) si se cumple que $1 < C_c < 3$ y $C_u > 6$; si no se cumple los coeficientes anteriores la arena será mal gradada (SP).

Si el porcentaje de finos, contenido en la arena es mayor del 12% la arena puede ser arcillosa (SC) si los finos son Arcilla, o limosa (SM) si los finos son Limo.

Si el porcentaje de finos está entre 5 y 12 se usa símbolo doble, por ejemplo SP-SM.

Coeficiente de Curvatura y Uniformidad

Estos coeficientes permiten comparar y calificar granulometrías se definen de la siguiente manera:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

D_{60} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60%

del suelo en peso.

D_{10} = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10 %
del suelo en peso.

Suelos Finos

La clasificación de los suelos finos se realiza con la carta de plasticidad, la misma que contiene zonas delimitadas por dos líneas básicas: Línea A que separa las arcillas de los Limos y suelos Orgánicos, Línea B que separa los suelos de Alta y Baja Plasticidad.

Este sistema considera los suelos finos en tres grupos:

Limos Inorgánicos (M), Arcillas Inorgánicas (C) y Limos y Arcillas orgánicas (O) cada uno de estos suelos se subdivide según su Límite Líquido en dos grupos cuya frontera es el Límite Líquido. Si el Límite Líquido del suelo es menor a 50% se añade al símbolo la letra L lo que significara de Baja Plasticidad, si es mayor a 50% se añade la letra H que significa de alta Plasticidad de tal manera que se tendrá los siguientes tipos de suelos:

ML: Limos Inorgánicos de Baja Plasticidad

OL: Limos y Arcillas Orgánicas de Baja Plasticidad

CL: Arcillas Inorgánicas de Baja Plasticidad.

CH Arcillas Inorgánicas de Alta Plasticidad

MH: Limos Orgánicos de Alta Plasticidad.

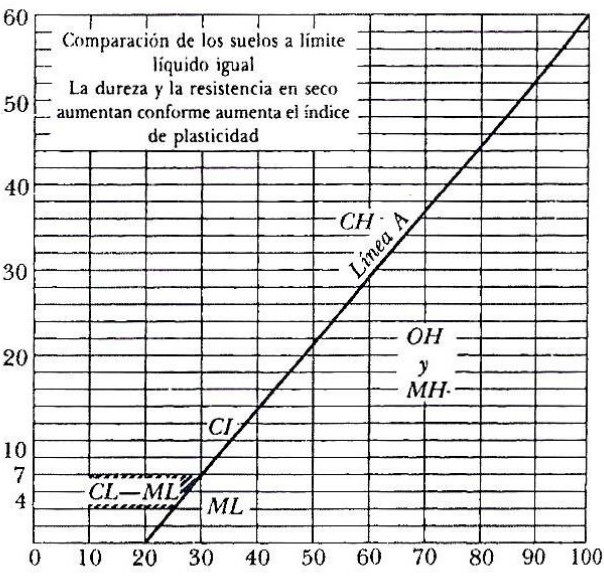
OH: Arcillas y Limos Orgánicos de Alta Plasticidad.

Los suelos altamente orgánicos, como las turbas, se designa con el símbolo Pt.

FIGURA N° 07: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Divisiones principales		Símbolos de grupo	Nombre característico	Procedimientos de identificación de campo. (Se excluyen las partículas mayores de 3 pulgadas y las fracciones tienen como referencia los pesos estimados)		
1	2	3	4	5		
Suelos de grano grueso. Más de la mitad del material es de mayor tamaño que el de una malla No. 200, (para clasificación visual, puede utilizarse un tamaño de 1/4 de pulgada como equivalente a las dimensiones de la malla No. 4).	Gravas Más de la mitad de la fracción gruesa es más gruesa que el tamaño de la malla del No. 4 (para clasificación visual, puede utilizarse un tamaño de 1/4 de pulgada como equivalente a las dimensiones de la malla No. 4).	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas arena-grava, pocos finos o sin ellos	Amplio rango en tamaños de granos y cantidades substanciales de todos los tamaños intermedios de partículas	
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas arena-grava, pocos finos o sin ellos	Predominantemente un tamaño o una gama de tamaños con algunos tamaños intermedios faltantes	
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo	Finos no plásticos o finos con poca plasticidad (para procedimientos de clasificación véase ML abajo)	
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-limo	Finos plásticos (para procedimientos de clasificación véase CL abajo)	
		Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, pocos finos o sin ellos	Amplia gama en tamaños de granos y cantidades substanciales de todos los tamaños intermedios de partículas	
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin ellos	Predominantemente un tamaño o una gama de tamaños con algunos tamaños intermedios faltantes	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo	Finos no plásticos o finos con poca plasticidad (para procedimientos de clasificación véase ML abajo)	
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla.	Finos plásticos (para procedimientos de clasificación véase CL abajo)	
Suelos de grano fino. Más de la mitad del material es de menor tamaño que el de una malla No. 200. El tamaño de la malla del No. 200 es más o menos el de la	Limos y arcillas Límite líquido mayor de 50			Procedimientos de identificación para las fracciones que pasan la malla de No. 40		
				Resistencia seca (características a la trituración)	Abundamiento (reacción a la agitación)	Firmeza (consistencia cercana al L.P.)
		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas con poca plasticidad	Ninguna a ligera	Rápida a lenta	Ninguna
		CL	Arcillas inorgánicas de baja a mediana plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras	Mediana a alta	Ninguna a muy lenta	Mediana
	Limos y arcillas Límite líquido mayor de 50	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	Ligera a mediana	Lenta	Ligera
		MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos de diatomeas o compuestos de micas	Ligera a mediana	Lenta a ninguna	Ligera a mediana
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas	Alta a muy alta	Ninguna	Alta
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad mediana a alta, limos orgánicos	Mediana a alta	Ninguna a muy lenta	Ligera a mediana
Suelos altamente orgánicos		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	Fácilmente identificables por el color, olor; son esponjosos al tacto y, con frecuencia, tienen textura fibrosa		

Clasificación en los límites: Los suelos que poseen características de dos grupos se designan por la combinación de los símbolos del grupo. Adoptado por el Corps of Engineers y el Bureau of Reclamation. Enero, 1952.

Información necesaria para la descripción de suelos	Criterios de clasificación de laboratorio							
<p>6</p> <p>Para suelos inalterados se agrega información sobre la estratificación, grado de compactación, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje</p> <p>Dar el nombre típico; indicar los porcentajes aproximados de arena y grava, tamaño máximo; angularidad, condiciones de la superficie y dureza de los granos gruesos; nombre local o geológico y otra información descriptiva que sea pertinente; símbolo entre paréntesis</p> <p>Ejemplo: <i>Arena limosa</i>, con grava; más o menos 20 por ciento dura, partículas de grava angulares de ½ pulgada de tamaño máximo; granos de arena redondeados y subangulares de gruesos a finos; más o menos 15 por ciento de finos no plásticos con poca resistencia secos; bien compactada y húmeda en el lugar; arena aluvial; (SM)</p>	<p>7</p> <p>Determinar los porcentajes de grava y arena a partir de la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción más pequeña que la medida de la malla No. 200) los suelos de granos gruesos se clasifican como sigue:</p> <p><i>GM, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC.</i> <i>Los límites que requieren el empleo de símbolos dobles</i></p> <p>Menos del 5 por ciento Más del 12 por ciento Del 5 por ciento al 12 por ciento</p> $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ mayor que } 4$ $C_g = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ <p>No se cumplen todos los requerimientos de graduación para GM</p> <table border="1" data-bbox="933 562 1402 763"> <tr> <td>Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4</td> <td>Arriba de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos frontera que requieren usar un símbolo doble</td> </tr> <tr> <td>Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7</td> <td></td> </tr> </table> $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \text{ mayor de } 6$ $D_g = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} \text{ entre } 1 \text{ y } 3$ <p>No se cumplen todos los requerimientos de la graduación para SW</p> <table border="1" data-bbox="933 1003 1402 1227"> <tr> <td>Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4</td> <td rowspan="2">Los límites trazados en la zona sombreada con IP entre 4 y 7 son casos frontera requieren usar un símbolo doble</td> </tr> <tr> <td>Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7</td> </tr> </table>	Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Arriba de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos frontera que requieren usar un símbolo doble	Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7		Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Los límites trazados en la zona sombreada con IP entre 4 y 7 son casos frontera requieren usar un símbolo doble	Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7
Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Arriba de la línea A con IP entre 4 y 7 son casos frontera que requieren usar un símbolo doble							
Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7								
Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Los límites trazados en la zona sombreada con IP entre 4 y 7 son casos frontera requieren usar un símbolo doble							
Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7								
<p>Dar nombre típico, indicar el grado y carácter de plasticidad, cantidad y tamaño máximo de los granos gruesos, color en condiciones húmedas, olor si tiene, nombre local o geológico y otra información descriptiva que sea pertinente; símbolo entre paréntesis</p> <p>Para suelos inalterados, se añade información sobre la estructura, estratificación, consistencia en estados inalterados y al reacomodarlos, condiciones de humedad y drenaje</p> <p>Ejemplo: <i>Limo arcilloso</i>, café, ligeramente plástico; pequeño porcentaje de arena fina, numerosos agujeros veticales de raíces, firme y seco en el sitio, loess, (ML)</p>	<p>Usar la curva granulométrica en la identificación de las fracciones conforme se dan bajo la identificación de campo</p>  <p>INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>Comparación de los suelos a límite líquido igual La dureza y la resistencia en seco aumentan conforme aumenta el índice de plasticidad</p> <p>CH Línea A OH y MH CI CL-ML ML</p> <p>GRÁFICA DE PLASTICIDAD CON EL LÍMITE LÍQUIDO Clasificación por laboratorio de suelos de grano fino</p>							
<p>Por ejemplo, GW-GC, mezcla de grava-arena bien graduada con arcilla como aglutinante. 2) Todos los tamaños de las mallas en este diagrama son estándar en Estados Unidos.</p>								

Esta clasificación está basada sólo en los límites de Atterberg para la fracción que pasa el T40, y se obtiene a partir de la llamada CARTA DE PLASTICIDAD así:

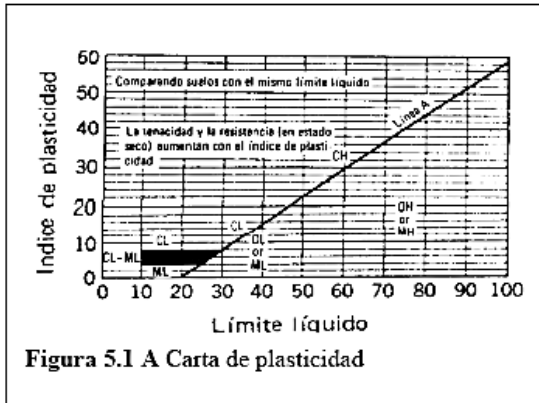


Figura 5.1 A Carta de plasticidad

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Línea A : } IP = 0,73(LL - 20) \\ \text{Línea U : } IP = 0,9(LL - 8) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Línea U : } IP = 0,9(LL - 8) \end{array} \right.$$

Sobre la línea A: arcillas inorgánicas.

Debajo de la línea A: limos y arcillas orgánicas.

La línea B: LL = 50 separa H de L

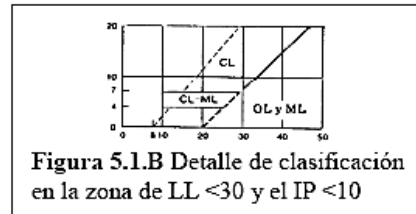


Figura 5.1.B Detalle de clasificación en la zona de LL <30 y el IP <10

NOTA: G = gravel; W = well; C = clay; P = poor; F = fair \equiv M = mud S = sand; M = mud; L = low; H = high; O = organics; Pt = pest

Fuente: Jiménez salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

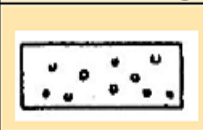

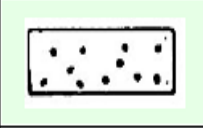

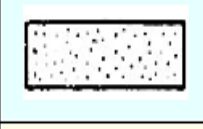

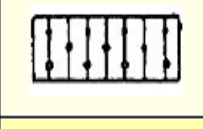


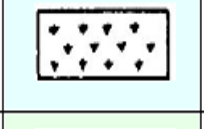



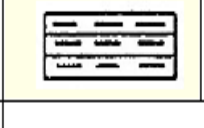

A continuación se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM:

TABLA N° 18: Correlación de los sistemas AASHTO Y ASTM

Clasificación de Suelos AASHTO	Clasificación de Suelos ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Jiménez salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

FIGURA N° 08: Signos para perfil de calicatas (AASHTO)

<i>Signos para perfil de calicatas (AASHTO)</i>			
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		Materia Orgánica
	A-2-6		Roca sana
	A-2-7		Roca Desintegrada
	A-4		

Fuente: Jiménez salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

FIGURA N° 09: Signos para perfil de calicatas (SUCS)

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Fuente: Jiménez salas “Mecánica de suelos y sus aplicaciones”

ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO

Definidas en función de la correlación e interpretación geotécnica de los resultados de las investigaciones de mecánicas de suelos, las descripciones que a continuación se detallan se refieren a los materiales que se han encontrado en las calicatas ejecutadas, cuya ubicación se detalla en el plano

de ubicación de calicatas que se presenta en el anexo correspondiente.

La definición de los parámetros geotécnicos de los suelos encontrados se basa en los resultados de las pruebas de laboratorio y en las correlaciones indicadas en las tablas.

La subrasante correspondiente al fondo de las excavaciones en terreno natural o de la última capa del terraplén, será clasificada en función al CBR representativo para diseño, en una de las cinco categorías siguientes:

TABLA N° 19: Tipo de subrasante según CBR de diseño

CLASIFICACIÓN	CBR diseño
S0: Subrasante muy pobre	<3%
S1: Subrasante pobre	3% - 5%
S2: Subrasante regular	6% - 10%
S3: Subrasante buena	11% - 19%
S4: Subrasante muy buena	> 20%

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

3.2.5 ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

El estudio en mención ha sido elaborado por el estudiante Klein Exequiel Díaz Molocho en el laboratorio de concreto, suelos y pavimentos USAT, solicitado para la elaboración de la presente tesis, la cual lleva por título: Diseño de la carretera Adcuñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017. Para la cual se han realizado visitas de campo y ensayos de laboratorio (reconocimiento, extracción de muestras y ensayos respectivamente), necesarios para obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, la cual servirá de base para un correcto estudio definitivo del diseño geométrico y pavimentación de la mencionada carretera.

En virtud de las investigaciones de los ensayos de materiales, se tiene por finalidad evaluar los materiales para el diseño de mezclas y para el diseño de afirmado.

El programa de trabajo realizado con este propósito ha consistido en:

- Ubicación de la cantera
- Toma de muestras alteradas
- Ejecución de ensayos de laboratorio estándar
- Ejecución de ensayo de laboratorio especiales
- Conclusiones y recomendaciones

3.2.5.1. Descripción general del área estudiada (cantera)

Para el presente proyecto de tesis se ha realizado los siguientes trabajos:

Extracción de la muestra de agregado fino de la cantera “El Verde” y la muestra de agregado grueso de la cantera “El Rayme”, con la finalidad de evaluar las propiedades físicas mecánicas de estos, los mismos que serán utilizados para el diseño estructural de las obras de arte.

TABLA N°20: Ubicación, distancia de la cantera de agregados para la mezcla

LUGAR	CANTERA	ACCESO DEL PUNTO INICIAL (km) aprox.
Cutervo	El Verde	18.450
Cutervo	El Rayme	15.750

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 21: Coordenadas Geográficas de ubicación de las canteras

LOCALIZACIÓN CANTERA EL VERDE	COORDENADAS
ESTE	742064.72
NORTE	9296815.08
ALTITUD	2851.00
LOCALIZACIÓN CANTERA EL RAYME	COORDENADAS
ESTE	741469.07
NORTE	9289988.13
ALTITUD	2728.00

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.2. Investigaciones geotécnicas

La programación de estas investigaciones se ejecutó teniendo en cuenta obtener una mayor información del material de la cantera mediante una explotación de campo y ensayos de laboratorio, a fin de determinar las propiedades físico – mecánica de los materiales.

3.2.5.3. Trabajos de campo

Estos trabajos fueron realizados por el responsable del estudio y con el asesoramiento de los técnicos del laboratorio de concreto, suelos y pavimentos USAT. Consintió en determinar el tipo de material de cantera, el cual se proyecta utilizarlo como mejoramiento de sub rasante y como carpeta rodadura (afirmado y / o relleno).

Se tomaron muestras representativas del suelo de la cantera, para sus respectivos análisis de laboratorio y su correspondiente clasificación bajo la norma AASHTO M145. Las investigaciones de campo fueron realizadas, siguiendo los siguientes procedimientos.

- Evaluación y selección de las excavaciones (calicatas), siguiendo los procedimientos de las normas técnicas para el diseño de caminos vecinales del ministerio de transportes y comunicaciones.
- Excavaciones, registro y muestreo de las excavaciones, de acuerdo a la norma ASTM D420. Y ASTM D2488.
- Conservación y transporte de muestras de suelos ASTM D4220.

3.2.5.4 Trabajos de laboratorio

Los trabajos en laboratorio incluyeron las siguientes actividades:

- Método para la reducción de muestras de campo a tamaño de muestras de ensayo, de acuerdo a la norma A.S.T.M C702
- Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo), siguiendo la práctica de la norma A.S.T.M. C 702.

a) Ensayos de laboratorio estándar

Las muestras representativas se trasladaron y ensayaron en el laboratorio de concreto, suelo y pavimentos USAT, siguiendo las normas A.A.S.H.T.O., A.S.T.M y N.T.P.; las cuales son:

1. Contenido de humedad (NTP 339.185.2002)

Es la relación entre el peso del agua contenida en la muestra y el peso de la muestra secada al horno expresado en porcentaje.

$$W_{\%} = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

W% = Contenido de humedad expresado en porcentajes.

Wh = Peso de la muestra húmeda.

Ws = Peso de la muestra seca.

Esta propiedad es muy importante, los resultados obtenidos están sujetos a rangos de variación constante, se ve influenciado por las condiciones atmosféricas, cambios de la napa freática durante el

tiempo en el que se produjo el estudio. Con este ensayo se determina el porcentaje de humedad natural del agregado. También existe la humedad libre donde esta se refiere a la película superficial de agua que rodea el agregado, la humedad libre es la diferencia entre la humedad total y la absorción del agregado, donde la humedad total es aquella que se define como la cantidad total que posee un agregado. Cuando la humedad libre es positiva se dice que el agregado está aportando agua a la mezcla, para el diseño de mezclas es importante saber esta propiedad; y cuando la humedad es negativa se dice que el agregado está quitando agua a la mezcla.

2. Análisis granulométrico del agregado fino grueso y global (NTP 400.012:2001)

Esta norma técnica es aplicada para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán realizados 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 agregados. Los datos también pueden ser utilizados para relacionar el esponjamiento y el embalaje. La determinación exacta del material más fino que la malla de 75um (N°200) no puede ser obtenida por NTP. Se utilizará la NTP 400.018

La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 3/8", #4, para agregado fino son #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200.

La serie de tamices que se emplean para clasificar agregados para concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz sea aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, o sea, que cumpla con la relación 1 a 2.

Siguiendo la respectiva recomendación, en la columna 1 se indica la serie de tamices utilizados en orden ascendente. Después de

tamizar la muestra como estipula la norma peruana, se forma el material retenido en cada tamiz, se pesa, y cada valor se coloca en la columna 2. Cada uno de estos pesos retenidos se expresa como porcentaje (retenido) del peso total de la muestra.

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{peso retenido en tamiz} * 100}{\text{peso total de la muestra}}$$

En la columna 4 se van colocando los porcentajes retenidos acumulados

En la columna 5 se registra el porcentaje acumulado que pasa, que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$$

Los resultados de los análisis a granulométrico también se pueden representar en la forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas.

3. Peso unitario del agregado (NTP 400.017.1999)

Este método de ensayo cubre la determinación del peso suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino, grueso o en una mezcla de ambos, basado en la misma determinación. Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150mm.

Se denomina peso volumétrico del agregado, al peso que alcanza un determinado volumen unitario. Generalmente se expresa en kilos por metro cúbico. Este valor es requerido cuando se trata de agregados ligeros o pesados y para convertir cantidades en agregado de peso normal: para concreto de peso normal.

- Peso unitario suelto: 1500 -1700 kg/m³
- Peso unitario varillado: 1600 – 1800 kg/m³

El peso unitario está influenciado por:

- Su gravedad específica

- Su granulometría
- Su perfil y textura superficial
- Su condición de humedad
- Su grado de compactación de masa.

4. Peso específico y grado de absorción de los agregados (NTP 400.021 / NTP 400.022)

Humedad y absorción

La absorción es una medida de la porosidad del agregado estimándose que valores de 2% - 3% es un índice de porosidad alto.,

Estos agregados pueden aceptarse si el tamaño de los poros es grande, de lo contrario (para un tamaño de poros bajos son debajo de 0.0004mm a 0.005mm) no se aceptará el agregado porque el agua no drena.

También se define como agua no drenada la cantidad de agua en el agregado y se divide en:

- Agua de construcción – condición notable.
- Agua en poros y vacíos o agua interior – condición variable.
- Agua superficial o exterior – condición variable.

El agregado puede estar bajo los siguientes requisitos:

- Seco al horno: no hay agua en el interior ni en exterior. El agregado debe estar en el horno por 24 horas a una temperatura de 110 °C. el porcentaje de humedad es 0.
- Semi-saturado: agua en % de poros y vacíos pero no hay agua en el exterior, es el agregado natural puesto en el sol a secar, su %humedad < % absorción.
- Saturado con superficie seca (sss): hay agua al 100% en interior (poros y vacíos) y % en el exterior, ocurre cuando el estado es ideal, su % humedad es igual al % absorción.

- Sobre saturado: hay agua al 100% en el interior y el % en el exterior, ocurre cuando el agregado está sumergido en agua, su % humedad > % absorción.

Peso específico.

Es la relación a temperatura estable de la masa de un volumen unitario del material, a la masa del mismo volumen en agua destilada libre de gas. El peso específico debe oscilar entre 2.5 a 2.8 y para agregado fino y para el grueso su peso específico debe oscilar entre 2.6 a 3 siendo los más empleados:

TABLA N° 22: Rango de pesos específicos de agregado grueso y fino

Basalto	2.8	Arena y grava	2.65
Granito	2.69	Pedernal	2.54
Caliza	2.66	Pórfido	2.73
cuarcita	2.62	arenisca	2.5

Fuente: Manual de carretera suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El peso específico se divide en 2 tipos:

- Peso específico aparente, es aquel que incluye en su volumen los vacíos accesibles al agua.
- Peso específico nominal: aquel que excluye de este volumen los vacíos.

5. Abrasión los Ángeles (NTP 400.019:2002)

Resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños menores, por abrasión e impacto de la máquina de Los Ángeles.

(ASTM C 131) Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la Máquina de Los Ángeles.

TABLA N° 23: Porcentajes que no debe pasar en el ensayo de los Ángeles

Métodos	No mayor que
Abrasión los Ángeles	50%

Fuente: Manual de carretera suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

6. Contenido de sales solubles en agregados (NTP 339.152)

La presencia de sales solubles en los agregados origina diversos problemas en el concreto.

Según su composición química los sulfatos reaccionan con el aluminato tricálcico del cemento provocando expansiones, los cloruros atacan las armaduras y elementos metálicos embebidos en el concreto y los carbonos o bicarbonatos aumentan el pH del concreto lo que puede ocasionar un retardo en el proceso de hidratación. Además deben de mencionarse algunos problemas de orden estético ya que el agua solubiliza las sales y al evaporarse las arrastra a la superficie, provocando manchas denominadas eflorescencia.

Considerando que el contenido total de sales es el que influye sobre las características del concreto, se hace necesario controlar no solo el porcentaje aportado por los agregados, sino también el que incorpora los aditivos y el agua de mezclado.

TABLA N°24: Tipo de concreto resistente a los sulfatos

EXPOSICION A SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA PRESENTE EN EL SUELO COMO SO ₄ EN SECO	CEMENTO TIPO
Despreciable	000 – 0.10	I
Moderada	0.10 – 0.20	II
Severa	0.20. – 2	V
Muy severa	Sobre 2	V+ puzolana

Fuente: Manual de carretera suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

TABLA N° 25: Carga abrasiva a aplicarse según granulometría de la muestra

GRANULOMETRÍA	NÚMERO DE ESFERAS	PESO DE LA CARGA ABRASIVA EN GRAMOS
A	12	5000 +-25
B	11	4584 +- 25
C	8	3330 +- 20
D	6	2500 +- 15

Fuente: Manual de carretera suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

3.2.6 ESTUDIO DE HIDROLOGÍA Y DRENAJE

Para que una carretera se mantenga en un buen estado, es necesario que cuente con un adecuado sistema de drenaje que permita la oportuna y rápida evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales y/o subterráneas, sin que ellas causen daño al cuerpo vial. Asimismo es fundamental, el mantenimiento rutinario y periódico de estas estructuras de modo que mantenga su capacidad hidráulica y estructural.

A fin de establecer las características de las principales obras de drenaje que requerirá la apertura de la carretera en estudio, se ha analizado la información hidrológica y climatológica de las estaciones ubicadas en el área de influencia del proyecto (estación Cutervo, distrito de Cutervo), de tal forma que nos permita definir los parámetros de diseño; es decir, precipitaciones, características de las cuencas y caudales de escorrentías.

La presencia de agua, aún en pequeñas cantidades, presenta un peligro para el tráfico y la estructura del pavimento. El arrastre de sólidos puede colmatar las cunetas. La infiltración de agua a través de la superficie del pavimento puede producir el reblandecimiento de ésta y en consecuencia, deteriorar la estructura de la vía carrozable, lo cual obligará a su reparación, que en muchos casos resulta ser muy costosa. También los pases de agua y/o escorrentías, que no tengan una obra de drenaje que las encauce y dirijan adecuadamente los flujos de agua, pueden llegar a producir cortes en la carretera o pueden inundarla formando grandes

charcos en la vía alrededor de dicha área. Los efectos pueden ser de erosión de la calzada y/o de asentamientos de la plataforma.

Por todas estas razones se hace necesario el Estudio de Hidrología y Drenaje como parte esencial de un buen proyecto, el cual en muchas ocasiones influye en la variación del trazo de la vía.

La finalidad del drenaje superficial es controlar las aguas superficiales de cualquier índole, pero principalmente las de origen natural (lluvias), de esta manera se evitarán la influencia negativa de las mismas sobre la estabilidad y transitabilidad de la vía.

En una carretera interesan principalmente dos aspectos del drenaje superficial, los cuales son:

a) La rápida evacuación de las aguas caídas sobre la calzada, o las que fluyen hacia ella desde su entorno, para evitar peligros en el tráfico y proteger la estructura del pavimento. La solución en primer lugar será darle el bombeo necesario a la superficie de rodadura, desviando el caudal que discurre por ese lugar y que está causando problemas, hacia las cunetas, y en segundo lugar se tendrá que determinar el dimensionamiento de las estructuras del drenaje que se colocarán para desviar o darle el tratamiento adecuado a dichas aguas mediante el sistema de drenaje.

b) El pase de los ríos y otros cursos de agua importantes, como quebradas, riachuelos o escorrentías naturales se efectuará mediante puentes para el primer caso y con badenes o alcantarillas para los casos posteriores. Con respecto a las aguas que discurren por la calzada como se mencionó, serán desviadas a las cunetas mediante el bombeo correspondiente, y a su vez las cunetas evacuarán cada dicha agua hacia las alcantarillas más próximas.

3.2.6.1 Objetivos del estudio

El estudio de Hidrología y Drenaje del presente proyecto tiene por objetivos los siguientes:

- Determinar los parámetros geomorfológicos de las cuencas o microcuencas que tiene influencia directa sobre la vía en estudio.

- Estimar los caudales de diseño, según la normatividad actual para diferentes periodos de retorno.
- Evaluar las características hidrológicas y geomorfológicas de las microcuencas que interceptan la vía proyectada.
- Proponer obras de drenaje y protección que sean requeridas para el funcionamiento normal de la carretera.

3.2.6.2 Descripción general de la zona del estudio

3.2.6.2.1 Hidrografía

Debido a que el proyecto en estudio se encuentra en la sierra norte de Cajamarca, la zona alcanza alturas superiores a los 2000 msnm. En el recorrido del camino de herradura, atraviesa por laderas, siendo el resto del terreno netamente accidentado a escarpado.

En cuanto a la precipitación pluvial de la zona del proyecto, la mayor parte de esta ocurre entre los meses de noviembre y abril, siendo los meses restantes con precipitación pluvial menor en cuanto a la frecuencia e intensidad.

3.2.6.2.2 Clima y precipitación

El clima de la zona del proyecto varía de cálido a frío, con una temperatura anual máxima de 18.6°C y mínima de 9.2° C. El periodo de lluvia comienza en el mes de octubre y se prolonga hasta el mes de abril.

3.2.6.2.3 Vegetación

La vegetación natural está constituida principalmente por eucalipto, quina, aliso, entre otros, a su vez, sembríos de pobladores como son la papa, frijol, maíz, haba, entre otros; así como también pastos y arbustos propios de la zona.

3.2.6.2.4 Relieve

El relieve se caracteriza por ofrecer una configuración topográfica accidentada, dentro de la cual se emplaza el actual camino de herradura,

por lo que para el desarrollo generalmente será en corte a media ladera y corte total.

3.2.6.3 Análisis Hidrológico

3.2.6.3.1 Información básica

a. Información topográfica

Para calcular el área de influencia de las escorrentías correspondiente a las zonas donde se ha planteado la colocación de las alcantarillas de paso y alcantarillas de alivio, así como también las áreas de influencia de las cunetas se ha hecho uso de Google Earth, con ayuda del programa civil 3D.

b. Información pluviométrica

Dentro del área del proyecto no se cuenta con una red de estaciones meteorológicas, por lo que se ha visto por conveniente trabajar con la estación de Cutervo, ya que esta cuenta con registros de precipitaciones máximas en 24 horas, precipitación media mensual y temperaturas.

La ubicación de esta estación, los registros de precipitaciones máximas y sus periodos correspondientes se detallan en la tabla N° 26. En dicha tabla, se puede observar que la precipitación máxima registrada sucedió en el año 2018, en el mes de marzo, alcanzando los 102.20 mm.

TABLA N° 26: Registro de precipitaciones en los diferentes años en la ciudad de Cutervo

PRECIPITACION EN 24H (mm)													
ESTACION : Cutervo													
INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA													
PERIODO:	1964-2013	LAT.:		06° 22' 42"		DPTO.:		CAJAMARCCA					
ESTACIÓN:	Cutervo	LONG.:		78° 48' 56"		PROV.:		CUTERVO					
		ALT.:		2653.4msnm		DIST.:		CUTERVO					
PRECIPITACIÓN (mm)													
MÁXIMA EN 24 HORAS													
AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1964	37.00	20.00	21.00	18.50	11.00	13.00	4.50	21.50	16.00	34.50	21.00	28.50	37.00
1965	9.50	15.50	26.50	16.50	20.00	6.00	8.50	3.30	33.80	33.70	28.50	19.90	33.80
1966	15.20	9.80	54.50	25.00	15.00	1.50	0.50	17.00	7.50	35.00	28.00	8.00	54.50
1967	31.00	36.00	43.00	22.00	17.00	3.00	10.00	4.00	8.00	24.50	11.50	8.00	43.00
1968	12.00	39.00	15.00	13.00	3.00	11.00	6.00	27.00	18.00	27.00	13.00	9.00	39.00
1969	12.00	30.00	36.00	52.00	12.00	9.00	0.50	4.50	14.00	35.00	61.00	18.00	61.00
1970	22.00	22.00	9.00	26.00	31.00	14.00	5.00	9.00	14.00	26.00	26.00	20.00	31.00
1971	22.50	18.00	32.50	31.00	33.00	10.50	9.50	26.50	10.50	18.00	21.50	21.00	33.00
1972	9.00	21.00	28.00	24.00	11.00	12.50	6.00	7.00	10.50	34.00	25.00	26.00	34.00
1973	11.50	17.50	12.00	38.50	21.00	12.00	15.00	32.00	30.00	25.00	13.00	19.00	38.50
1974	10.00	42.50	16.00	34.50	19.00	10.50	6.00	17.00	60.00	34.00	13.50	14.00	60.00
1975	15.50	31.50	30.00	33.00	22.00	9.00	35.00	29.50	34.00	36.00	54.00	3.00	54.00
1976	14.00	35.00	34.00	29.50	13.50	7.50	0.50	1.50	6.00	43.00	19.00	12.00	43.00
1977	14.50	35.00	18.00	32.00	6.50	15.00	5.00	0.50	36.00	43.00	23.00	10.00	43.00
1978	5.00	0.50	26.00	16.00	14.00	0.50	20.00	7.00	29.00	3.00	27.00	22.00	29.00
1979	31.00	19.00	30.00	14.00	32.00	3.00	3.00	47.00	25.00	21.00	45.00	19.00	47.00
1980	9.00	4.00	34.00	11.50	11.00	15.00	1.50	10.00	0.50	39.00	23.00	7.50	39.00
1981	4.50	27.00	22.00	49.00	5.00	14.00	11.00	21.00	12.00	17.00	14.00	15.00	49.00
1982	17.50	19.50	14.00	40.00	34.50	7.00	2.50	1.50	22.00	18.00	16.00	29.00	40.00
1983	21.00	28.00	17.90	27.00	10.00	0.50	3.40	4.00	22.00	16.00	14.00	26.00	28.00
1987	21.30	35.00	7.00	24.00	5.00	6.00	9.00	0.50	23.80	14.00	9.80	8.00	35.00
1988	12.80	10.80	15.20	30.80	102.00	8.20	14.00	22.20	24.20	18.60	11.40	12.60	102.00
1989	36.40	26.00	50.40	49.00	10.80	67.20	8.00	10.00	35.20	29.00	10.00	7.60	67.20
1990	11.00	25.00	11.00	18.20	19.20	10.80	2.40	1.00	4.00	45.00	24.20	2.80	45.00
1991	4.20	6.00	20.80	31.00	15.00	10.00	4.00	1.50	34.00	9.60	24.00	16.00	34.00

1992	19.20	28.50	11.20	58.00	24.20	6.40	4.00	4.80	31.00	28.00	14.00	5.60	58.00
1993	12.00	30.00	48.60	22.80	7.20	0.50	23.00	8.00	14.00	17.20	11.00	7.00	48.60
1994	8.50	23.40	60.00	27.00	17.60	2.00	15.00	5.00	45.00	29.00	22.00	10.00	60.00
1995	41.00	20.00	8.00	12.00	22.00	0.50	13.00	3.80	3.50	12.00	27.50	12.50	41.00
1996	11.00	29.00	83.00	42.50	39.00	18.00	0.50	32.00	13.00	32.00	11.00	0.20	83.00
1997	16.00	50.50	11.00	26.00	6.00	11.50	6.00	0.50	0.50	5.50	11.00	34.00	50.50
1998	10.00	45.00	29.00	36.00	25.50	5.50	0.50	20.00	29.00	17.00	12.20	7.00	45.00
1999	11.50	10.50	17.00	28.00	54.00	71.40	11.70	8.90	63.50	31.10	9.20	26.70	71.40
2000	14.50	23.10	31.00	35.10	83.00	17.90	3.90	30.50	31.70	32.70	35.10	22.00	83.00
2001	24.50	21.10	21.30	80.20	39.90	2.30	0.80	1.40	79.30	13.80	16.30	48.80	80.20
2002	19.70	52.40	14.20	80.50	28.50	9.50	7.40	0.50	41.60	31.30	21.80	9.80	80.50
2003	22.00	53.00	28.20	34.20	18.50	27.50	5.40	3.50	11.70	32.80	45.40	9.60	53.00
2004	13.10	20.00	12.20	46.70	36.50	1.90	15.00	0.90	27.30	18.10	19.20	15.60	46.70
2005	7.90	35.10	23.30	28.70	4.70	15.40	1.30	9.00	15.40	30.30	22.20	16.00	35.10
2006	14.20	19.00	46.20	21.20	14.00	26.70	24.60	2.80	38.10	17.50	19.40	24.00	46.20
2007	18.20	22.00	26.70	25.40	60.60	0.50	21.80	16.70	21.20	26.80	32.60	17.20	60.60
2008	35.20	50.60	102.20	33.10	30.10	22.40	3.10	61.30	45.30	73.90	16.80	7.30	102.20
2009	25.90	23.40	55.80	10.80	16.40	8.00	5.80	24.00	1.60	15.60	16.90	41.90	55.80
2010	22.20	82.20	40.00	53.20	20.80	11.40	21.00	4.50	57.50	20.60	23.40	15.40	82.20
2011	29.00	19.10	14.20	28.90	20.40	3.80	2.70	10.20	49.20	13.30	12.30	36.90	49.20
2012	24.30	21.60	74.40	61.40	27.20	0.50	0.50	0.50	41.40	41.40	20.60	57.60	74.40
2013	24.7	8.3	59.5	25.5	38.6	7	0.5	9.8	3.5	44	13.2	23.3	59.50

Fuente: SENAMHI.

De acuerdo a la información analizada se observa que el régimen de precipitaciones de la zona es del tipo orográfico con un periodo húmedo durante los meses de octubre a mayo y un periodo seco entre los meses de junio a septiembre, propias de las zonas de Cutervo. En los meses húmedos, es que se presentan los fenómenos de escurrimiento extraordinario o de descargas máximas.

3.2.6.4. Micro cuencas Hidrográficas

En el tramo por donde pasa el eje de la carretera, se ha identificado micro cuencas que interceptarán dicho alineamiento. Las superficies de las micro cuencas hidrográficas varían de 8.62 a 34.43 ha.

TABLA N°27: Ubicación de líneas de agua

OBRAS DE ARTE		
KILOMETRO	OBRA DE ARTE	CUENCA (ha)
0+815	ALCANTARILLA 01	32.081
1+606	ALCANTARILLA 02	34.427
1+816	ALCANTARILLA 03	20.677
2+583	ALCANTARILLA 04	26.890
4+560	ALCANTARILLA 05	8.619

Fuente: Elaboración propia.

A.- ÁREA DE LA LADERA.

TABLA N° 28: Cuadro de longitud y altura de la ladera para calcular el aporte del caudal en las cunetas

SECCIÓN LADERA	
Altura h=	200 m
Long=	479.31m

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: Para este cálculo ha sido tomada la ladera que aporta mayor longitud.

B.- ÁREA LATERAL DE LA VÍA.

TABLA N° 29: Cuadro de longitud y pendiente de vía para calcular el aporte del caudal en las cunetas

SECCIÓN LADERA	
Pend=	5.44 %
Long=	310 m

Fuente: Elaboración propia.

NOTA: La longitud y pendiente de vía considerada es la mayor distancia entre dos obras de arte y menor pendiente longitudinal correspondiente a la ladera que aporta mayor longitud.

3.2.6.5 Hidrología Estadística

3.2.6.5.1 Análisis de la información pluviométrica

Para la estimación de precipitación máxima extrema se ha efectuado un análisis de frecuencia de eventos hidrológicos máximos, aplicables a caudales de avenida y precipitación máxima. Como la cuenca en la cual se encuentra el proyecto carece de registro de aforos, se ha considerado el siguiente procedimiento:

- Uso de registros de precipitación máxima en 24 horas de la estación ubicada en el ámbito del proyecto.
- Evaluación de las distribuciones de frecuencia más usuales para la definición de mejor ajuste a los registros históricos.
- Análisis estadístico de precipitaciones extremas para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 años mediante la asimilación de los registros a la distribución de mejor ajuste.
- Aplicación del modelo precipitación - escorrentía, para la generación de caudales, considerando el Método Racional, aplicado a cuencas de extensión menor o igual a 5 Km².

3.2.6.5.2. Precipitación máxima en 24 horas

Se cuenta con datos de precipitaciones máximas en 24 horas de la Estación Pluviométrica de Cutervo para el período de 1964-2013. Los valores se muestran en la tabla N° 26, en donde se observa que el valor máximo registrado fue de 102.20 mm.

Los métodos probabilísticos que mejor se ajustan a los valores máximos extremos considerados en la formulación del presente estudio son:

- Distribución Normal
- Distribución Valor Extremo tipo 1 o Gumbel
- Distribución Log Normal de 3 Parámetros
- Distribución Gamma de 2 Parámetros.

- Prueba de Smirnov Kolmogorov

El análisis de frecuencia referido a precipitaciones máximas diarias, tiene la finalidad de estimar precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas se adapta mejor a la información histórica se utilizó el método de Smimov Kolmogorov.

El estadístico Smimov Kolmogorov Δ_s-k considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P(x)$ de la función de probabilidades teórica, escogida $P_o(x)$ tal que:

$$\Delta_{\text{teórico}} = \text{máx}, (P(x)-P_o(x))$$

La prueba requiere que el valor $\Delta_{\text{teórico}}$ calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado Δ_s-k para un nivel de probabilidad requerido.

Las etapas de esta prueba son las siguientes:

El estadístico $\Delta_{teórico}$ es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.

Se fija el nivel de probabilidad α , valores de 0.05 y 0.01 son los más usuales.

El valor crítico Δ_{s-k} de la prueba debe ser escogida en función del nivel de significancia α , y el tamaño de la muestra n .

Si $\Delta_{teórico} > \Delta_{s-k}$, la distribución escogida debe rechazarse.

3.2.6.5.3 Periodo de retorno

La selección del caudal de diseño para el cual debe proyectarse un drenaje superficial, está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para el cual se diseña la carretera. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años, está relacionado con la frecuencia historia de su aparición o con el periodo de retorno.

En la tabla N° 30, se indican periodos de retorno aconsejables, según el tipo de drenaje.

TABLA N° 30: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas ribereñas	25

Fuente: DG 2018.

- (*) Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un periodo de retomo T de 500 años para el cálculo de socavación.

() Vida útil considerado (n)**

- Puentes y defensas ribereñas n =40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n =25 años
- Drenaje de plataformas y sub drenes n = 15 años
- Alcantarillas de quebradas importantes n = 15 años
- Se tendrá en cuenta, la importancia y vida útil de la obra a diseñarse.
- El propietario de una obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Con base a estudios realizados por expertos en la materia, se han desarrollado algunos criterios generalizados de diseño para estructuras de control de agua, tal como se resume en la tabla N° 31 (Tomada de la Tabla 13.1.1, Capitulo 13, referido a Diseño hidrológico del libro Hidrología Aplicada, de los autores Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays):

TABLA N° 31: Criterios de diseño generalizados para estructuras de control de agua

Tipo de Estructura	Periodo de Retorno en Años (T)
Alcantarillas de Carreteras	
Volúmenes de Tráfico Bajos	5 - 10
Volúmenes de Tráfico Intermedios	10 - 25
Volúmenes de Tráfico Altos	50 - 100
Puentes de Carreteras	
Sistema Secundario	10 - 50
Sistema Primario	50 - 100

Fuente: Hidrología aplicada, Ven te Chow (1968).

3.2.6.5.4 Análisis de Precipitación Extrema

Mediante el programa HidroEsta, se realizó el análisis de las precipitaciones extremas para diversos períodos de retomo, y al mismo tiempo se realizó en análisis de confiabilidad de los datos, mediante el estadístico S-K. Dichos resultados, se observan en la tabla N°59 en el apartado 4.6 correspondiente a los resultados del estudio hidrológico.

Para el cálculo de las intensidades, se ha visto por conveniente tomar como datos los resultados del modelo de distribución de LN 3PAR.

Debido a que se cuenta con una buena cantidad de registro de datos, la prueba de bondad del S-K nos indica que hay consistencia en la información consultada.

1. Tiempo de Concentración (Tc)

Se denomina tiempo de concentración, al tiempo transcurrido desde que una gota de agua cae en el punto más alejado de la cuenca, hasta que llega a la salida de esta (estación de aforo). Este tiempo es función de ciertas características geográficas y topográficas de la cuenca.

El tiempo de concentración debe incluir los escurrimientos sobre terrenos, canales, cunetas y los recorridos sobre la misma estructura que se diseña.

Todas aquellas características de la cuenca, tales como dimensiones, dientes, vegetación y otras de menor grado, hacen variar el tiempo de concentración.

El tiempo de concentración real depende de muchos factores de la cuenca, ya sea, su pendiente, área, características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes sólo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor, la divisoria y el área. El tiempo de concentración mínimo considerado es de 10 minutos.

Para su determinación se utilizarán la fórmula de Kirpich, fórmula de Temés y fórmula de Gandiotti, de los cuales se asumirá el promedio.

Fórmula de Kirpich (1940): la fórmula para la concentración viene expresada por:

$$t_c = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

T_c= tiempo de concentración, en horas.

S= pendiente del cauce principal m/m

L = longitud del cauce principal, en m

Fórmula de Teméz;

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75}$$

Donde:

T_c= tiempo de concentración, en horas.

L = máxima longitud de recorrido, en km

So = Pendiente del cauce en %

Fórmula de Giandotti (1990): la fórmula para la concentración viene expresada por:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{LS_0}}$$

Donde:

Tc= tiempo de concentración, en horas.

A= área de la cuenca, en km².

L = longitud del cauce principal, en km

So = Elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m).

2. Precipitación e intensidad de lluvia

La estación pluviométrica de Cutervo no cuenta con registros pluviométricos que permitan obtener intensidades máximas. Para poder estimarlas se recurrió al principio conceptual referente a que los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración aparecen en el mayor de los casos, marginalmente dependiente de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

El método utilizado para el cálculo de la intensidad de precipitación es el de Teméz, correspondiente al método racional modificado, en donde nos dice que:

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

P : Precipitación máxima corregida (mm)

Tc : Tiempo de concentración (horas)

3.2.6.5.5 Análisis de caudales extremos o de diseño

- Método racional modificado

Como no se cuenta con datos de caudales, la descarga máxima será estimada en base a las intensidades máximas y a las características de la cuenca, recurriéndose al método racional modificado.

Es el método racional según la formulación propuesta por Témez (1987-1991), permite estimar de forma sencilla caudales punta en cuencas de drenaje naturales con áreas menores de 770 km² y con tiempos de concentración (T_c) de entre 0.25 y 24 horas, se considera 10 minutos como mínimo, la fórmula es la siguiente:

$$Q = 0,278 CIAK$$

Donde:

Q : Descarga máxima de diseño (m³/s)

C : Coeficiente de escorrentía para el intervalo en el que se produce.

I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A : Área de la cuenca (Km²)

K : Coeficiente de Uniformidad

Las fórmulas que definen los factores de la fórmula general, son los siguientes:

- **Tiempo de Concentración (T_c):** Obtenido mediante los métodos descritos con anterioridad.

- **Coeficiente de Uniformidad**

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

Donde:

T_c: Tiempo de concentración (horas)

- **Coefficiente de simultaneidad o Factor reductor (K_A)**

$$K_A = 1 - (\log_{10}A/15)$$

Donde:

A: Área de la cuenca (Km²)

- **Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P)**

$$P = K_A P_d$$

Donde:

K_A : Factor reductor

P_d : Precipitación máxima diaria (mm)

- **Intensidad de Precipitación (I)**

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - T_c^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

P: Precipitación máxima corregida (mm)

T_c : Tiempo de concentración (horas)

- **Coefficiente de Escorrentía (C)**

$$C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d + 23P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2}$$

Donde:

P_d : Precipitación máxima diaria (mm)

P_o : Umbral de escorrentía = $\left(\frac{5000}{CN}\right) - 50$

CN: Número de curva

3.2.7 DISEÑO GEOMÉTRICO

3.2.7.1 Diseño geométrico en planta

El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de gravo de curvatura variable, que permitan una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa y también entre dos curvas circulares de curvatura diferente, el alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de la carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control de radio de las curvas horizontales y de la velocidad de diseño y a su vez, contra la distancia de visibilidad. La identificación del trazo en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para definición del eje:

- Giro mínimo de vehículo de diseño:

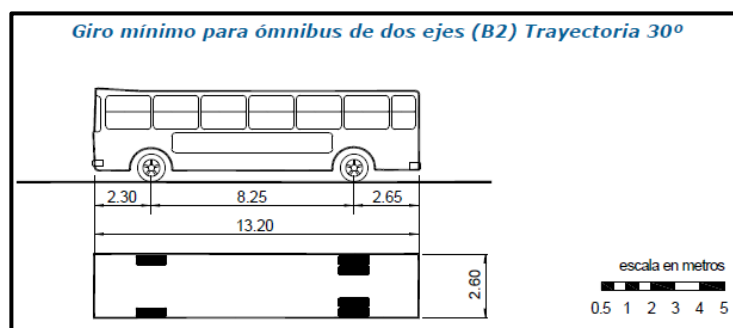
El espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido de movimiento de las agujas de reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo (trayectoria exterior) y por la rueda trasera derecha (trayectoria interior). Además de la trayectoria exterior,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

FIGURA N° 10: Parámetros para vehículo de diseño B2

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.

FIGURA N° 11: Vehículo de diseño B2



Fuente: DG -2018.

- Tramos tangentes:

Las longitudes mínimas de tramos rectos (en tangente) entre curvas es:

$$\text{Curvas en S} \geq 1.39V \text{ (V en km/h)}$$

$$\text{Curvas en O} \geq 2.78V \text{ (V en km/h)}$$

Las longitudes máximas de tramos en tangente o rectos $\leq 16.70 V$.
Para el presente proyecto se tiene las siguientes dimensiones mínimas y máximas de tramos en tangente:

$$\text{Longitudes mínimas: S} \geq 1.39 (30) = 41.70\text{m}$$

$$\text{Longitudes mínimas: O} \geq 2.78 (30) = 83.40\text{m}$$

$$\text{Longitudes máximas: S} \geq 16.70 (30) = 50.1\text{m}$$

- Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

- Radio mínimo de las curvas horizontales

Para el caso de carreta de tercera clase, aplicando la fórmula que a continuación se indica se obtiene valores precisados:

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

Donde.

Rmin: radio mínimo de curvatura

emax: valor máximo de peralte

emin: valor mínimo de peralte

fmax: factor máximo de fricción

V: velocidad específica de diseño

Los valores máximos de fricción lateral a emplearse son los que se señalan en el cuadro siguiente.

TABLA N° 32: Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad directriz km/h	F máx.
30 (o menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: DG -2018.

En el siguiente cuadro se muestra los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegidos para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestra los valores de la fricción transversal máxima.

FIGURA N° 12: Radios mínimos y peraltes máximos

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{máx}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60
50	4,0	0,16	98,4	100
60	4,0	0,15	149,1	150
20	6,0	0,18	13,1	15
30	6,0	0,17	30,8	30
40	6,0	0,17	54,7	55
50	6,0	0,16	89,4	90
60	6,0	0,15	134,9	135
20	8,0	0,18	12,1	10
30	8,0	0,17	28,3	30
40	8,0	0,17	50,4	50
50	8,0	0,16	82,0	80
60	8,0	0,15	123,2	125
20	10,0	0,18	11,2	10
30	10,0	0,17	26,2	25
40	10,0	0,17	46,6	45
50	10,0	0,16	75,7	75
60	10,0	0,15	113,3	115
20	12,0	0,18	10,5	10
30	12,0	0,17	24,4	25
40	12,0	0,17	43,4	45
50	12,0	0,16	70,3	70
60	12,0	0,15	104,9	105

Fuente: DG -2018.

- Curvas de transición

Para caso de carreteras de tercera clase y cuando se use curvas de transición, la longitud de la espiral no será menor que L_{min} ni mayor que el $L_{máx}$. Según la siguiente formulas:

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

$$L_{máx} = (24 * R)^{0.5}$$

Dónde:

R : Radio de la curvatura circular horizontal.

$L_{mín}$: Longitud mínima de la curva de transición.

$L_{máx}$: Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V : Velocidad específica en km/h.

En caso de prescindir de curva de transición considerar lo siguiente:

FIGURA N° 13: Radios para prescindir de curva de transición en carretera de tercera clase

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

Fuente: DG – 2018.

- Sobreancho:

La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes. En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Así mismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril.

El sobreancho variara en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente formula:

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

Donde:

Sa : Sobreancho (m)

N : Número de carriles

R : Radio (m)

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

V : Velocidad de diseño (Km/h)

Según el manual DG-2018, el valor mínimo de sobreancho a aplicar es de 0.40m.

3.2.7.2. Diseño geométrico en perfil

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

El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible.

En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.

- Rasante

La rasante de la carretera está conformada por las cotas de la carreta terminada. Es decir, aquellas cotas que se alcanzan una vez que se han culminado los trabajos de apertura de sub rasante y se ha colocado la capa de afirmado especificados en el diseño de pavimentos.

Para el presente proyecto, los trabajos de mejoramiento de sub rasante y cálculo de espesores de carpeta de estabilizado se especifican con detalle en el capítulo correspondiente al diseño del pavimento.

- Sub rasante

Conformada por el trazo en elevación del terreno natural, cuyos elementos básicos son tramos rectos inclinados (con pendientes positivas y negativas) y curvas verticales (convexas y cóncavas), cuyas dimensiones son establecidas por diseñador, considerando criterios técnicos relativos al aspecto económico y normativo, con la finalidad de realizar el mínimo movimiento de tierras en lo que sea posible. Para el presente proyecto se tienen los siguientes elementos de la subrasante.

a) Pendientes

Pendientes mínimas:

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5% a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares.

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima será del 0.5%.

Pendientes máximas:

Los límites máximos de pendientes 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.

- En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la FIGURA N° 14, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.

FIGURA N° 14: Pendientes Máximas

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10,00	10,0
40 km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 km/h	4,00	4,00			4,00															
120 km/h	4,00	4,00			4,00															
130 km/h	3,50																			

Fuente: DG 2018.

Para carreteras de Tercera Clase deberán tenerse en cuenta además las siguientes consideraciones:

- 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%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.
- En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.
- La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2,000 m, no debe superar el 6%.
- En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

Para nuestro proyecto, las pendientes máximas y mínimas consideradas son:

- Pendiente máxima: 9.94%
- Pendiente mínima: 0.23%

En este caso no se va a tener problemas con el drenaje de la calzada, debido a que se ha considerado un bombeo de 3.5% lo que asegura el drenaje transversal de la misma.

b) Curvas verticales

Por tratarse de un proyecto a nivel de afirmado estabilizado, se han considerado enlazar los tramos consecutivos de rasante con curvas verticales, parabólicas, cuando la diferencia algebraica de las pendientes de dichos tramos es mayor a 2%.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permitan, cuando menos, la visibilidad de 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).

$$L=K*A$$

La distancia de visibilidad de frenado y el índice de curvatura K para las curvas verticales cóncavas y convexas consideradas para el presente proyecto son:

FIGURA N° 15: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase

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

Fuente: DG 2018.

FIGURA N° 16: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase

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

Fuente: DG 2018.

- Distancia de visibilidad

a) Distancia de visibilidad de parada

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que los objetivos inmóviles tienen una altura de mayor o igual a 0.15m y que los ojos de conductor se ubican a 1.07m por encima de la rasante de la carretera.

FIGURA N° 17: Distancia de visibilidad de parada (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Fuente: DG -2018.

Para el presente proyecto se considerado una distancia de visibilidad de parada mínima de 29m.

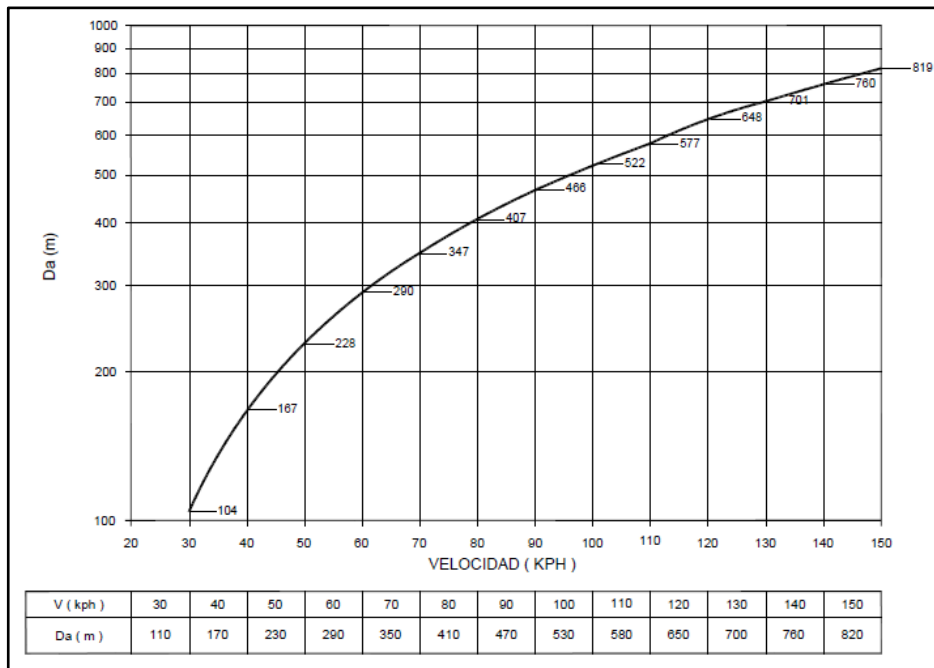
- Distancia de visibilidad de adelantamiento

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es

de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto.

FIGURA N° 18: Distancia de visibilidad de paso



Fuente: DG - 2018.

En nuestro proyecto, por tener la velocidad de diseño de 30km/h, le corresponde la distancia de visibilidad de paso de 110m.

3.2.7.3. Diseño de secciones transversales

3.2.7.3.1 Generalidades

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

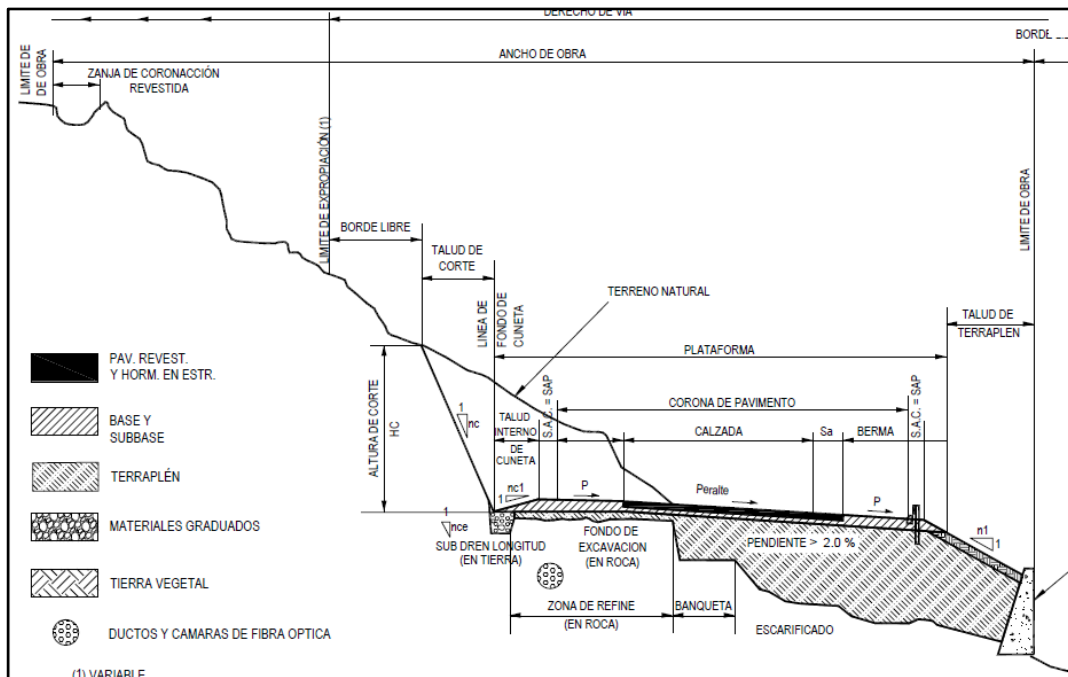
La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado y del terreno.

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

3.2.7.3.2 Elementos de la sección transversal

Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto. En la FIGURA N° 19, se muestra una sección transversal típica para carretera con una calzada de dos carriles en curva.

FIGURA N° 19: Sección transversal típica para carretera con una calzada de dos carriles en curva



Fuente: DG – 2018.

3.2.7.3.3 Calzada o superficie de rodadura

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

En autopistas: El número mínimo de carriles por calzada será de dos.

En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada.

- Ancho de la calzada en tangente

El ancho de la calzada en tangente, se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño.

En la FIGURA N° 20 se indican los valores del ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño con relación a la clasificación de la carretera.

FIGURA N° 20: Anchos mínimos de calzadas en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h																6,60	6,60	6,60	6,00	
50 km/h											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

Fuente: DG -2018.

- Ancho de tramos en curva

A los anchos mínimos de calzada en tangente indicados en la FIGURA N° 20, se adicionarán los sobreamanchos correspondientes a las curvas, de acuerdo a lo calculado.

3.2.7.3.4 Bermas

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Cualquiera sea la superficie de acabado de la berma, en general debe mantener el mismo nivel e inclinación (bombeo o peralte) de la superficie de rodadura o calzada, y acorde a la evaluación técnica y económica del proyecto, está constituida por materiales similares a la capa de rodadura de la calzada..

Adicionalmente, las bermas mejoran las condiciones de funcionamiento del tráfico y su seguridad; por ello, las bermas desempeñan otras funciones en proporción a su ancho tales como protección al pavimento y a sus capas inferiores, detenciones ocasionales, y como zona de seguridad para maniobras de emergencia.

La función como zona de seguridad, se refiere a aquellos casos en que un vehículo se salga de la calzada, en cuyo caso dicha zona constituye un margen de seguridad para realizar una maniobra de emergencia que evite un accidente.

- Ancho de las bermas

En la FIGURA N° 21 se establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía.

FIGURA N° 21: Ancho de bermas

Clasificación		Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
Tráfico vehículos/día		> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características		Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño:	30 km/h																			0,50	0,50
	40 km/h																1,20	1,20	0,90	0,50	
	50 km/h											2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	0,90	0,90	
	60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
	70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
	80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
	90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
	100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
	110 km/h	3,00	3,00			3,00															
	120 km/h	3,00	3,00			3,00															
	130 km/h	3,00																			

Fuente: DG -2018.

- **Inclinación de las bermas**

Para las vías a nivel de afirmado, en los tramos en tangente las bermas seguirán la inclinación del pavimento. En los tramos en curva se ejecutará el peralte como se describió anteriormente.

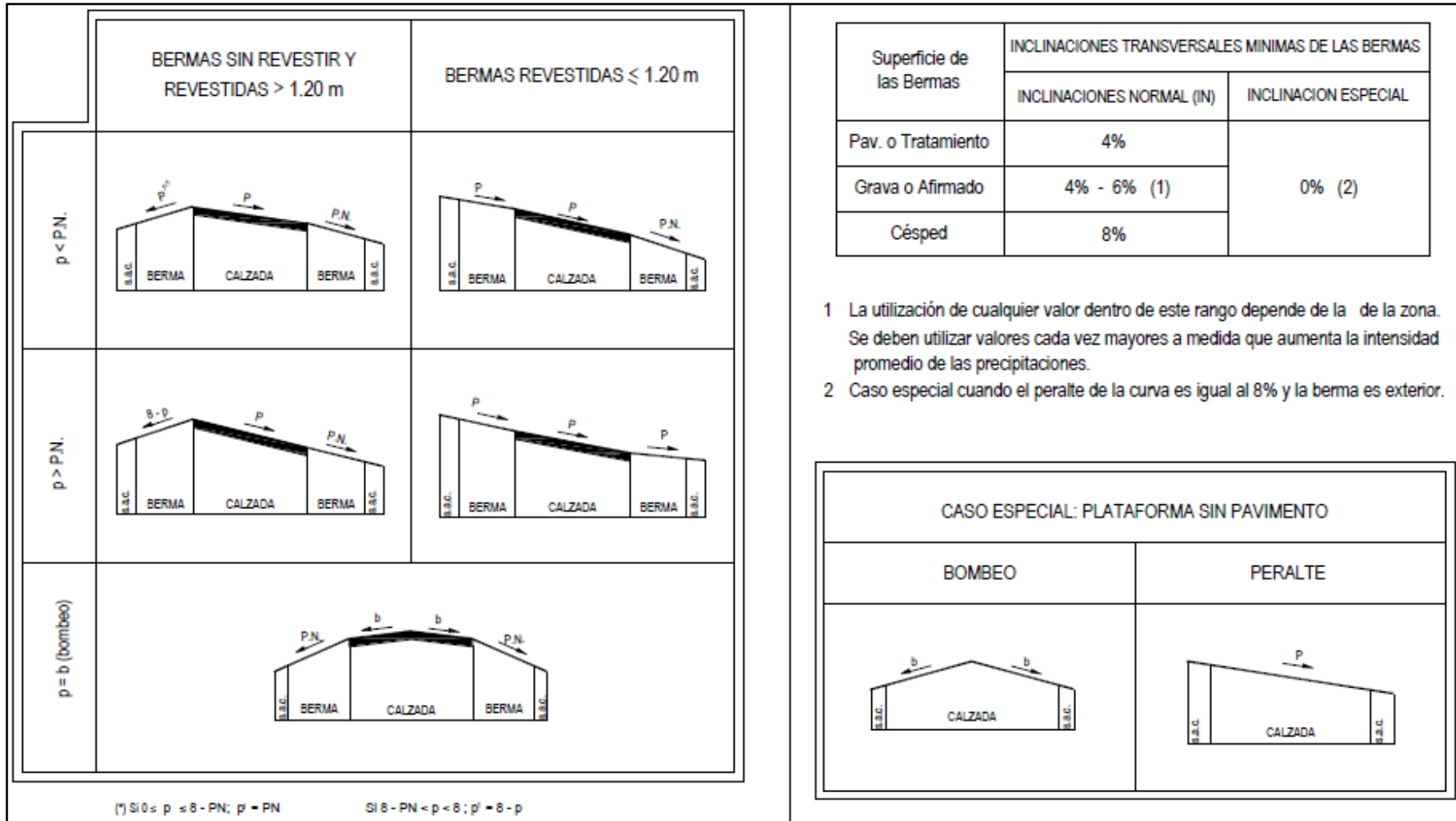
En el caso de que la berma se pavimente, será necesario añadir lateralmente a la misma para su adecuado confinamiento, una banda de mínimo 0,5 m de ancho sin pavimentar. A esta banda se le denomina sobreebanco de compactación (s.a.c.) y puede permitir la localización de señalización y defensas.

En el caso de las carreteras de bajo tránsito:

- 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 éste 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 con una inclinación hacia la calzada, igual a la del peralte menos 7%.

FIGURA N° 22: Inclinación transversal de bermas



Fuente: DG -2018.

3.2.7.3.5 Bombeo

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

La FIGURA N° 23 especifica los valores de bombeo de la calzada. En los casos donde indica rangos, el proyectista definirá el bombeo, teniendo en cuenta el tipo de superficies de rodadura y la precipitación pluvial

FIGURA N° 23: Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

Fuente: DG -2018.

3.2.7.3.6 Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

- Valores del peralte (máximos y mínimos)

Las curvas horizontales deben ser peraltadas; con excepción de los valores establecidos fijados en la FIGURA N°24.

FIGURA N° 24: Valores del radio a partir de los cuales no es necesario peralte

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3.500	3.500	3.500	7.500

Fuente: DG -2018.

FIGURA N° 25: Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

Fuente: DG -2018.

FIGURA N° 26: Valores de peralte mínimo

Velocidad de diseño km/h	Radios de curvatura
$V \geq 100$	$5.000 \leq R < 7.500$
$40 \leq V < 100$	$2.500 \leq R < 3.500$

Fuente: DG -2018.

- Transición del bombeo al peralte

En el alineamiento horizontal, al pasar de una sección en tangente a otra en curva, se requiere cambiar la pendiente de la calzada, desde el bombeo hasta el peralte correspondiente a la curva; este cambio se hace gradualmente a lo largo de la longitud de la curva de transición.

Cuando no exista curva de transición, se desarrolla una parte en la tangente y otra en la curva, en la FIGURA N° 27 se indica las proporciones del peralte a desarrollar en tangente.

FIGURA N° 27: Proporción de peralte a desarrollar en tangente

$p < 4,5\%$	$4,5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0,5 p	0,7 p	0,8 p

Fuente: DG -2018.

(*) Las situaciones mínima y máxima, se permiten en aquellos casos en que por la proximidad de dos curvas, existe dificultad para cumplir con algunas de las condicionantes del desarrollo del peralte.

En curvas de corta longitud o escaso desarrollo, se deberá verificar que el peralte total requerido se mantenga en una longitud al menos igual a $V/3,6$, expresado en metros (m).

La longitud mínima de transición para dar el peralte, puede calcularse de la misma manera que una espiral de transición y numéricamente sus valores son iguales.

- Desarrollo del peralte entre curvas sucesivas

Para el desarrollo adecuado de las transiciones de peralte entre dos curvas sucesivas del mismo sentido, deberá existir un tramo mínimo en tangente, de acuerdo a lo establecido en la FIGURA N° 28.

FIGURA N° 28: Tramos mínimos en tangente entre curvas en el mismo sentido

Velocidad (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Longitud mín. (m)	40	55	70	85	100	110	125	140	155	170	190

Fuente: DG -2018.

3.2.8. DISEÑO DE PAVIMENTO

El pavimento es la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendidos entre la superficie de la sub rasante (capa superior de las explanaciones) y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme, de forma y textura apropiados, resistentes a la acción del tránsito, a la del intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente al terreno de fundición los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito fluidos de los vehículos, con la comodidad, seguridad y economía previstos por el proyecto.

La estructura de un pavimento o disposición de las diversas partes que los constituyen, así como las características de los materiales empleados en su

construcción, ofrecen una gran variedad de posibilidades, de tal manera que puede estar formado por una sola capa o de varias, y a su vez, dichas capas pueden ser de materiales naturales seleccionados, procesados o sometidos a algún tipo de tratamiento o estabilización.

La superficie de rodadura propiamente dicha puede ser una carpeta asfáltica, un tratamiento superficial o la superficie de una capa de material granular con resistencia al desgaste.

La actual tecnología de pavimento contempla una gama muy diversa de secciones estructurales, las cuales están en función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc. Debe elegirse la solución más apropiada, de acuerdo a las facilidades y experiencias locales y a las condiciones específicas de cada caso, lo cual es una tarea que requiere de un balance técnico - económico de todas las alternativas.

Debido a su amplia difusión, a la experiencia acumulada y a las connotaciones económicas que implica su uso, los pavimentos flexibles de capas granulares comprenden casi la generalidad de vías que forman la red vial nacional. Para la estructuración de este tipo de pavimento juegan papel importante, en la mayoría de métodos de diseño, dos parámetros: La capacidad de soporte del suelo de sub rasante y el volumen de tráfico al que estará sujeto la vía.

De acuerdo a lo expresado por los términos de referencia del estudio, la alternativa a considerarse para la estructura del pavimento es a nivel de una base granular de rodadura, también denominada “pavimento afirmado” o lastrado con un tratamiento superficial.

3.2.8.1 Estudio del suelo para el diseño del pavimento

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento.

Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aún con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

La AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86 - 90 que equivale a la ASTM D420-69. Se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E101, MTC E102, MTC E103 y MTC E104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM.

Para la exploración de suelos primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ellos un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas a pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250m y 2000m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- Cambio en la topografía de la zona en estudio
- Por la naturaleza de las suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular.
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados
- Zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0m
- Zonas en donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6m$)

- En zonas de corte, se ubicará los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar, del porcentaje de partículas gruesas en la muestra y del equipo de ensayo a ser usado.

Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuaran ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor de 1.50m, teniendo como nivel superior la línea de sub rasante del diseño geométrico vial y debajo de ella espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicaciones de sus propiedades características o los parámetros básicos para el diseño de pavimento.

3.2.8.2 Factores que deben tenerse en cuenta en el diseño de un pavimento

3.2.8.2.1 Características del terreno de cimentación

Con el objeto de determinar las características físico - mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al CUADRO N° 02. Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada a distancias aproximadamente iguales; para luego, sí se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía.

CUADRO N° 02: Número de calicatas para exploración de suelos

Tipo de carretera	Número mínimo de calicatas
Autopistas: Carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km por sentido
Carreteras duales o multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas por km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas por km por sentido
Carreteras de Primera Clase: Carreteras de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • 4 calicatas por km
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • 3 calicatas por km
Carreteras de Tercera Clase: Carreteras de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • 2 calicatas por km
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras de IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 calicatas por km

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El número de calicatas indicado en el CUADRO N° 02 se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o pre-factibilidad se efectuará el número de calicatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir

información secundaria se efectuará el número de calicatas del CUADRO N° 02 espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km.

Así mismo se extraerán muestras representativas de la sub-rasante para realizar ensayos de módulo de resiliencia (Mr) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de Mr, la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera (CUADRO N° 03).

CUADRO N° 03: Número de ensayos Mr y CBR

TIPO DE CARRETERA	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas , cada una con dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido
Carreteras duales o multicarril: Carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km por sentido y 1 CBR cada 1 km por sentido
Carreteras de Primera Clase: Carreteras de IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Mr cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: Carreteras de IMDA entre 2000 y 401 veh/día, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 1.5 km se realizará 1 CBR • (*)

Carreteras de Tercera Clase: Carreteras de IMDA entre 400 y 201 veh/día, de una calzada de dos carriles	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 2 km se realizará 1 CBR • (*)
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras de IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada 3 km se realizará 1 CBR

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El número de ensayos indicado en el cuadro N° 03, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el referido cuadro, por 2 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Tercera Clase “Cada 4.0 km se realizara un CBR” en lugar de un CBR cada 2.0 km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de ensayos del CUADRO N° 03, por 3 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Segunda Clase “Cada 4.5 km se realizara un CBR” en lugar de un CBR cada 1.5 km).

3.2.8.2.2 Descripción de los suelos

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de las FIGURAS N° 29 y 30.

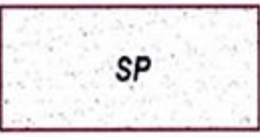


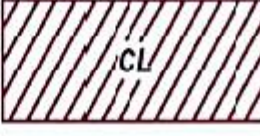
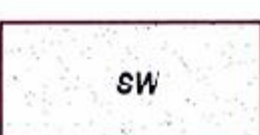

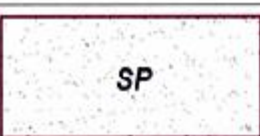

FIGURA N° 29: Signos convencionales para perfiles de calicatas - Clasificación ASSHTO



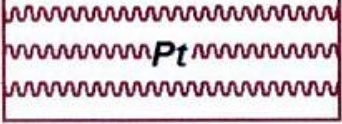
Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

FIGURA N° 30: Signos convencionales para perfiles de calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad

	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micaacea o diatometacea, limo elástico
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla mañra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micaacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

3.2.8.2.3 Propiedades fundamentales de los suelos

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- Humedad Natural: otra característica importante de los suelos es su humedad natural; puesto que la resistencia de los suelos de sub rasante, en especial de los finos, se encuentra directamente asociada con las condiciones de humedad y densidad que estos suelos presenten.
- Plasticidad: es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la

plasticidad de un suelo depende no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos.

El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

- c. Granulometría: representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar con mayor o menor aproximación las demás propiedades que pudieran interesar.
- d. Equivalente de arena: es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC EM 114).

Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

- e. Ensayo CBR: (ensayo MTCC EM 132), una vez que se haya clasificado los suelos por el sistema AASHTO y SUCS, para caminos, se elaborará un perfil estratigráfico para cada sector homogéneo o tramo en estudio, a partir del cual se determinará el programa de ensayos para establecer el CBR que es el valor soporte o resistencia del suelo, que estará referido al 95% de la MDS (Máxima Densidad Seca) y a una penetración de carga de 2.54 mm.

Estás y otras propiedades se especifican con mayor detalle en la parte de estudio de suelos y canteras.

3.2.8.2.3 El clima

Para el efecto de diseñar las carreteras con la eficiencia necesaria en términos de funcionalidad y de economía, se requiere contar con la información suficiente que por dos necesidades principales: la estabilidad del pavimento y la estabilidad de los terraplenes y de la plataforma en general.

En el Perú la gestión vial se viene trabajando con información climática nacional brindada por el SENAMHI. En general la información requerida por la metodología de diseño tradicional, en cuanto a temperatura por regiones y/o cuencas y valles, está relativamente bien cubierta; no así en lo relativo a las necesidades más puntuales que se requieren para precisar mejor el diseño de las capacidades de los drenajes y defensas en diversos tramos específicos en los que se presenta requerimientos puntuales frecuentes que deterioran más significativamente la infraestructura vial impidiendo su uso por algunos días y/o meses mientras se reconstruye el sector vial afectado.

Sin embargo, esta necesidad viene siendo más conocida e identificable con el mejoramiento el perfeccionamiento del sistema de conservación vial que se utiliza en las concesiones viales y contratos de conservación vial que viene practicándose en el Perú, en las que el MTC y el SENAMHI deberán coordinar más los requerimientos de información.

Para el futuro, la utilización de las nuevas metodologías de la gestión vial, orientadas hacia el análisis más sofisticado de los materiales que se utilizan en la construcción vial con el objetivo de lograr pavimentos con horizontes de vida de 50 años, requerirá como lo indica AASHTO de la implantación de una sistematización rigurosa de la información del clima, así como el tráfico para cada tramo vial.

3.2.8.2.3 El tráfico

Las conclusiones del estudio de tráfico indican que los volúmenes mayores de tránsito se producirán en los meses de verano. Mientras que en el resto del año, se tendrá un tráfico menor. Por tal motivo, se justifica la adopción de valores conservativos para el diseño, los cuales pueden definirse en base a métodos aproximados.

El criterio que se empleará será el diseñar pavimento adoptando un valor límite de tráfico que pueda soportar la vía, cuya determinación se expone a continuación.

La carga y el volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de pavimentos, particularmente cuando tanto la carga como el número de repeticiones son altos. Sin embargo, cuando ambos factores tienden hacia valores mínimos su importancia como parámetro de diseño es relativa. Por ello, es raramente justificable realizar un complejo y preciso análisis de tráfico para caminos de bajo volumen, con menos de 200 vehículos por día.

No obstante, siempre es recomendable tratar de establecer datos realistas, para cada caso específico, sobre todo si el tráfico proyectado es mayormente pesado.

Por otro lado, es común la carencia de un registro sistemático de datos en caminos de bajo volumen que permitan efectuar un análisis de tráfico; por otro lado, se ha visto que en realidad los requerimientos de espesores de diseño para pavimentos tienen una variación poco sensible, para valores bajos de repeticiones del eje de carga equivalente, es por eso que se aplicará para fines del análisis del tráfico, un método aproximado.

Será necesario determinar el tráfico proyectado, para el periodo de diseño, es decir calcular las proyecciones del tráfico teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de tráfico, basada en la tasa de crecimiento de la población y de la actividad económica del área de influencia, la fórmula a efectuar es la siguiente:

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1}$$

En la que:

T_n: Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T_o: Tránsito actual (año base 0) en veh/día

n: Número de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento del tránsito

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajero con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual de crecimiento de la economía expresada como Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 7%.

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura se ha considerado los vehículos pesados como buses, camiones, camionetas y automóviles. El resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

TABLA N° 33: Tipo de tráfico en EE en el carril de diseño para caminos no pavimentados

Tipos tráfico pesado en EE	Rangos de tráfico pesado en EE
TNP1	$\leq 25,000$ EE
TNP2	$> 25,000$ EE $\leq 75,000$ EE
TNP3	$> 75,000$ EE $\leq 150,000$ EE
TNP4	$> 150,000$ EE $\leq 300,000$ EE

Fuente: Manual de carreteras – suelos, geotecnia y pavimento.

Para la obtención de la clase de tráfico que circula para el tramo en estudio, se realizará lo siguiente:

- Identificar cual o cuales serán nuestras estaciones para el estudio de tráfico a realizarse.
- Conteos de tráfico durante los siete días de la semana. Los conteos serán volumétricos y clasificados por el tipo de vehículo.

- Con datos obtenidos se determinará el número de vehículos (IMDa) para el carril de diseño, suficientes para definir la clase de tipo de tráfico. No obstante, será necesario obtener el número de repeticiones de Eje Equivalente (EE) para el periodo de diseño.
- El concepto de EE corresponde a la unidad normalizada por la AASHTO que representa el deterioro que causa en la capa de rodadura un eje simple cargado con 8.16 toneladas. Para el cálculo de los factores destructivos por eje equivalente calculados se toma en cuenta el criterio simplificado de la metodología AASHTO, aplicando las siguientes relaciones:

FIGURA N° 31: Factores destructivos por eje equivalente simplificado de la metodología AASHTO

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

Fuente: Manual de carreteras – suelos, geotecnia y pavimento.

De acuerdo a los resultados del estudio de tráfico realizado, los valores del IMDa obtenidos son:

TABLA N° 34: IMDA total del proyecto

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil	30	28	28	31	29	30	27	203	29	1.0145	29
Station Wagon	15	15	16	16	16	15	14	107	15	1.0145	16
Camioneta	25	24	24	26	23	24	24	170	24	1.0145	25
C.R.	26	26	26	26	26	26	26	182	26	1.0145	26
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0145	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0145	0
Camión 2E	27	25	24	28	27	28	30	189	27	0.8536	23
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8536	0
TOTAL	123	118	118	127	121	123	121	851	122		119

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2t, se usará las siguientes expresiones por tipo de vehículo pesado, el resultado final será la sumatoria de los tipos de vehículos pesados considerados.

$$N_{\text{rep de EE 8.2t}} = \sum (EE_{\text{día-carril}} \times 365 \times (1 + t)^{n-1})$$

$$EE_{\text{día-carril}} = EE \times \text{Factor Direccional} \times \text{Factor carril}$$

EE = N° de vehiculos según tipo x factor de carga x factor de presión de llantas

Donde:

Nrep de EE 8.2t = Número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2t

EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por día para el carril de diseño

365= Número de días del año

t= tasa de proyección del tráfico en centésimas

EE= Ejes Equivalentes

Factor Direccional= 0.5 corresponde a caminos de dos direcciones por calzada

Factor carril=1. Corresponde a un carril por dirección o sentido

Factor de presión de llantas= 1, este valor se aplica para las carreteras de bajo volumen de tránsito y con capa de revestimiento granular.

3.2.8.3 Pavimento de afirmado

3.2.8.3.1 Generalidades

Para el dimensionamiento de espesores de afirmado se adoptó como representativa la siguiente ecuación del método NAASRA,

(National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS) que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresado en número de repeticiones de Eje Estándar.

Para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adoptó:

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

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR= valor del CBR de la sub rasante.

Nrep = número de repeticiones de EE para ei carril de diseño.

Se establecerán los espesores de afirmado cuando la sub rasantes tenga $\text{CBR} > 6\%$ y tráfico con número de repeticiones de hasta 300,000 ejes equivalentes. Es necesario precisar que los sectores que presenten sub rasantes con CBR menor a 6% (sub rasante pobre o sub rasante inadecuada), serán materia de un estudio específico de estabilización o reemplazo de suelos de la sub rasante.

FIGURA N° 32: Espesor de la superficie de afirmado (revestimiento granular) para un periodo de 10 años

**Figura N° 11-2
CATALOGO DE CAPAS DE AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR)
PERIODO DE 10 AÑOS**

EE CBR %		Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4
		< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000
6% < CBR < 10%	CBR < 6%	25cm 	30cm 	30cm 	35cm
	CBR 6%-8%	25cm 	30cm 	30cm 	35cm
	CBR 8%-10%	20cm 	25cm 	25cm 	30cm
	CBR 10%-12%	20cm 	20cm 	25cm 	25cm
	CBR 12%-20%	15cm 	20cm 	20cm 	20cm
	CBR 20%-30%	15cm 	15cm 	15cm 	15cm
CBR > 30%	15cm 	15cm 	15cm 	15cm 	

Afirmado

Fuente: Manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimento.

De acuerdo a los cálculos realizados, mediante el método AUSTROADS y comparando con el catálogo de capas de revestimiento granular señalado anteriormente, se asume lo siguiente:

- Utilizamos una capa de afirmado de espesor 0.20m a lo largo de toda la longitud de la vía (desde el km 0+000 hasta el kilómetro 7+600).
- En el tramo ubicado entre las progresivas 2+820 - 7+600 con CBR=4.4 y CBR=4.1, se realizará el mejoramiento del material de subrasante mediante la aplicación del aditivo TerraZyme en un espesor de 0.15 m.

3.2.8.4 Afirmado

El material a usarse varía según la región y las fuentes locales de agregados, cantera de cerro o de río, también se diferencia si se utilizará como una capa superficial o capa inferior, porque de ello depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, cuyo contenido es una característica necesaria en la carretera de afirmado.

El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. Si no existe una buena combinación de estos tres tamaños, el afirmado será pobre.

El afirmado requiere de un porcentaje de piedra para soportar las cargas. Asimismo necesita un porcentaje de arena clasificada, según tamaño, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, necesariamente un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

Existen pocos depósitos naturales de material que tienen una gradación ideal, donde el material sin procesar se puede utilizar directamente por lo que será necesario zarandear el material para obtener la granulometría especificada.

En general, los materiales serán agregados naturales procedentes de excedentes de excavaciones o canteras o podrán provenir de la trituración de rocas y gravas o podrán estar constituidos por una mezcla de productos de ambas procedencias.

Para la dosificación y mezcla del material para afirmado, se tendrá como referencia y punto de partida las gradaciones que se recomiendan en la FIGURA N° 33 referidas a AASHTO M 147 y en el FIGURA N° 34 referidas a FHWA.

FIGURA N° 33: Gradación del material de afirmado

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	GRADACIÓN C	GRADACIÓN D	GRADACIÓN E	GRADACIÓN F
50 mm (2")				
37.5 mm (1½")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (¾")				
12.5 mm (½")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm (N° 8)				
2.0 mm (N° 10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (N° 40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N° 200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)]	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%	Mín. 40%

Fuente: Manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimento.

FIGURA N° 34: Gradación del material de afirmado

PORCENTAJE QUE PASA DEL TAMIZ	FHWA – FP 03	FHWA – SD LTAP
50 mm (2")		
37.5 mm (1½")		
25 mm (1")	100(1)	
19 mm (¾")	97 – 100(1)	100
12.5 mm (½")		
9.5 mm (3/8")		
4.75 mm (N° 4)	41 – 71 (7)	50 - 78
2.36 mm (N° 8)		37 - 67
2.0 mm (N° 10)		
4.25 um (N° 40)	12 – 28 (5)	13 - 35
75 um (N° 200)	9 -16 (4)	4 - 15
Índice de Plasticidad	8 (4)	4 - 12
Límite Líquido	Máx. 35%	Máx. 35%
Desgaste Los Ángeles	Máx. 50%	Máx. 50%
CBR [referido al 100% de la Máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5mm)] (*)	Mín. 40%	Mín. 40%
Nota: (1) = Procedimiento estadístico no aplica () = desviación admisible (±) del valor indicado		

Fuente: Manual de carreteras – suelos, geotecnia y pavimento.

Para el caso del porcentaje que pasa el tamiz 75 um (N° 200), se tendrá en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para prevenir el daño por la acción de las heladas. En este

caso será necesario tener porcentajes más bajos al especificado que pasa el tamiz 75 um (Nº 200), por lo que, en caso no lo determine el proyecto, el supervisor deberá fijar y aprobar los porcentajes apropiados.

Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el período seco, pues necesitará riego de agua.

En el caso de que se tuvieran materiales con índice de plasticidad fuera del rango 4-12%, se estudiará el empleo de un estabilizador de suelos con un producto asfáltico, con cal, cemento, cloruros de sodio (sal), calcio o magnesio u otros estabilizadores químicos de suelos con la finalidad de mantener y/o prolongar la vida útil de la carretera.

Es a partir de lo antes señalado que se efectúan los ensayos y dosificaciones hasta conseguir un material de afirmado de buena calidad, con gradación y plasticidad adecuadas que le de cohesión.

Un aspecto que debe tenerse en cuenta en los caminos afirmados, es el control de polvo, debido a que todos estos caminos emiten polvo por el tráfico circulante. La cantidad de polvo que se produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona (lluvioso o árido), del tráfico que soporta y la calidad del afirmado.

Los tipos de control de polvo, pueden ser riegos con agua natural, riegos incluyendo cloruros o aditivos, aplicación de productos asfálticos (imprimación reforzada, diferentes tipos de sellos asfálticos) utilización de cal cemento u otros estabilizadores químicos.

3.2.9. DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades:

- a) Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera.
- b) Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas, natural del terreno o artificial, de estructuras, constituidas previamente, que serían dañadas o modificadas por la construcción de carretera que, sin un debido cuidado, resultarían causando daños en el medio ambiente, algunos posiblemente irreparables.

Desde estos puntos de vista y de una manera práctica, debe considerarse:

- a) En etapa de planeamiento

Debe aplicarse los siguientes criterios para la localización del eje de la carretera.

- Evitar en lo posible localizar la carretera en territorios, húmedos o pantanosos, zonas de huaycos mayores, zonas con torrentes de aguas intermitentes, zonas con corriente de aguas subterráneas y las zonas inestables y/o con taludes pronunciados.
- Evitar en lo posible la cercanía a reservorios y cursos de agua existente, natural o artificial, especialmente si son causa de posibles erosiones de la plataforma de la carretera.

- b) En la etapa de diseño del sistema de drenaje

- Mantener al máximo en los taludes, la vegetación natural existente.
- No afectar o reconstruir, perfeccionándolo, el drenaje natural del territorio (cursos de agua).
- Canalizar el agua superficial proveniente de lluvias sobre la explanación de la carretera hacia cursos de agua existentes fuera de la carretera evitando que tenga velocidad erosiva.
- Bajar la napa freática de aguas subterráneas a niveles que no afecten la carretera.
- Proteger la carretera contra la erosión de las aguas.

La aplicación de estos criterios lleva al diseño de soluciones de ingeniería que, por su naturaleza, se agrupan en la forma siguiente:

- Drenaje superficial.
- Drenaje subterráneo.

3.2.9.1. Drenaje superficial

Conjunto de obras destinadas a la recogida de las aguas pluviales o de deshielo, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno.

Son obras que actúan directamente sobre la carretera y las obras para el control de erosión de taludes que resultan ser muy importantes en la estabilidad de la vía.

Las obras de drenaje superficial que trabajan directamente sobre la carretera se consideran como longitudinales o transversales, según la posición que estas guarden con respecto al eje de la vía.

a) Objetivo del drenaje superficial

El objetivo del drenaje superficial es de conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final. De esta manera, se convierten en un soporte importante para el control de la erosión en taludes y la protección de la estructura del pavimento, permitiendo la rápida evacuación del agua, que además de afectar la estructura, afecta la seguridad de los usuarios.

El drenaje superficial comprende:

- La recolección de las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.
- La evacuación de las aguas recolectadas hacia cauces naturales.
- La restitución de la continuidad de los cauces naturales interceptados por la carretera.

b) Criterios funcionales

Los elementos del drenaje superficial se elegirán teniendo en cuenta criterios funcionales, según se menciona a continuación:

- Las soluciones técnicas disponibles.
- La facilidad de su obtención y así como los costos de construcción y mantenimiento.
- Los daños que, eventualmente, producirían los caudales de agua correspondientes al período de retorno, es decir, los máximos del período de diseño.

Al paso del caudal de diseño, elegido de acuerdo al periodo de retorno y considerando el riesgo de obstrucción de los elementos de drenaje, se deberá cumplir las siguientes condiciones:

- En los elementos de drenaje superficial la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua será tal que siempre se mantenga un borde libre no menor de 0.30m.
- No alcanzará la condición de catastróficos los daños materiales a terceros producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debido a la sobreelevación de la corriente de un cauce, provocada por la presencia de una obra de drenaje transversal.

c) Periodo de retorno

La selección del caudal de diseño para la cual debe de proyectarse un drenaje superficial, está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el periodo para la cual se diseña la carretera. En general, se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

En la TABLA N° 31 correspondiente a la parte del estudio hidrológico, se muestran los valores del periodo de retorno para las obras hidráulicas en estudio. Así mismo se indica en el mismo apartado los periodos de retorno asumidos para el cálculo del caudal de diseño de acuerdo a los tipos de obras hidráulicas proyectadas.

d) Riesgo de obstrucción

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje superficial, pueden verse alteradas por su obstrucción debida a cuerpos arrastrados por la corriente.

Entre los elementos del drenaje superficial de la plataforma, el riesgo es especialmente importante en los sumideros y colectores enterrados debido a la presencia de basura o sedimentación del material transportado por el agua. Para evitarlo, se necesita un adecuado diseño, un cierto dimensionamiento y una eficaz conservación o mantenimiento.

El riesgo de obstrucción de las obras de drenaje transversal (alcantarillas de paso y cursos naturales), fundamentalmente por vegetación arrastrada por la corriente dependerá de las características de los cauces y zonas inundables y pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Riesgo alto: Existe peligro de que la corriente arrastre árboles u objetos de tamaños parecidos.
- Riesgo medio: Pueden ser arrastradas cañas, arbustos, ramas y objetos de dimensiones similares en cantidades importantes.
- Riesgo bajo: No es previsible el arrastre de objetos de tamaño en cantidad suficiente como para obstruir el desagüe.

3.2.9.1.1 Drenaje transversal de la carretera

3.2.9.1.1.1 Aspectos generales

Una vez aprobado el diseño geométrico, se recomienda empezar con el estudio hidráulico y drenaje de la carretera.

El drenaje transversal de la carretera tiene como objetivo evacuar adecuadamente el agua superficial que intercepta su infraestructura, la cual discurre por cauces naturales o artificiales, en forma permanente o transitoria, a fin de garantizar su estabilidad y permanencia.

El elemento básico del drenaje transversal se denomina alcantarilla, considerada como una estructura menor, su densidad a lo largo de la carretera resulta importante e incide en los costos, por ello, se debe dar especial atención a su diseño.

Las otras estructuras que forman parte del drenaje transversal son el badén y el puente, siendo éste último de gran importancia, cuyo estudio hidrológico e hidráulico permite concebir su diseño.

El objetivo principal en el diseño hidráulico de una obra de drenaje transversal es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el paso libre del flujo líquido y flujo sólido que eventualmente transportan los cursos naturales y conducirlos adecuadamente, sin causar daño a la carretera y a la propiedad adyacente.

3.2.9.1.1.2 Premisas para el estudio

- a) **Características topográficas.-** Para el caso de obras de cruce menores (alcantarillas), el levantamiento topográfico realizado para la carretera, deberá cubrir aquellos sectores donde se emplazarán dichas obras, de tal manera que permita definir el perfil longitudinal del cauce tanto aguas arriba y aguas abajo de la sección de cruce.
- b) **Estudio de cuencas hidrográficas.-** Se refiere a la identificación de las cuencas hidrográficas que interceptan el alineamiento de la carretera, con el objetivo de establecer los caudales de diseño y efectos de las crecidas. Se deberá indicar la superficie, pendiente y longitud del cauce principal, forma, relieve, tipo de cobertura vegetal, calidad y uso de suelos, asimismo; los cambios que han sido realizados por el hombre, tales como embalses u otras obras de cruce que pueden alterar significativamente las características del flujo, dicho estudio se puede encontrar en el apartado 3.2.6 correspondiente al estudio de hidrología y drenaje.

- c) **Características del cauce.-** Se refiere a las características del lecho, tales como forma, tipo de suelo, tipo de cobertura vegetal, tipo de material de arrastre, sólidos flotantes, fenómenos de geodinámica externa y otros factores que inciden en el tamaño y durabilidad de la obra de cruce. Para nuestro caso, de las pequeñas quebradas presentes en el proyecto.
- d) **Datos de crecidas.-** Se analizarán y evaluarán las marcas dejadas por crecidas o eventos anteriores. Adicionalmente, se recopilará la información proporcionada por lugareños, con la finalidad de contar con información adicional de campo.

3.2.9.1.1.3 Alcantarillas

a.- Aspectos generales

Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera.

La densidad de alcantarillas en un proyecto vial influye directamente en los costos de construcción y de mantenimiento, por ello, es muy importante tener en cuenta la adecuada elección de su ubicación, alineamiento y pendiente, a fin de garantizar el paso libre del flujo que intercepta la carretera, sin que afecte su estabilidad.

La ubicación óptima de las alcantarillas depende de su alineamiento y pendiente, la cual se logra proyectando dicha estructura siguiendo la alineación y pendiente del cauce natural. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el incremento y disminución de la pendiente influye en la variación de la velocidad de flujo, que a su vez incide en la capacidad de transporte de materiales en suspensión y arrastre de fondo.

En la proyección de alcantarillas el aspecto técnico debe prevalecer sobre el aspecto económico, es decir que no pueden sacrificarse ciertas características hidráulicas sólo con el objetivo de reducir los costos.

b.- Ubicación en planta

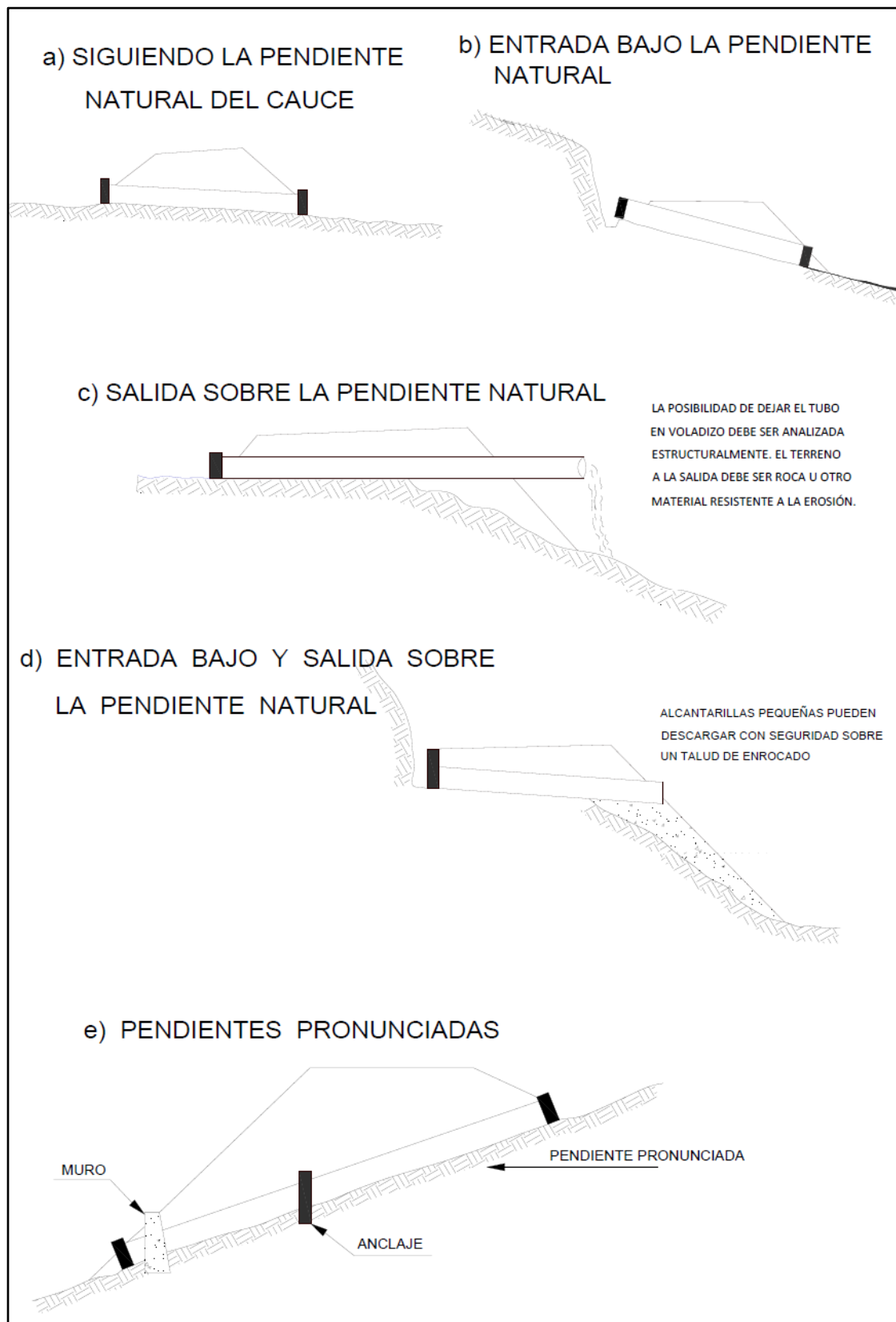
La ubicación en planta ideal es la que sigue la dirección de la corriente, sin embargo, según requerimiento del proyecto la ubicación natural puede desplazarse, lo cual implica el acondicionamiento del cauce, a la entrada y salida con la construcción de obras de encauzamiento u otras obras complementarias.

c.- Pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal de la alcantarilla debe ser tal que no altere desmesuradamente los procesos geomorfológicos, como la erosión y sedimentación, por ello, los cambios de pendiente deben ser estudiados en forma cuidadosa, para no incidir en dichos procesos que pueden provocar el colapso de la estructura.

En la FIGURA N° 35, se aprecia la ubicación típica de alcantarillas respecto a la pendiente del cauce.

FIGURA N° 35: Ubicación típica de alcantarillas respecto a la pendiente del cauce



Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

d.- Elección del tipo de alcantarilla

- Tipo y sección

Los tipos de alcantarillas comúnmente utilizadas en proyectos de carreteras en nuestro país son; marco de concreto, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto, tuberías de polietileno de alta densidad y últimamente se viene empleando el poliéster reforzado con fibra de vidrio, el cual se utilizará en el presente proyecto.

f.- Poliéster reforzado con fibra de vidrio

Su empleo es cada vez más habitual en conducciones de agua para abastecimiento, riego, saneamientos, drenaje de carreteras, etc., debido a sus precios competitivos en diámetros medios ya que sus propiedades frente a la corrosión no son determinantes en estas aplicaciones.

f.1.- Propiedades

- Alta resistencia mecánica proporcionada por la fibra de vidrio.
- No requieren mantenimiento teniendo una vida útil prácticamente ilimitada.
- La estanquidad de los tubos y de las uniones es absoluta.
- El PRFV es un material de bajo peso por lo que los tubos son ligeros.
- La longitud habitual de suministro, 12 metros, favorece un rápido montaje.
- El rango de diámetros disponibles es muy amplio: desde 300 mm hasta 2.600 mm.

Los tubos se clasifican por su DN (diámetro Nominal), PN (Presión Nominal) y SN (rigidez nominal).

f.2.- Dimensionamiento mecánico de la tubería

Los tubos de PRFV se calculan como tubos flexibles, es decir se considera que admiten ciertas deformaciones por la acción de las cargas verticales produciéndose un efecto de ovalización que, al aumentar el diámetro horizontal, hace que entren en juego los empujes pasivos del terreno aumentando de forma considerable su resistencia.

Los tubos se dimensionan para que la citada deformación, causada por la acción exclusiva de las cargas externas, no supere un valor del orden del 3% o el 6% del diámetro no alcanzándose para entonces el agotamiento de su capacidad resistente. Esta limitación es más funcional que resistente ya que el tubo mecánicamente aguanta más deformación (está lejos del valor admisible) pero no se podría garantizar la estanquidad en las juntas. Otra limitación es el deterioro del revestimiento de la tubería como consecuencia de las deformaciones. Los tubos rompen con deformaciones superiores al 20%.

Para garantizar el comportamiento de los tubos es fundamental el grado de compactación del relleno de zanja y que la cama de apoyo sea la adecuada ya que, como hemos dicho, el elemento resistente es el conjunto tubo-terreno.

e.- Recomendaciones y factores a tomar en cuenta para el diseño

A continuación se presentan algunas recomendaciones prácticas y factores que intervienen para el diseño adecuado de una alcantarilla.

- a) Para asegurar la estabilidad de la carretera ante la presencia de asentamientos provocados por filtraciones de agua, la alcantarilla debe asegurar la impermeabilidad.

Asimismo, dentro de los factores se mencionan los siguientes:

- a) Como factores físicos y estructurales, tenemos: la durabilidad, altura de relleno disponible para la colocación de la alcantarilla, cargas actuantes sobre la alcantarilla y calidad y tipo de terreno existente.
- b) Dentro de los factores hidráulicos, tenemos: el caudal de diseño, pendiente del cauce, velocidad de flujo, material de arrastre, pendiente de la alcantarilla y rugosidad del conducto.
- c) Otros factores importantes que deben ser tomados en cuenta para la elección del tipo de alcantarilla, son la accesibilidad a la zona del proyecto y la disponibilidad de materiales para su construcción.

f.- Diseño hidráulico

El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas a proyectarse, es lo establecido por la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación.

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

$$R = A/P$$

$$Q = VA$$

Donde:

Q: Caudal (m^3/s)

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m^2)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning (Ver FIGURA N° 36)

FIGURA N° 36: Valores del Coeficiente de Rugosidad de Manning (n)

TIPO DE CANAL		MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido 0.009 b. Acero soldado con remaches 0.010 0.013 c. Metal corrugado sub - dren 0.017 0.021 dren para aguas lluvias	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras 0.010 0.011 tubo con curvas, conexiones 0.011 afinado 0.013 tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. 0.012 Tubo con moldaje de acero. 0.012 Tubo de moldaje madera cepillada 0.015 Tubo con moldaje madera en bruto b. Madera duelas 0.010 0.015 laminada y tratada 0.018 c. Albañilería de piedra. 0.018	0.011 0.013 0.012 0.014 0.017 0.013 0.014 0.016 0.020 0.012 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.014 0.016 0.020 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar 0.011 0.012 pintado 0.021 b. Corrugado	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento 0.010 0.011 Tratada 0.012 Planchas b. Concreto 0.011 afinado con plana 0.015 afinado con fondo de grava 0.014 sin afinar 0.017 excavado en roca de buena calidad 0.022 excavado en roca descompuesta c. Albañilería 0.017 piedra con mortero 0.023 piedra sola	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.030 0.035
C. EXCAVADO		a. Tierra, recto y uniforme 0.016 nuevo 0.022 grava 0.022 con algo de vegetación b. Tierra, sinuoso 0.023 sin vegetación 0.025 con malezas y pasto 0.030 maleza tupida, plantas 0.025 fondo pedregoso - malezas. c. Roca suave y uniforme 0.025 0.035 irregular d. Canales sin mantención 0.050 maleza tupida 0.040 Fondo limpio, bordes con vegetación	0.018 0.025 0.027 0.025 0.030 0.035 0.035 0.040 0.040 0.080 0.050	0.020 0.030 0.033 0.030 0.033 0.040 0.040 0.040 0.050 0.120 0.080

D. CORRIENTES NATURALES	D.1. CORRIENTES MENORES (ANCHO SUPERF. < 30 m)	a. Ríos en planicies rectos, sin zonas muertas	0.025	0.030	0.033	
		rectos sin zonas muertas con piedras y malezas	0.030	0.036	0.040	
		Sinuoso, vegetación y piedras	0.035	0.045	0.050	
		Sinuoso, vegetación y bastante pedregoso	0.045	0.050	0.060	
		Abundante vegetación, sinuoso.	0.075	0.100	0.150	
		b. Torrentes de montaña, sin vegetación, bordes abruptos.	0.030	0.040	0.050	
		Árboles y arbustos sumergidos	0.040	0.050	0.070	
		Parcialmente en crecidas con piedras y Pocas rocas grandes y piedras en el fondo.				
		D.2 PLANICIES DE INUNDACION	a. con pasto sin arbusto	0.025	0.030	0.035
		pastizales bajos	0.030	0.035	0.050	
b. áreas cultivadas	0.020	0.030	0.040			
sin cultivo	0.030	0.040	0.050			
c. Arbustos y Malezas	0.040	0.060	0.080			
escasos	0.070	0.100	0.160			
densos						
d. Árboles	0.110	0.150	0.200			
sauces	0.030	0.040	0.050			
tierra despejada con troncos						
D3 Ríos Principales (ancho superior a 30 m)	Secciones Regulares	0.025	-	0.060		
	Secciones Irregulares	0.035	-	0.100		

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Se debe tener en cuenta la velocidad, parámetro que es necesario verificar de tal manera que se encuentre dentro de un rango, cuyos límites se describen a continuación.

FIGURA N° 37: Velocidades máximas admisibles (m/s) en conductos revestidos

TIPO DE REVESTIMIENTO	VELOCIDAD (M/S)
Concreto	3.0 – 6.0
Ladrillo con concreto	2.5 – 3.5
Mampostería de piedra y concreto	2.0

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Se deberá verificar que la velocidad mínima del flujo dentro del conducto no produzca sedimentación que pueda incidir en una reducción de su capacidad hidráulica, recomendándose que la velocidad mínima sea igual a 0.25 m/s.

Asimismo, se debe tener muy en cuenta la velocidad de flujo a la salida de la alcantarilla, generalmente esta velocidad es mayor que la velocidad de escurrimiento en el cauce natural y debe limitarse a fin de evitar procesos de socavación del cauce aguas abajo de la estructura y no afecte su estabilidad.

A continuación, se presenta una tabla con valores máximos admisibles de velocidades de flujo según el tipo de material donde se desplaza.

FIGURA N° 38: Velocidades máximas admisibles (m/s) en canales no revestidos

TIPO DE TERRENO	FLUJO INTERMITENTE (M/S)	FLUJO PERMANENTE (M/S)
Arena fina (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla arenosa (no coloidal)	0.75	0.75
Arcilla limosa (no coloidal)	0.90	0.90
Arcilla fina	1.00	1.00
Ceniza volcánica	1.20	1.00
Grava fina	1.50	1.20
Arcilla dura (coloidal)	1.80	1.40
Material graduado (no coloidal)		
Desde arcilla a grava	2.00	1.50
Desde limo a grava	2.10	1.70
Grava	2.30	1.80
Grava gruesa	2.40	2.00
Desde grava a piedras (< 15 cm)	2.70	2.10
Desde grava a piedras (> 20 cm)	3.00	2.40

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

3.2.9.1.2 Drenaje longitudinal de la carretera

El agua que fluye a lo largo de la superficie de la plataforma, tanto de la propia carretera como de lo aportado por los taludes superiores adyacentes, debe ser encauzada y evacuada de tal forma que no se produzcan daños a la carretera ni afecte su transitabilidad.

Para evitar el impacto negativo de la presencia del agua, en la estabilidad, durabilidad y transitabilidad, en esta sección se considerará los distintos tipos de obras necesarios para captar y

eliminar las aguas que se acumulan en la plataforma de la carretera, las que pueden provenir de las precipitaciones pluviales y/o de los terrenos adyacentes.

a) Período de retorno

El caudal de diseño a considerarse será según lo indicado en el apartado 3.2.6.5.3 correspondiente al periodo de retorno.

b) Riesgo de obstrucción

Las condiciones de funcionamiento del drenaje longitudinal se verán afectadas por obstrucción debido al material sólido arrastrado por la corriente, por ello, debe efectuarse un adecuado diseño, que su vez permita realizar un adecuado mantenimiento.

c) Velocidad máxima del agua

La pendiente longitudinal (i) debe estar comprendida entre la condición de autolimpieza y la que produciría velocidades erosivas, es decir:

$$0.5\% < i < 2\%$$

La corriente no debe producir daños importantes por erosión en la superficie del cauce o conducto si su velocidad media no excede de los límites fijados en la FIGURA N° 39 en función de la naturaleza de dicha superficie.

FIGURA N° 39: Velocidad máxima del agua

TIPO DE SUPERFICIE	MAXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierta de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40 – 2.40
Mampostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Si la corriente pudiera conducir material en suspensión (limo, arena, etc.) se cuidará de que una reducción de la velocidad del agua no provoque su sedimentación, o se dispondrán depósitos de sedimentación para recogerlas, los cuales deberán ser de fácil limpieza y conservarse de forma eficaz.

3.2.9.1.2.1 Cunetas

Las cunetas son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial.

Se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinalmente, paralela y adyacente a la calzada del camino y serán de concreto vaciadas en el sitio, prefabricados o de otro material resistente a la erosión.

Serán del tipo triangular, trapezoidal o rectangular, siendo preferentemente de sección triangular, donde el ancho es medido desde el borde de la rasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la rasante al fondo o vértice de la cuneta.

El encuentro de la superficie de rodadura con el talud interno de la cuneta, debe ser tal que la superficie de rodadura (concreto asfáltico, etc.) no cubra todo el espesor de pared de la cuneta, tal como se aprecia en la FIGURA N° 41.

La inclinación del talud interior de la cuneta (V/H) (1:Z1) dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad y volumen de diseño de la carretera, Índice Medio Diario Anual IMDA (veh/día); según lo indicado en la FIGURA N° 40.

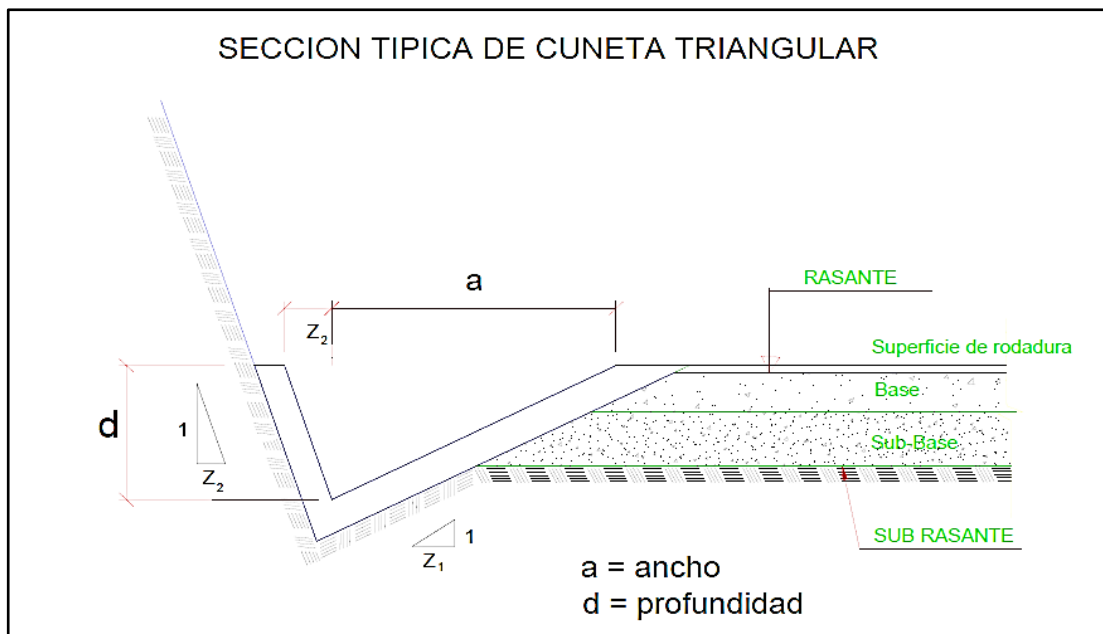
FIGURA N° 40: Inclinaciones máximas del talud (v:h) interior de la cuneta

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

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

La inclinación del talud exterior de la cuneta (V/H) (1:Z2) será de acuerdo al tipo de inclinación considerada en el talud de corte.

FIGURA N° 41: Sección Típica de cuneta triangular.



Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

a) Capacidad de las cunetas

Se rige por dos límites:

- Caudal que transita con la cuneta llena
- Caudal que produce la velocidad máxima admisible

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

$$Q = AxV = \frac{(AxR_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

Donde:

Q : Caudal (m3/seg)

V : Velocidad media (m/s)

A : Área de la sección (m2)

P : Perímetro mojado (m)

Rh: A/P Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado).

S : Pendiente del fondo (m/m)

n : Coeficiente de rugosidad de Manning

Para un correcto diseño, siempre se tiene que cumplir que:

$$Q_{\text{manning}} > Q_{\text{aporte}}$$

Si ocurriera lo contrario entonces se tendría que verificar los parámetros de diseño, o en todo caso la altura asumida de la cuneta.

b) Caudal de aporte

Es el caudal calculado en el área de aporte correspondiente a la longitud de cuneta. Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

Q : Caudal en m3/s

C : Coeficiente de escurrimiento de la cuenca

A : Área aportante en Km2

I : Intensidad de la lluvia de diseño en mm/h

c) Dimensiones mínimas

Las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales.

De elegir la sección triangular, las dimensiones mínimas serán las indicadas en la FIGURA N° 42.

FIGURA N° 42: Dimensiones mínimas de cunetas

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

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

d) Desagüe de las cunetas

La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio. En región seca o poca lluviosa la longitud de las cunetas será de 250m como máximo, las longitudes de recorridos mayores deberán justificarse técnicamente; en región muy lluviosa se recomienda reducir esta longitud máxima a 200m. Salvo justificaciones técnicas, cuando se tenga presencia de áreas agrícolas, viviendas ubicadas sobre el talud inferior de la carretera que pueden ser afectadas por descargas de alcantarillas de alivio. En este aspecto, se deberá realizar una evaluación exhaustiva para ubicar adecuadamente los puntos de descarga de alcantarillas de alivio sin afectar la propiedad adyacente.

e) Revestimiento de las cunetas

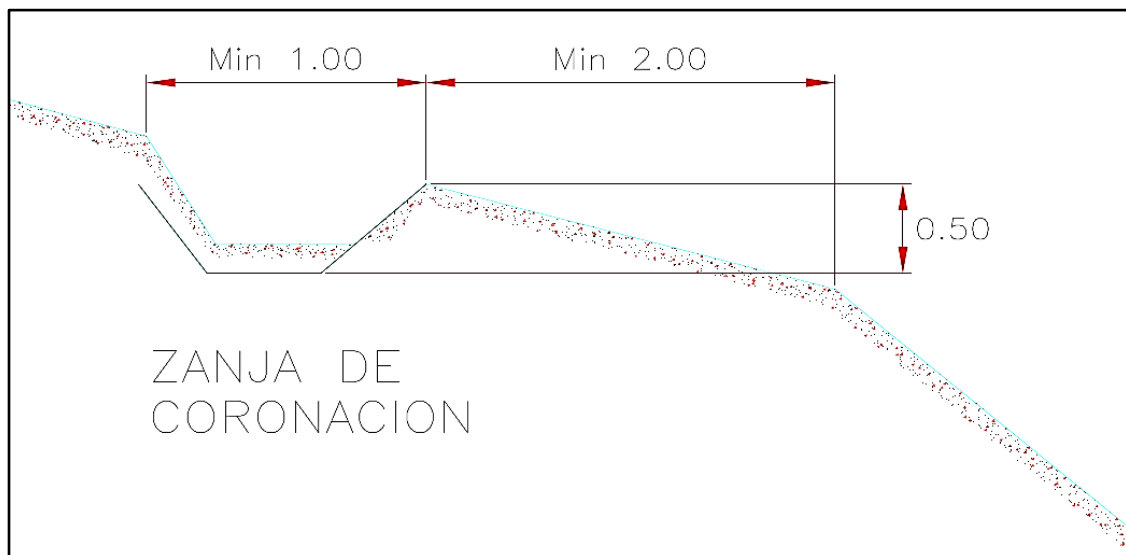
Las cunetas deben ser revestidas, para evitar la erosión de la superficie del cauce o conducto, productos de corrientes de

agua que alcancen velocidades medias superiores a los límites fijados en la FIGURA N° 39; o cuando el terreno es muy permeable que permite la filtración hacia el pavimento, y consecuentemente su deterioro. El revestimiento de las cunetas puede ser de concreto, o de ser el caso de mampostería de piedra, previa verificación de velocidades de acuerdo a las pendientes finales del trazo geométrico. Se recomienda un revestimiento de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y espesor de 0.075m.

3.2.9.1.2.2 Zanjas de coronación

Las cunetas o zanjas de coronación son canales que se construyen en la parte superior de los taludes de corte, para recoger las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia la quebrada o descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno, especialmente en zonas de pendiente pronunciada.

FIGURA N° 43: Detalle típico de zanja de coronación



Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.

Normalmente son de forma rectangular, pero también pueden ser trapezoidales, si se requiere un mayor tamaño.

Es importante sembrar especies naturales a ambos lados de la cuneta (pastos, ichu, maleza, raíces, árboles, etc); o ramas cortadas amarradas entre sí en forma de estructuras alargadas, las cuales se entierran o se colocan como estacas siguiendo el contorno de un talud), para evitar que el agua erosione bajo la cuneta y ésta se obstruya con sedimentos.

Si la pendiente es mayor que 2%, es necesario que el canal tenga recubrimiento de concreto simple o enrocado, teniendo en cuenta además del área mojada y la rugosidad del canal. Para pendientes mayores, las zanjas deben ser escalonadas con emboquillado de piedra bajo la caída.

3.2.10. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

3.2.10.1. Datos generales

Nombre oficial del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA ADCUÑAC - CHUPICALPA - AGUA BLANCA – CHACAF, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2017”

3.2.10.2. Antecedentes

Los pobladores de la comunidades de Chacaf, Aduñac y de los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, tienen la necesidad de contar con una vía de acceso en buen estado para así poder transportar sus productos agrícolas y ganaderos a los diferentes mercados locales, principalmente a los distritos de Cutervo, Cochabamba y Chiclayo, logrando así desarrollar su economía y por consiguiente su calidad de vida.

El relieve de las zonas está constituido por terrenos con vegetación natural y agrícola, quebradas secas, maleza en tramos y un camino de herradura, en donde se desarrolla el transporte de productos con una notable dificultad, por lo que es preciso contribuir con la solución, debido a que en la zona se desarrolla considerablemente actividad agrícola.

3.2.11 ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN

Bajo este concepto y con la finalidad de proveer a la carretera de todos los elementos y dispositivos necesarios que posibiliten una mayor seguridad en el tránsito vehicular con adecuados dispositivos de señalización, se ha visto por conveniente compatibilizar las necesidades reales del proyecto para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular en la vía y consecuentemente evitar o minimizar los accidentes de tránsito.

3.2.11.1 Normatividad vigente

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC tiene como uno de sus principales objetivos propender a que el transporte se desarrolle en condiciones de eficiencia, seguridad para los usuarios y protección del medio ambiente.

El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, es un documento técnico oficial, destinado a establecer la necesaria e imprescindible uniformidad en el diseño y utilización de los dispositivos de control del tránsito (señales verticales y horizontales o marcas en pavimento, semáforos y dispositivos auxiliares). Contiene los diseños gráficos de las señales reglamentarias, preventivas y de información; igualmente, incorpora señales reguladoras y preventivas en zonas de trabajo e incluye señales turísticas.

3.2.11.2 Función de las señales de tránsito

La función principal de las señales de tránsito es la de controlar la operación de los vehículos en una vía, proporcionando el ordenamiento del flujo del tránsito e informando a los conductores de todo lo que se relaciona con el camino que recorren.

3.2.11.3 Clasificación de las señales de tránsito

a) Señales reglamentarias

La inclusión de señales reglamentarias generará un ordenamiento en el tránsito vehicular, además de dar a conocer al usuario sobre la existencia de las limitaciones y prohibiciones que regulan su uso. En el

presente estudio se ha considerado la utilización de señales de carácter reglamentario, dentro de la clasificación de señales prohibitivas o restrictivas.

a.1) Señales restrictivas o prohibitivas; de forma circular inscritas en una placa rectangular de 0.60x0.90m con el mensaje que encierra la simbología utilizada, de color blanco con símbolo y marco negros, círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho, que representa prohibición.

Asimismo se utilizarán señales de 0.60x0.90m con el mensaje de velocidad máxima de 30 KPH, de color blanco con letras y marco de color negro, en los tramos de inicio de centros poblados.

b) Señales preventivas

Serán ubicadas y diseñadas de acuerdo al alineamiento de la vía, en las zonas que representan un peligro real o potencial, que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso.

Las señales preventivas tienen una dimensión de 0.60 x 0.60m con fondo de material retroreflectante de color amarillo; los símbolos, letras y borde del marco se pintarán con tinta xerográfica de color negro.

La ubicación de las señales ha sido definida principalmente en función de la geometría de la vía, considerando a aquellos conductores que no se encuentran familiarizados con la carretera y darles el tiempo necesario para percibir, identificar y decidir cualquier maniobra sin peligro. Para obtener mayor información sobre las señales de carácter preventivo puede recurrirse a las especificaciones técnicas del proyecto, del manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, así como las especificaciones técnicas de calidad de materiales para uso en señalización de obras viales del MTC.

c) Señales informativas

Tienen como finalidad guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tienen por objeto identificar puntos notables o de interés, tales como ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información precisa y oportuna que ayude al usuario que utilice la vía.

Las señales de información que se utilizarán en el proyecto serán las de dirección, localización, indicadoras de ruta y de información general, para dar a conocer los lugares o poblaciones en el trayecto de su destino.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión en posición horizontal y de dimensiones variables, según el mensaje a transmitir. Dichas señales deberán ubicarse al lado derecho de la carretera, de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna.

IV. RESULTADOS

4.1 ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico vehicular tuvo por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por las estaciones de las carreteras seleccionadas para el estudio (E1 y E2), ya que a ellas se conectará el diseño de la carretera propuesta en el presente trabajo, por lo que ha sido considerado para el estudio del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA ADCUÑAC - CHUPICALPA - AGUA BLANCA – CHACAF, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2017”

En el presente estudio, la carretera se clasifica según su función como carretera de la red vial vecinal: ADCUÑAC. CHUPICALPA, AGUA BLANCA CHACAF, de tercera clase, que comprende desde el C.P Aduñac hasta el C.P Chacaf, pasando por los sectores de Chupicalpa y Agua Blanca, logrando una extensión total de 7.600 km.

El conteo de tráfico está referido a la cantidad y composición de los vehículos que vienen transitando actualmente en las estaciones seleccionadas, los cuales seguirán transitando durante el periodo de diseño o de planeamiento del tramo, de allí que los estudios de tráfico son importantes para determinar la viabilidad técnico económico de cualquier proyecto carretero.

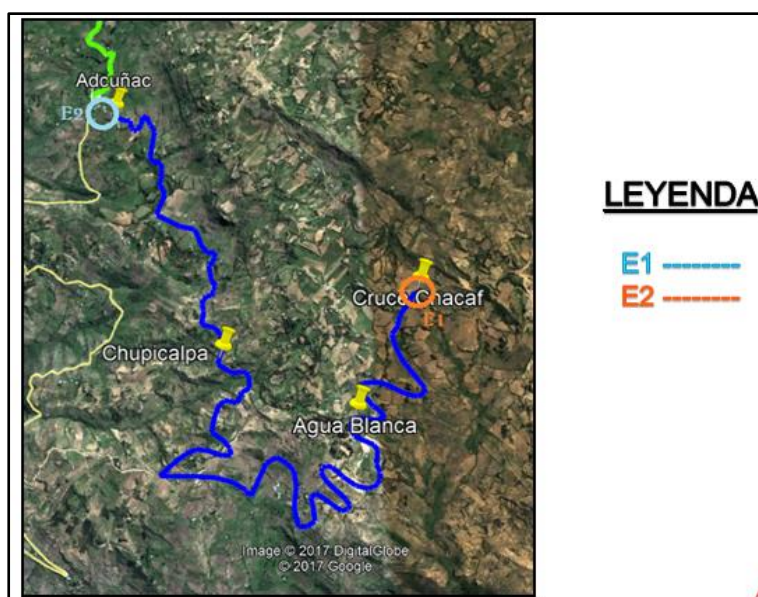
Con el propósito de identificar y precisar in situ las estaciones predeterminadas, se realizó el reconocimiento de la zona: de esta forma, se ubicó dos estaciones considerando las intersecciones existentes, el flujo vehicular, así como las condiciones físicas y facilidades que permitirán realizar adecuadamente el levantamiento de información requerida.

TABLA N°35: Ubicación de las estaciones de conteo

TIPO DE ACTIVIDAD	ESTACIÓN	
	N°	Ubicación
Conteo vehicular	E1	Cruce Chacaf
	E2	Aduñac

Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 44: Vista satelital Cruce Chacaf y Aduñac



Fuente: Google Earth.

4.1.1 Resultados de los conteos

Luego de consolidar y procesar la información obtenida del conteo en las estaciones seleccionadas, se analizó los resultados de los volúmenes de tráfico por tipo de vehículo, considerando el sentido de circulación, sumando ambos sentidos. Para que posteriormente trabajáramos con la alternativa más desfavorable.

TABLA N° 36: Resultados del conteo vehicular durante los 7 días - Cruce Chacaf

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	0	0	0	0	0	0	0
Station Wagon	8	8	8	8	8	8	8
Camioneta	12	14	12	14	16	18	18
C.R.	18	22	16	18	18	16	22
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	16	20	16	16	16	16	20
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	54	64	52	56	58	58	68

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 37: Resultados del conteo vehicular durante los 7 días - Aduñac

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Automovil	30	28	28	31	29	30	27
Station Wagon	16	15	16	16	16	15	14
Camioneta	25	24	24	26	23	24	24
C.R.	27	25	26	28	25	27	26
Micro	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	27	25	24	28	27	28	30
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	125	117	118	129	120	124	121

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros se muestra el nivel de tráfico diario acumulado en toda la semana, las variaciones horarias vehiculares por sentido de circulación y la clasificación horaria y total para cada día de trabajo; así como el promedio semanal por sentido y el consolidado para ambos sentidos de la carretera en estudio (ver anexos).

El conteo volumétrico (conteo de tráfico) se realizó en las estaciones identificadas y seleccionadas, por un periodo de 07 días consecutivos de la semana y durante las 24 horas del día, desde las 00:00 horas del lunes 07 hasta las 24 horas del domingo 13 de agosto del año 2017 y desde las 00:00 horas del miércoles 16 hasta las 24 horas del martes 22 de Agosto.

La estación E1 se encuentra ubicada en el Cruce de Chacaf, en las coordenadas: N 9287271 y E 737747 a una altura de 2731 m.s.n.m y la E2 se encuentra ubicada en el C.P Aduñac, en las coordenadas N 9288504 y E 735951 a una altura de 2504 m.s.n.m.

Debido a que en la estación de conteo E2 (Aduñac) se encuentra mayor número de vehículos y es la posibilidad más desfavorable, se optará por tomar dichos datos para la continuación del presente estudio, En el conteo realizado se eliminaron los buses interprovinciales debido a que el objetivo de estos es la de trasladar a las personas de un distrito hacia otro (Cutervo-Cochabamba-Chiclayo), por tal motivo no compete al proyecto que se está proponiendo.

4.1.2 Determinación del Índice Medio Diario Anual

La información obtenida de los conteos tiene por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como la composición vehicular y variación diaria y horaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido en Índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente fórmula:

$$I. M. D. A = \frac{(VD1 + VD2 + VD3 + VD4 + VD5 + VDsab + VDdom)}{7} \times FCE$$

Dónde:

I.M.D.A	: Índice medio diario anual
VDL1, VDL2, VDL3, VDL4 Y VDL	: Volúmenes de tráfico registrados en los días laborales
VDsab	: Volúmenes de tráfico registrado sábado
VDdom	: Volúmenes de tráfico registrado domingo
FCE	: Factor de corrección estacional

Factor de corrección estacional

Los volúmenes de tráfico varían cada mes dependiendo de las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales o quincenales, estaciones del año, festividades, vacaciones, etc. De este modo, es necesario utilizar un factor de corrección para afectar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo. El factor de corrección permite ajustar los valores obtenidos con el Índice Medio Diario Anual.

Debido a que en el lugar del proyecto, en las carreteras aledañas y las utilizadas para el presente estudio, no existe peaje alguno, se optó por tomar el factor de corrección del peaje más cercano, que para nuestro caso fue la de la estación de Pomalca.

TABLA N°38: Factor de Corrección Estacional

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.01446590
F.C.E. Vehículos pesados:	0.85363111

Fuente: Provías Nacional.

TABLA N° 39: Resultados del conteo vehicular en dos sentidos por día, cálculos del IMDs y IMDa – E2

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMDS	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil	30	28	28	31	29	30	27	203	29	1.0145	29
Station Wagon	15	15	16	16	16	15	14	107	15	1.0145	16
Camioneta	25	24	24	26	23	24	24	170	24	1.0145	25
C.R.	26	26	26	26	26	26	26	182	26	1.0145	26
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0145	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0145	0
Camión 2E	27	25	24	28	27	28	30	189	27	0.8536	23
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.8536	0
TOTAL	123	118	118	127	121	123	121	851	122		119

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 40: Tráfico actual por tipo de vehículo expresado en número y porcentaje

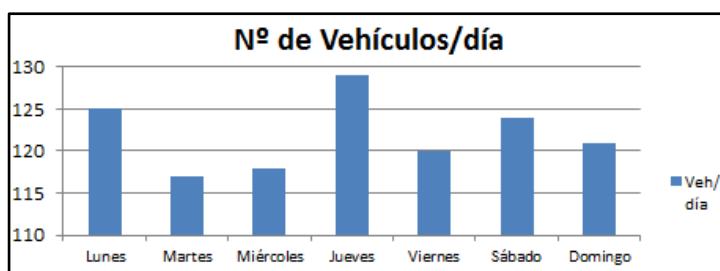
Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automovil	29	24.37
Station Wagon	16	13.45
Camioneta	25	21.01
C.R.	26	21.85
Micro	0	0.00
Bus Grande	0	0.00
Camión 2E	23	19.33
Camión 3E	0	0.00
IMD	119	100.00

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Variación diaria

Se puede apreciar que los días de mayor flujo vehicular son el lunes, jueves, sábado y domingo. En el análisis del tramo, se da el movimiento vehicular debido a la necesidad de transporte de la población y principalmente por la necesidad de negociar productos agrícolas y pecuarios hacia los principales mercados.

FIGURA N° 45: Diagrama de variación vehicular



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Proyección del tráfico.

La clasificación de proyectos viales por lo general corresponde a criterios relacionados con el diseño o con el tipo de intervención planteada en un proyecto (pavimentación, rehabilitación, mejoramiento, etc.). Sin embargo, esa clasificación también debe estar relacionada al impacto del proyecto sobre la demanda de transporte.

Para la proyección del tráfico, se ha identificado dos tipos de tráfico: (a) tráfico normal (sin proyecto), y (b) tráfico generado (por efecto de la creación de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca).

4.1.5 Tráfico Normal

La proyección del tráfico normal, tanto de carga como de pasajeros para el horizonte de análisis, se obtuvo aplicando las tasas de crecimiento del escenario neutro al IMD por tipo de vehículo del año base (2018). Los resultados de la proyección del tráfico normal por periodos y por tipo de vehículo se muestran a continuación.

TABLA N° 41: Tráfico normal sin proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	119	139	121	123	127	130	132	136	140	143	146
Automovil	29	29	29	30	30	30	30	31	31	31	31
Station Wagon	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17
Camioneta	25	25	25	25	26	26	26	26	27	27	27
C.R.	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	23	43	25	26	28	30	32	35	37	40	43
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

4.1.6 Tráfico Generado

El tráfico generado corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejora de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura. En este caso, se considera que el tráfico generado sería consecuencia de un mayor intercambio comercial, menor tiempo de viaje y distancia de recorrido entre principales poblaciones del área de influencia directa e indirecta. Para el cálculo del tráfico generado, se considera el 15% según el MTC por tratarse de creación de una carretera.

Con la creación y construcción del tramo total de la carretera en estudio, la frecuencia del flujo de vehículos se incrementará por las mejores condiciones de serviciabilidad de la vía, como consecuencia del mayor intercambio comercial y la mayor dinámica de la actividad económica en el área de influencia. Los resultados de la proyección del tráfico generado por periodos y por tipo de vehículo se muestran a continuación.

TABLA N° 42: Tráfico generado con proyecto – E2

Tráfico Generado	0.00	20.00	18.00	19.00	19.00	21.00	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00
Automovil	0.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Station Wagon	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camioneta	0.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
C.R.	0.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	6.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

4.1.7 Tráfico Total

El tráfico total es la suma del tráfico normal y el tráfico generado. Los resultados de la proyección del tráfico total por periodos y por tipo de vehículo se muestran a continuación:

TABLA N° 43: Tráfico total proyecto – E2

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	119.00	139.00	121.00	123.00	127.00	130.00	132.00	136.00	140.00	143.00	146.00
Automovil	29.00	29.00	29.00	30.00	30.00	30.00	30.00	31.00	31.00	31.00	31.00
Station Wagon	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Camioneta	25.00	25.00	25.00	25.00	26.00	26.00	26.00	26.00	27.00	27.00	27.00
C.R.	26.00	26.00	26.00	26.00	27.00	27.00	27.00	27.00	28.00	28.00	28.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	23.00	43.00	25.00	26.00	28.00	30.00	32.00	35.00	37.00	40.00	43.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tráfico Generado	0.00	20.00	18.00	19.00	19.00	21.00	21.00	21.00	22.00	22.00	22.00
Automovil	0.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Station Wagon	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camioneta	0.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
C.R.	0.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	6.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	119.00	159.00	139.00	142.00	146.00	151.00	153.00	157.00	162.00	165.00	168.00

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se indican en los siguientes apartados.

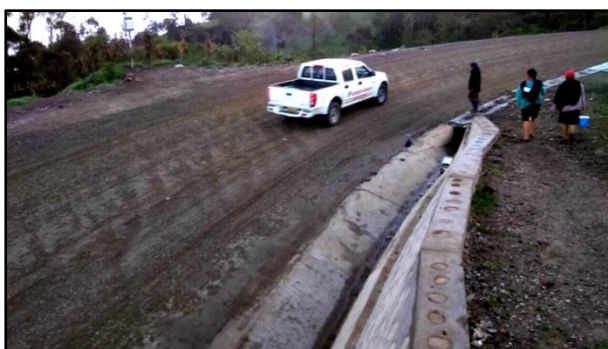
- El conteo vehicular IMD actual por día es de 157 vehículos (autos, camionetas y camión 2E) en la estación E 02.
- La tasa de crecimiento considera es de 0.90% para vehículos ligeros y el PBI es de 7.10% para el crecimiento de vehículos pesados.
- Los vehículos ligeros representan el 79.09% del conteo vehicular y los vehículos de carga representan el 20.91% la estación E2.
- Los vehículos predominantes son los de dos ejes, camioneta rural y camionetas pick up.
- La proyección del tráfico total al transcurrir 10 años es de 168 veh/día, por lo que al no pasar los 200 veh/día se asume que el diseño de la carretera del proyecto será la de una trocha carrozable. Esto amerita considerar una calzada de 1 ó 2 carriles con un ancho entre 2.5 y 6.0m según el manual de diseño geométrico (DG-2018) Para el proyecto se ha considerado una calzada de 6m de ancho.

FOTOGRAFÍA N° 08: Vehículos Cruce Chacaf – E1



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA N° 09: Vehículos Aduñac – E2



Fuente: Propia.

4.2 ESTUDIO DE RUTAS

4.2.1 Criterio de selección de rutas

El criterio de evaluación que se debe emplear para medir los méritos de las diferentes alternativas debe ser simple, de tal manera que guarde relación directa con los objetivos planteados, analizando las variables que influyen a la hora de realizar el diseño geométrico de la alternativa resultante de las mismas. A continuación se describe cada uno de los aspectos técnicos considerados en la selección de la ruta que mejor pueda albergar el diseño geométrico de la carretera a proyectarse:

a) Topografía del lugar

La carretera debe diseñarse y operar en terrenos que proporcionen aquellas pendientes topográficas que posibiliten alcanzar la velocidad de diseño requerida, sin tener que realizar demasiados movimientos en los volúmenes de tierra. Por ello se ponderará de mejor manera a los terrenos que proporcionen dichas condiciones.

b) Factibilidad de adquisición de derecho de vía

Una vez realizado todo el análisis técnico es necesario iniciar la gestión de factibilidad de compra de la propiedad y su costo, para luego realizar en el terreno más factible, la propuesta geométrica de la carretera, ya que la adquisición de este influye directamente en el costo.

c) Longitud de la carretera

Se refiere a la longitud total de la ruta medida en kilómetros, la cual constituye un factor muy importante, influyendo directamente en los costos de construcción de las mismas, incrementándolos en la medida en que mayor sea la longitud de las vías.

d) Cantidad de obras de arte

El número de obra de arte que pueda ser necesario para recorrer cada una de las posibles rutas es un elemento muy importante a la hora de realizar una evaluación; ya que a mayor número de obras de arte incrementa el costo del proyecto de la carretera.

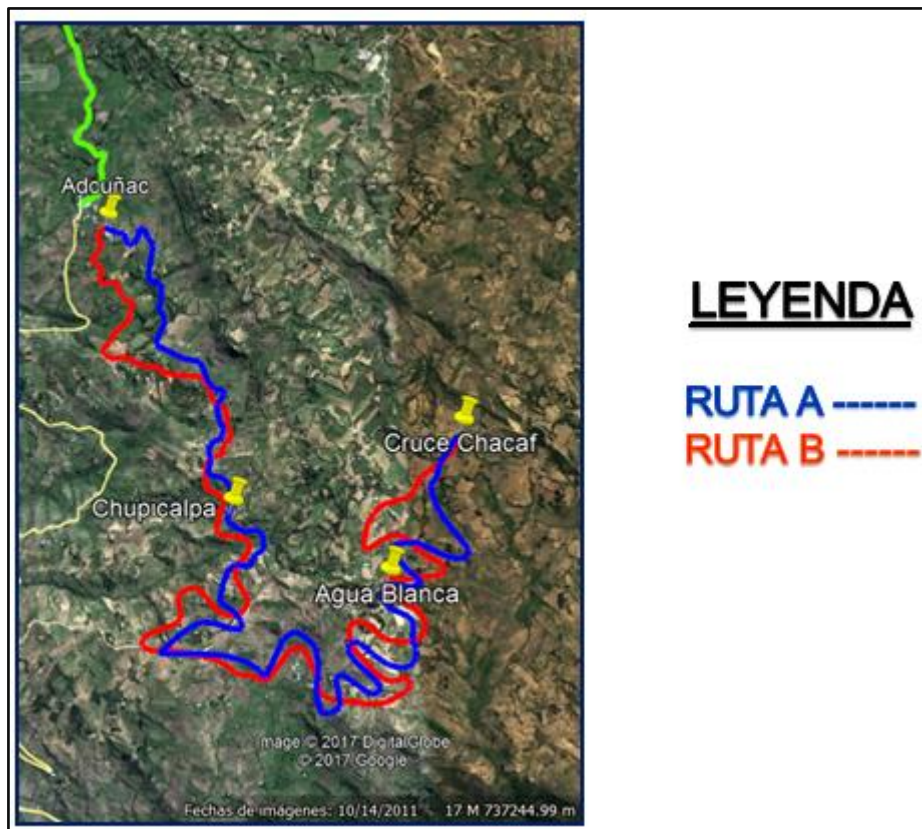
e) Impactos ambientales negativos

Se refiere a la densidad de vegetación que afectaría cada ruta en su recorrido, así como impactos en terrenos de cultivo, etc.

- Selección de la ruta

En la FIGURA N° 46 se puede apreciar una vista satelital de las dos rutas consideradas, de las cuales se realizó un análisis tomando los distintos factores descritos con anterioridad (TABLA N° 44 y N° 45), para así poder seleccionar la ruta más óptima tanto económicamente, ambientalmente y de características técnicas favorables y realizar así un correcto diseño de la carretera.

FIGURA N° 46: Vista satelital de las rutas en el trayecto Cruce Chacaf y Aduñac



Fuente: Google Earth.

TABLA N° 44: Tabla comparativa de las rutas “A” y “B”

RUTAS	POBLACIÓN BENEFICIADA	LONGITUD (KM)	OBRAS DE ARTE	IMPACTO AMBIENTAL	TOPOGRAFÍA	ESTADO	PENDIENTE PROMEDIO	POBLACIÓN DISPERSA
Ruta “A”	1468	7.600	5	Medio	Terreno accidentado	Accesible	7%-10%	SI
Ruta “B”	1468	8.173	5	Notable	Terreno accidentado	Accesible	8%-14%	SI

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 45: Comparativo entre los presupuestos de las rutas “A” y “B”

PRESUPUESTO EN NUEVOS SOLES			
PARTIDAS		PARCIAL RUTA "A"	PARCIAL RUTA "B"
01.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES	S/. 154,435.80	S/. 166,018.49
02.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/. 1,748,302.10	S/. 1,879,424.76
03.00.00	AFIRMADOS	S/. 938,436.22	S/. 1,008,818.94
04.00.00	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
04.01.00	ALCANTARILLAS 36" (0 UNID - 0 UNID)		
04.02.00	ALCANTARILLAS 24" (5 UNID - 5 UNID)	S/. 603,447.25	S/. 603,447.25
04.03.00	BADENES (19 UNID)		
04.04.00	PUENTE L=11.00 M (01 UNID)		
04.05.00	PUENTE L=10.00 M (01 UNID)		
04.06.00	PUENTE L=14.00 M (01 UNID)		
04.07.00	CUNETAS TRIANGULARES REVESTIDAS 0.75*0.35	S/. 1,203,266.66	S/. 1,293,511.66
04.08.00	MUROS DE CONTENCIÓN H=2.20M	S/. 323,693.35	S/. 347,970.35
05.00.00	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	S/. 30,082.70	S/. 32,338.90
06.00.00	PROTECCIÓN AMBIENTAL	S/. 22,897.81	S/. 24,615.15
07.00.00	SALUD Y SEGURIDAD	S/. 189,834.55	S/. 204,072.14
08.00.00	CONTROL DE CALIDAD	S/. 7,639.60	S/. 8,212.57
	TOTAL DE COSTO DIRECTO	S/. 5,222,036.03	S/. 5,568,430.19
	GASTOS GENERALES (10%)	S/. 522,203.60	S/. 556,843.02
	UTILIDAD (10%)	S/. 522,203.60	S/. 556,843.02
	SUBTOTAL	S/. 6,266,443.24	S/. 6,682,116.23
	IGV (18%)	S/. 1,127,959.78	S/. 1,202,780.92
	TOTAL	S/. 7,394,403.02	S/. 7,884,897.15

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Ruta definitiva: Alineamiento preliminar

Una vez realizado todo el análisis mostrado, se optó por escoger la ruta más óptima, tanto económicamente, ambientalmente y de características técnicas favorables; dicha alternativa escogida es la ruta A, debido a los beneficios que se han expuesto. Esta ruta será utilizada de ahora en adelante para los estudios que continúen.

4.3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

- UBICACIÓN DE BMS

TABLA N° 46: Ubicación de estaciones

BM	NORTE	ESTE	COTA	REFERENCIA
EST	(UTM WGS84)	(UTM WGS84)	(UTM WGS84)	
0	9288513.550	735934.072	2504.870	PLATAF. ADCUÑAC
1	9288448.450	736024.726	2516.170	ROCA
2	9288506.440	736136.345	2537.433	ROCA
3	9288212.160	736180.524	2553.543	ROCA
4	9288171.800	736199.742	2552.706	ESTACA
5	9288156.210	736209.304	2551.968	ESTACA
6	9288094.190	736269.027	2554.901	ESTACA
7	9288043.070	736267.796	2554.215	ESTACA
8	9288026.760	736259.012	2555.235	ESTACA
9	9287911.690	736290.380	2569.227	ESTACA
10	9287845.760	736257.199	2569.311	ROCA
11	9287804.390	736268.936	2569.264	ROCA
12	9287733.550	736424.545	2561.474	ROCA
13	9287587.200	736604.264	2556.985	ROCA
14	9287523.150	736600.733	2558.497	ROCA
15	9287502.270	736574.180	2555.712	ESTACA
16	9287313.150	736559.446	2560.316	ESTACA
17	9287244.230	736523.376	2572.734	ESTACA
18	9287131.770	736546.854	2584.775	ESTACA
19	9286948.630	736652.594	2606.524	ESTACA
20	9286889.850	736680.560	2616.325	ESTACA
21	9286842.100	736748.904	2610.521	ESTACA
22	9286738.370	736823.230	2599.579	ESTACA
23	9286616.500	736626.795	2583.460	ESTACA
24	9286527.070	736593.337	2574.265	ESTACA
25	9286495.900	736625.418	2566.453	ESTACA
26	9286442.530	736523.023	2538.135	ROCA
27	9286380.520	736389.670	2521.055	ESTACA
28	9286259.830	736335.450	2512.249	ESTACA

29	9286182.630	736804.876	2487.516	ESTACA
30	9286368.160	736905.473	2496.466	ROCA
31	9286241.810	737052.429	2515.266	ESTACA
32	9286093.580	737051.063	2527.883	ESTACA
33	9286104.640	737284.499	2565.901	ESTACA
34	9286088.530	737352.690	2574.013	ESTACA
35	9286289.100	737221.912	2593.747	ESTACA
36	9286282.140	737326.868	2602.560	ESTACA
37	9286222.980	737467.722	2620.886	ESTACA
38	9286271.440	737325.422	2616.560	ESTACA
39	9286202.400	737505.911	2619.944	ESTACA
40	9286297.920	737524.453	2629.772	ESTACA
41	9286465.080	737430.877	2645.344	ROCA
42	9286563.350	737385.933	2649.997	ROCA
43	9286611.960	737547.144	2656.775	ESTACA
44	9286696.890	737714.536	2674.285	ROCA
45	9286934.080	737673.317	2700.736	ROCA
46	9287036.370	737605.598	2712.497	ROCA
47	9287136.140	737653.479	2718.965	ROCA
48	9287194.880	737697.573	2726.888	ROCA

Fuente: Elaboración propia.

- **UBICACIÓN DE BM INICIAL**

TABLA N° 47: Ubicación de BM inicial

PI	NORTE (UTM WGS84)	ESTE (UTM WGS84)	COTA (UTM WGS84)
Inicial	9288513.55	735934.072	2504.87

Fuente: Elaboración propia.

4.4 ESTUDIO DE SUELOS

CALICATAS DE MUESTREO

Para la ubicación de calicatas se tuvo el siguiente criterio:

- Debe de ir mínimo una calicata a cada kilómetro.
- Donde haya cambios de suelo durante el recorrido de la zona del proyecto.
- En zonas cercanas a donde se construirán obras de arte, en nuestro caso alcantarillas.

Para que nuestras muestras de suelo sean representativas, se trató de realizar las calicatas en zonas donde no haya mucho corte o poco relleno, siempre verificando esto con nuestro perfil longitudinal.

4.4.1 Interpretación de resultados de cada calicata

Calicata C-1

- **Muestra S/M**
Presencia de plantas = De 0.00m a 0.10m
- **Muestra M-1**
Profundidad = De Clasificación 0.10m a 1.50m
Clasificación SUCS = CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava)
Clasificación AASHTO = A-6
Contenido de humedad = 19.00%
Limite liquido = 36.88%
Limite plástico = 19.93%
Índice de plasticidad = 16.95%

Calicata C-2

- **Muestra S/M**
Presencia de plantas = De 0.00m a 0.15m
- **Muestra M-1**
Profundidad = De Clasificación 0.15m a 0.98m
Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO = A-7-6

Contenido de humedad	= 24.20%
Limite liquido	= 56.40%
Limite plástico	= 27.60%
Índice de plasticidad	= 28.80%

- **Muestra M-2**

Profundidad	= De Clasificación 0.98m a 1.50m
Clasificación SUCS	= CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 21.00%
Limite liquido	= 52.10%
Limite plástico	= 16.20%
Índice de plasticidad	= 35.90%

Calicata C-3

- **Muestra S/M**

Presencia de plantas	= De 0.00m a 0.15m
----------------------	--------------------

- **Muestra M-1**

Profundidad	= De Clasificación 0.15m a 1.10m
Clasificación SUCS	= CL (Arcilla de baja plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 24.1%
Limite liquido	= 41.87%
Limite plástico	= 24.01%
Índice de plasticidad	= 17.86%

- **Muestra M-2**

Profundidad	= De Clasificación 1.10m a 1.22m
Clasificación SUCS	= CL (Arcilla de baja plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-6
Contenido de humedad	= 17.6%
Limite liquido	= 33.06%
Limite plástico	= 18.30%
Índice de plasticidad	= 14.76%

- Muestra M-3	
Profundidad	= De Clasificación 1.22m a 1.60m
Clasificación SUCS	= CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 21.80%
Limite liquido	= 43.29%
Limite plástico	= 25.00%
Índice de plasticidad	= 18.29%

Calicata C-4

- Muestra S/M	
Presencia de plantas	= De 0.00m a 0.15m
- Muestra M-1	
Profundidad	= De Clasificación 0.15m a 0.64m
Clasificación SUCS	= MH (Limo de alta plasticidad con arena)
Clasificación AASHTO	= A-7-5
Contenido de humedad	= 62.00%
Limite liquido	= 71.05%
Limite plástico	= 49.55%
Índice de plasticidad	= 21.50%
- Muestra M-2	
Profundidad	= De Clasificación 0.64m a 1.60m
Clasificación SUCS	= CL (Arcilla de baja plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 19.6%
Limite liquido	= 42.47%
Limite plástico	= 23.68%
Índice de plasticidad	= 18.79%

Calicata C-5

- Muestra S/M	
Presencia de plantas	= De 0.00m a 0.15m

- **Muestra M-1**

Profundidad	= De Clasificación 0.15m a 0.48m
Clasificación SUCS	= ML (Limo de baja plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 28.3%
Limite liquido	= 47.27%
Limite plástico	= 27.83%
Índice de plasticidad	= 19.44%

- **Muestra M-2**

Profundidad	= De Clasificación 0.48m a 0.96m
Clasificación SUCS	= CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 33.20%
Limite liquido	= 51.07%
Limite plástico	= 27.01%
Índice de plasticidad	= 24.06%

- **Muestra M-3**

Profundidad	= De Clasificación 0.96m a 1.60m
Clasificación SUCS	= CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 45.20%
Limite liquido	= 52.18%
Limite plástico	= 22.72%
Índice de plasticidad	= 29.46%

Calicata C-6

- **Muestra S/M**

Presencia de plantas	= De 0.00m a 0.15m
----------------------	--------------------
- **Muestra M-1**

Profundidad	= De Clasificación 0.15m a 0.64m
Clasificación SUCS	= CL (Arcilla de baja plasticidad con arena)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 22.50%
Limite liquido	= 44.40%

Limite plástico	= 20.50%
Índice de plasticidad	= 23.90%
- Muestra M-2	
Profundidad	= De Clasificación 0.64m a 1.55m
Clasificación SUCS	= CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 22.50%
Limite liquido	= 56.60%
Limite plástico	= 28.70%
Índice de plasticidad	= 27.90%

Calicata C-7

- Muestra S/M	
Presencia de plantas	= De 0.00m a 0.15m
- Muestra M-1	
Profundidad	= De Clasificación 0.15m a 0.98m
Clasificación SUCS	= CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 23.00%
Limite liquido	= 54.60%
Limite plástico	= 28.40%
Índice de plasticidad	= 26.20%
- Muestra M-2	
Profundidad	= De Clasificación 0.98m a 1.50m
Clasificación SUCS	= CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO	= A-7-6
Contenido de humedad	= 21.40%
Limite liquido	= 51.60%
Limite plástico	= 19.40%
Índice de plasticidad	= 32.20%

Calicata C-8

- **Muestra S/M**
Presencia de plantas = De 0.00m a 0.20m
- **Muestra M-1**
Profundidad = De Clasificación 0.20m a 0.82m
Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO = A-7-6
Contenido de humedad = 25.3%
Limite liquido = 52.00%
Limite plástico = 23.30%
Índice de plasticidad = 28.70%
- **Muestra M-2**
Profundidad = De Clasificación 0.82m a 1.10m
Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad con arena)
Clasificación AASHTO = A-7-6
Contenido de humedad = 28.10%
Limite liquido = 51.00%
Limite plástico = 24.90%
Índice de plasticidad = 26.10%
- **Muestra M-3**
Profundidad = De Clasificación 1.10m a 1.60m
Clasificación SUCS = MH (Limo de alta plasticidad)
Clasificación AASHTO = A-7-5
Contenido de humedad = 36.00%
Limite liquido = 51.80%
Limite plástico = 32.70%
Índice de plasticidad = 19.10%

Calicata C-9

- **Muestra S/M**
Presencia de plantas = De 0.00m a 0.20m

- **Muestra M-1**
 - Profundidad = De Clasificación 0.20m a 0.57m
 - Clasificación SUCS = MH (Limo de alta plasticidad)
 - Clasificación AASHTO = A-7-5
 - Contenido de humedad = 47.10%
 - Limite liquido = 51.20%
 - Limite plástico = 32.90%
 - Índice de plasticidad = 18.30%
- **Muestra M-2**
 - Profundidad = De Clasificación 0.57m a 0.96m
 - Clasificación SUCS = CL (Arcilla de baja plasticidad)
 - Clasificación AASHTO = A-7-6
 - Contenido de humedad = 37.20%
 - Limite liquido = 44.10%
 - Limite plástico = 23.70%
 - Índice de plasticidad = 20.40%
- **Muestra M-3**
 - Profundidad = De Clasificación 0.96m a 1.70m
 - Clasificación SUCS = CH (Arcilla de alta plasticidad)
 - Clasificación AASHTO = A-7-5
 - Contenido de humedad = 56.60%
 - Limite liquido = 66.00%
 - Limite plástico = 32.00%
 - Índice de plasticidad = 34.00%

Cantera

- **Muestra M-1**
 - Clasificación SUCS = SP (Arena probablemente graduada con grava)
 - Clasificación AASHTO = A-2-4
 - Contenido de humedad = 1.70%
 - Limite liquido = 30.90%
 - Limite plástico = 22.20%
 - Índice de plasticidad = 8.80%

TABLA N° 48: Resumen de propiedades y clasificación de suelos por calicata

Calicata	Progresiva (km)	Muestra	Humedad	Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico	SUCS	AASHTO
C1	0+000	M-1	19	36.88	19.93	16.96	CL	A-6
C2	0+940	M-1	24.2	56.4	27.6	28.80	CH	A-7-6
		M-2	21.0	52.1	16.2	35.9	CH	A-7-6
C3	1+860	M-1	24.1	41.87	24.01	17.86	CL	A-7-6
		M-2	17.6	33.06	18.3	14.76	CL	A-6
		M-3	21.8	43.29	25	18.29	CL	A-7-6
C4	2+820	M-1	62	71.05	49.55	21.5	MH	A-7-5
		M-2	19.6	42.47	23.68	18.79	CL	A-7-6
C5	3+700	M-1	28.3	47.27	27.83	19.44	ML	A-7-6
		M-2	33.2	51.07	27.01	24.06	CH	A-7-6
		M-3	45.2	52.18	22.72	29.46	CH	A-7-6
C6	4+175	M-1	22.5	44.4	20.5	23.9	CL	A-7-6
		M-2	22.5	56.6	28.7	27.9	CH	A-7-6
C7	5+060	M-1	23.0	54.6	28.4	26..20	CH	A-7-6
		M-2	21.4	51.6	19.4	32.2	CH	A-7-6
C8	6+240	M-1	25.3	52	23.3	28.7	CH	A-7-6
		M-2	28.1	51	24.9	26.1	CH	A-7-6
		M-3	36.0	51.8	32.7	19.1	MH	A-7-5
C9	7+080	M-1	47.1	51.2	32.9	18.3	MH	A-7-5
		M-2	37.2	44.1	23.7	20.4	CL	A-7-6
		M-3	56.6	66	32	34	CH	A-7-6
CANTERA	-	M-1	1.7	30.9	22.2	8.8	SP	A-2-4

Fuente: Elaboración propia.

Determinación del CBR al 95%

La subrasante es la capa superficial del terreno natural. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado, que se colocará encima.

Se identificarán 5 categorías de sub rasante.

TABLA N° 49: Categorías de clasificación de la sub rasante

S0: Sub rasante inadecuada	CBR <3%
S1: Sub rasante insuficiente	CBR ≥3% a CBR <6%
S2: Sub rasante regular	CBR ≥6% a CBR <10%
S3: Sub rasante buena	CBR ≥10% a CBR <20%
S4: Sub rasante muy buena	CBR ≥20% a CBR <30%
S5: Sub rasante excelente	CBR >30%

Fuente: Manual de carreteras – suelos, geología, geotecnia y pavimento.

Considerando que le pavimento se va a colocar sobre el terreno natural, se han efectuado los ensayos de CBR, con el objeto de definir su CBR (Razon Soporte California) de diseño.

TABLA N° 50: Resultados del CBR de diseño al 95%

CALICATA	PROGRESIVA (KM)	C.B.R	CLASE
C-1	0+000	8.2	S2: Sub rasante regular
C-4	2+820	6.4	S2: Sub rasante regular
C-7	5+060	4.4	S1: Sub rasante insuficiente
C-9	7+080	4.1	S1: Sub rasante insuficiente
CANTERA	-	46.5	S5: Sub rasante excelente

Fuente: Elaboración propia.

FOTOGRAFÍA N° 10: Ensayos realizados a las muestras extraídas de las calicatas



Fuente: Elaboración propia.

4.5 ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

4.5.1 Generalidades

EL presente informe técnico tiene por objeto dar a conocer los resultados de las investigaciones de campo y ensayos de laboratorio de Mecánica de Materiales para los agregados del diseño de mezclas que será utilizada en el Proyecto: DISEÑO DE LA CARRETERA ADCUÑAC, CHUPICALPA, AGUA BLANCA, CHACAF, DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA 2017.

4.5.2 Estudio de canteras

Las muestras fueron tomadas de dos canteras cercanas a la zona del proyecto, dichas canteras son:

- Cantera “El verde”: Extracción de la muestra de agregado fino.
- Cantera “El Rayme”: Extracción de la muestra de agregado grueso.

Los resultados de laboratorio son los siguientes:

- **Cantera El verde – Distrito de Cutervo: Afirmado**

TABLA N° 51: Resultados de los ensayos a la muestra de afirmado de la cantera El Verde

CALICATA	Muestra	Humedad	Límite líquido	Límite plástico	Índice plástico	SUCS	AASHTO
CANTERA	M-1	1.7	30.9	22.2	8.8	SP	A-2-4

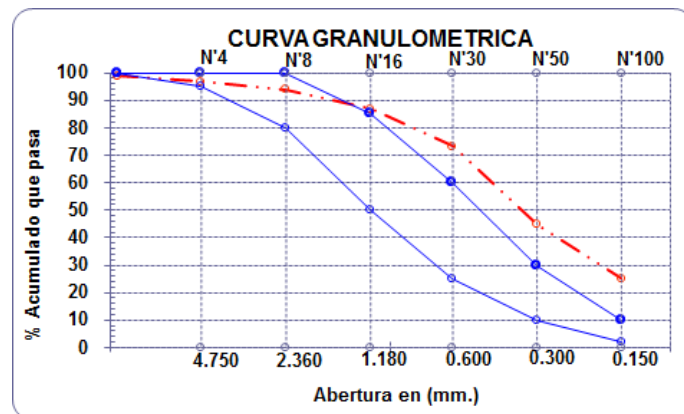
CALICATA	C.B.R	CLASE
CANTERA	46.5	S5: Sub rasante excelente

Ensayo	Resultados	Especificaciones
Límite Líquido	30.90%	35% Max. Cumple
Índice de Plasticidad	8.80%	4-9% Max. Cumple
Equivalente de Arena	53%	25% Min. Cumple
Máxima densidad	2.085	-
Humedad óptima	5.40%	-
CBR 100%	46.50%	40%Min. Cumple

Fuente: Elaboración propia.

- **Cantera El Verde - Distrito de Cutervo: Arena**

TABLA N° 52: Resultados de los ensayos a la muestra de arena de la cantera El Verde

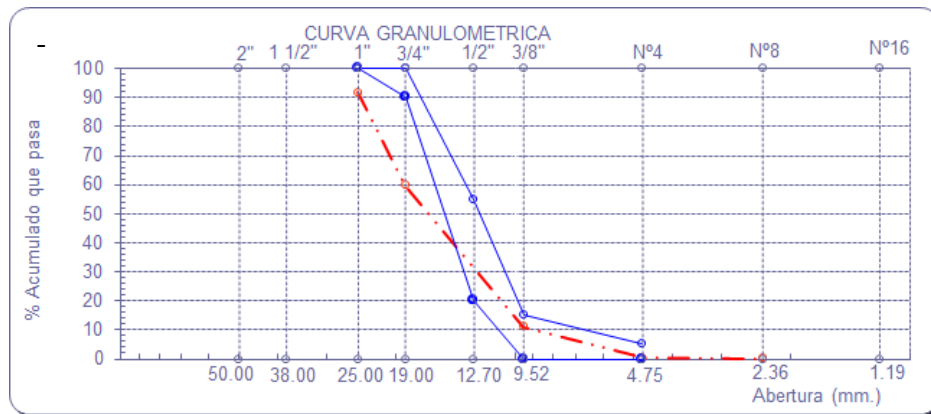


Ensayo	Resultados	Especificaciones	
Pasante la malla N° 200	1.70%	5%	Cumple
Módulo de fineza	1.795	2.2-3.2	Cumple
Porcentaje de absorción	0.93%	-	-
Peso específico	2.607 g/cm ³	-	-
Constituyentes de sales solubles totales	0.07%	≤ 0.08%	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

- **Cantera El Rayme – Distrito de Cutervo: Piedra**

TABLA N° 53: Resultados de los ensayos a la muestra de agregado grueso de la cantera El Rayme



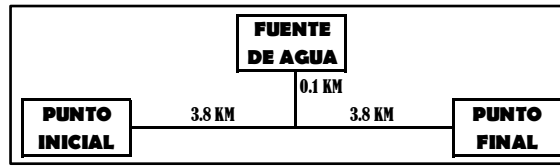
Ensayo	Resultados	Especificaciones	
Pasante la malla N° 200	0.70%	<5%	Cumple
Abrasión	22%	<40%	Cumple
Peso específico	2.643 g/cm ³	-	-
Sales	0.10%	≤ 0.1	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 Estudio de fuentes de agua

En el proyecto “Diseño de la carretera Aduñac – Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017” toda la población a lo largo del tramo en estudio cuenta con agua potable, por consiguiente, se establece un punto de abastecimiento de agua en el tramo central del proyecto.

FIGURA N° 47: Ubicación de la fuente de agua

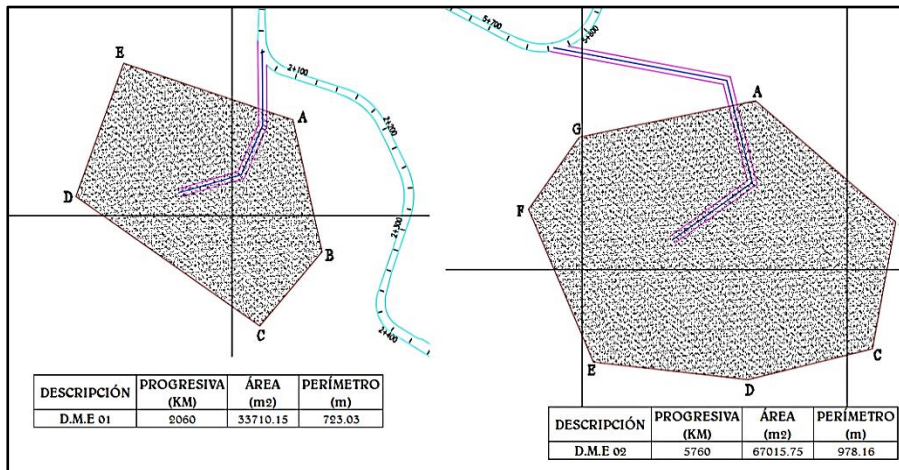


Fuente: Elaboración propia.

4.5.4 Estudio de botaderos

Se realizó el recorrido, identificación y análisis para la ubicación de depósitos de material excedente en el proyecto, dichos D.M.E se encuentran ubicados como se muestra en la siguiente figura:

FIGURA N° 48: Ubicación de depósitos de material excedente



Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 54: Ubicación, área y perímetro de los D.M.E

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA (KM)	ÁREA (m ²)	PERÍMETRO (m)
D.M.E 01	2+060	33710.15	723.03
D.M.E 02	5+760	67015.75	978.16

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 55: Volumen y espesor de relleno de los D.M.E

DESCRIPCIÓN	VOLUMEN (m ³)	ESPESOR DE RELLENO (m)
D.M.E 01	52916.10	1.50
D.M.E 02	56519.20	0.84

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la TABLA N° 55, se tiene un volumen total de eliminación de material excedente equivalente a 109435.30 m³, el cual se depositará en dos D.M.E. En el primero ira un volumen de 52916.10 m³ y en segundo un volumen de 56519.20 m³, llegando a alcanzar alturas de 1.50m y 0.84m respectivamente.

4.6 ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.6.1 Áreas de las sub-cuencas:

TABLA N°56: Áreas de las sub-cuencas de la zona en estudio

DATOS DE SUB-CUENCAS				
SUB-CUENCA	ÁREA (m ²)	ÁREA (km ²)	PERÍMETRO (m)	PERÍMETRO (km)
Sub-Cuenca 01	320810.38	0.32	2491.23	2.49
Sub-Cuenca 02	344265.65	0.34	2411.53	2.41
Sub-Cuenca 03	206771.34	0.21	2024.19	2.02
Sub-Cuenca 04	268902.03	0.27	2599.21	2.60
Sub-Cuenca 05	86189.53	0.09	1343.17	1.34

Fuente: Elaboración propia.

4.6.2 Longitudes de cauce y pendiente media

TABLA N°57: Longitudes y pendientes medias de cauces

Descripción	Longitud (km)	Pendiente media (%)
Cauce 01	0.296	41.57
Cauce 02	0.675	28.32
Cauce 03	0.590	37.90
Cauce 04	0.497	29.80
Cauce 05	0.345	39.77

Fuente: Elaboración propia.

4.6.3 Registros de lluvias máximas anuales

TABLA N°58: Registros de lluvias máximas anuales en la estación Cutervo

Año	P. Máxima	Año	P. Máxima
1964	37.00	1990	45.00
1965	33.80	1991	34.00
1966	54.50	1992	58.00
1967	43.00	1993	48.60
1968	39.00	1994	60.00
1969	61.00	1995	41.00
1970	31.00	1996	83.00
1971	33.00	1997	50.50
1972	34.00	1998	45.00
1973	38.50	1999	71.40
1974	60.00	2000	83.00
1975	54.00	2001	80.20
1976	43.00	2002	80.50
1977	43.00	2003	53.00
1978	29.00	2004	46.70
1979	47.00	2005	35.10
1980	39.00	2006	46.20
1981	49.00	2007	60.60
1982	40.00	2008	102.20
1983	28.00	2009	55.80
1987	35.00	2010	82.20
1988	102.00	2011	49.20
1989	67.20	2012	74.40
		2013	59.50

Fuente: SENAMHI.

4.6.4 Prueba de bondad de ajuste SMIRNOV-KOLMOGOROV

TABLA N° 59: Prueba de bondad de ajuste SMIRNOV-KOLMOGOROV

DISTRIBUCIONES	Dcal	Dmáx	CONFIABILIDAD
NORMAL	0.1270	0.1984	ACEPTABLE
LN-2PAR	0.0785	0.1984	ACEPTABLE
LN-3PAR	0.1056	0.1984	ACEPTABLE
GAMMA-2PAR	0.1019	0.1984	ACEPTABLE
GUMBEL	0.0684	0.1984	ACEPTABLE
LOG-GUMBEL	0.0676	0.1984	ACEPTABLE

Fuente: Elaboración propia.

4.6.5 Precipitaciones máximas en 24 horas para diversos tiempos de retorno de acuerdo a la distribución LN 3PAR

TABLA N°60: Precipitaciones máximas y tiempos de retorno de acuerdo a la distribución LN 3PAR

TIEMPO DURACIÓN	COEF (%)	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)						
		2 AÑOS	5 AÑOS	10 AÑOS	25 AÑOS	50 AÑOS	100 AÑOS	200 AÑOS
24.00	1.00	53.76	72.25	85.33	102.68	116.16	130.08	144.52
22.00	0.97	52.15	70.08	82.77	99.60	112.67	126.17	140.18
20.00	0.93	50.00	67.19	79.35	95.49	108.03	120.97	134.40
18.00	0.90	48.39	65.02	76.79	92.41	104.54	117.07	130.06
16.00	0.87	46.77	62.85	74.23	89.33	101.06	113.17	125.73
14.00	0.83	44.62	59.96	70.82	85.22	96.41	107.96	119.95
12.00	0.79	42.47	57.07	67.41	81.12	91.77	102.76	114.17
10.00	0.73	39.25	52.74	62.29	74.96	84.80	94.96	105.50
8.00	0.64	34.41	46.24	54.61	65.72	74.34	83.25	92.49
6.00	0.56	30.11	40.46	47.78	57.50	65.05	72.84	80.93
5.00	0.50	26.88	36.12	42.66	51.34	58.08	65.04	72.26
4.00	0.44	23.66	31.79	37.54	45.18	51.11	57.23	63.59
3.00	0.38	20.43	27.45	32.42	39.02	44.14	49.43	54.92
2.00	0.31	16.67	22.40	26.45	31.83	36.01	40.32	44.80
1.00	0.25	13.44	18.06	21.33	25.67	29.04	32.52	36.13

Fuente: Elaboración propia.

4.6.6 Intensidad máxima

TABLA N°61: Intensidades máximas

T años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
200.00	144.52	128.40	96.10	78.30	67.00	53.10	34.90
100.00	130.08	116.50	87.20	71.00	60.80	48.20	31.70
50.00	116.16	104.60	78.20	63.80	54.60	43.30	28.40
25.00	102.68	92.60	69.30	56.50	48.40	38.40	25.20
10.00	85.33	76.90	57.50	46.90	40.10	31.80	20.90
5.00	72.25	65.00	48.60	39.60	33.90	26.90	17.70
2.00	53.76	49.20	36.80	30.00	25.70	20.40	13.30

Fuente: Elaboración propia.

4.6.7 Precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno (mm)

TABLA N°62: Precipitaciones para diferentes duraciones y periodos de retorno (mm)

T años	P.Max 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
200.00	144.52	10.70	16.01	19.58	22.33	26.57	34.89
100.00	130.08	9.71	14.53	17.76	20.26	24.11	31.65
50.00	116.16	8.71	13.04	15.94	18.19	21.64	28.42
25.00	102.68	7.72	11.56	14.13	16.12	19.18	25.18
10.00	85.33	6.41	9.59	11.73	13.38	15.92	20.90
5.00	72.25	5.41	8.11	9.91	11.30	13.45	17.66
2.00	53.76	4.10	6.14	7.51	8.57	10.19	13.31

Fuente: Elaboración propia.

4.6.8 Intensidades (mm/hr) para diferentes duraciones y periodos de retorno

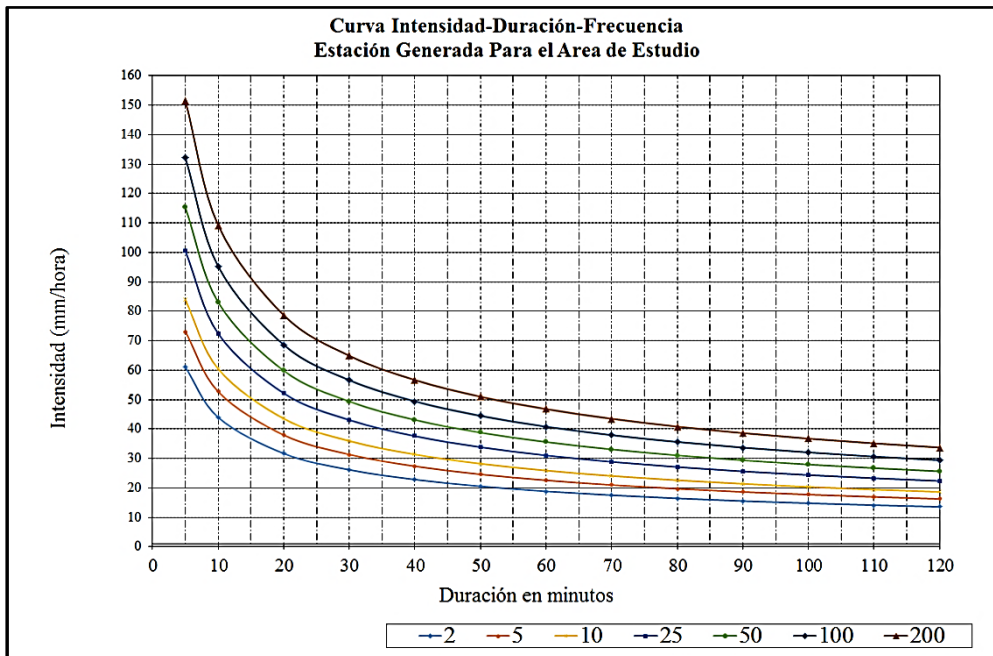
TABLA N°63: Intensidades para diferentes duraciones y periodos de retorno

Duración (t) (minutos)	Período de Retorno (T) en años						
	2	5	10	25	50	100	200
5	61.02	73.13	83.87	100.51	115.26	132.18	151.58
10	43.96	52.69	60.42	72.41	83.03	95.22	109.19
20	31.67	37.95	43.52	52.16	59.82	68.60	78.66
30	26.14	31.33	35.93	43.06	49.37	56.62	64.93
40	22.81	27.34	31.35	37.58	43.09	49.42	56.67
50	20.53	24.60	28.21	33.81	38.77	44.46	50.99
60	18.83	22.57	25.88	31.02	35.57	40.79	46.78
70	17.51	20.98	24.06	28.84	33.07	37.92	43.48
80	16.44	19.70	22.59	27.07	31.04	35.60	40.82
90	15.54	18.63	21.36	25.60	29.36	33.67	38.61
100	14.79	17.72	20.32	24.36	27.93	32.03	36.73
110	14.14	16.94	19.43	23.28	26.70	30.62	35.11
120	13.57	16.26	18.64	22.34	25.62	29.38	33.70

Fuente: Elaboración propia.

4.6.9 Curva de Intensidad – Duración- Frecuencia: Estación Cutervo

TABLA N°64: Curva de Intensidad – Duración - Frecuencia: Estación Cutervo



Fuente: Elaboración propia.

4.6.10 Cálculo de tiempos de concentración

TABLA N°65: Tiempos de concentración de las sub-cuencas en estudio

SUB-CUENCA	tc (h)
Sub-cuenca 01	0.048
Sub-cuenca 02	0.091
Sub-cuenca 03	0.072
Sub-cuenca 04	0.070
Sub-cuenca 05	0.050
Ladera máx	0.042

Fuente: Elaboración propia.

4.6.11 Coeficiente de escorrentía

TABLA N°66: Coeficiente de escorrentía de las cuencas en estudio

SUB-CUENCA	C
Sub-cuenca 01	0.540
Sub-cuenca 02	0.540
Sub-cuenca 03	0.540
Sub-cuenca 04	0.540
Sub-cuenca 05	0.540
Ladera máx	0.540

Fuente: Elaboración propia.

4.6.12 Intensidades máximas

TABLA N°67: Intensidades máximas (mm/hr)

SUB-CUENCA	I (mm/H)
Sub-cuenca 01	243.566
Sub-cuenca 02	181.233
Sub-cuenca 03	205.505
Sub-cuenca 04	207.574
Sub-cuenca 05	249.486
Ladera máx	261.040

Fuente: Elaboración propia.

4.6.13 Cálculo de caudales máximos

TABLA N°68: Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno

T (años)	SC-01	SC-02	SC-03	SC-04	SC-05	Ladera máx
	Qmáx m3/s	Qmáx m3/s	Qmáx m3/s	Qmáx m3/s	Qmáx m3/s	Qmáx m3/s
200	1.605	1.284	0.874	1.148	0.442	0.532
100	1.445	1.156	0.787	1.033	0.398	0.479
50	1.173	0.939	0.639	0.839	0.323	0.428
25	1.141	0.913	0.621	0.816	0.314	0.378
10	0.948	0.758	0.516	0.678	0.261	0.314
5	0.803	0.642	0.437	0.574	0.221	0.266
2	0.597	0.478	0.325	0.427	0.164	0.198

Fuente: Elaboración propia.

4.7 DISEÑO GEOMÉTRICO

- **Clasificación:**

Clasificación por demanda:

- Trocha carrozable – IMDA < 200veh/día
- Calzadas con ancho mínimo de 4m (6.00m)
- Superficie afirmada

Clasificación por orografía:

- Terreno accidentado tipo 3
- Pendientes transversales al eje entre 51 y 100%

Tipo de vehículo

Para elegir el vehículo de diseño a utilizar en el presente proyecto, se tuvieron en cuenta tres aspectos importantes, los cuales se detallarán a continuación:

- **Movilidad utilizada según estudio de tráfico**

La movilidad utilizada para el transporte de productos es el camión C2, el cual se puede observar en las imágenes del estudio de tráfico realizado.

- **Excedente de productor**

Se obtuvo el excedente del productor y se procedió a calcular la cantidad de vehículos (C2) requeridos para lograr trasladar dichos productos hacia los principales lugares de comercialización.

TABLA N° 69: Cálculo de la cantidad de vehículos C2 para lograr trasladar el excedente de productor

PRODUCTO	C.P CHACAF	C.P ADCUÑAC	170.61
	C. CAMIONES	C. CAMIONES	
Arveja Grano Seco	10.50	15.76	
Frijol Grano Seco	14.59	13.13	
Haba Grano Verde	6.42	6.42	
Haba Grano Seco	2.63	2.33	
Maíz Grano Seco	17.51	8.75	
Papa	37.05	35.52	
TOTAL	88.69	81.91	

Fuente: Elaboración propia.

- **Traslado de pobladores**

Para su traslado, los pobladores de las zonas cercanas al lugar de estudio, utilizan las camionetas rurales (combis).

FOTOGRAFÍA N°11: Vehículos utilizados para el traslado de productos y pobladores de la zona en estudio

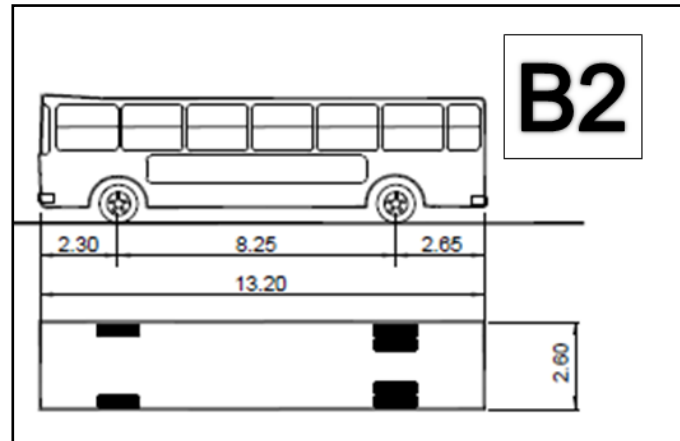


Fuente: Propia.

Se debe elegir el vehículo con las características más desfavorables (mayor radio de giro, mayor longitud, mayor ancho, etc) para que así las características

geométricas de la carretera a diseñar sean las mejores. Por tal motivo se elige el camión de diseño C2, pero debido a que en el manual DG-2018 ya no se trabaja con el camión de diseño C2, por motivos de seguridad se elige el inmediato superior, el bus de dos ejes B2.

FIGURA N° 49: Dimensiones del bus de dos ejes B2



Fuente: DG – 2018.

Considerando los parámetros establecidos por el Manual para el diseño de CNPBVT y el Manual de diseño DG-2018, se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros.

- Orografía : Tipo 3
- Derecho de vía : 15m (cada lado de eje)
- Velocidad directriz : 30km/h
- Radio mínimo : 25m
- Pendiente máxima : 9.96%
- Pendiente mínima : 1.08%
- Distancia de visibilidad de parada : 32.00m
- Ancho de calzada : 6.00m
- Bombeo : 3.5%
- Peralte máximo : 12%
- Bermas : 0.5m
- Cunetas : si cuenta
- Talud de corte : 1:1
- Talud de relleno : 1:2

4.7.1. Diseño en planta

TABLA N° 70: Cálculo de longitud de curvas circulares y tangentes

N° PI	ÁNGULO (decimales)	RADIO (m)	LONGITUD DE LA CURVA (m)
1	52.3472	60	54.8179
2	157.2114	25	68.5964
3	147.6917	25	64.4426
4	35.3944	80	49.4200
5	83.9292	30	43.9452
6	79.3914	25	34.6410
7	38.6075	55	37.0605
8	49.9328	60	52.2895
9	81.5772	28	39.8662
10	13.3172	130	30.2158
11	56.0631	60	58.7091
12	35.3261	60	36.9934
13	68.9100	30	36.0812
14	31.8528	60	33.3562
15	60.4408	65	68.5680
16	41.2064	45	32.3634
17	74.2633	30	38.8842
18	45.6358	60	47.7897
19	45.3003	60	47.4383
20	75.9061	30	39.7443
21	34.5725	60	36.2042
22	90.2697	30	47.2651
23	97.6600	45	76.7020
24	81.2594	30	42.5473
25	63.1650	60	66.1462
26	156.3869	30	81.8840
27	40.0156	80	55.8723
28	14.3350	60	15.0116
29	135.8742	25	59.2863
30	34.9642	120	73.2288
31	12.6489	160	35.3224
32	21.9439	160	61.2789
33	100.5000	25	43.8514
34	37.0339	56	36.1963
35	71.1950	40	49.7035
36	50.3975	90	79.1642
37	9.8450	120	20.6193

38	108.8694	25	47.5033
39	81.2744	35	49.6477
40	145.7619	25	63.6006
41	13.7944	160	38.5214
42	158.5622	26	71.9533
43	161.0125	28	78.6856
44	119.9872	55	115.1795
45	58.3564	60	61.1107
46	156.8253	44	120.4332
47	149.0086	30	78.0207
48	18.0172	80	25.1568
49	118.4181	30	62.0035
50	32.8617	80	45.8835
51	18.7075	120	39.1809
52	128.9589	28	63.0212
53	66.8958	35	40.8643
54	19.7200	60	20.6507
55	21.1717	80	29.5612

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 71: Cálculo de sobreancho, peralte y longitudes de transición

N° PI	RADIO (m)	P.C. ó EC	P.T. ó CE	SA	P%	Ls	Lt p
1	60	89.75	144.57	1.40	8.20	-	24
2	25	201.15	269.75	3.00	12.00	-	31
3	25	364.45	428.89	3.00	12.00	-	31
4	80	520.93	570.35	1.10	6.90	-	21
5	30	706.48	750.43	2.50	11.40	-	30
6	25	806.65	841.29	3.00	12.00	-	31
7	55	918.92	955.98	1.50	8.50	-	24
8	60	1000.32	1052.61	1.40	8.20	-	24
9	28	1148.28	1188.14	2.70	12.00	-	31
10	130	1266.95	1297.17	0.70	8.20	-	24
11	60	1384.64	1443.35	1.40	8.20	-	24
12	60	1488.95	1525.94	1.40	8.20	-	24
13	30	1592.83	1628.91	2.50	11.40	-	30
14	60	1702.17	1735.52	1.40	8.20	-	24
15	65	1802.31	1870.88	1.30	7.70	-	23
16	45	1935.17	1967.53	1.80	9.60	-	27
17	30	2048.89	2087.78	2.50	11.40	-	30
18	60	2147.46	2195.25	1.40	8.20	-	24
19	60	2239.77	2287.2	1.40	8.20	-	24
20	30	2362.47	2402.73	2.50	11.40	-	30

21	60	2460.73	2496.93	1.40	8.20	-	24
22	30	2545.92	2593.18	2.50	11.40	-	30
23	45	2689.88	2766.59	1.80	9.60	-	27
24	30	2863.13	2905.67	2.50	11.40	-	30
25	60	3018	3084.15	1.40	8.20	-	24
26	30	3161.16	3243.05	2.50	11.40	-	30
27	80	3349.85	3405.72	1.10	6.90	-	21
28	60	3489.81	3526.43	1.40	4.80	-	17
29	25	3602.01	3661.29	3.00	12.00	-	31
30	120	3719	3749.02	0.80	4.80	-	17
31	160	3847.69	3883.01	0.60	3.90	-	15
32	160	3966.4	4027.68	0.60	3.90	-	15
33	25	4092.45	4136.3	3.00	12.00	-	31
34	56	4257.9	4294.1	1.50	8.50	-	24
35	40	4343.09	4392.79	1.90	10.30	-	28
36	90	4444.86	4524.02	1.00	6.00	-	19
37	120	4626.65	4647.27	0.80	4.80	-	17
38	25	4750.01	4797.51	3.00	12.00	-	31
39	35	4849.8	4899.45	2.20	10.80	-	29
40	25	4972.04	5035.64	3.00	12.00	-	31
41	160	5097.54	5136.06	0.60	3.90	-	15
42	26	5179.71	5251.66	2.90	12.00	-	31
43	28	5436.48	5515.16	2.70	12.00	-	31
44	55	5726.9	5842.08	1.50	8.50	-	24
45	60	5969.74	6030.85	1.40	8.20	-	24
46	44	6131.43	6251.87	1.80	9.60	-	27
47	30	6333.55	6411.57	2.50	11.40	-	30
48	80	6456.32	6481.47	1.10	6.90	-	21
49	30	6541.81	6603.82	2.50	11.40	-	30
50	80	6670.6	6716.49	1.10	6.90	-	21
51	120	6810.42	6849.6	0.80	4.80	-	17
52	28	6916.83	6979.85	2.70	12.00	-	31
53	35	7303.76	7344.63	2.20	10.80	-	29
54	60	7391.12	7411.77	1.40	8.20	-	24
55	80	7461.97	7491.53	1.10	6.90	-	21

Fuente: Elaboración propia.

4.7.2. Diseño en perfil

- Distancia de visibilidad de parada

TABLA N° 72: Análisis de ida

PIV	S1	S2	Dp S1	Dp S2	Dp E
1	6.43	9.64	29	28	29
2	9.64	-0.58	28	30	30
3	-0.58	6.90	30	29	30
4	6.90	-5.44	29	32	32
5	-5.44	-0.39	32	30	32
6	-0.39	9.96	30	28	30
7	9.96	-6.89	28	32	32
8	-6.89	-9.85	32	33	33
9	-9.85	-5.92	33	32	33
10	-5.92	9.65	32	28	32
11	9.65	7.33	28	29	29
12	7.33	9.40	29	28	29
13	9.40	3.43	28	29	29
14	3.43	8.66	29	28	29

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 73: Análisis de retorno

PIV	S1	S2	Dp S1	Dp S2	Dp E
1	-6.43	-9.64	32.00	33.00	33
2	-9.64	0.58	33.00	30.00	33
3	0.58	-6.90	30.00	32.00	32
4	-6.90	5.44	32.00	29.00	32
5	5.44	0.39	29.00	30.00	30
6	0.39	-9.96	30.00	33.00	33
7	-9.96	6.89	33.00	29.00	33
8	6.89	9.85	29.00	28.00	29
9	9.85	5.92	28.00	29.00	29
10	5.92	-9.65	29.00	33.00	33
11	-9.65	-7.33	33.00	32.00	33
12	-7.33	-9.40	32.00	33.00	33
13	-9.40	-3.43	33.00	31.00	33
14	-3.43	-8.66	31.00	33.00	33

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 74: Distancia de visibilidad de adelantamiento

PIV	Da E
	Da
1	110.00 m
2	110.00 m
3	110.00 m
4	110.00 m
5	110.00 m
6	110.00 m
7	110.00 m
8	110.00 m
9	110.00 m
10	110.00 m
11	110.00 m
12	110.00 m
13	110.00 m
14	110.00 m

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 75: Longitud mínima de curva vertical según visibilidad de parada

Dp E	Convexa		Concava		Lmin	Lmin R	Lmin VD	Lmin Absoluto
	Dp>L	Dp<L	Dp>L	Dp<L				
33			-7.364	14.844	14.84	15.00	30	30.00
33	26.470	27.548			27.55	28.00	30	30.00
32			32.984	33.015	33.02	34.00	30	34.00
32	31.261	31.278			31.28	32.00	30	32.00
32			18.059	22.290	22.29	23.00	30	30.00
33			43.246	47.861	47.86	48.00	30	48.00
33	42.024	45.420			45.42	46.00	30	46.00
33	-70.486	7.979			70.49	71.00	30	71.00
33			6.076	18.173	18.17	19.00	30	30.00
33			50.875	71.999	72.00	72.00	30	72.00
33	-108.138	6.254			108.14	109.00	30	109.00
33			-47.768	9.572	47.77	48.00	30	48.00
33	-1.672	16.092			16.09	17.00	30	30.00
33	-11.247	14.098			14.10	15.00	30	30.00

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 76: Longitud mínima de curva vertical según visibilidad de adelantamiento

Da E	Convexa		Lmin	Lmin R	Lmin VD	Lmin Absoluto
	Da>L	Da<L				
110.00 m	127.436	130.721	130.721	131.00	30	131.00
110.00 m	143.339	157.837	157.837	158.00	30	158.00
110.00 m	163.858	215.523	215.523	216.00	30	216.00
110.00 m	-99.595	37.860	99.595	100.00	30	100.00
110.00 m	-187.759	29.674	187.759	188.00	30	188.00
110.00 m	61.541	76.360	76.360	77.00	30	77.00

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N° 77: Resultados de longitudes mínimas elegidas

PIV	TIPO CURVA	L.M.C.V.V. PARADA	L.M.C.V.V. ADELANT	L.M.E	L.M.E CIVIL
1	CONCAVA	30.00	0.00	30.00	80
2	CONVEXA	30.00	131.00	131.00	120
3	CONCAVA	34.00	0.00	34.00	120
4	CONVEXA	32.00	158.00	158.00	180
5	CONCAVA	30.00	0.00	30.00	120
6	CONCAVA	48.00	0.00	48.00	180
7	CONVEXA	46.00	216.00	216.00	350
8	CONVEXA	71.00	100.00	100.00	180
9	CONCAVA	30.00	0.00	30.00	240
10	CONCAVA	72.00	0.00	72.00	300
11	CONVEXA	109.00	188.00	188.00	190
12	CONCAVA	48.00	0.00	48.00	125
13	CONVEXA	30.00	77.00	77.00	390
14	CONCAVA	30.00	0.00	30.00	120

Fuente: Elaboración propia.

4.8 DISEÑO DEL PAVIMENTO

TABLA N° 78: Resumen de las características de la rasante de la carretera

KM	CALICATA	ESTRATO	CLAS. SUCS	CLAS. AASHTO	CBR	CLASIF. CBR
0+000	C-01	M1	CL	A-6	8.2	Regular
2+820	C-04	M2	CL	A-7-6	6.4	Regular
5+060	C-07	M2	CH	A-7-6	4.4	Insuficiente
7+080	C-09	M3	CH	A-7-5	4.1	Insuficiente
-----	CANTERA	M-01	SP	A-2-4	46.5	Excelente

Fuente: Elaboración propia.

4.8.1. Estabilización de la sub rasante

Estabilización con Terra Zyme

TerraZyme es un aditivo para suelos, elaborado a partir de extractos de plantas naturales mediante el uso de la tecnología de fermentación.

El proceso reduce la permeabilidad y la plasticidad en suelos arcillosos, elimina el agua e incrementa los límites de solidez entre las partículas cohesivas. Este incremento de límites ayuda a estabilizar los suelos y reducir el daño y deformación que generalmente se produce como resultado de determinadas condiciones húmedas de los suelos.

Características del TerraZyme:

- Alto rendimiento y bajo costo.
- Usa equipo normal.
- Aplicable en suelos de muy baja calidad.
- De manejo seguro.
- Es 100% natural. Compatible con el medio ambiente.
- Ecológico: No tóxico, biodegradable.

Áreas de aplicación de TerraZyme

En la construcción y rehabilitación de carreteras, caminos de bajo volumen de tránsito.

Caminos secundarios, áreas de control de erosión y otros.

Rendimiento

Un bidón de 20 lts rinde para 660 m³, con un largo de 733 m, ancho de 6 m y espesor de 15cm.

Rinde 1 Lt para 220m² ó 1 Ltt sirve para 33 m³

Ventajas

- Con TerraZyme puede obtenerse caminos de tierra con bajo costo de mantenimiento, de extensa vida útil y en las más variadas condiciones climatológicas. Es decir, alto rendimiento y bajo costo.
- Reduce problemas generales de trabajo y mantenimiento de carreteras.
- TerraZyme aumenta la estabilidad, disminuyendo la penetración de agua en la base del camino. De esta manera se reduce los efectos de ondulaciones, encalaminado y baches, dando como resultado mayor tiempo de vida útil y menor costo de mantenimiento, incluyendo el de los vehículos.
- Aumenta la resistencia de la compresión.
- TerraZyme es un catalizador orgánico y fortalece la unión del material de la base del camino. TerraZyme crea una base más densa, cohesiva y estable.
- Mejora la capacidad del camino de soportar carga, (%CBR).

Maquinaria empleada para la aplicación

Los equipos requeridos para la construcción y rehabilitación de carreteras con TerraZyme, son los mismos que se utilizan para el recubrimiento de la superficie del camino.

- Motoniveladora o escarladora (125 HP) Que sirve para romper la superficie del camino.
- Camión cisterna para agua de 2000 glns de capacidad con toberas de riego.

- Rodillo de tambor liso, de 1.5 a 2 metros de ancho, con un peso de 8 a 12 ton, para una efectiva compactación. Usar rodillo vibratorio para las dos primeras pasadas.

4.8.2 Cálculo del espesor del pavimento

Se utilizará la ecuación del método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS), que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la carga actuante sobre el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE.

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

Donde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la sub rasante.

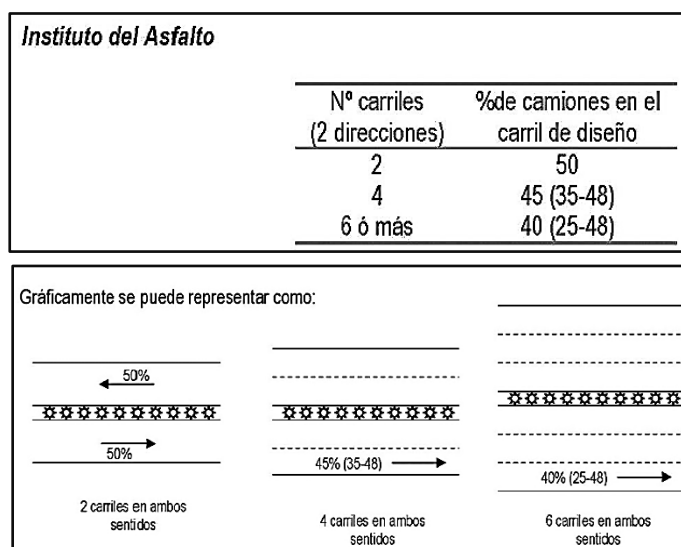
Nrep = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Estimación del ESAL

El tránsito proveniente del conteo vehicular debe ser dividido para el carril de diseño. El volumen de tránsito del carril de diseño, se convierte a un determinado número de ESAL (equivalent single axle load), que es el parámetro usado en el diseño de la estructura del pavimento. El ESAL es un eje estándar compuesto por un eje sencillo con dos ruedas en los extremos.

El ESAL pesa 18,000 lb ó 8.2 tn o 80 kN, y se considera que ejerce un efecto dañino sobre el pavimento.

FIGURA N° 50: Estimación del porcentaje de camiones en el carril de diseño



Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Factor Camión, FC

Se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes estándar de 80 kN, correspondiente al paso de un vehículo. El factor camión se puede obtener por pesaje. El pesaje es un método costoso para proyectos pequeños; por lo tanto, cuando se deba efectuar el diseño para un tramo de vía en la cual no se tengan datos sobre el pesaje quedan dos alternativas:

- Asumir el F.C. conocido de una vía cuyas características sean similares.
- Estimar el F.C. por algún método empírico.

Se puede emplear el D.S. N°034-2001-MTC del 25 de julio del 2001, página 207449 de El Peruano. En el capítulo VIII de la mencionada norma se publican las dimensiones y pesos por eje de vehículos pesados. Los autos no se incorporan en la presente norma porque el paso de un vehículo ejerce un daño no significativo en el pavimento.

FIGURA N° 51: Cargas por eje para el vehículo B2

SIMBOLO	DIAGRAMA	LONGITUD TOTAL (MTS)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO	
			EJE DELANTERO	1° EJ	2° EJ	3° EJ		4° EJ
B2		13.20	7	11				18

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

FIGURA N° 52: Factores de equivalencia de carga

Carga bruta por eje		Factores de equivalencia de Carga		
KN	lb	Ejes Simples	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1,000	0.00002		
8.9	2,000	0.00018		
17.8	4,000	0.00209	0.0003	
26.7	6,000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8,000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10,000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12,000	0.189	0.014	0.003
62.3	14,000	0.360	0.027	0.006
71.2	16,000	0.623	0.047	0.011
80.0	18,000	1.000	0.077	0.017
89.0	20,000	1.51	0.121	0.027
97.9	22,000	2.18	0.180	0.040
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109
133.4	30,000	6.97	0.658	0.145
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246
160.1	36,000	13.93	1.38	0.313
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487
187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
231.3	52,000		5.63	1.43
240.2	54,000		6.47	1.66
249.0	56,000		7.41	1.91
258.0	58,000		8.45	2.20
267.0	60,000		9.59	2.51
275.8	62,000		10.84	2.85
284.5	64,000		12.22	3.22
293.5	66,000		13.73	3.62
302.5	68,000		15.38	4.05
311.5	70,000		17.19	4.52
320.0	72,000		19.16	5.03
329.0	74,000		21.32	5.57
338.0	76,000		23.66	6.15
347.0	78,000		26.22	6.78
356.0	80,000		29.0	7.45
364.7	82,000		32.0	8.20
373.6	84,000		35.3	8.90
382.5	86,000		38.8	9.80
391.4	88,000		42.6	10.6
400.3	90,000		46.8	11.6

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Determinación del Número de Ejes Equivalentes en el carril para el período de diseño.

Una vez determinado el número acumulado de vehículos que transitarán en el carril de diseño y durante el período de diseño, es posible convertir ésta cantidad de vehículos a ejes simples equivalentes de 8.2 tn mediante el factor camión, siendo la fórmula la siguiente:

$$ESAL = \sum (N^{\circ} \text{ vehiculos} \times FC \text{ vehículo})$$

A este resultado se le multiplica por la tasa de crecimiento la cual se define mediante la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T₀ = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección (10 años)

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

0.90 Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)

7.10 Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

TABLA N° 79: ESAL de diseño

TIPO DE VEHÍCULO	N° VEH/DÍA	N° VEH/DÍA x CARRIL	N° VEH/AÑO	F.C	ESAL CARRIL	FACTOR DE CRECIMIENTO	ESAL DISEÑO
Automovil	29	14.50	5292.50	0.0001	0.53	1.08	0.57
Station Wagon	16	8.00	2920.00	0.0001	0.29	1.08	0.32
Camioneta	25	12.50	4562.50	0.0001	0.46	1.08	0.49
C.R.	26	13.00	4745.00	0.0001	0.47	1.08	0.51
B 2	23	11.50	4197.50	3.5600	14943.10	1.85	27704.22
TOTAL	119	59.50	21717.50				27706.12

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos, los caminos no pavimentados con afirmado (revestimiento granular) tendrán un rango de aplicación de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño de hasta 300,000 EE, como se muestra en el siguiente cuadro:

FIGURA N° 53: Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes 8.2t, en el carril de diseño para caminos no pavimentados

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T _{NP1}	≤ 25,000 EE
T _{NP2}	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T _{NP3}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T _{NP4}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuente: Manual de carretera: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Por lo tanto tenemos un tipo de tráfico TNP 2 con una calzada de superficie afirmada. Una vez calculado el ESAL de diseño, se precede a calcular el espesor del afirmado mediante las formulas mencionadas con anterioridad.

TABLA N° 80: Cálculo de espesores de afirmado

TRAMO (0+000)		TRAMO (0+000 - 2+820)		TRAMO (2+820 - 5+060)		TRAMO (5+060 - 7600.11)	
Nrep=	27706.12	Nrep=	27706.12	Nrep=	27706.12	Nrep=	27706.12
CBR=	8.20	CBR=	6.40	CBR=	46.50	CBR=	46.50
e=	0.18m	e=	0.20m	e=	0.07m	e=	0.07m
e asum=	0.20m	e asum=	0.20m	e asum=	0.20m	e asum=	0.20m

Fuente: Elaboración propia.

4.9 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE

4.9.1 Drenaje longitudinal de la carretera

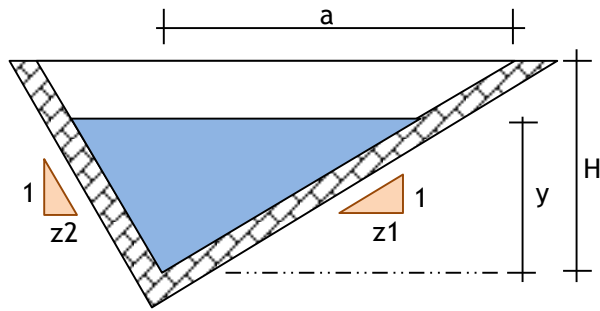
4.9.1.1 Cunetas

- Descripción general

Se deben construir cunetas de concreto vaciado en el sitio. Se deben localizar de acuerdo con los planos, según el diseño que en ellos aparece, respetando en lo posible el diseño, materiales, secciones.

- **Sección típica**

FIGURA N° 54: Sección típica de cunetas



Fuente: Elaboración propia.

- **Dimensiones de cuneta**

Las cunetas presentes en el proyecto, tendrán las dimensiones siguientes:

n	0.013
y	0.3 m
bl	0.1 m
z1	2
z2	1
a	0.8 m
H	0.4 m
A	0.24 m ²

- **Revestimiento de cuneta**

Las cunetas serán revestidas con concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 10m.

- **Caudal de diseño**

Como se describió en líneas anteriores, se ha considerado el diseño de la cuneta en donde se encuentre la ladera que mayor aporte de caudal tenga y mayor área abarque.

TABLA N° 81: Caudal de diseño de cunetas

T (años)	Ladera máx
	Qmáx m3/s
200	0.532
100	0.479
50	0.428
25	0.378
10	0.314
5	0.266
2	0.198

Fuente: Elaboración propia.

- Diseño hidráulico de cuneta

TABLA N° 82: Diseño hidráulico de cunetas

s m/m	y (m)	T (m)	A (m2)	R (m)	Q m3/s	
0.005	0.300	0.900	0.240	0.219	0.475	OK
0.010	0.300	0.900	0.240	0.219	0.671	OK
0.020	0.300	0.900	0.240	0.219	0.949	OK
0.030	0.300	0.900	0.240	0.219	1.162	OK
0.040	0.300	0.900	0.240	0.219	1.342	OK
0.050	0.300	0.900	0.240	0.219	1.501	OK
0.060	0.300	0.900	0.240	0.219	1.644	OK
0.070	0.300	0.900	0.240	0.219	1.776	OK
0.080	0.300	0.900	0.240	0.219	1.898	OK
0.090	0.300	0.900	0.240	0.219	2.013	OK

V (m/s)	1.575	<	4.5	OK
--------------------	-------	---	-----	-----------

Fuente: Elaboración propia.

4.9.2 Drenaje transversal de la carretera

4.9.2.1 Alcantarillas

- Localización

Las alcantarillas previstas en el presente proyecto tienen la siguiente ubicación:

TABLA N° 83: Ubicación de alcantarillas

TIPO	PROGRESIVA (km)	TIPO	PROGRESIVA (km)
ALC - P1	815.31	ALC - D12	3600.00
ALC - P2	1606.69	ALC - D13	3850.00
ALC - P3	1816.40	ALC - D14	4110.00
ALC - P4	2583.83	ALC - D15	4375.00
ALC - P5	4560.61	ALC - D16	4825.00
ALC - D1	156.00	ALC - D17	5050.00
ALC - D2	300.00	ALC - D18	5415.00
ALC - D3	550.00	ALC - D19	5600.00
ALC - D4	1100.00	ALC - D20	5800.00
ALC - D5	1350.00	ALC - D21	6190.00
ALC - D6	2050.00	ALC - D22	6370.00
ALC - D7	2300.00	ALC - D23	6500.00
ALC - D8	2500.00	ALC - D24	6800.00
ALC - D9	2850.00	ALC - D25	7040.00
ALC - D10	3100.00	ALC - D26	7300.00
ALC - D11	3460.00	ALC - D27	7580.00

Fuente: Elaboración propia.

- Pendiente longitudinal

Las pendientes longitudinales de las alcantarillas tanto de paso como de descarga varían del 2 al 4% según la topografía del terreno en donde se las ha proyectado su ubicación.

- Tipo de alcantarilla

Las alcantarillas serán de sección circular y como fue descrito en el apartado 3.2.9.1.1 perteneciente al drenaje transversal de la carretera, en la sección alcantarillas, estas serán de material PRFV (Poliéster reforzado

con fibra de vidrio) debido a sus beneficios en cuanto a resistencia, durabilidad y mantenimiento.

- Caudal de diseño

TABLA N° 84: Caudal de diseño de alcantarillas

TIPO	Q (m³/s)
ALC 01	1.173
ALC 02	0.939
ALC 03	0.639
ALC 04	0.839
ALC 05	0.323
ALC DESC	0.378

Fuente: Elaboración propia.

- Diseño hidráulico

TABLA N° 85: Diseño hidráulico de alcantarillas

TIPO	Q (m³/s)	s (%)	n	R (m)	Qman	VERIF	V (m/s)	Vmax (m/s)	Vmin (m/s)	VERIF
AP 01	1.17	0.02	0.013	0.18	1.51	OK	3.48	6.00	0.25	OK
AP 02	0.93	0.02	0.013	0.18	1.51	OK	3.48	6.00	0.25	OK
AP 03	0.64	0.02	0.013	0.18	1.51	OK	3.48	6.00	0.25	OK
AP 04	0.84	0.03	0.013	0.18	1.85	OK	4.26	6.00	0.25	OK
AP 05	0.32	0.02	0.013	0.18	1.51	OK	3.48	6.00	0.25	OK
AD	0.38	0.03	0.013	0.18	1.85	OK	4.26	6.00	0.25	OK

Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de tubería

TABLA N° 86: Diseño de tuberías de alcantarillas

DATOS	ALC PASO 01	ALC PASO 02	ALC PASO 03	ALC PASO 04	ALC PASO 05	ALC DESC
\varnothing_n (m)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
P eje (kg)	11000.00	11000.00	11000.00	11000.00	11000.00	11000.00
P tandem (kg)	11200.00	11200.00	11200.00	11200.00	11200.00	11200.00
Pt (kg/cm ²)	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
γ_s (kg/m ³)	2119.00	2381.00	2532.00	2262.00	2709.00	2119.00
\varnothing_r	25.50	30.10	23.30	25.50	21.40	25.50
HR (m)	1.50	1.95	0.50	1.70	1.15	4.51

RESULTADOS	ALC PASO 01	ALC PASO 02	ALC PASO 03	ALC PASO 04	ALC PASO 05	ALC DESC
P (kg/m ²)	3178.500	4642.950	1266.000	3845.400	3115.350	9556.690
Po (Eje simple) (kg/m ²)	2345.935	1896.773	4168.099	2128.460	2816.189	767.339
Po (Eje tandem) (kg/m ²)	2361.751	1911.717	4180.605	2143.948	2832.143	776.231
q (kg/m ²)	2716.013	2198.474	4807.696	2465.541	3256.964	892.666
SN (N/m ²)	2500.000	2500.000	2500.000	2500.000	2500.000	2500.000
PS (N/m ²)	134228.188	134228.188	134228.188	134228.188	134228.188	134228.188
Δy (m)	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.006
Δ_{inst} (m)	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018
Δ_{max} (m)	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030
Verif Δ	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Fuente: Elaboración propia.

Para mayor detalle en cuanto al diseño, se debe revisar el anexo correspondiente a diseño de obras de arte.

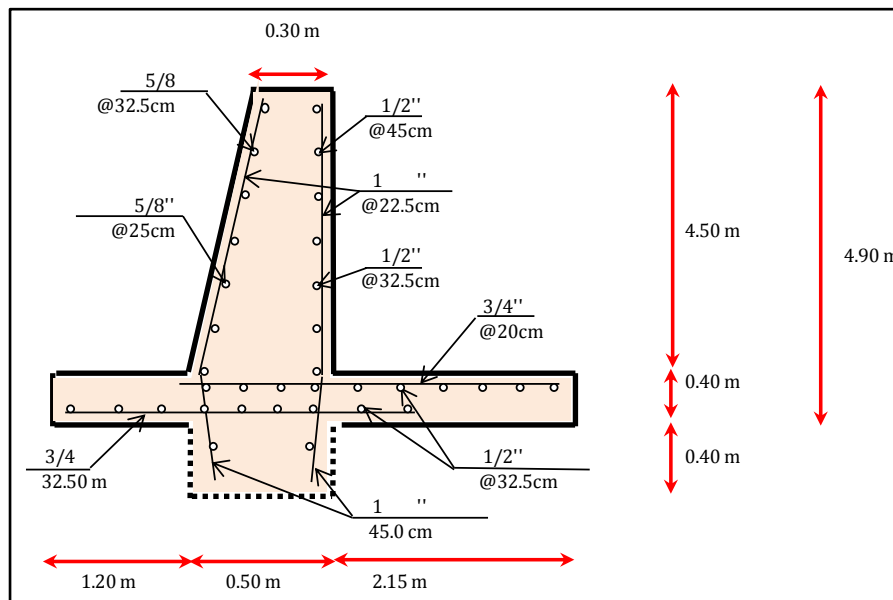
4.9.3 Diseño de muros de contención

TABLA N° 87: Resumen de acero en muros de contención

ELEMENTO	MUROS H=3m		MUROS H=4.5m	
	Ø	@	Ø	@
Acero vertical en muro	3/4	20.00 cm	1	22.50 cm
Acero horizontal parte baja del muro				
Exterior	1/2	20.00 cm	5/8	25.00 cm
Interior	3/8	25.00 cm	1/2	32.50 cm
Acero horizontal parte alta del muro				
Exterior	1/2	25.00 cm	5/8	32.50 cm
Interior	3/8	25.00 cm	1/2	45.00 cm
Acero en talón dorsal	5/8	20.00 cm	3/4	20.00 cm
Acero en talón frontal	5/8	20.00 cm	3/4	32.50 cm
Acero en diente contra deslizamiento	3/4	45.00 cm	1	45.00 cm

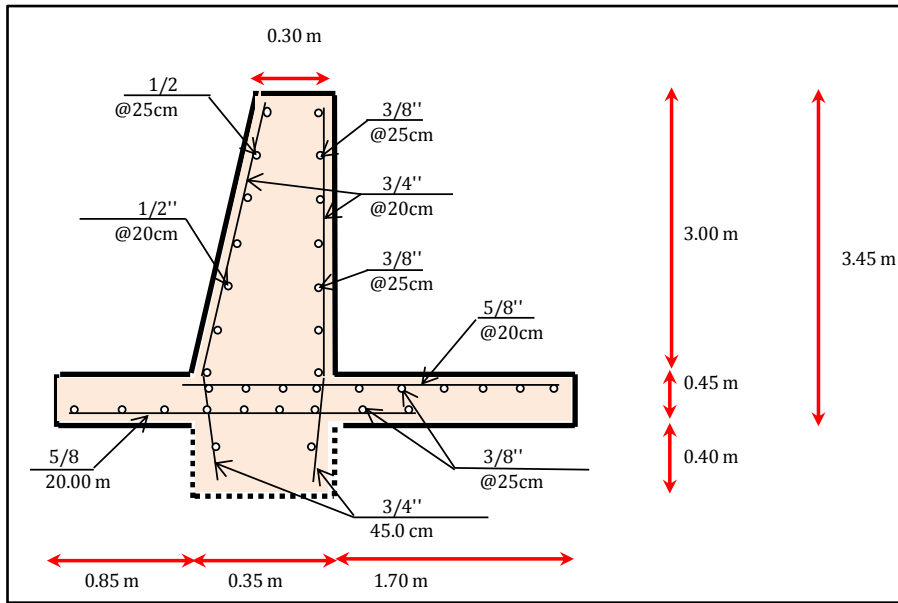
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 55: Acero en muro de contención de 4.50 m



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 56: Acero en muro de contención de 3.00 m



Fuente: Elaboración propia.

4.10 ESTUDIO ECONÓMICO

4.10.1. Metrados

Item	Descripción	Und.	Metrado
001	OBRAS PRELIMINARES		
001.001	CARTEL DE OBRA 3.60x4.20	und	1.00
001.002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00
001.003	TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	km	7.60
001.004	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	550.93
001.005	ACCESOS PROVISIONALES	m3	5,521.06
002	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
002.001	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	4.56
002.002	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	128,318.29
002.003	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	m2	33,975.00
002.004	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO		
002.004.001	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	4,968.65
002.004.002	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	4,968.65
002.005	TERRAPLENES CON MATERIAL TRANSPORTADO		
002.005.001	CARGUIO MAT TRANSPORTADO	m3	19,161.76
002.005.002	TRANSPORTE	m3	19,161.76
002.005.003	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	19,161.76
002.006	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE		
002.006.001	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE 150M - 1000M		
002.006.001.01	CARGUIO 150-1000M	m3	52,504.70
002.006.001.02	TRANSPORTE 150-1000	m3	52,504.70
002.006.002	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE 1000M - 2000M		
002.006.002.01	CARGUIO 1000-2000M	m3	56,358.40
002.006.002.02	TRANSPORTE 1000-2000	m3	56,358.40
002.006.003	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE 2000M - 3000M		
002.006.003.01	CARGUIO 2000-3000M	m3	5,277.90
002.006.003.02	TRANSPORTE 2000-3000	m3	5,277.90
003	AFIRMADOS		
003.001	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	13,436.84
003.002	CARGUIO A LA ZARANDA	m3	13,436.84
003.003	ZARANDEO DE AFIRMADO	m3	13,436.84
003.004	CARGUIO OBRA	m3	10,526.32
003.005	TRANSPORTE OBRA	m3	10,526.32
003.006	CONFORMACION DE LA CAPA DE AFIRMADO	m2	52,631.58
004	DRENAJE		
004.001	ALCANTARILLAS		
004.001.001	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	1,655.24
004.001.002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	1,077.80
004.001.003	CONCRETO $f_c=210$ KG/CM2	m3	211.72

004.001.004	ACERO FY= 4200 KG/CM2 (ALAS, CAJA DE RECEPCIÓN Y CABEZALES)		
004.001.004.01	ACERO 3/8" F'Y=4200 kg/cm2	kg	3,764.74
004.001.004.02	ACERO 1/2" F'Y=4200 kg/cm2	kg	15,238.58
004.001.005	ENCOFRADO (ALAS, CAJA DE RECEPCIÓN Y CABEZALES).	m2	525.65
004.001.006	ALCANTARILLA PFRV D=24"	m	275.20
004.001.007	EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.15m	m2	190.16
004.002	CUNETAS REVESTIDAS		
004.002.001	SOBREEXCAVACION PARA CUNETAS	m	11,910.00
004.002.002	REVESTIMIENTO CON CONCRETO F'C = 175 KG/CM2	m	11,910.00
005	OBRAS COMPLEMENTARIAS		
005.001	MUROS DE CONTENCION		
005.001.001	EXCAVACION MANUAL PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m3	139.07
005.001.002	CONCRETO f _c =210 KG/CM2	m3	301.82
005.001.003	ACERO FY= 4200 KG/CM2 (MUROS DE CONTENCIÓN)		
005.001.003.01	ACERO 3/8" F'Y=4200 kg/cm2	kg	2,677.14
005.001.003.02	ACERO 1/2" F'Y=4200 kg/cm2	kg	3,918.22
005.001.003.03	ACERO 5/8" F'Y=4200 kg/cm2	kg	6,751.66
005.001.003.04	ACERO 3/4" F'Y=4200 kg/cm2	kg	12,028.70
005.001.003.05	ACERO 1" F'Y=4200 kg/cm2	kg	6,541.77
005.002	ENCOFRADO	m2	933.00
006	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL		
006.001	SEÑALES PREVENTIVAS	und	74.00
006.002	SEÑALES RESTRICTIVAS	und	2.00
006.003	SEÑALES INFORMATIVAS	und	8.00
006.004	POSTES KILOMETRICOS	und	8.00
007	PROTECCIÓN AMBIENTAL		
007.001	SEÑALES AMBIENTALES	und	16.00
007.002	READECUACIÓN AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS	m2	12,325.00
007.003	REVEGETACION	ha	1.23
007.004	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto	15.00
007.005	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	pto	10.00
007.006	MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO	pto	10.00
008	SALUD Y SEGURIDAD		
008.001	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PSST		
008.001.001	IMPLEMENTACIÓN DEL PSST	glb	1.00
008.001.002	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00
008.001.003	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00
008.001.004	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	m	200.00
008.001.005	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	mes	12.00
008.002	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SST	mes	12.00
009	CONTROL DE CALIDAD		
009.001	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	glb	1.00

4.10.2. Costo del proyecto

4.10.2.1 Presupuesto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
001	OBRAS PRELIMINARES				158,823.33
001.001	CARTEL DE OBRA 3.60x4.20	und	1.00	1,038.80	1,038.80
001.002	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.00	41,158.95	41,158.95
001.003	TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	km	7.60	1,386.27	10,535.65
001.004	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	550.93	152.58	84,060.90
001.005	ACCESOS PROVISIONALES	m3	5,521.06	3.99	22,029.03
002	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,625,597.55
002.001	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	4.56	1,071.67	4,886.82
002.002	CORTE DE MATERIAL SUELTO	m3	128,318.29	3.99	511,989.98
002.003	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	m2	33,975.00	0.73	24,801.75
002.004	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO				49,239.32
002.004.001	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	4,968.65	3.99	19,824.91
002.004.002	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	4,968.65	5.92	29,414.41
002.005	TERRAPLENES CON MATERIAL TRANSPORTADO				229,174.65
002.005.001	CARGUIO MAT TRANSPORTADO	m3	19,161.76	2.12	40,622.93
002.005.002	TRANSPORTE	m3	19,161.76	3.92	75,114.10
002.005.003	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	19,161.76	5.92	113,437.62
002.006	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				805,505.03
002.006.001	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE 150M - 1000M				317,128.38
002.006.001.01	CARGUIO 150-1000M	m3	52,504.70	2.12	111,309.96
002.006.001.02	TRANSPORTE 150-1000	m3	52,504.70	3.92	205,818.42
002.006.002	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE 1000M - 2000M				435,650.43
002.006.002.01	CARGUIO 1000-2000M	m3	56,358.40	2.12	119,479.81
002.006.002.02	TRANSPORTE 1000-2000	m3	56,358.40	5.61	316,170.62
002.006.003	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE 2000M - 3000M				52,726.22
002.006.003.01	CARGUIO 2000-3000M	m3	5,277.90	2.12	11,189.15
002.006.003.02	TRANSPORTE 2000-3000	m3	5,277.90	7.87	41,537.07
003	AFIRMADOS				812,125.33
003.001	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	13,436.84	3.99	53,612.99
003.002	CARGUIO A LA ZARANDA	m3	13,436.84	2.12	28,486.10
003.003	ZARANDEO DE AFIRMADO	m3	13,436.84	16.32	219,289.23
003.004	CARGUIO OBRA	m3	10,526.32	2.12	22,315.80
003.005	TRANSPORTE OBRA	m3	10,526.32	36.60	385,263.31
003.006	CONFORMACION DE LA CAPA DE AFIRMADO	m2	52,631.58	1.96	103,157.90
004	DRENAJE				1,832,668.77
004.001	ALCANTARILLAS				613,442.07
004.001.001	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	1,655.24	48.39	80,097.06
004.001.002	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	1,077.80	89.26	96,204.43
004.001.003	CONCRETO f _c =210 KG/CM2	m3	211.72	426.06	90,205.42
004.001.004	ACERO FY= 4200 KG/CM2 (ALAS, CAJA DE RECEPCIÓN Y CABEZALES)				104,328.22
004.001.004.01	ACERO 3/8" FY=4200 kg/cm2	kg	3,764.74	5.49	20,668.42
004.001.004.02	ACERO 1/2" FY=4200 kg/cm2	kg	15,238.58	5.49	83,659.80
004.001.005	ENCOFRADO (ALAS, CAJA DE RECEPCIÓN Y CABEZALES).	m2	525.65	71.35	37,505.13
004.001.006	ALCANTARILLA PFRV D=24"	m	275.20	513.85	141,411.52
004.001.007	EMBOQUILLADO DE PIEDRA e=0.15m	m2	190.16	334.93	63,690.29
004.002	CUNETAS REVESTIDAS				1,219,226.70
004.002.001	SOBREEXCAVACION PARA CUNETAS	m	11,910.00	9.68	115,288.80
004.002.002	REVESTIMIENTO CON CONCRETO FC = 175 KG/CM2	m	11,910.00	92.69	1,103,937.90

005	OBRAS COMPLEMENTARIAS				365,479.19
005.001	MUROS DE CONTENCIÓN				308,902.07
005.001.001	EXCAVACION MANUAL PARA MUROS DE CONTENCIÓN	m3	139.07	36.54	5,081.62
005.001.002	CONCRETO f'c=210 KG/CM2	m3	301.82	426.06	128,593.43
005.001.003	ACERO FY= 4200 KG/CM2 (MUROS DE CONTENCIÓN)				175,227.02
005.001.003.01	ACERO 3/8" F'Y=4200 kg/cm2	kg	2,677.14	5.49	14,697.50
005.001.003.02	ACERO 1/2" F'Y=4200 kg/cm2	kg	3,918.22	5.49	21,511.03
005.001.003.03	ACERO 5/8" F'Y=4200 kg/cm2	kg	6,751.66	5.49	37,066.61
005.001.003.04	ACERO 3/4" F'Y=4200 kg/cm2	kg	12,028.70	5.49	66,037.56
005.001.003.05	ACERO 1" F'Y=4200 kg/cm2	kg	6,541.77	5.49	35,914.32
005.002	ENCOFRADO	m2	933.00	60.64	56,577.12
006	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				29,549.16
006.001	SEÑALES PREVENTIVAS	und	74.00	334.62	24,761.88
006.002	SEÑALES RESTRICTIVAS	und	2.00	375.80	751.60
006.003	SEÑALES INFORMATIVAS	und	8.00	239.94	1,919.52
006.004	POSTES KILOMETRICOS	und	8.00	264.52	2,116.16
007	PROTECCIÓN AMBIENTAL				25,613.49
007.001	SEÑALES AMBIENTALES	und	16.00	239.94	3,839.04
007.002	READECUACIÓN AMBIENTAL DE CAMPAMENTOS	m2	12,325.00	0.59	7,271.75
007.003	REVEGETACION	ha	1.23	2,667.36	3,280.85
007.004	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto	15.00	243.51	3,652.65
007.005	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	pto	10.00	714.17	7,141.70
007.006	MONITOREO DE NIVELES DE RUIDO	pto	10.00	42.75	427.50
008	SALUD Y SEGURIDAD				212,900.30
008.001	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PSST				159,633.98
008.001.001	IMPLEMENTACIÓN DEL PSST	glb	1.00	44,621.47	44,621.47
008.001.002	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1.00	36,408.68	36,408.68
008.001.003	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	2,732.51	2,732.51
008.001.004	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	m	200.00	135.03	27,006.00
008.001.005	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	mes	12.00	4,072.11	48,865.32
008.002	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SST	mes	12.00	4,438.86	53,266.32
009	CONTROL DE CALIDAD				9,490.00
009.001	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD	glb	1.00	9,490.00	9,490.00
	Costo Directo				5,072,247.12
	Gastos generales				762,997.85
	Utilidad				405,779.77
	Subtotal				6,241,024.74
	Impuesto (IGV 18%)				1,123,384.45
	Total presupuesto				7,364,409.19

SON : SIETE MILLONES TRESCIENTOS SESENTICUATRO MIL CUATROCIENTOS NUEVE Y 19/100 NUEVOS SOLES

4.11 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

4.11.1 Resumen ejecutivo

4.11.1.1 Introducción

Cutervo es uno de los 15 distritos de la provincia de Cutervo, perteneciente al departamento de Cajamarca. El distrito de Cutervo se encuentra ubicado en la parte sur de la provincia de Cutervo, a una altitud de 2649 m.s.n.m. Se sabe que el 90% de la población del distrito de Cutervo se dedica a la agricultura y ganadería, siendo estas, sus principales actividades económicas. Los principales cultivos en este distrito son la caña de azúcar (alcohol), maíz amarillo duro, yuca, zapallo, papa; siendo este último el que resalta entre los principales cultivos.

El proyecto en mención, se encuentra ubicado en el distrito de Cutervo, abarca los centros poblados de Aduñac, Chacaf y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, comprendiendo una longitud total de 7.6 km de carretera con superficie de rodadura a nivel de afirmado, así como 6 obras de arte, de las cuales 5 son alcantarillas de tubería PRFV con cabezales de concreto armado $f'c=210$ kg/cm² y 1 obra de arte referida a muros de contención en voladizo de concreto armado $f'c=210$ kg/cm² con una longitud total de 139m con alturas que varían desde los 3.00m a los 4.50m.

En líneas adelante se presenta la evaluación de impacto ambiental del presente proyecto, la cual comprende desde descripción y análisis del proyecto, área de influencia del proyecto, línea de base ambiental, identificación y evaluación de impactos ambientales, plan de manejo ambiental y las conclusiones de la evaluación de impacto ambiental.

4.11.1.2 Descripción y análisis del proyecto

El presente proyecto lleva por nombre “Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017”

El proyecto contempla el afirmado de la sub rasante de un ancho de vía de 6.00 m en promedio, bermas de 0.50 m en ambos lados, obras de arte como son cunetas revestidas con concreto $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ $e=0.10 \text{ cm}$, alcantarillas de tubería de PFRV con cabezales y cajas de recepción de concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, muros de concreto armado $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$; señalización de tránsito y medio ambiente.

4.11.1.3 Área de influencia del proyecto

Para definir el área de influencia del proyecto existen dos categorías:

Área de influencia directa, concerniente a la población a la cual se afectará directamente mediante la ejecución de la carretera, dicha población se encuentra ubicada a lo largo del tramo de la carretera y poblaciones cercanas a esta.

Área de influencia indirecta, comprendida entre las poblaciones que se encuentran conectadas hacia la carretera longitudinal de la sierra norte (Cutervo, Cochabamba, Chiclayo, Trujillo, Lima).

4.11.1.4 Línea base

El presente proyecto se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas:

Inicio de carretera (km 0+000), ubicada en el C.P Aduñac, distrito de Cutervo.

Norte	:	9288513.5502
Este	:	735934.0715
Altitud	:	2504.87 m.s.n.m

Fin de la carretera (km 7+600), ubicada en el Cruce Chacaf, distrito de Cutervo.

Norte	:	9287272.2373
Este	:	737747.4046
Altitud	:	2731.88 m.s.n.m

En la zona de estudio se puede observar un relieve montañoso por ende una orografía accidentada. Actualmente solo existe camino de herradura, siendo este el medio que une a los centros poblados de Chacaf, Aduñac y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa.

El clima en la zona de estudio es variado, del tipo semiseco y templado, entre los meses de noviembre y abril están marcados por lluvias significativas.

El uso actual de las tierras en la zona del proyecto es para cultivos permanentes (papa, frijol, arveja, maíz, habas), tierras aptas para pastoreo y tierras aptas para forestales.

En la zona del proyecto se puede observar pequeñas quebradas, las cuales aumentan su caudal en épocas de lluvia comprendidos entre los meses de noviembre y abril y de caudal irrelevante los demás meses del año.

En cuanto a la vegetación nativa de la zona podemos encontrar especies como: Eucalipto, Quina, Aliso, Pinos, entre otros y otras variedades. En cuanto se refiere al uso actual y potencial de la tierra, los principales cultivos son: papa, frijol, arveja, maíz, habas, pastos y forrajes, entre otros.

En la fauna presente en el proyecto se puede observar especies como la perdiz, ganado vacuno, ganado ovino, ganado caballar, ganado porcino, perros, cuyes, aves de corral, sapo, abejas, hormigas, mariposas, coleópteros, etc.

Ya refiriéndonos a términos socioeconómicos, tanto el centro poblado de Aduñac y el centro poblado de Chacaf cuentan con instituciones educativas de nivel inicial, primario y secundario; en el sector salud, tanto los centros poblados de Aduñac y de Chacaf cuentan con postas de salud, los pobladores del sector de Chupicalpa se hacen atender en Aduñac, mientras que los pobladores del sector de Agua Blanca se hacen atender en la posta médica del C.P de Chacaf La cantidad de habitantes registrados en los puestos de salud, al 2017, alcanza los 1468, de los cuales 544 están registrados en el Puesto de Salud de Aduñac y 924 en el Puesto de Salud

de Chacaf. Las enfermedades más comunes, según la información recopilada de las postas de salud, son las infecciones respiratorias y las infecciones diarreicas debido a la falta de cloración del agua.

4.11.1.5 Identificación y evaluación de impactos ambientales

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se ha considerado conveniente la utilización del sistema matricial, para lo cual se ha hecho uso de la Matriz de Leopold, la cual se encuentra líneas abajo en la presente evaluación.

4.11.1.6 Plan de manejo ambiental

En el presente plan de Manejo Ambiental (PMA) se tiene por finalidad considerar las acciones y medidas que conduzcan a evitar, mitigar y/o minimizar las implicancias negativas y acentuar la presencia de los impactos favorables.

Se ha tomado en consideración programas de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas, programa de contingencias, programa de información y participación ciudadana, programa de prevención de accidentes y protección al medio ambiente, programa de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes y un plan de seguridad y salud, las cuales se encuentran en mayor detalle en la presente evaluación.

4.11.2 Objetivos

Para el presente proyecto se realizará una evaluación de Impacto Ambiental, que prediga y evalúe los principales impactos negativos y positivos durante el proceso de preparación, diseño y ejecución del proyecto. Los objetivos de dicha evaluación serán los siguientes:

- Identificar y evaluar los posibles impactos, positivos y negativos, directos e indirectos, que deriven de la ejecución de la obra.
- Determinar los elementos del medio ambiente a ser afectados.

- Realizar el diagnóstico de los componentes ambientales en el área de influencia referidos a la construcción de la carretera, estos son: componentes físicos, biológicos, socioculturales y socioeconómicos.
- Identificar, predecir, interpretar y calificar los probables impactos ambientales negativos y positivos que se originan durante las etapas de construcción y abandono del proyecto.
- Elaborar el plan de Manejo Ambiental (PMA) con la finalidad de definir e implementar las medidas de mitigación de los efectos causados por los trabajos de construcción. En el caso de los impactos positivos, implementar las medidas que refuercen los beneficios generados por la ejecución de esta obra.
- Establecer un conjunto de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas para mejorar y/o mantener la calidad ambiental en el área de influencia del proyecto, para que de esta forma se eviten y/o mitiguen los impactos ambientales negativos y logren en el caso de los impactos ambientales positivos, generar un mayor efecto ambiental.
- Lograr la conservación del medio ambiente durante la etapa de construcción a través de cuidado y conservación de los recursos naturales.

4.11.3 Marco Legal

Generalidades

Al respecto, se efectúa un breve análisis y comentarios de las normas generales que tiene como objetivo principal, ordenar las actividades económicas dentro del marco de la conservación ambiental, así como promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y no renovables. Además se hace referencia a las normas legales específicas referidas a las actividades del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, vinculadas con la temática ambiental.

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 a un medio ambiente equilibrado, en su Artículo 66° sobre los Recursos Naturales y en el Artículo 67° sobre la Política Nacional Ambiental.

Ley general de ambiente 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.

El Código Penal

En su Título XIII, Capítulo Único: “Delitos contra los recursos naturales y el medio ambiente”, artículos 304° describe los términos de contaminación y responsabilidad culposa. En el 305° habla de la contaminación agravada y en el 313° del daño al ambiente natural. Además se mencionan los delitos contra la ecología.

La Ley N° 26631 (1966)

Dicta normas para efectos de formalizar denuncia por infracción de la legislación ambiental. Dicha ley en su artículo 1°, establece que: “la formalización de la denuncia por los delitos tipificados en el título Décimo Tercero del Libro Segundo del Código Penal, requerirá de las entidades

sectoriales competentes, opinión fundamentada por escrito sobre si se ha infringido la legislación ambiental”.

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.

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 continuaran aplicando su normatividad sectorial hasta que se dicte el reglamento de la nueva Ley.

Esta norma busca ordenar la gestión ambiental en esta área estableciendo un sistema único, coordinado y uniforme de identificación, prevención, supervisión, corrección y control anticipada de los impactos ambientales negativos de los proyectos de inversión. Debe resaltarse que la norma señala que los proyectos de inversión que puedan causar impactos ambientales negativos no podrían iniciar su ejecución; y ninguna autoridad podrá aprobarlos, autorizarlos, permitirlos, concederlos o habilitarlos si no se cuenta

previamente con la Certificación Ambiental expedida mediante resolución por la respectiva autoridad competente.

Con respecto al contenido del EIA, la norma establece que este deberá contener tanto una descripción de la acción propuesta como de los antecedentes de su área de influencia, la identificación y caracterización de los impactos durante todo el proyecto, la estrategia de manejo ambiental y los planes de seguimiento, vigilancia y control. Las entidades autorizadas para la elaboración del EIA deberán estar registradas ante las autoridades competentes, quedando el pago de sus servicios a cargo del titular del proyecto.

Respecto a la autoridad competente para el cumplimiento de esta ley, se ha señalado que son las mismas autoridades ambientales nacionales y sectoriales con competencia ambiental. Se señala que, en particular, es competente el ministerio del sector correspondiente a la actividad que desarrolla la empresa proponente o titular del proyecto.

La Ley Orgánica De Municipalidades - Ley N° 23853

En esta ley se establece que la Municipalidad es una unidad fundamental de la gestión local. El municipio como gobierno local y como parte del estado manifiesta una correlación de fuerzas sociales locales que se redefinen en el tiempo y en el territorio. En materia ambiental, las municipalidades tienen las siguientes funciones: velar por la conservación de la flora y fauna local y promover ante las entidades las acciones necesarias para el desarrollo, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción; normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental; difundir programas de educación ambiental; propiciar campañas de forestación y reforestación; establecer medidas de control de ruido de tránsito y del transporte colectivo; promover y asegurar la conservación y custodia del patrimonio cultural local y la defensa y conservación de los monumentos arqueológicos, históricos y artísticos, colaborando con los organismos regionales y nacionales correspondientes en su restauración y conservación.

La Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314 (2000) y su Reglamento, D.S. N° 057-2004-PCM

Indican que el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud; con sujeción a los lineamientos de política establecidos en el artículo 4to de la Ley.

También estipula que la prestación de servicios de residuos sólidos puede ser realizada directamente por las municipalidades distritales y provinciales y a través de Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos (EPSRS); que las actividades comerciales conexas deberán ser realizadas por Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos (ECSR), de acuerdo a lo establecido en el artículo 61 del Reglamento; y que la prestación del servicio debe cumplir con condiciones mínimas de periodicidad, cobertura y calidad que establezca la autoridad competente.

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 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 leve, en la conservación de los bienes del patrimonio cultural de la Nación.

El Decreto Legislativo N° 1078

En sus contenidos modifica la Ley N° 27446 Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, en los artículos 2°, 3°, 4°, 5°, 6°, 10°, 11°, 12°, 15°, 16°, 17° y 18; en el resumen de esta norma indica que la misma es aplicable a, las políticas, planes y programas de nivel nacional, regional y local que puedan originar implicaciones ambientales significativas; así como los proyectos de inversión pública, privada o de capital mixto, que impliquen actividades, construcciones, obras, y otras actividades comerciales y de servicios que puedan causar impacto ambientales negativos significativos.

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 dominio es 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.

Código ambiente y Recursos Naturales

Fue establecido por DL N°613, del 07-09-1990. Este código señala que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente saludable, así como el deber de conservarla, precisando que es obligación del estado mantener la calidad de vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad Ambiental.

Ley orgánica de aprovechamiento del natural.

Fue promulgada mediante la ley N°2681. Señala que el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, estableciendo un marco adecuado para el fomento de la inversión, procurando un equilibrio dinámico entre el desarrollo integral de la persona humana.

La norma señala las condiciones para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, precisando que los recursos naturales deben e utilizarse en forma sostenible, lo cual implica que su manejo debe ser racional (art. 28)

Ley forestal y la fauna silvestre N° 29763.

Es la primera norma en el Perú que pasó por un proceso de consulta previa libre e informada a los pueblos indígenas.

La presente Ley tiene la finalidad de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad.

El objeto de la presente Ley es establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre para lograr su finalidad.

Organización y funciones de Ministerio de Transporte y Comunicaciones – Ley N° 27791.

La presente Ley determina y regula el ámbito, estructura orgánica básica, competencia y funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, organismo rector del sector transportes y comunicaciones, creado por Ley N° 27779, que forma parte del Poder Ejecutivo y que constituye un pliego presupuestal con autonomía administrativa y económica, de acuerdo a ley.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones integra interna y externamente al país, para lograr un racional ordenamiento territorial vinculando las áreas de recursos, producción, mercados y centros poblados, a través de la formulación, aprobación, ejecución y supervisión de la infraestructura de transportes y comunicaciones. A tal efecto, dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento.

Organizaciones No Gubernamentales (ONG'S)

La evaluación y solución a la problemática ambiental ha dejado de ser exclusividad de las organizaciones gubernamentales, habiéndose creado organismo, instituciones privadas para la defensa, conservación, preservación e investigación de los recursos naturales y del medio ambiente, orientadas a mejorar la producción y productividad de las empresas, mejorar la calidad del medio ambiente, planificar el uso racional de los recursos naturales y propiciar un constante mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Ley de recursos hídricos (LEY N° 29338)

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable, a su vez, tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

El Reglamento es de aplicación a todas las entidades del sector público nacional, regional y local que ejercen competencias, atribuciones y funciones respecto a la gestión y administración de recursos hídricos continentales superficiales y subterráneos; y, a toda persona natural o jurídica de derecho privado, que interviene en dicha gestión.

Manual de carreteras, “Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos”. R.D. N° 10-2014-MTC/14

Es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondientes 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.

Manual de carreteras. “Diseño Geométrico (DG - 2018)”. R.D. N° 028-2014-MTC/14 (Modificación 2014)

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-2018). Este manual contiene las normas, guías y procedimientos para el 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 a determinado parámetros, considerando aspectos de conservación ambiental y seguridad vial, coherentes con las especificaciones técnicas de construcción.

Manual de carreteras. “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG - 2013). R.D. N° 03-2013-MTC/14

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. “Hidrología, Hidráulica y Drenaje”. R.D. N° 3599-2008-MTC/14

El presente manual es de carácter general y orientativo, para que bajo el criterio profesional adecuado, el ingeniero busque dar soluciones a problemas complejos en materia de drenaje superficial y subterráneo aplicado a carreteras; debido al carácter muy aleatorio de las múltiples variables (hidrológico-hidráulico, geológico-geotécnico) de análisis que entran en juego, aspectos hidráulicos que aún no están totalmente investigados en nuestro país; el planteamiento de las soluciones respectivas, obviamente estarán afectados por niveles de incertidumbres y riesgos inherentes a cada proyecto.

Manual de carreteras. “Ensayo de Materiales” .R.D. N° 18-2016-MTC/14

Este manual tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos, para la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales que se utilizan en los proyectos de infraestructura vial, con el objeto de asegurar que su comportamiento correspondan a los estándares de calidad propuestos en los estudios, para las obras y actividades de mantenimiento vial, a su vez, este manual toma como referencia la normatividad de las instituciones técnicas reconocidas internacionalmente, tales como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto ACI, NTP, entre otras.

Reglamento Nacional de Edificaciones. “Norma G-050: Seguridad durante la construcción”. D.S N° 2009/VIVIENDA/VMVU-CPARNE

Actualmente la construcción es uno de los principales motores de la economía, en esta industria se desarrollan diferentes actividades, por este motivo, la diversidad de labores que se ejecutan ocasionan muchas veces accidentes y enfermedades en los trabajadores llegando incluso a afectar estos factores a los visitantes en la obra, es por eso que mediante esta norma se establece los lineamientos técnicos necesarios para garantizar que las actividades de construcción se desarrollen sin accidentes de trabajo ni causen enfermedades ocupacionales.

Consideraciones finales

Como consecuencia de los dispositivos legales dados en diferentes épocas y la preocupación general de lograr un mejor ordenamiento y tratamiento del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en la actividad se han plasmado normas precisas, sobre responsabilidades institucionales, a efecto de lograr una mejor preservación y conservación del medio ambiente.

En este sentido se han expedido nuevos dispositivos legales, con la finalidad de normas el uso de los recursos naturales con el propósito de lograr el desarrollo sostenido del país, en razón de que todo proyecto de obra o actividad de carácter público o privado, que pueda provocar daños no tolerables al ambiente, requiere de una Evaluación de Impacto Ambiental sujetos a la aprobación de las autoridades competentes, como es el caso de las obras de infraestructura vial y de transporte.

4.11.4 Descripción y análisis del proyecto

El presente proyecto se ubica entre los centros poblados de Chacaf (KM 7+600) y Aduñac (KM 0+000) y los sectores de Chupicalpa (KM 1+085) y Agua Blanca (KM 5+000), distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Los cuales se encuentran en las siguientes alturas respecto al nivel del mar: Aduñac 2504.87 msnm, Chupicalpa 2555.24 msnm, Agua Blanca 2620.87 msnm y Chacaf 2731.88 m.s.n.m.

Actualmente solo existe camino de herradura, siendo este el medio que une a los centros poblados de Chacaf y Aduñac y los sectores de Chupicalpa y Agua Blanca,

El presente proyecto tiene por finalidad aportar el progreso y bienestar social a través de la red vial que conecte los centros poblados de Chacaf y Aduñac y los sectores de Chupicalpa, Agua Blanca, distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca. Este proyecto es de gran relevancia para el desarrollo de las comunidades antes mencionadas, ya que por medio de la presente vía se disminuirá el problema de transporte y comunicación, asegurando de esta forma el desarrollo de los pobladores en los

múltiples aspectos, garantizando así, la mejora de la calidad de vida en estos lugares.

Para el siguiente proyecto se realizó estudios topográficos teniendo en cuenta el reconocimiento de campo, que tiene por finalidad elegir la ruta más viable. Principalmente para satisfacer los siguientes requisitos:

- Que sirva al mayor número de pobladores.
- Que fomente una mayor zona de influencia.
- Que sea la más corta en cuanto a longitud.
- Que sea la ruta más económica.

Lo cual cubrirá las siguientes etapas:

- Información preliminar: en esta etapa se recopiló la información gráfica y escrita sobre los aspectos técnicos, económicos y locales que se tenga.
- Trabajo de campo: se determinó las características geológicas, hidrológicas y topográficas, también el tipo de suelo en el que se construirá el camino, su composición y característica generales, ubicación de bancos para revestimientos y agregados para las obras de drenaje, existencia de escurrimiento superficial que afloren a la superficie y afecten al camino, tipo de vegetación y densidad, así como pendientes aproximadas y ruta a seguir en el terreno.
- Trabajo de gabinete: se utilizó la información preliminar para obtener las probables rutas, para luego elegir la más importante de acuerdo a los parámetros anteriormente mencionados, elaborando un perfil de las rutas que se estudiarán, señalando los diversos puntos de paso obligatorio.

Así mismo se realizará el estudio de suelos. Ya que todas las obras en ingeniería civil se apoyan sobre el suelo de una u otra forma, además, se utilizará la tierra como elemento de construcción de terraplenes y rellenos en general, en consecuencia, su estabilidad, comportamiento funcional y estético, estarán determinados por la característica del material donde se da la influencia de las cargas o por el suelo utilizado para conformar los rellenos.

En general el ingeniero civil puede considerar como suelo cualquier material de la tierra que encuentran en su trabajo, con excepción de las rojas macizas y de las pizarras. Según esta definición un suelo puede variar desde una arcilla o limo hasta una grava de río. Para ello se realizará la investigación de campo. También se tuvo en cuenta la señalización vial respectiva.

La evaluación de impacto ambiental del presente proyecto se desarrolló en tres etapas:

- Etapa preliminar

Constituye la primera etapa de EIA del proyecto, comprendió las actividades de recopilación de información temática (cartografía y alfanumérica) sobre el tema y área de estudio.

- Etapa de campo

Constituye la segunda etapa de la EIA, está conformada por la inspección in-situ del área del proyecto, identificando los principales problemas existentes vinculados a los permisos del derecho de vía, falta de drenaje, densa vegetación, entre otros; así como los problemas propios de conflictos en el uso de tierra para la agricultura y la infraestructura propuesta. Asimismo, se recopiló información complementaria sobre los diversos tópicos que comprende la EIA: aspectos sociales, económicos, físicos y biológicos del área de influencia del proyecto, que permitan preparara el informe de la evaluación de impacto ambiental.

- Etapa de gabinete

En esta última y tercera etapa del EIA, se realizó el procesamiento de información obtenida en las etapas anteriores, este proceso finalmente dio como resultado el presente documento denominado “Evaluación de Impacto Ambiental de la carretera Adcuñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017”.

Ejecutando los pasos mencionados con anterioridad, se detalla lo siguiente:

a.- Obras preliminares

Movilización y desmovilización, se considera dentro de trabajos preliminares, movilización y desmovilización de equipos pesados, transporte de materiales a obra y transporte de combustible al campamento para la maquinaria pesada.

Control topográfico, trazo y replanteo del eje, se colocará estacas cada 20 m en tangentes y cada 10 m en curvas. Se utilizará equipo topográfico (estación total, niveles y jalones).

Mantenimiento de tránsito y seguridad vial, se considera la construcción de 1 cartel de obra.

Campamentos, se construirán en un área aproximada de 550.93 m² los que se destinarán para almacén, residencia, cuarto de vestuario y sala de máquinas.

b.- Movimiento de tierras

Corte de material suelto, en un volumen aproximado de 128318.29 m³ para el que utilizará tractor de orugas de 190-240 HP.

Eliminación de material excedente, 114141.00 m³ de volumen de tierra a eliminar

Desquinche y peinado de taludes, se realizará el desquinche y peinado de taludes en los 7.60 km de la carretera.

Perfilado y compactado de la sub rasante, Se realizará el perfilado y compactado de la sub rasante en 33975.00 m², para el que se utilizará maquinaria **pesada** como motoniveladora 145-150 HP y rodillo 101-135 HP.

Conformación de terraplenes, Se conformarán terraplenes en los tramos en los que se requieran de acuerdo a las secciones transversales, los que hacen un total de 4968.65 m³.

c.- Sub Base

Sub base de 0.20 m de espesor, se realizará el extendido riego y compactado de la sub base con material de cantera con un CBR = 46.5, el espesor de la sub base será de 0.20 m en un área total de 52631.58 m², las pruebas de densidad de campo se realizarán cada 250 m², alternadamente en los bordes y el centro. Para esto se realizará la extracción y apilamiento de material en cantera, luego se realizará el zarandeo del material, el carguío y transporte.

d.- Construcción del sistema de drenaje

Alcantarillas PRFV, construcción de 32 alcantarillas, con cajas de entrada y cabezales salida de concreto armado $f'c=210$ kg/cm², se colocará la tubería tipo PRFV sobre una cama de apoyo con material seleccionado y tendrán un relleno mínimo de 0.50 m por encima de la clave de la tubería.

Cunetas, revestidas con concreto $f'c=175$ kg/cm² de 10 cm de espesor en una longitud total de 11910m, la cuneta tiene una sección triangular de 0.80 m de ancho y 0.40 m de profundidad.

Muros de Concreto Armado, se construirán 139m muros de concreto armado $f'c=210$ kg/cm² con alturas que van desde los 3m hasta los 4.5m, se detallarán las progresivas y demás características en los planos de las secciones transversales del proyecto.

e.- Señalización

Señales Preventivas, se colocarán 74 unidades de señales preventivas de 0.60x0.60 m, apoyados en postes de concreto. Se construirán de acuerdo a la RM N°210-2000- MTC/15.02, RM N° 733-2004-MTC/02 (Modificación 2004) y RM N° 870-2008-MTC/02 (Modificación 2008)

Señales restrictivas, se colocarán 02 señales restrictivas de 0.60x0.90m apoyadas en postes de concreto. Se construirá de acuerdo a la

RM N°210-2000- MTC/15.02, RM N° 733-2004-MTC/02 (Modificación 2004) y RM N° 870-2008-MTC/02 (Modificación 2008)

Señales Informativas, se colocaran 08 señales informativas a lo largo de toda la vía.

Postes de Kilometraje, se colocaran 08 postes de kilometraje, serán de concreto de acuerdo a la RM N°210-2000-MTC/15.02, RM N° 733-2004-MTC/02 (Modificación 2004) y RM N° 870-2008-MTC/02 (Modificación 2008).

f.- Medio Ambiente

Pruebas de resistencia del concreto, de las diferentes obras como son cabezales de entrada y salida de las alcantarillas, cajas de recepción, muros de contención y cunetas, sumando un total de 35 pruebas.

Pruebas permanentes de densidad de campo, se realizarán un total de 211 pruebas en la sub rasante para verificar el CBR de diseño y hacer los cálculos correspondientes.

Acondicionamiento de depósitos de material excedente, se considera el acondicionamiento de depósitos de material excedente en 100725.91 m³ este trabajo se realizará en botaderos.

Revegetalización, se realizará el presente trabajo en 1.23 Ha. para no alterar el entorno paisajístico, se revegetalizará con plantas nativas de la zona.

Restauración de áreas afectadas por campamento, este trabajo de realizará en los 12325 m² del campamento.

Sellado de letrinas, se sellaran las letrinas utilizadas por los trabajadores durante la ejecución de la obra, para ello se utilizará cal hidratada y material seleccionado de cantera.

4.11.5 Área de influencia del proyecto

La delimitación del área de influencia tiene por objeto circunscribir una serie de aspectos o afecciones ambientales a un área geográfica específica. El Estudio de Impacto Ambiental por su naturaleza involucra un gran número de variables muchas veces complejas, que específicamente definirían áreas de influencia en particular, dentro de las cuales se han producido o producirán alteraciones como consecuencia de las obras y actividades de construcción.

Para efectos del presente estudio y en consideración a lo mencionado se ha definido dos áreas de influencia:

FOTOGRAFÍA N° 12: Áreas de influencia del proyecto

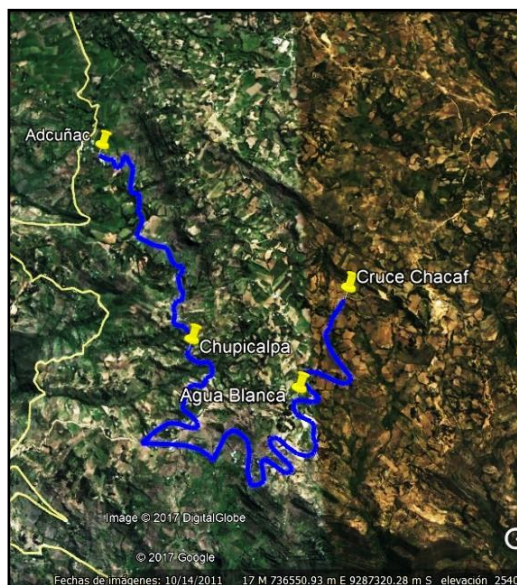


Fuente: Propia.

4.11.5.1 Área de influencia directa (AID)

El área de influencia directa está conformada por los Centros Poblados de Chacaf , Aduñac y los sectores de Agua Banca y Chupicalpa, los cuales se encuentra ubicados a lo largo del tramo de la carretera y los Centros Poblados de Chocopampa, Cachacara, Alto Llanduma entre otros, que se encuentran cercanas al proyecto, mediante la ejecución de la carretera, todos estas poblaciones tendrán beneficios en cuanto al transporte de personas y de productos, mejorando así la conexión entre pueblos y el comercio, trayendo consigo elevar la economía y calidad de vida de dichos lugares.

FIGURA N° 57: Población beneficiada directamente a lo largo del tramo de la carretera



Fuente: Google Earth.

FOTOGRAFÍA N° 13: Centro poblado Chacaf



Fuente: Elaboración propia.

FOTOGRAFÍA N° 14: Centro poblado Aduñaac

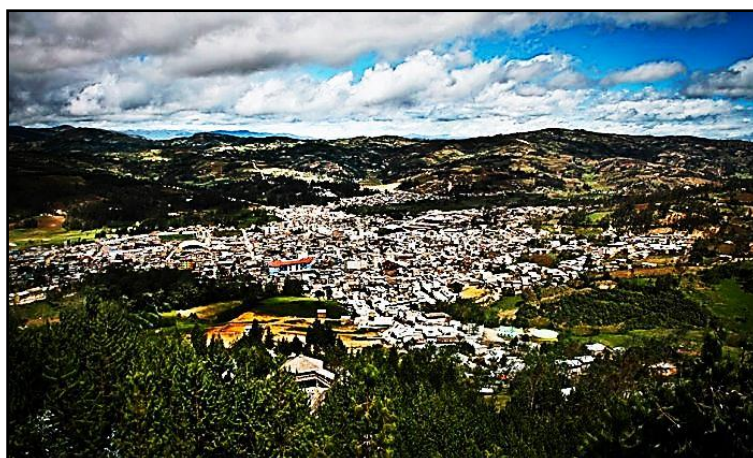


Fuente: Elaboración propia.

4.11.5.2 Área de influencia indirecta (AII)

Mediante la realización de la presente carretera, se dará la comunicación vial entre los centros poblados que abarca el proyecto y de estos hacia la carretera longitudinal de la sierra norte, la cual conecta el distrito de Cutervo con el distrito de Cochabamba, encontrándose el C.P de Aduñac en la parte media de dicha conexión. Por consiguiente, la ejecución del proyecto tendrá un área de influencia indirecta comprendida entre las poblaciones que se encuentran conectadas hacia la carretera longitudinal de la sierra norte (Cutervo, Cochabamba, Chiclayo, Trujillo, Lima) ya que con dichos lugares se realizará intercambios de comercio, cultura, traslado de personas, entre otros.

FOTOGRAFÍA N° 15: Distrito de Cutervo



Fuente: Propia.

4.11.6 Línea de base ambiental

4.11.6.1 Descripción general de la línea base

La evaluación de impacto ambiental por su naturaleza involucra un gran número de variables muchas veces complejas, el área de influencia es la referida a la creación de la carretera que une centros poblados de Aduñac, Chacaf y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, dentro de las cuales se ha producido o producirán alteraciones como consecuencia de las obras y actividades de construcción.

Asimismo se considerará la descripción de las diferentes áreas a tener en cuenta: climatología, temperatura, meteorología, hidrología, geología, geomorfología, fisiografía, suelos, capacidad de uso mayor de tierra, ecología, fauna y flora naturales y aspectos socioeconómicos.

4.11.6.2 Línea de base física (LBF)

Forma parte del Estudio de Impacto Ambiental comprende la descripción y análisis de los siguientes componentes ambientales:

4.11.6.2.1 Ubicación del proyecto

El proyecto: “Diseño de la Carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017”, se encuentra ubicado al sur-oeste del distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, región Cajamarca.

La carretera en mención, está enmarcada entre las siguientes coordenadas:

Inicio de carretera (km 0+000), ubicada en el C.P Aduñac, distrito de Cutervo.

Norte	:	9288513.5502
Este	:	735934.0715
Altitud	:	2504.87 m.s.n.m

Fin de la carretera (km 7+600), ubicada en el Cruce Chacaf, distrito de Cutervo.

Norte	:	9287272.2373
Este	:	737747.4046
Altitud	:	2731.88 m.s.n.m

4.11.6.2.2 Superficie

El distrito Cutervo forma parte de la provincia del Cutervo, se localiza a 6°21'55" latitud sur y 71° 57' longitud oeste, su altitud promedio es de 2649 m.s.n.m, abarca una extensión territorial de 422.27 Km². Limita por el norte con el distrito de Santo Domingo de la Capilla; hacia el sur con la provincia de Chota; hacia el oeste con la provincia de Chota y por el este con la provincia de Chota.

El distrito de Cutervo presenta un relieve generalmente montañoso y zona topografía compleja. Se observan valles estrechos y también empinados contrafuertes andinos. De acuerdo al reconocimiento y al proceso de los datos recopilados en campo, se ha concluido que el territorio está conformado por una orografía accidentada.

4.11.6.2.3 Accesibilidad

Actualmente solo existe camino de herradura, siendo este el medio que une a los centros poblados de Chacaf, Aduñac y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa.

TABLA N° 88: Acceso a la zona de estudio

RUTA	DISTANCIA	TIEMPO DE VIAJE	VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Chiclayo – Aduñac	195 km	04h 00min	Asfaltada	Vehículo motorizado
Aduñac – Chupicalpa	1.85 km	01h 00min	Camino de Herradura	Acémilas
Chupicalpa - Agua Blanca	3.45 km	01h 45min	Camino de Herradura	Acémilas
Agua Blanca - Chacaf	1.75 km	00h 55min	Camino de Herradura	Acémilas
TOTAL	202.05 km	07h 40min		

Fuente: Propia.

4.11.6.2.4 Clima

El distrito de Cutervo presenta un clima muy variado, es decir su clima es del tipo semiseco y templado. La mayoría de los meses están marcados por lluvias significativas. La corta estación seca tiene poco impacto.

FIGURA N° 58: Clima en el distrito de Cutervo

Parámetros climáticos promedio de Cutervo													[ocultar]
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	21	20.5	20.4	20.5	21	21.2	20.5	20.7	20.8	21	21.4	21.4	20.9
Temp. media (°C)	14.8	14.5	14.3	14.4	13.8	13.4	13.1	13.3	13.8	14.3	14.3	14.3	14
Temp. mín. media (°C)	8.7	8.5	8.3	8.3	6.7	5.7	5.7	6	6.8	7.7	7.3	7.3	7.3

Fuente: SENAMHI.

4.11.6.2.5 Lluvias

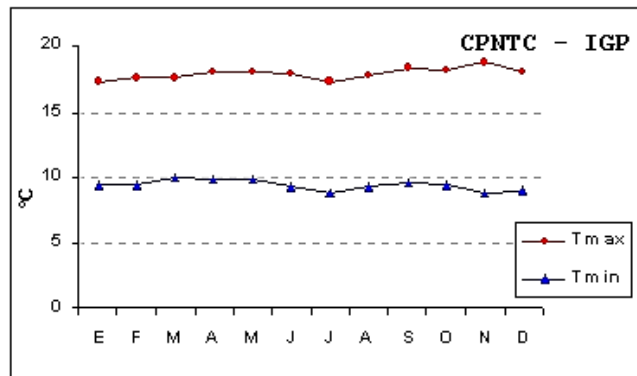
Las lluvias son muy frecuentes en lapsos relativamente largos entre los meses de noviembre y abril.

4.11.6.2.6 Temperaturas

La temperatura no sufre mayores variaciones. La máxima como promedio en un periodo de 20 años es de 21°C, la mínima en el mismo periodo es de 9°C.

El promedio para la temperatura media es de 12. 5° C.

FIGURA N° 59: Distribución mensual de la temperatura máxima y mínima



Fuente: SENAMHI.

4.11.6.2.7 Uso actual de la tierra

La zona presenta un paisaje fisiográfico totalmente heterogéneo, así mismo el clima es muy variable teniendo en cuenta los diferentes niveles altitudinales comprendidos desde 2731 m.s.n.m en Chacaf hasta los 2504 m.s.n.m. en Aduñac, lo cual, complementado con la geología dominante y el resto de factores de formación de suelos, ha

permitido determinar los tres grupos de capacidad de uso mayor de suelos: tierras aptas para cultivos permanentes, tierras aptas para pastoreo y tierras aptas para forestales, cuyas características principales son:

- **Tierras aptas para cultivos permanentes.** Estas tierras de acuerdo a sus características climáticas y edáficas, no son adecuadas para la remoción periódica y continuada del suelo, pero permiten la instalación de cultivos perennes, sean herbáceos, arbustivos o arbóreos; así como forrajes bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Se trata de aquellas tierras con algunas limitantes del clima y suelo para la actividad agrícola.

Los pobladores están dedicados a los principales cultivos de la zona como papa, frijol, arveja, maíz, habas; algunas áreas disponen de riego pero insuficiente y siempre supeditadas a la ocurrencia de las lluvias en la zona.

- **Tierras aptas para pastoreo.** En este grupo se están todos aquellos suelos que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para el cultivo permanente; sin embargo la zona del proyecto se caracteriza por ser de tierras fértiles, es decir, aptas para cultivos permanentes.

- **Tierras aptas para forestales.** Este grupo está constituido por todos aquellos suelos que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridos para ser cultivados o para pastoreo, pero si permiten su uso para la producción forestal con manejo técnico para no causar deterioro en la capacidad productiva del suelo, ni alterar el régimen de la subcuenca. Las limitaciones de este grupo de tierras son climáticas y edáficas, que impiden la instalación de cultivos, pero si permiten plantaciones forestales con fines de producción y rentabilidad económica.

-

FOTOGRAFÍA N° 16: Tierras en la zona del proyecto



Fuente: Propia.

4.11.6.2.8 Hidrología

Evaluar el comportamiento de las variables hidrológicas y el área del proyecto es importante, pues permite localizar y dimensionar los impactos ambientales de potencial ocurrencia por la ejecución del proyecto.

El río Cutervo es la vertiente principal del distrito, está formado por las aguas de los ríos Cullanmayo y Llangachis, los cuales se unen con el río Sócota el cual desemboca al río Marañón.

En la zona del proyecto se puede observar pequeñas quebradas, las cuales aumentan su caudal en épocas de lluvia comprendidos entre los meses de noviembre y abril y de caudal irrelevante los demás meses del año.

4.11.6.3 Línea de base biológica (LBB)

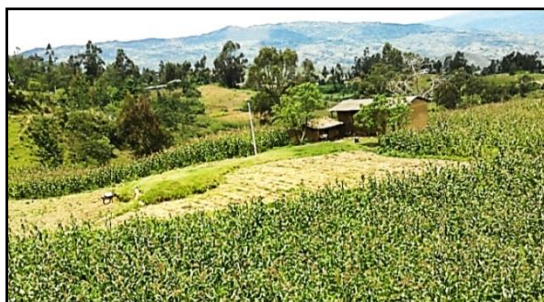
4.11.6.3.1 Flora

La vegetación nativa que se desarrolla a lo largo del recorrido de camino de herradura es abundante, predominando los arbustos; se puede encontrar especies como: eucaliptus (eucalipto), es la especie más predominante en el lugar del proyecto, usado como madera para la fabricación de muebles y de uso para el fuego, cinchona officinalis (quina), alnus glutinosa (aliso), pynus (pino), entre otros y otras variedades que sirven de forraje para el ganado caprino. Así mismo

existe una gran variedad de gramíneas, algunas de ellas quizás sean de mucho valor nutritivo para la crianza de ganado vacuno.

En cuanto se refiere al uso actual y potencial de la tierra, los principales cultivos son: papa, frijol, arveja, maíz, habas, pastos y forrajes, entre otros.

FOTOGRAFÍA N° 17: Áreas agrícolas en la zona en estudio



Fuente: Propia.

4.11.6.3.2 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 zoo-geográfica.

En las visitas a campo se pudo observar especies como la alectoris rufa (perdiz), ganado vacuno, ganado ovino, ganado caballar, ganado porcino, canis lupus familiaris (perros), cavia porcellus (cuyes), aves de corral, bufonidae (sapo), anthophila (abejas), formicidae (hormiga), lepidoptera (mariposa), coleóptero (escarabajos), etc.

FOTOGRAFÍA N° 18: Ganado presente en la zona de estudio



Fuente: Propia.

4.11.6.4 Línea base socioeconómica (LBS)

4.11.6.4.1 Educación

Tanto el centro poblado de Aduñac y el centro poblado de Chacaf cuentan con instituciones educativas de nivel inicial, primario y secundario, lo cuales permiten el enriquecimiento de conocimientos de los niños y jóvenes de las localidades en mención.

A dichas instituciones asisten los pobladores de las mismas localidades de Chacaf y Aduñac y de los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, siendo de estos dos últimos los que recorren largos caminos de herradura para llegar a estos centros de estudio, viéndose el acceso por dichos caminos de herradura en tiempos de veranos en buen estado, pero en épocas de lluvia se encuentran en muy mal estado y difícil al tránsito de los pobladores debido a que las tierras predominantes en dichas zonas son arcillas y éstas al entrar en contacto con el agua se vuelven resbaladizas siendo por consiguiente dificultoso transitar por ellas ya que pueden ocasionar accidentes leves o fatales.

FOTOGRAFÍA N° 19: Centro Poblado Chacaf, I.E Secundaria



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA N° 20: Centro Poblado Aduñac, I.E Secundaria



Fuente: Propia.

4.11.6.4.2 Salud

En el sector salud, tanto los centros poblados de Aduñac y de Chacaf cuentan con postas de salud, los pobladores del sector de Chupicalpa se hacen atender en Aduñac, mientras que los pobladores del sector de Agua Blanca se hacen atender en la posta médica del C.P de Chacaf. La cantidad de habitantes registrados en los puestos de salud, al 2017, alcanza los 1468, de los cuales 544 están registrados en el Puesto de Salud de Aduñac y 924 en el Puesto de Salud de Chacaf, en dichos registros están incluidos los pobladores de los sectores de la zona en estudio.

Es necesario aclarar que no han ocurrido graves problemas en cuanto a salud, no ha habido casos de muertes por demora en llegar a los puestos de salud. Las enfermedades más comunes, según la información recopilada de las postas de salud, son las infecciones respiratorias y las infecciones diarreicas debido a la falta de cloración del agua.

Asimismo, es importante resaltar que debido a que los caminos de herradura que conecta los centros poblados y sectores del proyecto, se encuentran en mal estado, impide que la población pueda acudir de manera inmediata al centro de salud más cercano cuando requieren de atención médica. Se agrava la situación cuando algún paciente que

necesite de intervención especializada deber ser evacuado a otra localidad debido a que los caminos son una limitante que restringe el traslado, más aun cuando la situación se constituye en emergencia médica.

FOTOGRAFÍA N° 21: Centro Poblado Aduñac, puesto de salud



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA N° 22: Centro Poblado Chacaf, puesto de salud



Fuente: Propia.

4.11.6.4.3 Agricultura

La agricultura es su principal actividad económica, pero es fundamentalmente extensiva, de rendimiento medio debido a varios factores entre ellos: el empleo de anticuadas técnicas de cultivo, falta de recursos hídricos para la agricultura de riego, inadecuadas técnicas y falta de protección de suelos. Según la Dirección Región de Agricultura Cajamarca, la provincia de Cutervo es el principal productor de papa a nivel de esta región.

Con información recopilada en campo, la zona de estudio cuenta con 300 ha cultivadas, entre los productos principales esta: *Solanum tuberosum* (papa), *phaseolus vulgaris* (frijol), *pisum sativum* (arveja), *zea mays* (maíz), *vicia faba* (habas), entre otros; los cuales forman parte importante en la economía de la zona.

FOTOGRAFÍA N° 23: Producción de papa



Fuente: Propia.

4.11.6.4.4 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 porcinas y aves en todos los terrenos de sembríos, 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.

FOTOGRAFÍA N° 24: Crianza de ganado vacuno



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA N° 25: Crianza de ganado porcino



Fuente: Propia.

Vemos que ante el aislamiento social, cultural y comercial de los pobladores se produce la necesidad de contar con una vía vecinal que conecte los centros poblados de Chacaf y Aduñac y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, con la finalidad de aportar el progreso y bienestar social, permitiendo mejorar los estándares de calidad de vida de la población afectada (1488 habitantes); así como la mejora en cuanto a los servicios de salud y educación.

El poblador de estas localidades se dedica fundamentalmente a la agricultura, con producción de papa, arroz, maíz, arveja, haba, entre otros y a la cría de ganado vacuno, ovino, equino y caprino.

4.11.6.5 Diagnóstico arqueológico

Durante el reconocimiento superficial en el área donde se desarrollará la construcción de la carretera, que consta de 7.6 km de longitud, la cual está ubicada en los centros poblados de Aduñac, Chacaf y de los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, todos estos pertenecientes al distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, no se ha identificado ningún tipo de evidencia arqueológica aislada ni como parte de un sitio arqueológico, considerado como tal por el Reglamento de Intervenciones Arqueológicas.

Teniendo en consideración los siguientes factores:

- a.- Por el tipo de terreno: Superficie arcillosa con presencia de limos.
- b.- Condición del Terreno: No intervenida por ningún tipo de trabajo ingenieril.
- c.- Condición de obra: Asociada en mayor porcentaje, a cortes de material suelto, rellenos de material granular, excavaciones de trazo lineal de profundidad que no sobrepasa los 1.50m:

De la Evaluación general de terreno, considerando los factores a, b y c, se concluye que:

- La zona donde se construirá la obra se desarrollará la construcción de la carretera, que consta de 7.6 km de longitud, ubicada en los centros poblados de Aduñac, Chacaf y de los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, todos estos pertenecientes al distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca tiene condición de no intervenida por ningún tipo de trabajo ingenieril.
- Existe escasa posibilidad de hallazgos arqueológicos durante los movimientos de suelos asociados a la obra

4.11.7 Identificación y evaluación de pasivos ambientales

Un pasivo ambiental se genera cuando una actividad minera, gasífera o petrolera cesa y abandona el lugar donde operaba, sin reparar los daños ambientales que causó. Estos pasivos pueden contaminar el agua, el aire, el suelo, pueden llegar a afectar la salud de la población cercana a ellos, también pueden llegar a afectar la propiedad de terceros, por ejemplo pueden ocasionar la presencia de minerales en la sangre o la afectación de las vías respiratorias. Si los agentes contaminantes llegan a ríos, además de contaminarlos pueden acabar con la vida de los peces y otras especies que viven en el, pueden también afectar los cultivos y los animales y si se trata de zonas de bosques pueden ocasionar un daño irreparable o muy difícil de recuperar.

La ejecución del proyecto “Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de

Cajamarca, 2017” no generará pasivo ambiental, ya que se trata de la construcción de una carretera en la cual los impactos son minimizados y manejados durante el proceso de obra y construcción.

4.11.8 Identificación y evaluación de impactos ambientales

Se realiza el análisis de la interrelación entre los elementos del medio ambiente y las acciones del proyecto, los primeros susceptibles de ser afectados y los otros capaces de generar impactos, con la finalidad de identificar los posibles impactos y proceder a su evaluación y descripción final. La identificación y evaluación de impactos ambientales, es parte fundamental del presente estudio, pues constituye la base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, en el cual se plantearán las medidas que permitirán prevenir, mitigar o corregir los impactos ambientales negativos y potenciar los impactos positivos, para la conservación y protección del medio ambiente.

Luego de haber realizado la descripción de las características ambientales en la línea base ambiental y un análisis de las principales características del proyecto, se procede a la identificación de los impactos ambientales, cuya ocurrencia tendría lugar durante las etapas de planificación, construcción y operación del proyecto en mención.

4.11.8.1 Etapa de planificación o preliminar

En esta etapa es necesario desarrollar una metodología específica para la identificación y evaluación de impactos ambientales, debido a que se presentarán numerosos impactos muy significativos, principalmente porque la carretera va a iniciar un trazo, tal como mencionaremos a continuación:

4.11.8.1.1 Expectativa de generación de empleo

La población de Aduñac, Chupicalpa, Agua Blanca, Chacaf, luego de tener conocimiento de la construcción de la carretera tendrán interés de solicitar algún puesto de trabajo en las oficinas del proyecto. Esto debido a que existe población desempleada o subempleada en la zona y muchos de ellos pueden cubrir las actividades donde se

requiere mano de obra no calificada. Además, algunos pobladores asentados a lo largo del tramo empezarán a acondicionar sus viviendas en pequeños puestos de ventas o saldrán a ofrecer productos de manera ambulatoria, principalmente para el expendio de alimentos y bebidas, generando así un ingreso económico para sus hogares.

4.11.8.1.2 Riesgo de enfermedades

En los trabajos de construcción del proyecto “Diseño de la carretera Adcuñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf”, no se descarta la posibilidad de que aparezcan algunos casos de enfermedades propias de la zona entre el personal. Cabe mencionar que en el área de estudio, se han presentado casos de infecciones respiratorias e infecciones diarreicas debido a la falta de cloración del agua.

4.11.8.1.3 Riesgo de conflictos sociales

Dado que los trabajos de construcción de una carretera afectan algunos predios privados, es posible que este hecho ocasione conflictos sociales entre sus propietarios y los responsables de la construcción del proyecto. Por tal motivo, estos conflictos podrían retrasar el inicio de las actividades constructivas. Sin embargo, para la presente carretera, se realizó una reunión con los propietarios de los bienes afectados, llegándose a un acuerdo en donde ellos aceptan la construcción de la carretera y manifiestan su disposición de apoyo al brindar las facilidades para ello.

4.11.8.2 Etapa de construcción

Teniendo en cuenta las características físicas, biológicas y socioeconómicas del área influencia y considerándolas actividades de desarrollo del proyecto, se ha realizado la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales que pueda presentarse durante el trabajo de la construcción de la carretera Adcuñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, es por ello que se considera los siguientes impactos.

4.11.8.2.1 Riesgo de accidentes

En la etapa de la construcción, la mayor presencia de vehículos, máquina, trabajadores y transeúntes, podrían incrementar el riesgo de accidentes, en desmedro de la integridad física de las personas.

4.11.8.2.2 Afectación de suelo

Este impacto está referido a la pérdida del suelo en el área asignada como emplazamiento del campamento y patio de máquinas, durante la implementación de estas instalaciones auxiliares.

Las actividades que causan alteraciones sobre el suelo, es el desbroce y limpieza del terreno, movilización y desmovilización de equipos, campamento provisional, movimiento de tierras y otros.

4.11.8.2.3 Aumento de inmisión de material particulado (polvo)

En el proceso de realizar el roce y desbroce del área de corte, nivelación de la rasante, carga y descarga de transporte de material, depósito de material excedente, etc; se generará el incremento de emisión de material particulado y gases contaminantes, los mismo que pueden afectar a los trabajadores y pobladores asentados en las márgenes de la construcción de la carretera.

4.11.8.2.4 Riesgo de contaminación de los recursos de agua natural

La ausencia de capacitación de los trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales, puede dar lugar a que estos viertan residuos de pintura, concreto, etc; sobre cursos de agua, cunetas y alcantarillas, pudiendo así incrementar la contaminación en los cauces naturales, quebradas, etc.

De la misma manera, la limpieza lavado de maquinaria y/o equipos (palas, carretilla, tractor de orugas, camiones de carga, etc) dentro del cauce de quebradas, pueden incrementar la contaminación de las mismas, debido a los posibles riesgos de derrame de aceites y grasas que contienen, afectando al ecosistema acuático. Del mismo

modo, existe la posibilidad que durante el proceso de extracción de agua, se produzca una turbiedad del recurso a consecuencia de la remoción del material, entrada de maquinaria y camiones cisterna, entre otros.

4.11.8.2.5 Riesgo de afectación de terreno de cultivo

Este impacto potencial está referido a la posibilidad de afectación de los cultivos de las áreas agrícolas ubicadas en los alrededores de la construcción de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, debido a la emisión de material particulado durante el movimiento de tierras.

4.11.8.2.6 Mejora en la dinámica comercial de la zona

En los centros poblados por los cuales atravesará la vía se generará un incremento en el intercambio comercial al contar con trabajadores foráneos en la zona, donde muchos de los pobladores irán a ofertar sus productos al campamento u otras instalaciones provisionales de la obra. Esto motivará el aumento en la demanda de productos, contribuyendo a un leve crecimiento económico y comercial de la zona.

4.11.8.2.7 Generación de empleo

La contratación de mano de obra por parte de la empresa contratista para la realización de los trabajos de la construcción de la carretera, contribuirá a la disminución de la tasa de desempleo existente. Del mismo modo, al aumentar la capacidad adquisitiva, se genera por efecto multiplicador otros puestos de trabajo de manera directa, transfiriendo el crecimiento económico hacia otros sectores.

4.11.8.2.8 Incremento de los niveles sonoros

Según las actividades consideradas para el diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, se generará emisiones de ruidos, como consecuencia del desplazamiento y funcionamiento de las maquinarias, procesos de transporte de carga y descarga de

material, remoción de material, desbroce con motosierra, etc. Es preciso mencionar que cuando los niveles sonoros sobrepasan el umbral de los 80 decibeles (dB) empiezan a generarse traumas acústicos, siendo más perjudicado el personal de obra por estar más expuesto. Cabe mencionar que el ser humano pierde su capacidad auditiva al ritmo de medio decibel por año, como consecuencia de la contaminación sonora si está expuesto de manera permanente.

4.11.8.2.9 Alteraciones medio ambientales por mala disposición de material excedente

Todos los materiales excedentes resultantes de los trabajos de la construcción, movimiento de tierras, cortes y rellenos, excavaciones; pueden causar desequilibrio al entorno, si no se establecen claramente los depósitos de material excedente. Es necesario que en trabajos de la construcción de la carretera se coloque el material excedente lejos de la vía (una distancia prudente), los mismos que pueden obstruir las obras de arte en épocas de lluvia y ser arrastrados a otros lugares, emitir polvo en épocas de escasa precipitación, obstruir vías de acceso, causar accidente, entre otros.

4.11.8.2.10 Posible expansión urbana no planificada

Luego del diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca – Chacaf, está latente la posibilidad que se pueda generar un crecimiento urbano irregular en las entradas y salidas, aprovechando las mejores condiciones viales.

4.11.8.2.11 Mejora de transporte

La carretera permitirá brindar a todos los pobladores de la zona de influencia un mejor servicio en el transporte terrestre, disminuyendo los costos y tiempos de viaje, facilitando el flujo vehicular y la comercialización de productos en general de los pobladores, tanto a nivel local como regional.

4.11.8.2.12 Mejora en la calidad de vida

El proyecto permitirá dar un acceso rápido para la venta de productos agrícolas, intercambio comercial, adecuada atención médica, mejoras en la calidad de la educación, entre otras.

4.11.8.2.13 Riesgo de contaminación de los suelos

Durante el funcionamiento de los campamentos, patio de maquinarias y planta de zaranda, puede darse la contaminación de suelos por derrames accidentales de cemento, grasas, combustible, o por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos generados en estas instalaciones.

4.11.8.2.14 Riesgo de enfermedades

Mientras duren los trabajos de construcción de la carretera el personal de obra se someterá a un chequeo médico para poder prevenir el ser afectado por alguna enfermedad. En el área de estudio, la picadura de insectos, problemas respiratorios por bajas temperaturas, síncope por falta de oxígeno debido a la altitud; son los que con frecuencia suelen darse.

4.11.8.3 Etapa de operación

Los impactos ambientales considerados son los siguientes:

4.11.8.3.1 Riesgo de seguridad vial

Las mejoras en las condiciones de la carretera pueden inducir a los conductores a incrementar la velocidad de sus vehículos, pudiendo causar accidente de tránsito en la población local.

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se ha considerado conveniente la utilización del sistema matricial, para lo cual se ha hecho uso de la Matriz de Leopold, que consiste en colocar en las columnas el listado de acciones o actividades involucradas durante el desarrollo del proyecto que pueden alterar el medio ambiente, y sobre sus filas se coloca el listado relacionado con los factores, componentes y atributos del medio

ambiente que pueden ser afectados por el proyecto, y en cada una de las celdas de interacción se analizan los impactos en función del tipo (positivos o negativos) y del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida (positivo).

FIGURA N° 60: Celdas de interacción en la matriz de Leopold



Fuente: Elaboración propia.

Realizada la actividad anterior, se procede a realizar la sumatoria de los impactos puntuales, es decir, por cada factor y actividad particular, a fin de determinar el factor ambiental más afectado. Lo mismo se realiza para cada actividad o acción del proyecto que afectaría más significativamente al medio. Los impactos considerados como significativos, serán las que determinarán el diseño de las medidas que formarán parte del Plan de Manejo Ambiental. Es importante anotar, que no todos los impactos, ya sea sus características o intensidad, serán significativos, por lo que el diseño y medidas de impacto ambiental para dichos impactos representarían una actividad poco eficiente con su respectivo gasto de recursos y esfuerzos. Por otro lado, si dentro de la evaluación de impactos, la mayor parte de ellos de acuerdo a la metodología empleada, se encuentran en rangos de poca significancia, será necesario establecer aquellos sobre los cuales se debe enfocar con más énfasis las acciones de manejo ambiental necesarias.

Los resultados de esta fase del análisis se presentan en la siguiente matriz de Leopold:



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL

ALUMNO:

DIAZ MOLOCHO KLEIN E.

TESIS:

DISEÑO DE LA CARRETERA ADCUÑAC-CHUPICALPA-AGUA BLANCA-CHACAF,
DISTRITO Y PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2017

MATRIZ DE LEOPOLD - DISEÑO DE LA CARRETERA ADCUÑAC-CHUPICALPA-AGUA BLANCA-CHACAF

		CONSTRUCCIÓN DE OBRA														IMPACTO TOTAL		
		TRABAJOS PRELIMINARES				MOVIMIENTO DE TIERRAS								OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
		Cartel de identificación de la obra	Campamento provisional y depositos de obra	Movilización y desmovilización de equipos	Topografía y georeferenciación	Limpieza y desbroce manual del terreno	Corte en material suelto con maquinaria	Corte de roca fija con maquinaria perforación y disparo	Terraplenes con material propio	Perfilado y compactado en zonas de corte	Transporte de material de préstamo a obra	Perfilado y compactado de subrasante	Eliminación de material excedente a botaderos	Alcantarillas	Cunetas			MAGNITUD +/- IMPORTANCIA +/-
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS	TIERRA	1. Materiales de construcción															0	0
		2. Suelos	-1	-5	-4	-5	-4	-7		-5	-5	-4	-4	-3	-2	-5	-54	-154
		3. Geomorfología					-3				-3			-1			-7	-13
	AGUA	4. Superficiales															0	0
		5. Subterráneas															0	0
		6. Calidad						-2							-2		-4	-4
		7. Recarga															0	0
	AIRE	7. Calidad del aire (polvo)	-1	-2	-2		-1	-6		-5	-6	-4	-5	-5	-4		-41	-153
		8. Calidad (gases, humo)		-1	-4			-6		-4	-5	-4	-5	-5	-3		-37	-107
		9. Ruido	-1	-2	-4	-1	-2	-6		-4	-5	-4	-5	-5	-5	-3	-47	-125
	PROCESOS	11. Erosión			-3			-3		-3	-3	-3	-3	-3	-4		-25	-49
		11 Compactación															0	0
12. Estabilidad																0	0	

			OPERACIÓN DE OBRA		IMPACTO TOTAL	
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERA			
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICOS			Funcionamiento de la vía	Ocurrencia de accidentes	MAGNITUD +/- IMPORTANCIA +/-	PONDERADO
TIERRA	1. Materiales de construcción	-2	1	-2	1	-2
	2. Suelos	-2	1	-2	1	-2
	3. Geomorfología		-1		1	-1
AGUA	4. Superficiales			0	0	0
	5. Subterráneas			0	0	0
	6. Calidad			0	0	0
	7. Recarga			0	0	0
AIRE	7. Calidad (polvo)	-6	-1	-7	6	-31
	8. Calidad (gases, humo)	-6	-2	-8	6	-32
	9. Ruido	-6	-2	-8	6	-32
PROCESOS	11. Erosión	-4		-4	3	-12
	11 Compactación			0	0	0
	12. Estabilidad			0	0	0

			ABANDONO DE OBRA			IMPACTO TOTAL			
			ABANDONO DE OBRA						
CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICOS			Abandonos de desvíos temporales	Abandono de campamento	Derrame de combustible en campamento	MAGNITUD +/- IMPORTANCIA +/-	PONDERADO		
TIERRA	1. Materiales de construcción					0	0		
	2. Suelos	-2	-3	-2	1	2	1	-7	-10
	3. Geomorfología	-2	-2		1	1			-4
AGUA	4. Superficiales					0	0	0	0
	5. Subterráneas					0	0	0	0
	6. Calidad					0	0	0	0
	7. Recarga					0	0	0	0
AIRE	7. Calidad (polvo)	-4	-4		3	3		-8	-24
	8. Calidad (gases, humo)	-4	-4		2	2		-8	-16
	9. Ruido	-4	-4		3	2		-8	-20
PROCESOS	11. Erosión	-4	-4		2	3		-8	-20
	11 Compactación							0	0
	12. Estabilidad							0	0

FACTORES AMBIENTALES		CONDICIONES BIOLÓGICAS		CONDICIONES BIOLÓGICAS		CONDICIONES BIOLÓGICAS		
		MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +	MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +	MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +	
FACTORES CULTURALES	FLORA	10. Árboles		-1	1	-1	-1	
		11. Arbustos		-2	1	-2	-2	
		12. Herbáceas	-1	-2	1	1	-3	-3
		13. Cultivos	-1	-2	1	1	-3	-3
		14. Gras					0	0
	FAUNA	15. Aves					0	0
		16. Animales terrestres	-2	-2	1	1	-4	-4
		17. Especies acuáticas					0	0
		18. Insectos	-2	-1	1	1	-3	-3
	FACTORES CULTURALES	CALIDAD VISUAL	19. Paisaje	3	-1	1	1	2
20. Naturaleza y espacios abiertos							0	0
USOS DEL TERRITORIO		21. Agricultura	6		5		6	30
		22. Zona rural		-1		1	-1	-1
		23. Vistas escénicas y panorámicas	5		6		5	30
NIVEL CULTURAL		24. Comercio	6		5		6	30
		25. Salud y seguridad	5	-1	4	3	4	17
		26. Empleo	4		3		4	12
		27. Densidad de población	5		5		5	25
SERVICIO INFRAESTRUCTURA		28. Construcciones	5		4		5	20
	29. Redes de transporte	5		4		5	20	
	30. Eliminación de residuos	-4		2		-4	-8	
IMPACTO TOTAL		MAGNITUD +/-	8	-19			49	
		IMPORTANCIA +	63	15				
		PONDERADO	70	-21	49	VERDADERO		

FACTORES AMBIENTALES		CONDICIONES BIOLÓGICAS		CONDICIONES BIOLÓGICAS		CONDICIONES BIOLÓGICAS		
		MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +	MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +	MAGNITUD +/-	IMPORTANCIA +	
FACTORES CULTURALES	FLORA	10. Árboles				0	0	
		11. Arbustos					0	0
		12. Herbáceas	-2	-3	1	2	-5	-8
		13. Cultivos					0	0
		14. Gras					0	0
	FAUNA	15. Aves					0	0
		16. Animales terrestres	-1	-1	1	1	-2	-2
		17. Especies acuáticas					0	0
		18. Insectos	-2	-2	1	1	-4	-4
	FACTORES CULTURALES	CALIDAD VISUAL	19. Paisaje	4	4	3	4	8
20. Naturaleza y espacios abiertos							0	0
USOS DEL TERRITORIO		21. Agricultura	4	4	3	3	8	24
		22. Zona rural					0	0
		23. Vistas escénicas y panorámicas	4	4	4	5	8	36
NIVEL CULTURAL		24. Comercio					0	0
		25. Salud y seguridad					0	0
		26. Empleo					0	0
		27. Densidad de población					0	0
SERVICIO INFRAESTRUCTURA		28. Construcciones					0	0
	29. Redes de transporte					0	0	
	30. Eliminación de residuos					0	0	
IMPACTO TOTAL		MAGNITUD +/-	-13	-15	-2		-20	
		IMPORTANCIA +	25	29	1			
		PONDERADO	-9	-9	-2	-20	VERDADERO	

4.11.9 Plan de participación ciudadana

Por medio de este plan se busca que la población de los lugares que se encuentran cercanos a la zona del proyecto, tengan acceso a la información pública sobre aspectos ambientales del proyecto y así puedan emitir responsablemente sus aportes y opiniones, para la toma de decisiones buscando el bien y correcto desarrollo de este.

4.11.9.1 Mecanismos de participación ciudadana

Los mecanismos de participación ciudadana consideran distintas actividades a desarrollar con el propósito de lograr establecer los adecuados canales de comunicación con la población, para de esta manera lograr su participación activa en el proceso de evaluación del proyecto, ya sea aportando sus propuestas, presentando observaciones y/o preocupaciones, que permitan determinar las mejores decisiones en beneficio de la población impactada.

4.11.9.1.1 Reuniones con los pobladores de las zonas del proyecto

Se realizó la primera reunión con los pobladores y autoridades (presidente, teniente alcalde y gobernador) de los centros poblados de Aduñac, Chacaf y de los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa con el objetivo de recorrer y reconocer la zona donde se llevará a cabo el proyecto.

Posteriormente, se realizó una segunda reunión con los pobladores y autoridades de los centros poblados de Aduñac, Chacaf y de los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa con propósito de informar a la población, sobre el desarrollo del proyecto, los lugares por donde pasará la carretera y coordinar los permisos necesarios para la realización de esta. A su vez, se mencionó sobre los posibles impactos ambientales tanto positivos y negativos que pudieran ocurrir antes y durante la ejecución de la obra y el compromiso de aplicar acciones que conduzcan a evitar, mitigar y/o minimizar las implicancias negativas y acentuar la presencia de los impactos favorables.

La finalidad de la realización de las reuniones fue:

- Tener un primer contacto formal con la población.
- Recorrer y conocer la zona en donde se llevará a cabo el proyecto.
- Obtener una idea clara de la manera como los pobladores perciben el proyecto.
- Dar a conocer aspectos generales del proyecto.

Se concluyó las reuniones mencionadas dando éstos resultados positivos, en donde se llegó a los siguientes conclusiones:

- Total acuerdo para la realización de la carretera.
- Se constató la necesidad de la población por la realización de la carretera, ya que estos lugares cuentan con caminos de herradura, los cuales dificultan el traslado de productos de agricultura, traslado de las poblaciones hacia postas médicas, instituciones educativas, entre otros.
- Se otorgó los permisos necesarios por los lugares en donde esta pase.
- Se informó de los beneficios que esta pueda traer, durante la etapa de construcción, tales como: contratación de mano de obra local, oportunidades de negocio y durante la operación de esta ya que tendrán facilidades para el traslado hacia postas medicas, centros de estudios y el traslado de productos hacia los principales centros de comercio, mejorando de esta forma en le aspecto salud, educación y economía.

Se recomienda realizar reuniones mensuales con la finalidad de informar a la población sobre el avance de obra, los contratiempos o ocurrencias que pudieran haber en esta y resolver las dudas de la población sobre aspectos relacionados al proyecto.

FOTOGRAFÍA N° 26: Reunión con los pobladores locales y reconocimiento del área del proyecto



Fuente: Propia.






DOCUMENTO N° 1.8: Firmas de las autoridades del Centro Poblado Aduñac

AUTORIDADES DE: <u>C.P. ADCUÑAC</u>			
N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA Y SELLO
1	MARIA GLADIS HUAMAN POEZ	41158814	
2	LUCIO COMENAS VALLESOS	27244021	
3	César Augusto León Vilchez	27289995	
4	NINEA DIAZ DIAZ	27289538	
5	 JORGE R. CARRERO DAVILA DNI N° 41937598 JUEZ DE PAZ UNICA NOMINACION CENTRO POBLADO ADCUÑAC	41937598	
6	MATIAS HUAMAN TORRES	27253294	

Fuente: Propia.

DOCUMENTO N° 1.9: Firmas de las autoridades del Centro Poblado Chacaf

AUTORIDADES DE: C.P. CHACAF

N°	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA Y SELLO
	JORGE GENARO RAMIREZ DELGADO	87287965	 Mg. Jorge G. Ramírez Delgado DIRECCIÓN CHACAF DIRECTOR
	Alex SANCHEZ SESCOVA	71197289	 PRESIDENTE CENTRO POBLADO CHACAF
	David. Carrasco flores	47913887	 TINIENTE AGENTE CENTRO POBLADO CHACAF
	Toustino Sanchez CRUZ	41191209	 GOBIERNO INTERMUNICIPAL CUTERVO
	Gilberto Menor CRUZADO	87292114	 ALCALDIA CHACAF Gilberto Menor Cruzado ALCALDE DNI N° 87282114

Fuente: Propia.

4.11.9.1.2 Publicación de avisos de participación ciudadana en medios escritos, radiales

En la zona del proyecto, al contar con medios radiales, se debe informar a la población involucrada, autoridades y/o organismos, el plazo, lugar y día para la revisión del texto completo del EIA, así mismo para la presentación de observaciones y/o sugerencias y quejas, se efectuará la difusión mediante anuncios en una emisora de radio local (emisora del distrito de Cutervo – Radio Ilucán)

4.11.9.1.3 Talleres informativos

Mediante este mecanismo se pretende explicar a la población los alcances del proyecto y la evaluación ambiental que se está realizando, orientados a brindar información, establecer un dialogo y conocer percepciones, preocupación e intereses de la población respecto del proyecto, antes de la elaboración del estudio ambiental, durante su elaboración y durante la evaluación a cargo de la autoridad.

4.11.9.1.4 Buzones de sugerencia

Se ubicarán buzones en lugares accesibles a la población (oficina de información) en donde los que deseen puedan colocar sugerencias a la evaluación de impacto ambiental o al proyecto.

4.11.9.1.5 Oficinas de información permanente

Se contará con una oficina física dentro del área de influencia del proyecto y de fácil acceso de la población para y así poder brindar información permanente sobre el proyecto, la evaluación ambiental, como también la recepción de observaciones, sugerencias e inquietudes de la población interesada y sus respectivas absoluciones a sus interrogantes.

Esta oficina de información permanente, estará a cargo de un profesional, quien será el responsable de brindar información sobre las actividades del proyecto, de recibir sugerencias y reclamos o quejas relacionadas a las actividades del proyecto, de absolver y remitir las absoluciones a los interesados, así como de comunicar e informar al titular asuntos de carácter legal/oficial que se reciban.

4.11.9.1.6 Acceso de la población a los resúmenes ejecutivos y al contenido del estudio ambiental

Se facilitará el acceso a la población interesada para la revisión del resumen ejecutivo y contenido del EIA para la formulación de observaciones y sugerencias de este.

4.11.9.2 Cronograma y lugares donde se llevará a cabo las actividades de participación ciudadana.

CUADRO N° 04: Cronograma y lugares donde se llevará a cabo las actividades de participación ciudadana

TIPO DE MECANISMO	OBJETO	LUGAR	DURACIÓN
Información permanente	Informar de manera transparente a la población sobre las actividades que se realizará.	Área del proyecto "Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017"	Durante todo el proceso de evaluación del EIA del proyecto "Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017"
Publicidad de avisos de participación ciudadana	Informar a la población involucrada, autoridades y/o organismos del mecanismo a utilizarse, el plazo, lugar e ida para la revisión de información y formulación de observaciones y sugerencias del EIA	Aviso radial de mayor difusión del distrito de Cutervo (Radio Ilucán)	7 días calendarios
Acceso de la población al resumen ejecutivo y al contenido del EIA	Acceder a la revisión del resumen ejecutivo y contenido del EIA formulación de observaciones y sugerencias del EIA.	- Municipalidad distrital de Cutervo. - Oficina de información permanente - proyecto "Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017"	Durante todo el proceso de evaluación del EIA del proyecto "Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017"
Talleres participativos	Orientados a brindar información, establecer un diálogo y conocer percepciones, preocupaciones e intereses de la población respecto al proyecto	Local del Centro poblado Aduñac	Se realizará dos talleres: - Antes de la elaboración de la EIA ambiental. - Durante la elaboración de la EIA ambiental.

Fuente: Elaboración propia.

4.11.10 Plan de manejo ambiental

Según la evaluación elaborada al proyecto diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, se ha detectado que su ejecución podría ocasionar impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos dentro de su ámbito de influencia. Por esta razón se requiere formular un Plan de Manejo Ambiental (PMA) que considere las acciones que conduzcan a evitar, mitigar y/o minimizar las implicancias negativas y acentuar la presencia de los impactos favorables.

La estrategia del PMA estará orientada a la prevención, empleando en la medida de lo posible las medidas preventivas, mitigadoras y correctivas.

El objetivo principal de las directivas del Plan de Manejo Ambiental es el de incluir medidas preventivas y de planificación en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de la carretera construida, con el propósito de mitigar o compensar efectos negativos del proyecto y aprovechar al máximo los resultados positivos.

4.11.10.1 Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas

Este programa está constituido por un conjunto de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas para los impactos identificados.

4.11.10.1.1 Subprograma de manejo de residuos sólidos, líquidos y efluentes

a.- Objetivo

Establecer las acciones que se debe realizar para un adecuado manejo, almacenamiento y disposición de los residuos generados por el desarrollo del proyecto “Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca, 2017”

b.- Implementación

Este programa es concordante con la normativa actual vigente y se tendrá en cuenta los siguientes lineamientos.

- Identificar y clasificar los residuos.
- Minimizar la producción de residuos que deberían ser tratados y/o eliminados.
- Definir las alternativas apropiadas para su tratamiento y/o eliminación.
- Documentar los aspectos del proceso de manejo de residuos.
- Lograr una adecuada disposición temporal de los residuos.
- Lograr una adecuada disposición final de los residuos.
- Asegurar el cumplimiento de las regulaciones en las prácticas de manejo de residuos.
- Presentación de las constancias del formal Manejo de Residuos sólidos por las empresas especializadas.

Se proyecta que la ejecución del proyecto considerará los siguientes tipos de residuos:

Residuos, ya sean orgánicos (restos de comida, papeles, cartones y madera) e inorgánicos (envases plásticos y de vidrio, latas de bebidas y conservas, entre otros)

Residuos peligrosos (recipientes de aceites, residuos de aceites y lubricantes usados, pinturas, aditivos y combustibles, entre otros)

Residuos líquidos, provenientes de la limpieza de equipos y maquinarias.

c.- Actividades

c.1.- Manejo de residuos en la etapa de construcción

c.1.1.- Manejo de residuos sólidos

Para un adecuado manejo de los residuos sólidos por parte del contratista de obra, se deberá cumplir las siguientes disposiciones.

Capacitación

- Capacitar a los trabajadores del área encargada de estas actividades a fin de fortalecer su conocimiento acerca de los tipos de residuos sólidos que han de manejar (orgánicos e inorgánicos). Así mismo se les capacitará en los alcances y lineamientos que contiene este programa.
- Incentivar y promover el orden y la limpieza en áreas de trabajo como oficinas, almacenes y talleres: así como en el campamento proyectado.
- Realizar charlas de sensibilización y capacitación a los trabajadores de la empresa contratista de obra, orientadas a motivar la segregación de los residuos sólidos, en fuente, reducción de los residuos generados y evitar el desperdicio de Insumos.
- Minimizar la generación de residuos sólidos mediante la adquisición de productos que generen la menor cantidad de desechos, sustituyendo envases que sean de uso único por otros que sean reciclables, rechazando productos que contengan presentaciones contaminantes y adquiriendo productos de larga duración, a fin de evitar una acumulación excesiva de residuos y aprovechar al máximo los insumos.
- Segregar los residuos sólidos, de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica para lo cual se colocaran recipientes o contenedores debidamente rotulados de forma visible e identificable, todos los cuales deberán tener tapa y distintivo para su clasificación, de acuerdo a la NTP 900.058-2019. Gestión Ambiental. Gestión de RRSS. Código de

colores de los dispositivos de almacenamiento de los Residuos que establece los colores a utilizar.

Residuos no peligrosos

- Todo material que pueda ser reciclado será separado, clasificado, compactado y almacenado en cajas de madera donde se consignará el tipo de desecho en lugares acondicionados para tal fin y en espera de su comercialización a una Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos debidamente registrada y con autorización vigente ante la DIGESA.

Residuos sólidos peligrosos

- Los residuos peligrosos (recipientes de pinturas, envases de aerosoles, baterías, pilas y cartuchos de tintas de impresoras, toners, filtros usados de equipo, residuos semi-sólidos, etc.) Dependiendo del residuo peligroso que contendrá, se debe colocar el nombre del residuo el cual se está separando, así como un distintivo indicando sus características de peligro.
- El contratista de obra está obligado a la recolección e inventariado de los residuos peligrosos resultantes de sus actividades en la etapa de construcción del proyecto.
- Los residuos peligrosos serán almacenados temporalmente en recipientes herméticamente cerrados y que respondan a las características de los residuos que contengan.
- Los residuos semi-sólidos no deberán ser mezclados con otros residuos peligrosos sólidos, ni entre residuos semi sólidos de diferente naturaleza a fin de prevenir reacciones indeseables.

- Las áreas en las que se almacena los residuos peligrosos deberán contar con protección en las condiciones climatológicas como las lluvias y radiación solar. Estas áreas deberán estar alejadas de cualquier vivienda, área de movimiento intenso de maquinaria pesada. Además debe estar cercada y contar con señalización de seguridad a fin de conocer sus características físicas, químicas y biológicas.
- Si se producen derrames durante el mantenimiento de equipos o el abastecimiento de combustible de los vehículos, el suelo contaminado será removido hasta unos 10 o 15 cm debajo del nivel alcanzado por el contaminante en el suelo.
- Las baterías usadas serán almacenadas temporalmente en un área segura que cuente con un sistema de contención que evite un posible derrame del ácido sobre el suelo y protegida de condiciones climáticas. Estas áreas deben ser cerradas pero con adecuada ventilación a fin de que el calor no acelere los procesos de sulfatación. Las baterías no deben entrar en contacto directo con el suelo o con el sistema de contención (se sugiere sobre parihuelas de madera y trampas de arena). Está terminantemente prohibido manipular las placas de plomo y cadmio de las baterías usadas.
- Los trapos impregnados con hidrocarburos y suelos contaminados previamente exprimidos (el hidrocarburo exprimido será colectado en un recipiente habilitado para tal propósito y dispuesto en el cilindro correspondiente) serán almacenados en bolsas contenidas en los recipientes del color ya descrito. Queda terminantemente prohibido mezclar los trapos impregnado con otro tipo de basura. Los cartones y

papeles ya contaminados con hidrocarburos o grasas serán dispuestos como si fueran trapos impregnados con aceites u otros hidrocarburos.

- Se realizarán chequeos diarios de los recipientes que contienen residuos peligrosos en las áreas de almacenamiento a fin de detectar posibles fugas y derrames. En caso de encontrarse un derrame se procederá a la limpieza de toda el área de almacenamiento en que se reportó el hallazgo y se hará un reporte del incidente.
- Posteriormente, los residuos peligrosos serán recogidos por una empresa prestadora de servicios de los residuos sólidos EPS-RS, autorizada y acreditada por DIGESA. Esta EPS – RS deberá suscribir y entregar una copia del Manifiesto de Manejo de Residuos Peligrosos conforme a lo establecido por el Reglamento de la Ley General de los Residuos Sólidos.
- Los manifiestos deberán estar debidamente llenados y con las firmas correspondientes, las mismas deberán remitirse a la Autoridad Competente (DGASA) conforme lo indica el Reglamento de la Ley General de los Residuos Sólidos.
- Se realizará evaluaciones mensuales de los residuos peligrosos para registrar sus fuentes y las cantidades que se están generando.

A continuación, se brindan las características particulares de cada clase de residuo sólido, la cual se presentan a continuación.

- Residuos no peligrosos o comunes:

Los residuos no peligrosos (o comunes) están constituidos por los residuos orgánicos e inorgánicos y que son similares a los residuos municipales. Se incluyen en esta categoría los papeles, cartones, cajas, plásticos, restos de alimentos, entre otros, como se especifica a continuación.

Residuos Comunes Orgánicos: Restos de alimentos procedentes de la zona de alimentación.

Residuos Comunes Inorgánicos: Papel y cartón (embalajes), contenedores de vidrio, metal plástico para alimentos o insumos no peligrosos, madera, otros elementos que no hayan sido contaminados. Se incluye también los residuos industriales no peligrosos y los residuos comunes provenientes de tópicos.

- Residuos industriales peligrosos:

Los residuos industriales peligrosos son aquellos que presentan una o más de las siguientes características:

- Inflamable
- Corrosivo
- Explosivo
- Reactivo
- Tóxico
- Patógeno
- Radioactivo

Teniendo en cuenta la definición, se determina que los principales residuos peligrosos utilizados durante la construcción y operación del proyecto son: combustibles, aceites, grasas y pinturas. Los residuos peligrosos conllevan una señalización típica, la cual será puesta en

lugares apropiados para su buena apreciación y así se puedan tomar las medidas preventivas, tanto en el campo laboral como en el concerniente a la población aledaña

- Residuos metálicos o chatarra:

Los residuos metálicos (o chatarra), también son residuos no peligrosos (siempre y cuando no estén contaminados con materiales o sustancias peligrosas). Se aplica tanto a objetos usados, enteros o no, como a fragmentos resultantes de un producto metálico.

- Inventario y caracterización de los residuos:

En el siguiente cuadro se presenta un Inventario de los residuos, separados en función de la clasificación anteriormente descrita.

TABLA N° 89: Residuos según su caracterización

TIPO DE RESIDUO	CARACTERÍSTICAS						
	PELIGROSO						NO PELIGROSO
	INFLAMABLE	CORROSIVO	REACTIVO	EXPLOSIVO	TÓXICO	PATÓGENO	
RESIDUOS COMUNES ORGÁNICOS							
Restos de comida	-	-	-	-	-	-	x
RESIDUOS COMUNES INORGÁNICOS							
Botellas de plástico	-	-	-	-	-	-	x
Botellas de vidrio	-	-	-	-	-	-	x
Papeles	-	-	-	-	-	-	x
Latas de comida	-	-	-	-	-	-	x
Tarimas de madera	-	-	-	-	-	-	x
Cajas de cartón	-	-	-	-	-	-	X
Bolsas de plástico	-	-	-	-	-	-	X
Cables no eléctricos	-	-	-	-	-	-	X
Residuos metálicos	-	-	-	-	-	-	X
RESIDUOS INDUSTRIALES							
Aceite usado	x	-	-	-	x	-	-
Pilas y baterías usadas	-	x	-	-	x	-	-
Fluorescentes, luminarias	-	-	-	-	x	-	-
Filtros de aceites usados	x	-	-	-	x	-	-
Filtros de NG	x	-	-	-	x	-	-
Tierra impregnada con HC	x	-	-	-	-	-	-
Trapos, paños impregnados con HC	x	-	-	-	-	-	-
Agua con NGL u otro HC	x	-	-	-	x	-	-
Tarros y sprays de pintura	x	-	-	-	-	-	-
Combustible usado o sucio	x	-	-	-	x	-	-
Líquidos refrigerantes usados	-	-	-	-	x	-	-

Fuente: Propia.

Características de los recipientes (contenedores)

Las características de los recipientes a utilizar de acuerdo a la clasificación de residuos establecida, se detalla a continuación:

- Residuos No Peligrosos o Comunes

- Residuos Comunes Orgánicos:

Se utilizarán cilindros de color marrón con tapa. La tapa es necesaria como medida de protección contra los mosquitos, roedores y cualquier otro vector. Adicionalmente los cilindros contarán con bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Se encontrarán ubicados principalmente cerca de las zonas de alimentación debidamente señalizados con resguardo para evitar efectos del clima.

- Residuos Comunes Inorgánicos:

Se utilizarán cilindros (de color verde) con tapa. También contarán con bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Se encontrarán ubicados en un área específica dentro de las zonas de trabajos.

Estarán debidamente señalizados y con resguardo para evitar los efectos del clima de preferencia bajo techo.

- Residuos Industriales Peligrosos

Los residuos industriales peligrosos deben ser puestos en cilindros metálicos (de color rojo o naranja) con tapa y tendrán bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos

cilindros se encontrarán ubicados en un área específica dentro de las zonas de trabajos debidamente y bajo techo. El piso donde se ubiquen estos cilindros deberá ser de cemento para evitar contaminar el suelo en caso de derrames.

- Residuos Metálicos o Chatarras

Los residuos metálicos o chatarras deben ser almacenados en cilindros metálicos (de color amarillo). Estos cilindros estarán ubicados en un área específica dentro de las zonas de trabajo debidamente señalizados y bajo techo.

Los residuos recolectados en los recipientes serán vaciados en cajas estacionarias con tapas herméticas para cada tipo de residuo a fin de no mezclarlos y espera de su disposición final.

TABLA N° 90: Colores de los recipientes según el tipo de residuo

COLOR DEL RECIPIENTE	ALMACENAJE	EJEMPLO
Amarillo	Piezas metálicas	
Negro	Basura común que no se vaya a reciclar y no sea catalogada como residuo peligroso	
Azul	Papeles y cartones	
Blanco	Plástico (bolsas y envases plásticos, cubiertos descartables, etc)	
Verde	Vidrio (botellas, vasos y cualquier vidrio que no contenga químicos)	
Marrón	Residuos orgánicos. Restos de la preparación de alimentos. De comidas, de jardinería, virutas de madera, aserrín o similares.	
Naranja	Residuos peligrosos (trapos o paños absorbentes impregnados con hidrocarburos, aceites o suelos contaminados)	
Rojo	Residuos peligrosos (pilas, baterías, toners, envases de aerosoles, recipientes de pinturas, cartuchos de tinta de impresoras, filtros usados de equipos, residuos, semi-sólidos, etc)	

Fuente: Elaboración propia.

- Distribución de los recipientes en obra

En la siguiente figura se detalla la distribución de los recipientes/contenedores en las áreas de la obra:

TABLA N° 91: Distribución de los recipientes en obra

COLOR DEL RECIPIENTE	UBICACIÓN DE ACUERDO A ALMACENAJE	EJEMPLO
Amarillo	Piezas metálicas -Campamento -Patio de maquinas	
Negro	(Basura común que no se vaya a reciclar y no sea catalogada como residuo peligroso) - Campamento - Canteras - Depósito de material excedente - Frentes de obra	
Azul	Papeles y cartones - Campamento - Oficina	
Blanco	Plástico (bolsas y envases plásticos, cubiertos descartables, etc) -Frentes de obra donde el personal reciba sus alimentos	
Verde	Vidrio (botellas, vasos y cualquier vidrio que no contenga químicos) -Campamento -Áreas auxiliares	
Marrón	(Residuos orgánicos. Restos de la preparación de alimentos. De comidas, de jardinería, virutas de madera, aserrín o similares). -Campamento -Frentes de obra	
Naranja	Residuos peligrosos (trapos o paños absorbentes impregnados con hidrocarburos, aceites o suelos contaminados -Patio de maquinarias	
Rojo	Residuos peligrosos (pilas, baterías, toners, envases de aerosoles, recipientes de pinturas, cartuchos de tinta de impresoras, filtros usados de equipos, residuos, semi-sólidos, etc -Campamento, oficinas.	

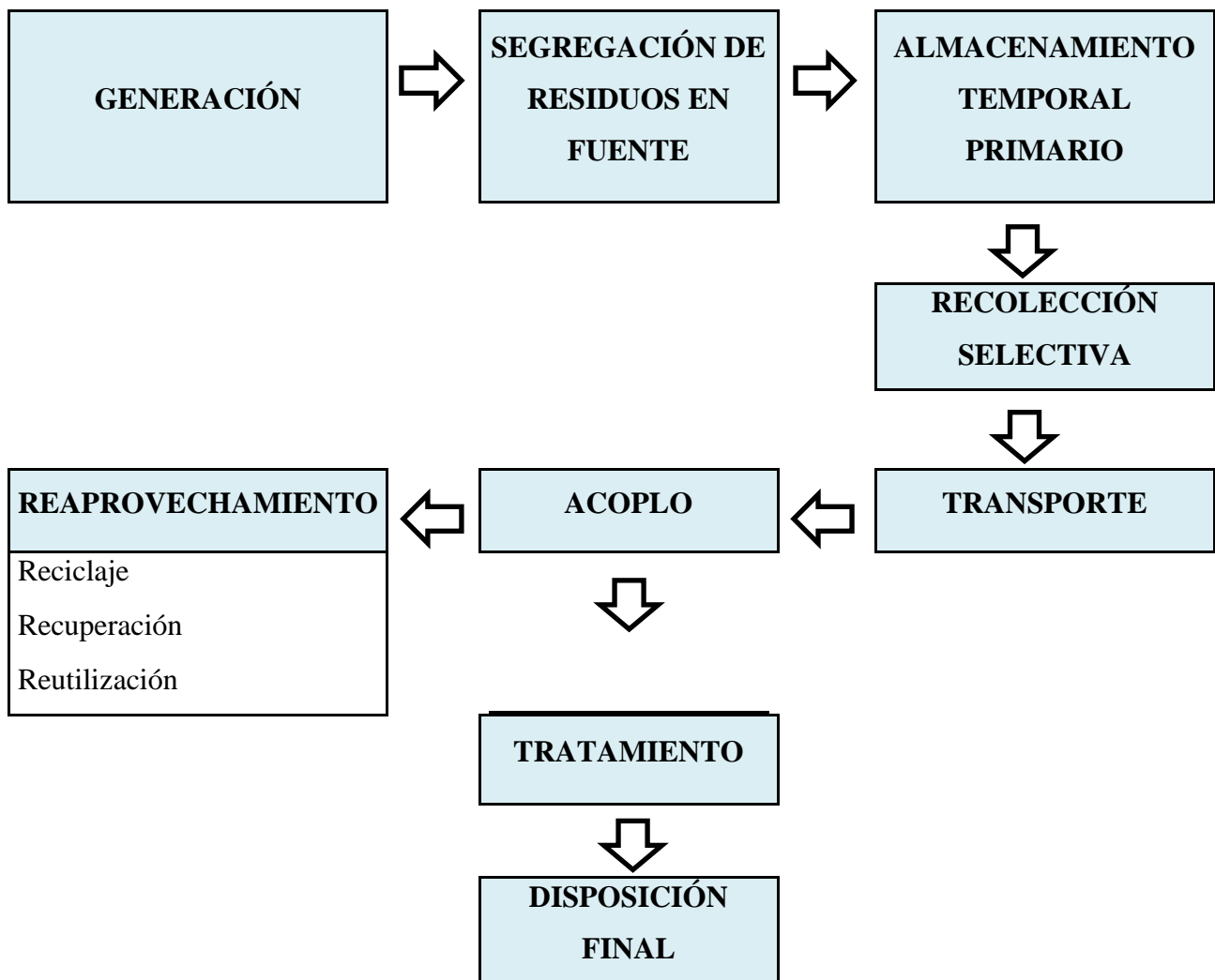
Fuente: Elaboración propia.

- Etapas en el manejo de residuos sólidos

Las etapas en el manejo de residuos sólidos generados durante el desarrollo del proyecto, son las siguientes:

- 1- Minimización y aprovechamiento de residuos.
- 2- Segregación de residuos en fuente.
- 3- Almacenamiento primario (temporal).
- 4- Recolección y transporte interno (selectiva).
- 5- Almacenamiento central (acoplo).
- 6- Tratamiento.
- 7- Recolección y transporte externo.
- 8- Disposición final.
- 9- Monitoreo de residuos.

El tratamiento de los Residuos Sólidos en el proyecto se presenta en el siguiente flujo.



A continuación se detallan estas etapas:

1. Minimización y aprovechamiento de Residuos

Minimización

La minimización de residuos es la reducción de los mismos en la fuente, lo cual se consigue a través de cambios en las materias primas (insumos que no generen o que generen un nivel inferior de residuos indeseables o peligrosos), cambios en la tecnología (modificación de sistemas o equipos obsoletos por tecnologías nuevas y más adecuadas) y cambios en los procedimientos (aplicación de políticas organizacionales, administrativas y técnicas

destinadas al mejor aprovechamiento de insumos, optimizar los procesos y promover la participación del personal en los mismos).

Opciones de minimización aplicables

- En la compra de pinturas y solventes usados para labores de mantenimiento de los vehículos, maquinarias y equipos, se buscará adquirir envases de mayor volumen, para evitar la generación de envases usados peligrosos. Para el caso de los aceites se procederá de la misma manera.
- Las pinturas, solventes y aceites deben utilizarse completamente.
- Se preferirá a proveedores que vuelven a recibir los envases usados de sus productos.
- Se proporcionará entrenamiento constante al personal para evitar la generación de un exceso de trapos contaminados con solvente e hidrocarburos durante las labores de mantenimiento de los vehículos y maquinaria.
- Los residuos químicos de manejo especial, deberán ser almacenados y devueltos al proveedor para que sean manejados por ellos.

Aprovechamiento

El aprovechamiento de un residuo consiste en obtener un beneficio del mismo a través de su reciclaje o reutilización.

Opciones de aprovechamiento aplicables

De existir en la obra cilindros vacíos de metal, gran tamaño y con tapa estos podrían ser utilizados para almacenar residuos y dependiendo del contenido que haya tenido anteriormente, se designará el tipo de

residuo a almacenar. Se evaluará la posibilidad de utilizar los aceites y lubricantes usados (no contaminados) como lubricantes de tipo industrial en los talleres, para maquinarias y herramientas que no requieran lubricación final.

Los residuos inorgánicos reciclables serán separados vendidos o donados, ya sea como insumo o como residuo, para este último caso se tendrá que tener en cuenta que la empresa cuente con registro y autorización como EC-RS por parte de la DIGESA y de municipalidad correspondiente y tenga toda la documentación exigida.

2. Segregación de residuos en fuente

La segregación de los residuos tiene como objetivos básicos evitar la mezcla de residuos incompatibles, contribuir al aumento de la calidad de los residuos que pueden ser recuperados o reciclados y disminuir el volumen de residuos a ser dispuesto.

La segregación de residuos se realizará en la fuente de generación y de acuerdo a la clasificación definida anteriormente.

3. Almacenamiento primario (temporal)

Es el almacenamiento que se realiza en el punto de generación de los residuos. Los recipientes a utilizar tienen las siguientes características: material compatible con los residuos que se dispondrán dentro de estos, capacidad de contener los residuos en su interior, resistencia física a pequeños choques y durabilidad.

La ubicación de los sitios de almacenamiento primario se definirá de acuerdo a los puntos de generación de los residuos en las distintas áreas de trabajo, tales como patios de máquinas, talleres, plantas, industriales y campamento y serán zonas definidas donde se pondrán los cilindros de almacenamiento de residuos sólidos.

Estas áreas deben respetar las siguientes características:

- Ser de fácil acceso y movilidad.
- Estar techados y protegidos en la intemperie.
- Contar con señalización de carácter preventivo e informativo.
- Presentar piso de cemento.
- Dentro de cada recipiente, se debe colocar una bolsa plástica resistente que una vez llena se debe cerrar o amarrar.

4. Recolección selectiva y transporte interno

La recolección y transporte de los residuos sólidos, se realizará desde los puntos de almacenamiento primario hacia el sitio de almacenamiento central más cercano. Los residuos sólidos almacenados se deberán recoger periódicamente considerando sus características y tiempos de biodegradación.

Se recomienda que le empresa contratista utilice los servicios de una empresa registrada en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y que cuente con registros EPS. RS o EC. RS vigente. El horario de recojo y las frecuencias de recojo se realizaran dependiendo de la cantidad de residuos generados y almacenados.

Sin embargo, se recomienda que residuos sólidos sean recogidos y transportados dos veces por semana utilizando un volquete o un vehículo del campamento con la colaboración de un obrero. Las basuras deben almacenarse en bolsas plásticas y deben utilizarse guantes para su transporte.

5. Almacenamiento Central (acopio)

En el área designada para el almacenamiento central, los residuos están en espera de su aprovechamiento o recolección, transporte externo y disposición final adecuada, la cual estará a cargo de una empresa registrada en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) y que cuente con registros EPS-RS o EC-RS vigente.

Las características que el área de almacenamiento central deberá cumplir son:

- Deberá contar con un techo y sistema de circulación de aire que permita la ventilación del sitio, así como un área de maniobras para el manipuleo, acondicionamiento, carga y descarga de los residuos.
- Deberá ser instalado en lugares donde se impida el ingreso del agua de lluvia o escorrentía superficial al almacenamiento central, se deberá contar con sistema de drenaje apropiado.
- Contar con áreas separadas para el almacenamiento de los residuos peligrosos y de los no peligrosos, con señalización adecuada para identificación.
- La disposición de los recipientes será hecha de manera tal que existan espacios entre ellos para permitir una fácil inspección. Se verificarán los posibles puntos de deterioro de los recipientes,

causados por corrosión u otros factores, para su oportuna reparación o cambio.

- Se contará con registros de ingreso y salida de residuos, en el que se indique la fecha del movimiento, el tipo de residuo, sus características, cantidad, origen y destino.

6. Tratamiento

Residuos No Peligrosos o Comunes

Los residuos no peligrosos o comunes que se generan durante la construcción del proyecto, serán llevados a los lugares de acopio donde esperarán de la empresa prestadora de servicios registrada en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) para su disposición final.

7. Recolección y transporte externo

La recolección y transporte externo se realizarán a través de una empresa registrada en la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) que cuente con registros EPS-RS o EC-RS vigente. El horario de recojo y las frecuencias de recojo se realizarán dependiendo de la cantidad de residuos generados y almacenados. Se recomienda que los residuos sólidos sean recogidos y transportados dos veces por semana utilizando un volquete o un vehículo del campamento con la colaboración de un obrero.

Las basuras deben almacenarse en bolsas plásticas y deben utilizarse guantes para su transporte.

Posteriormente, los residuos peligrosos serán recogidos por una empresa prestadora de servicios sólidos EPS-RS, autorizada y acreditada por

DIGESA. Esta EPS-RS deberá suscribir y entregar una copia de Manifiesto de Manejo de Residuos Peligrosos conforme a lo establecido por el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.

8. Monitoreo y controles

Es imprescindible realizar un adecuado control de los efluentes líquidos y garantizar la correcta captación y venteo de los efluentes gaseosos. El monitoreo se realizará de acuerdo al plan de seguimiento y monitoreo ambiental.

Residuos industriales peligrosos

En principio, los residuos industriales peligrosos serán llevados directamente, desde los almacenamientos centrales, a su disposición final en un relleno de seguridad. En el caso de que la empresa EPS-RS o EC-RS cuente con la tecnología apropiada para tratar estos residuos, podrá hacerlo y para ellos presentará a la empresa contratista la justificación necesaria y de acuerdo a ley.

Residuos metálicos o chatarra

Los residuos metálicos (o chatarra) no contaminada, no recibirán tratamiento pues son destinados a su reciclaje.

9. Recolección y transporte externo

La recolección y transporte externo de residuos, desde el almacenamiento central hasta la disposición final, estará a cargo de empresas registradas en la DIGESA y que cuenten con el registro vigente.

Cada movimiento de los residuos peligrosos (industriales) fuera de las instalaciones del proyecto, será registrado en la guía del transportista de la empresa EPS-RS y posteriormente en el formato establecido por la autoridad competente.

Se remitirá a la DGASA (en las supervisiones mensuales) el original de los manifiestos acumulados durante el mes, con las firmas y sellos de todas las EPS-RS que participen en el manejo de los residuos durante los primeros quince días del mes siguiente.

10. Disposición final

Sólo los residuos sólidos no peligrosos deben ser dispuestos en los contenedores autorizados, mientras que los residuos peligrosos serán dispuestos en el relleno de seguridad, en ambos casos autorizados por DIGESA y serán transportados por las empresas EPS-RS.

- Monitoreo de residuos

Se implementará un sistema de registro y control a través de planillas que reporten información sobre el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos. El uso de estas planillas es responsabilidad de todos aquellos involucrados en el manejo de los residuos sólidos y será

generalizado en todos los sectores donde opera el proyecto.

c.1.2.- Manejo de residuos líquidos

A fin de que la empresa contratista minimice cualquier impacto en la calidad del suelo y las aguas superficiales o subterráneas, se implementarán las siguientes medidas para el control de las aguas residuales en la fase de construcción.

- Se utilizarán letrinas, como baños temporales, las cuales una vez finalizada la obra se sellarán, para ello se utilizará cal hidratada y material seleccionado de cantera.
- La cantidad de letrinas a utilizar será de 1 letrina por cada 20 trabajadores.

c.1.3.- Manejo de aguas residuales

El manejo de aguas residuales tiene como finalidad evitar la contaminación de los suelos, el agua, la vegetación, etc.; disponiendo adecuadamente los residuos líquidos generados durante las actividades constructivas de la carretera. Para lo cual se establecen procedimientos que permitan el adecuado tratamiento de los residuos líquidos.

Par este efecto, se define a los residuos líquidos como aquellos residuos que provienen de los servicios higiénicos y la cocina (en caso la hubiere) del campamento o centro de expendio de alimentos para los fines de la obra, así como de la limpieza de máquinas y equipos.

Metodología

Para el manejo de las aguas residuales que se puedan generar en el campamento y talleres se requiere la implementación de un sistema de tratamiento compuesto por una trampa de grasas, un pozo séptico. El dimensionamiento de estos elementos depende de la cantidad de personas que albergará el campamento.

- Trampa de grasa

Descripción

La trampa de grasas consiste en un pequeño tanque o caja cubierta, provista de una entrada sumergida y de una tubería de salida que parte cerca del fondo. Tiene por objeto interceptar las grasas y jabones presente en las aguas negras que, de no eliminarse, continuarían hacia el sistema de tratamiento, haciéndolo impermeable y menos eficiente.

Localización

La trampa de grasas estará ubicada en un sitio accesible y de fácil limpieza. En el sitio de campamento estará localizada entre las tuberías que conducen aguas de cocina o lavaderos y el tanque séptico.

Capacidad

La selección de la capacidad de la trampa de grasas se basa en el número de personas servidas.

Limpieza

La trampa de grasas se debe limpiar regularmente para prevenir la fuga de cantidades apreciables de grasa al tanque séptico. La grasa que es retirada de la trampa, quedará ubicada en la zona de campamento, en el depósito de desechos sólidos, y las del taller deberá ser retenida en recipientes herméticos para su posterior traslado por parte de una EPS-RS.

- Pozo séptico

Descripción

Dispositivo en forma de cajón, enterrado y hermético, cuyo objetivo es recibir las aguas provenientes de la trampa de grasas y de los sanitarios, y provocar la sedimentación de los sólidos presentes en éstas, los cuales son descompuestos en un proceso anaeróbico.

Localización

El tanque se debe localizar en un terreno próximo a las instalaciones de campamento y patio de maquinarias, donde no se provoque la contaminación de las fuentes de agua.

Capacidad

Al igual que la trampa de grasas, la capacidad depende del número de personas que estarán alojadas en el campamento.

Limpieza

El tanque deberá limpiarse antes de que se acumule demasiado lodo. Como se trata de un tanque para campamentos, la inspección de éste debe hacerse cada 4 meses.

Antes de limpiar el tanque se deja ventilar suficiente tiempo para que los gases se desalojen completamente, luego se limpia éste sin lavarlo ni desinfectarlo. Se retira el lodo existente y se deja un pequeño residuo para que se generen las bacterias anaeróbicas.

Los lodos y las natas pueden sacarse con un recipiente de mango largo y pueden usarse como abono, siempre y cuando se mezclen adecuadamente con otras materias orgánicas. Servirán como abono para cultivos de planta cuyos productos no se ingieran crudos.

Si este material no se usa como abono se ha considerado la disposición final de los lodos como residuos peligrosos, retirado por una EPS.

c.2.- Manejo de residuos de la etapa de operación

En la etapa de operación del proyecto se realizarán actividades de mantenimiento de la vía y de las obras de drenaje que forman parte del tramo del proyecto. En vista de la naturaleza de las actividades de mantenimiento, se deberá seguir el mismo procedimiento descrito para el manejo de residuos en la etapa de construcción del proyecto “Diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf”.

4.11.10.1.2 Subprograma de control de erosión y sedimentos

Para la etapa de construcción se preparará un subprograma para el control de erosión y sedimentación (CES). Se establecerán las medidas a seguir durante y después de la construcción para minimizar la erosión generada por el proyecto.

Mediante este subprograma, se tiene por objetivos:

- Evitar la pérdida de suelo por escorrentía o por acción del viento durante la ejecución de la obra, protegiendo el top soil (suelo vegetal) para su reutilización.
- Evitar la sedimentación en alcantarillas, cunetas u otros puntos de recepción de escorrentía.
- Evitar la contaminación del aire con polvo y partículas.

A continuación se describen las medidas adoptadas para llevar a cabo este subprograma.

- Ejecución obras por tramos: la ejecución de la obra se realizará por tramos con el fin de minimizar la superficie perturbada en cada momento.
- Compactación: se compactará el terreno la sub base para evitar la erosión y la generación de polvo en la obra, al mismo tiempo que mediante la cisterna, se rociará la superficie con agua mediante aspersión.
- Pendientes mínimas: para el diseño de la carretera, se han respetado las pendientes mínimas y máximas propuestas en el diseño geométrico de carreteras 2018, mediante esto se garantiza que las pendientes serán aceptables, para evitar altas velocidades y concentraciones de sólidos elevadas en la escorrentía que se genere. A su vez, las pendientes que se presentan en alcantarillas (máximo de 2 %) y cunetas (máximo de 10 %), es el adecuado, garantizando de esta forma un adecuado flujo del agua de escorrentías y que estas no lleven sólidos por erosión debido al exceso de velocidad.

- Corte y excavación: se reaprovecha parte de las tierras provenientes de corte y de excavación. La superficie excavada será la especificada en el proyecto, y se mantendrá la vegetación superficial siempre que sea posible. La vegetación especial, árboles y arbustos que no se puedan mantener in situ se replantarán, en las zonas colindantes para asegurar su conservación.
- Mantenimiento de vegetación: la vegetación existente previamente al inicio de las obras se mantendrá cercanas a esta, para minimizar la velocidad y cantidad de la escorrentía que afecte a la obra.
- Obras de arte: mediante la construcción de alcantarillas y cunetas se evacuará las aguas provenientes de escorrentías evitando que éstas provoquen erosión en la estructura de la carretera y mediante los muros de contención, se dará estabilidad a los suelos evitando fallas posteriores.
- Aditivo: se aplicará aditivo TerraZyme en toda la longitud de la carretera a nivel de sub base, para de esta manera estabilizar el suelo y evitar fenómenos de erosión por lluvias y contaminación por polvo mediante el aire.
- Revegetación: una vez finalizada la obra, mediante la revegetación se restablecerá los lugares afectados, promoviendo de esta forma el cuidado del medio ambiente, restablecer el paisaje y evitar fenómenos de erosión y sedimentación que pudieran ocurrir por precipitaciones pluviales.

4.11.10.1.3 Subprograma de protección de recursos naturales

Por medio de este programa se propone medidas a realizar para prevenir y/o mitigar el impacto negativo hacia los recursos naturales, así como a su vez concientizar a la población sobre la importancia de estos en el medio en donde viven.

Las medidas a tomar en este programa, básicamente consta de señalizaciones, las cuales se ubicarán a lo largo de la longitud de la carretera a construir y se ubicarán según el avance en obra.

Dicho programa a desarrollar, a su vez será complementado con el programa de educación ambiental y el de participación ciudadana.

a.- Objetivo

La señalización ambiental tiene como propósito velar por la mínima afectación de los componentes ambientales durante el desarrollo del proceso constructivo de la carretera proyectada.

b.- Descripción

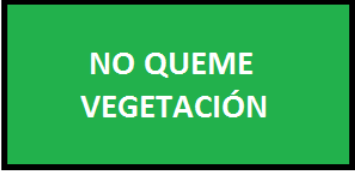
De acuerdo a la evaluación ambiental efectuada, se tiene que los elementos ambientales que estarían expuestos a mayor riesgo son las quebradas afluentes; el suelo; la flora y fauna a lo largo del tramo vial.

La señalización que se propone consistirá básicamente en la colocación de paneles informativos en los que se indique a la población y al personal de obra sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales.

Los paneles contendrán frases breves como:

- Protege la flora y fauna
- Conserve el Medio Ambiente
- No quemar vegetación

TABLA N° 92: Detalles de señales ambientales

DESCRIPCIÓN	SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL		
	LONG (m)	ALTURA (m)	ÁREA (m)
	1.00	0.60	0.60
	1.00	0.60	0.60
	1.00	0.60	0.60

Fuente: Propia.

4.11.10.1.4 Subprograma de salud local

Los seguros laborales son una garantía que le brinda una determinada compañía a cada uno de sus empleados, para que si llegara a ocurrir un accidente que afecte la integridad del trabajador, éste pueda recibir una prestación en dinero, ya sea de forma directa o indirecta.

Todos los trabajadores tendrán su SCTR, el cual activará las coberturas a hubiera consecuencia de un accidente de trabajo, enfermedad profesional o el trabajador queda en una situación de invalidez o fallece.

Las coberturas que ofrece este seguro son:

- Cobertura total en accidentes laborales: Atención médica, farmacológica, hospitalaria y quirúrgica al 100%, sin copago ni deducible.
- Rehabilitación y readaptación laboral: Se entrega los medios necesarios para que el trabajador pueda rehabilitarse y reincorporarse a su trabajo lo antes posible.
- Prótesis y aparatos ortopédicos: El SCTR cubre los elementos ortopédicos necesarios para la rehabilitación funcional del accidentado.
- Prevención en Seguridad y Salud Ocupacional: Asistimos y se asesora en seguridad y salud ocupacional preventiva a la empresa y sus trabajadores.
- Indemnización por invalidez: Si las lesiones causan una invalidez permanente de entre el 20% al 50% de la capacidad laboral, se pagará al asegurado una indemnización única basada en su remuneración promedio y su grado de incapacidad.
- Pensión de invalidez: Si un accidente de trabajo o enfermedad profesional deja al asegurado con una invalidez mayor o igual al 50% de su capacidad de trabajo, se pagará una pensión una vez terminado el período de subsidio.
- Pensión de sobrevivencia: Se paga a los beneficiarios acreditados de acuerdo al DS 003-98-SA, en caso de que el trabajador asegurado falleciera a consecuencia de un accidente de trabajo o una enfermedad profesional.
- Gastos de sepelio: En caso de fallecimiento de un trabajador asegurado, se reembolsarán los gastos de sepelio hasta el monto máximo establecido por la SPP para el mes del fallecimiento.

A su vez se resaltar que el seguro no cubre los siguientes casos:

- Uso de alcohol o drogas.
- Vacaciones o licencias
- Actividades recreativas o deportivas
- Incumplimiento de ordenes
- Daño autoprovocado o participación en riñas

- Trayecto desde / hacia el trabajo.

Cabe mencionar que para evitar cualquier accidente o incidente durante la ejecución del proyecto, el trabajador contará con capacitaciones diarias en cuanto a seguridad y salud en el trabajo, además contará con sus equipos de protección personal y colectiva, todas estas medidas serán explicadas a mayor detalle en el plan de seguridad y salud en el trabajo.

4.11.10.1.5 Subprograma de seguridad motivo del EIA

a.- Objetivos

Integrar la prevención de riesgos laborales a los procedimientos de construcción que se aplicarán durante la ejecución del diseño de la carretera Aduñac - Chupicalpa - Agua Blanca - Chacaf con el fin de brindar salud y bienestar a los trabajadores y cumplir con la normativa nacional vigente.

b.- Descripción del sistema de gestión de seguridad y salud de la empresa

El sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional se ha diseñado de acuerdo a las especificaciones de las normas ISO 45001 bajo concepto integrado cumpliendo con la normativa nacional vigente.

c.- Responsabilidades de implementación del plan de seguridad, salud

El ingeniero residente de la obra es el encargado de implementar y mantener el Plan de Seguridad Ocupacional. Se definen las siguientes responsabilidades.

c.1.- Unidades de línea

c.1.1.- Jefe de seguridad

- Planificar, programar y controlar las acciones inherentes a la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, en forma actualizada y permanente.
- Mantener informadas a todas las unidades, sobre las normas que regulan la Seguridad y Salud.
- Elaborar, difundir y hacer cumplir las normas internas referentes a la salud.
- Practicar exámenes médicos, antes, durante y al término de la relación laboral a los trabajadores, acordes con el riesgo a los que están expuestos en sus labores, a cargo del empleador.
- Supervisar continuamente los posibles riesgos que puedan disponer accidentes, incentivando proactivamente al personal para un cuidado individual y colectivo.
- Cumplir con los planes de charlas y capacitación del personal operativo y trabajador.
- Llevar los registros de accidentes, incidentes y salud del personal operativo.

c.1.2.- Supervisor de obra

- Planificar, programar y controlar las actividades relacionadas a la ejecución de obras.
- Distribuir de forma racional los recursos humanos y recursos físicos que deben ser implementados para la ejecución de obras.
- Coordinar continuamente para dar cumplimiento dentro de lineamientos establecidos que las obras en ejecución cumplan con los requerimientos predispuestos.

- Presentar informes mensuales sobre los aspectos técnicos de producción y productividad.
- Mantener una línea de coordinación estrecha con el jefe de seguridad y salud, para predisponer actividades libres de riesgos.

c.1.3.- Residente de obra

- Planificar y programar las acciones correspondientes a la ejecución de obras.
- Racionalizar el uso de los recursos humanos y recursos físicos.
- Impartir la dirección técnica oportuna en la ejecución de la obra específica.
- Llevar y mantener actualizado el libro de obras.
- Monitorear y controlar los avances y la calidad de la ejecución de los trabajos.
- Mantener continuamente informado a su jefe inmediato superior sobre los avances o problemas en la ejecución de las obras.
- Responsable del cumplimiento de las recomendaciones establecidas por el jefe de seguridad y salud.
- Elaboración periódica y final de la valorización físico-económica de la obra.
- Elaborar y suscribir la documentación pertinente a la recepción y entrega de la obra.
- Auditar periódicamente la obra (como mínimo una vez al mes) en conjunto con el prevencionista, para verificar la implementación de las acciones correctivas necesarias y cumplir con los estándares establecidos.

c.1.4.- Prevencionista

- Supervisar y dirigir adecuadamente los trabajos en obra.
- Controlar al personal en su asistencia al centro de trabajo, así como su desempeño laboral.
- Cumplir y hacer cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente.
- Asegurar la disponibilidad y operatividad de equipos, herramientas, vehículos y ambiente para que los trabajadores lleven a cabo sus tareas en un ambiente seguro y saludable.
- Asegurarse que todos los trabajadores conozcan los riesgos a que están expuestos y los procedimientos para las posibles emergencias que podrían presentarse en su trabajo.
- Llenar adecuadamente el cuaderno de avance diario, tanto en aspectos técnicos, como en aspectos de seguridad y medio ambiente.
- Mantenimiento de registros, charlas y simulacros.
- Informar diariamente o a solicitud de su jefe inmediato superior, de las acciones y eventos ocurridos durante el proceso de ejecución de obras.
- Remitir el reporte de información dentro de las 72 horas desde la ocurrencia del incidente. En caso de accidente fatal el reporte debe ser remitido antes de cumplirse 24 horas.
- Mantener un archivo ordenado y actualizado de sus inspecciones por el lapso de un año.
- Predisponer la práctica de trabajo en equipo.

c.1.5.- Jefe del departamento de mantenimiento

- Planificar, programar y controlar que los equipos y maquinarias en operación y en “Stand By”, se encuentren en perfecto estado de operatividad.
- Coordinar continuamente con los operadores de maquinarias y equipos para mantenerse informado de las condiciones de las máquinas y equipos a su cargo.
- Solicitar a tiempo los materiales, repuestos y otras necesidades para que las máquinas y equipos, reciban la atención respectiva en el momento preciso.
- Mantener al día los reportes de las máquinas y equipos.
- Cumplir los lineamientos en materia de seguridad, salud y medio ambiente.

c.1.6.- Topógrafo

- Realizar levantamientos topográficos a solicitud de su jefe inmediato superior.
- Realizar replanteo de obras encomendadas.
- Control de avances y replanteo de avances en los planos topográficos.
- Ubicación de puntos de control de obras.
- Mantener informado periódicamente a su jefe inmediato superior del avance de obras o a requerimiento del mismo.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud.

c.1.7.- Operadores

- Ejecutar las actividades encomendadas con responsabilidad, eficacia y disciplina.
- Cumplir con el horario establecido.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud.

- Reportar continuamente las ocurrencias en el trabajo a su jefe inmediato superior.
- No operar o manipular equipos, maquinarias, herramientas u otros elementos para los cuales no hayan sido autorizados.
- Someterse a los exámenes médicos, siempre y cuando se garantice la confidencialidad del acto médico.
- Participar en los organismos paritarios, en los programas de capacitación y otras actividades destinadas a prevenir los riesgos laborales.
- Presentarse al trabajo en perfecto estado de salud física y mental.
- Practicar el trabajo en equipo.

c.1.8.- Trabajadores

- Ejecutar las actividades encomendadas con responsabilidad, eficacia y disciplina.
- Cumplir con el horario establecido.
- Cumplir con las normas de seguridad y salud.
- Usar adecuadamente los instrumentos y materiales de trabajo, así como los equipos de protección personal y colectiva.
- Reportar continuamente las ocurrencias en el trabajo a su jefe inmediato superior.
- No operar o manipular equipos, maquinarias, herramientas y otros elementos para los cuales no hayan sido autorizados.
- Someterse a los exámenes médicos, siempre y cuando se garantice la confidencialidad del acto médico.
- Participar en los organismos paralelos, en los programas de capacitación y otras actividades destinadas a prevenir los riesgos laborales.

- Presentarse al trabajo en perfecto estado de salud física y mental
- Practicar el trabajo en equipo.

d.-Elementos del plan

d.1.- Análisis de riesgos: identificación de peligros, evaluación de riesgos y acciones preventivas.

La identificación de peligros y evaluación de riesgos constituye uno de los elementos de la planificación de la obra. Para ellos antes del inicio de los trabajos se evalúan todas las actividades que se ejecutarán durante el desarrollo de la obra, identificando los peligros asociados a cada una de ellas, valorándolos donde las variables son probabilidad y consecuencia.

d.1.1.- Proceso de identificación de peligros y evaluación de riesgos

d.1.1.1.- Clasificación de las actividades de trabajo

Como paso previo a la evaluación de riesgos se preparará una lista de actividades de trabajo, agrupadas en forma racional y manejable. Clasificándolas por etapas del proceso constructivo, trabajos planificados y de mantenimiento.

En cada actividad de trabajo será indispensable obtener información que cubra los siguientes aspectos:

- Tareas a realizar: Su duración y frecuencia.
- Lugares donde se realizará el trabajo.
- Quién realizará el trabajo, tanto permanente como ocasional.

- Otras personas que puedan ser afectadas por las actividades de trabajo (por ejemplo: visitantes, subcontratistas, público)
- Formación que han recibido los trabajadores sobre la ejecución de sus tareas.
- Procedimientos escritos de trabajo y/o permisos de trabajo.
- Instalaciones, maquinaria y equipos utilizados.
- Herramientas manuales movidas a motor utilizados.
- Instrucciones de fabricantes y suministradores para el funcionamiento y mantenimiento de maquinaria y equipos.
- Tamaño, forma, carácter de la superficie y peso de los materiales a manejar.
- Distancia y altura a las que han de moverse de forma manual los materiales.
- Energías utilizadas (por ejemplo: aire comprimido)
- Sustancias y productos utilizados y generados en el trabajo.
- Estado físico de las sustancias utilizadas (humos, gases, vapores, líquidos, polvo, sólidos).
- Contenido y recomendaciones del etiquetado de las sustancias utilizadas.
- Requisitos de la legislación vigente sobre la forma de hacer el trabajo, instalaciones, maquinaria y sustancias utilizadas.
- Medidas de control existente.
- Datos reactivos de actuación en prevención de riesgos laborales: incidentes, accidentes, enfermedades laborales derivadas de la actividad que se desarrolla, de los equipos y de las

sustancias utilizadas. Debe buscarse información dentro y fuera de la organización.

- Datos de evaluaciones de riesgos existentes, relativos a la actividad desarrollada.
- Organización del trabajo.

d.1.1.2.- Identificación de peligros

El encargado del proyecto y el jefe de seguridad y salud ocupacional son responsables de identificar los peligros por cada actividad a realizar, de acuerdo al siguiente ciclo:

- ¿Existe una fuente de daño?
- ¿Quién o qué puede ser dañado?
- ¿Cómo puede ocurrir el daño?

El método para la identificación de peligro deberá contemplar:

- Análisis de actividades y procedimientos de trabajo.
- Análisis histórico de accidentes y/o incidentes (entrevistas).
- Investigación de accidentes, incidentes y no conformidades.
- Inspecciones de seguridad (lista de verificación ATS).

Los peligros identificados serán clasificados dentro del enfoque de seguridad:

- Mecánicos – eléctricos.
- Locativos
- Ergonómicos
- Físico – químicos.
- Biológicos.

- Psicosomáticos

d.1.1.3.- Análisis de riesgos

- Será de suma importancia la evaluación y fomentar la colaboración de los trabajadores; así como de informar a los mismos o a sus representantes de los resultados de dicha evaluación y de las medidas adoptadas.
- Se llevará a cabo la evaluación de riesgos en la etapa de diseño, luego de incidentes serios, cada vez que se presente cambios importantes en los procesos o como una herramienta proactiva de planeamiento para reducir el riesgo de incidentes que ocurren en la organización.
- La evaluación de riesgo debe estar estructurada de manera que se estudien todos los riesgos por cada peligro detectado, determinando la severidad del daño y la probabilidad de ocurrencia de acuerdo al formato IPER (Identificación de Personas Expuestas al Riesgo).

La evaluación del riesgo deberá contemplar:

- Identificación de personas expuestas al riesgo.
- Las características del lugar de trabajo (fijo, temporal, etc.)
- El tipo de proceso (Operaciones repetidas, procesos en desarrollo, fabricación, etc.)
- La tarea realizada: repetitiva, ocasional, estacional, tareas de alto riesgo, acceso a espacios confinados, etc.)

La complejidad técnica.

- Cuando se termine la existencia de un riesgo, la evaluación deberá examinar antes que nada, si el riesgo puede eliminarse, es decir, si puede prescindirse del peligro causante del riesgo.
- Toda vez que se realice una tarea por primera vez, para tareas esporádicas, tareas que se realizan en condiciones cambiantes y tareas de alto riesgo se llevarán a cabo mediante Análisis de Trabajo Seguro (ATS), donde los supervisores, serán los encargados de liderar las reuniones de evaluación de riesgos antes de iniciar la tarea.
- Todos los trabajadores llevarán a cabo diariamente evaluaciones de riesgo a nivel de campo de manera continua y tomarán acciones inmediatas en forma segura; esto será reflejado mediante el uso de formatos ATS, inspecciones de seguridad, siguiendo el procedimiento.

La evaluación de riesgos a nivel de campo, es un método utilizado diaria y permanentemente, previo al inicio de sus labores, de manera personal y/o con los integrantes del equipo de trabajo con la finalidad de familiarizarse con las tareas que han de realizar, así como con los peligros que estas conllevan. Esta evaluación involucra la discusión verbal entre el supervisor y todos los trabajadores acerca del trabajo a efectuarse. Salvo que se lleguen a un acuerdo respecto de los peligros presentes y las prácticas de trabajo, el trabajo no debe llevarse a cabo.

Asegurarse que cada integrante del equipo tenga la oportunidad de participar con el apoyo de su supervisor, en caso surgieran dudas.

Si se presentan problemas que no pueden ser resueltos por el equipo, el trabajador debe ponerse en contacto con un líder de equipo o supervisor de nivel superior.

Los riesgos que requieran cambios significativos, como resultado de la evaluación de riesgos deben ser comunicados a la jefatura más alta, adjuntando el formato de análisis de trabajo seguro (ATS).

La evaluación de riesgos a nivel de campo debe suministrar un ambiente de trabajo más amigable, cooperativo y más seguro.

Todo formato ATS en inspección de trabajo será reportado al supervisor inmediato para que se implemente los controles adecuados.

Los supervisores confirmarán la evaluación de riesgos del lugar de trabajo llevado a cabo por el trabajador, mediante los formatos ATS, y asegurarán la implementación oportuna de los controles requeridos.

d.1.1.4.- Plan de control de riesgos

- Los controles serán implementados de acuerdo a la calificación de los riesgos realizados tanto por el prevencionista como del trabajador. En caso que la medida de control establezca el uso de Elementos de Protección Personal (EPP), se deben solicitar al encargado de prevención del

área, quien registrará dicha entrega en una ficha de “Entrega de Elementos de Protección Personal”.

- Cuando se determinen controles o cambios a los existentes, se debe considerar la reducción de los riesgos de acuerdo a la siguiente priorización:

CUADRO N° 05: Medidas de control de riesgos

Prioridad	Medidas de control
1	<p>Eliminar: consisten en prescindir de la actividad o equipos que generan el peligro.</p> <p>Esta medida de control contempla la eliminación de la tarea, actividad o equipo, con el fin de evitar la ocurrencia de algún incidente asociado.</p>
2	<p>Sustituir: reemplazar la actividad o equipo por uno menos peligroso.</p> <p>Establece sustituir la actividad tarea o equipo por otro, en el fin de evitar la ocurrencia de un incidente asociado a reducir la consecuencia del mismo.</p>
3	<p>Rediseñar: modificar las actividades o equipos de trabajo.</p> <p>Esta medida de control establece la remodelación de alguna actividad, tarea o equipo, con el fin de evitar la ocurrencia de un incidente asociado o reducir la consecuencia del mismo.</p>
4	<p>Separar: aislar el peligro mediante barreras o su confinamiento.</p> <p>Se debe evitar que los incidentes potenciales de una actividad específica afecten la ejecución de otras actividades, por lo que se debe aislar la actividad, tarea o equipo.</p>
5	<p>Administrar: cuando la actividad o equipo que genera el peligro no se puede eliminar, sustituir, rediseñar o separar, se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Realizar capacitación b) Elaborar Procedimientos de Trabajo Seguro (PTS) específicos, planes, etc. c) Elaboración de listas de chequeo, etc.
6	<p>Equipos de protección personal: donde las anteriores medidas de control no se pueden implementar.</p>

Fuente: Elaboración propia.

- Realizar una revisión de la evaluación de los riesgos al menos una vez durante el desarrollo del proyecto, o después de la implementación de las medidas de control.
- Como resultado de la identificación de peligros y evaluación de riesgos de actividades críticas y rutinarias, se determinarán Procedimientos escritos de Trabajo Seguro.

d.2.- Procedimiento de trabajo para las actividades de la obra

Se han elaborado los procedimientos de trabajo seguro para las diferentes actividades del proyecto, los cuales se detallan en el PSST.

d.3.- Capacitación y sensibilización del personal de obra

d.3.1.- Programa de capacitación y sensibilización

Muchas veces vemos que las personas realizan actos inseguros en el trabajo, es decir, tienen una baja percepción de riesgo. Es importante cambiar la cultura a nivel de la organización o empresa, esto se conseguirá a través de la aplicación de un programa de capacitación y se verá reflejado en el comportamiento de sus miembros o participantes del proyecto.

El primer paso a dar es que se tenga el firme liderazgo y compromiso en seguridad y todas las iniciativas que se definan, señalen y guíen las normas de comportamiento deseables a los trabajadores.

Finalmente, este proceso de cambio de cultura toma tiempo, lo que significa que para lograr los efectos deseados sobre el mejoramiento del desempeño hay que planificarlo y se deberá cumplir de manera estricta el

mismo; para ello se plantea un programa de capacitación que se describe a continuación.

El “Programa de Capacitación, Sensibilización y Evaluación de Competencias” de la obra es un programa de actividades periódicas que cada miembro de la empresa debe realizar con el fin de mostrar su compromiso con el control del riesgo operacional.

d.3.2.- Objetivos

Los objetivos del programa de capacitación son:

- Explicar y dar a conocer las responsabilidades del personal en relación al cumplimiento de los elementos del Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Proporcionar conocimientos que permitan enriquecer la formación requerida para asegurar la competencia del personal al ejecutar las actividades y tareas que puedan tener impacto en relación a la seguridad y salud en el lugar de trabajo.
- Capacitar a la línea de mando (gerentes, jefes, maestros, supervisores, capataces, etc.) en el uso y aplicación adecuada de las herramientas del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo para su implementación y su cumplimiento.
- Crear conciencia en el personal (sensibilizarlo) de la importancia que tiene el cumplir con el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo los procedimientos estándares y todo requisito que se ha establecido en este plan para obtener como resultado la seguridad y salud, así como de las consecuencias de su incumplimiento.

d.3.3.- Elementos de capacitación y sensibilización

d.3.3.1.- Programa de capacitación.

d.3.3.2.- Capacitaciones diarias de cinco minutos

d.3.3.3.- Capacitación personal nuevo o transferido

d.3.3.4.- Visitantes

d.3.3.5.- Capacitación en la administración de la seguridad y salud.

d.3.3.6.- Capacitaciones para trabajos de alto riesgo.

A continuación se describen las actividades básicas del programa de capacitación

d.3.3.1.- Programa de capacitación.

La evaluación de necesidades de capacitación se llevará a cabo:

- El último trimestre del año.
- Inicio de un nuevo proyecto.
- Nueva tarea.
- Ingreso de personal nuevo transferido.
- Cambios en el proceso.
- Nuevos equipos, maquinarias, etc.
- Otros

d.3.3.2.- Capacitaciones diarias de cinco minutos

Reunión de seguridad de inicio de jornada, en la que todos los días antes de iniciar las labores los trabajadores de la obra se reunirán una vez escuchado el llamado. En esta reunión el responsable de la cuadrilla reúne al personal para analizar rápidamente las tareas del día, sus riesgos y determinar las medidas preventivas, los implementos de seguridad que se usarán y cualquier aspecto importante del día.

d.3.3.3.- Capacitación al personal nuevo o transferido

Todo personal nuevo o transferido y personas que permanecerán en el área por más de un día deben recibir Inducción General de Salud y aprobar las evaluaciones correspondientes antes de ser transferido a su puesto de trabajo para iniciar sus labores. Todo personal nuevo o transferido debe recibir capacitación relacionada a su puesto de trabajo y las tareas que desempeñará. Este programa tendrá una duración mínima de 24 horas para personal nuevo sin experiencia previa y personal transferido.

El supervisor inmediato se asegurará que el trabajador nuevo reciba la capacitación previa al inicio de sus labores.

d.3.3.4.- Visitantes

Toda persona que visite las instalaciones, independientemente de los fines de su visita, debe recibir Inducción de Seguridad para Visitantes (Inducción corta) a cargo de la Supervisión.

El responsable de la visita asegurará que el visitante tenga el equipo de protección personal adecuado según el área que va a visitar y cumpla con las reglas y regulaciones de seguridad mientras dure la visita.

d.3.3.5.-Capacitación en administración de seguridad y salud

Todo el personal que esté a cargo de un grupo de personas, desde supervisores hasta los principales líderes, deben completar y estar registrados en todos los tópicos del Sistema de Seguridad y Salud.

El mando inmediato superior será responsable de asegurar que los supervisores a su cargo cumplan con la capacitación.

d.3.3.6.-Capacitación para trabajos de alto riesgo

Todo trabajador que va a realizar trabajos considerados de alto riesgo deberá acreditar la capacitación y calificación correspondiente previa al inicio de su tarea.

Ninguna persona operará ni conducirá maquinaria y/o equipo móvil o estacionario, sin haber recibido una capacitación mínima requerida y la certificación respectiva.

Para el caso de trabajos de alto riesgo: trabajos en altura, trabajos en caliente, trabajos en espacios confinados, trabajos en excavaciones y zanjas, etc; se requiere permiso de trabajo según los lineamientos incluidos.

Es responsabilidad del supervisor identificar las necesidades de capacitación para los trabajadores que van a realizar trabajos de alto riesgo.

d.3.3.7.-Consideraciones

- Se debe tener en cuenta la frecuencia con que se repite un mensaje, ya que las posibilidades de recordarlos son mayores y habrá un mejor entendimiento y aplicación de parte de los trabajadores a la hora que realicen sus labores.
- Cuanto más entusiasta y positivo sea el mensaje, será más fácil recordarlo.
- Cuanto más corto sea el mensaje, mayores son las probabilidades de lograr atención, y sobre todo que se entienda y se retenga el contenido de la capacitación.
- En las capacitaciones de seguridad se deben considerar fundamentalmente temas relacionados con el trabajo del día, los riesgos y sus formas de control.
- Realizar una campaña motivacional relacionada a la seguridad y salud ocupacional empleando carteles y afiches alusivos a este tema.
- Se deben mantener registros individuales apropiados de la formación (capacitación y sensibilización) recibida por el personal.

d.4.- Gestión de no conformidades: programa de inspecciones y procedimiento para el manejo de incidentes, no conformidades, acciones preventivas y correctivas

Para el control de los accidentes/incidentes y las no conformidades que puedan presentarse durante la ejecución de la obra se ha establecido “Procedimientos de Inspecciones Planificadas” los cuales definen el procedimiento, acciones de seguimiento y documentación para controlar la ocurrencia de incidentes y no conformidades.

d.4.1.- Documentación y sistema de archivo

Se realizará mensualmente la estadística, comparando los registros realizados en el formato de reporte de no conformidades y los reportes de inspecciones.

Estos registros nos permitirán evaluar la efectividad del procedimiento para el control de no conformidades establecido en este plan y tomar medidas o acciones para mejora y toma de decisiones inmediatas. Además permitirá observar las áreas de trabajo en las cuales se requieren mayor atención y sobretodo cuáles presentan mayor riesgo o seguridad.

d.4.2.- Reporte de investigación de accidentes/incidentes

El reporte de investigación de accidentes/incidentes tiene por objetivo determinar las causas que ocasionaron el accidente o incidente y aplicar las medidas correctivas para evitar que vuelva a repetirse.

La investigación deberá realizarse de forma inmediata, de no ser así podría perderse información importante por efecto del tiempo.

Los responsables de la investigación de accidentes/incidentes son:

- El ingeniero residente de la obra.
- Maestro de obra
- El trabajador que se ha lesionado (en caso que no pueda ser entrevistado al momento de la investigación se le entrevistará después).
- Trabajadores “testigos” del hecho ocurrido, quiénes se encontraban en el lugar de trabajo.

-

d.4.3.- Programa de inspecciones

Después de realizar el diagnóstico de seguridad y salud de la obra y teniendo en cuenta la situación en que se encuentra, se considera necesario implementar un programa de inspecciones, el cual nos ayudará a tener un mejor control de la implementación del plan que se desarrolla en este trabajo.

Las inspecciones constituyen la principal herramienta de seguimiento, medición y control para el desarrollo eficaz y eficiente de la prevención de riesgos laborales ya que nos permite:

- Identificar las desviaciones (actos y condiciones) respecto a lo establecido en los estándares y procedimientos de seguridad y salud ocupacional, documentos que forman parte de este plan.
- Asegurar que los equipos, maquinarias, herramientas, instalaciones, implementos y estructuras provisionales utilizados en obra se mantengan en condiciones operacionales y seguras.
- Identificar peligros y riesgos que no fueron considerados al momento de aplicar el procedimiento IPER (en el análisis de riesgos) y las medidas preventivas correspondientes.
- Verificar la correcta y oportuna implementación de medidas preventivas y correctivas, así como también la eficacia de las mismas.
- Verificar el orden y limpieza, considerado uno de los estándares básicos de este plan.
- Verificar las condiciones de almacenamiento y manipulación de objetos y sustancias.
- Evidenciar el compromiso de la línea de mando con la seguridad y salud ocupacional.

- Programar auditorías internas con el objetivo de determinar si el plan ha sido adecuadamente implementado y mantenido según los objetivos y metas propuestos.

Teniendo en cuenta la situación en que se encuentra la obra así como los objetivos y metas trazadas se considera necesario realizar dos tipos de inspecciones, las cuales se describen a continuación:

d.4.3.1.- Auditorías internas

El ingeniero residente y el prevencionista de la obra son los responsables de realizar la auditoría mensual con el fin de evaluar el cumplimiento de todos los elementos que constituye el Plan de Prevención de Riesgos descritos en este trabajo.

d.4.3.2.- Estadística de inspecciones

Se realizará mensualmente la estadística, comparando las inspecciones programadas con las que se han realizado de manera efectiva en el mes para poder evaluar la efectividad del programa de inspecciones en comparación con los demás meses. Además permitirá observar las acciones y las áreas de trabajo que requieren mayor atención y sobretodo, cuáles representan mayor riesgo o seguridad.

d.5.- Objetivos y metas de mejora en seguridad y salud en el trabajo

Este elemento del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo permite establecer y mantener procedimientos a través de las inspecciones, revisiones y auditorías, con el objetivo de medir o monitorear el desempeño del PSST en forma regular. Para cumplir con este propósito se establecen objetivos y metas para tener una referencia y proceder dicha evaluación a través de indicadores que nos permitirán comparar y medir cumplimientos.

d.5.1.- Objetivos y metas

- Cumplir con los requisitos básicos de seguridad y salud en obra con resultados mayores al 95%.
- Lograr un alto nivel de conocimientos en temas de prevención de riesgos y una mejora en el cumplimiento del PSST con resultados mayores al 75%.
- Tener un eficiente control sobre los peligros que se presentan en la obra a través del buen conocimiento de los trabajadores sobre las acciones preventivas para evitar el peligro que está asociado a sus labores.

Para tal fin se ha establecido los siguientes indicadores:

- Índice de frecuencia.
- Índice de accidentabilidad.
- Horas hombre sin tiempo perdido.
- Horas hombre inducción
- Horas hombre capacitación en temas de salud y seguridad.
- Puntaje obtenido en auditorías internas y externas.

Se medirá el desempeño de las siguientes actividades:

- Inspecciones y su calidad.
- Análisis de trabajo seguro.
- Inducción.
- Equipo de protección personal.
- Capacitación y calidad.
- Cumplimiento de planes de acción.
- Implementación de controles.
- Calidad de investigación.

Estos indicadores serán útiles en la medida que nos permitan tomar decisiones para poder mejorar y tener un mejor control de la seguridad, salud y medio ambiente en la obra.

d.5.1.2.-Inspecciones y su calidad

Este indicador podrá medir el cumplimiento del programa de inspecciones planeadas el cual deberá acreditarse en un registro.

$$IIC = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Inspecciones realizadas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de inspecciones planeadas}} \times 100$$

d.5.1.3.-Análisis de trabajo seguro

Este indicador hace reflexión sobre las actividades de la obra y el cumplimiento del Análisis de Trabajo Seguro, de tal manera, se podrán observar aquellas actividades que falten al reglamento de seguridad y seguridad de la empresa y no practiquen los estándares de seguridad; sin embargo, también es fiel reflejo de que las actividades se estén realizando de acuerdo a lo establecido.

$$IATS = \frac{\text{N}^\circ \text{ Actividades realizadas con ATS}}{\text{N}^\circ \text{ Actividades realizadas y que deberían tener ATS}} \times 100$$

d.5.1.4.-Inducción

En general este indicador deber ser siempre del 100%, sin embargo, será útil para el control de las inducciones de todos los trabajadores y si el estándar de inducción se cumplen en el campo.

$$IIND = \frac{\text{N}^\circ \text{ de trabajadores con inducción}}{\text{N}^\circ \text{ Total de trabajadores}} \times 100$$

d.5.1.5.-Equipo de protección personal

Con este indicador se podrá medir el uso de los equipos de protección personal que se les entrega a los trabajadores: guantes de cuero, tapones y lentes en obra, mediante una inspección de EPP que se deberá acreditar en un registro.

El responsable de llevar el registro para hallar el IEPP será el jefe de almacén o su asistente, de igual manera, este indicador permitirá evaluar la comunicación entre los integrantes de la estructura organizacional de la empresa y el cumplimiento de sus responsabilidades establecidas.

$$IEPP = \frac{\text{N}^\circ \text{ de trabajadores que usan guantes y lentes en la obra}}{\text{N}^\circ \text{ Total de trabajadores en la obra}} \times 100$$

d.5.1.6.-Capacidad y calidad

Este indicador muestra el cumplimiento de las capacitaciones programadas y las realizadas en el campo, con la finalidad de cumplir las metas establecidas y verificar la efectividad de las capacitaciones en cada área de trabajo.

$$ICC = \frac{\text{N}^\circ \text{ de horas de capacitación}}{\text{N}^\circ \text{ Total de horas trabajadas}} \times 100$$

d.5.1.7.-Implementación de controles

$$IIC = \frac{\text{N}^\circ \text{ de controles operacionales realizados}}{\text{N}^\circ \text{ Total de controles identificados}} \times 100$$

e.- Mecanismos de supervisión y control

La responsabilidad de supervisar el cumplimiento de estándares de seguridad y salud ocupacional y procedimientos de trabajo, quedará delegada en el jefe inmediato de cada trabajador.

El responsable de la obra debe colocar en un lugar visible el plan de Seguridad y Salud en el Trabajo para ser presentado a los inspectores de Seguridad del Ministerio de Trabajo.

4.11.10.1.6 Subprograma de control y prevención de la producción de material particulado, gases y ruido

a.- Para la emisión de material particulado

En la evaluación de impacto ambiental se ha encontrado que, principalmente durante la etapa de ejecución del proyecto, se generarán emisiones de material particulado durante las actividades de la obra y en los lugares destinados a préstamo y disposición final de materiales excedentes, así como en el transporte de los mismos.

Las medidas destinadas a evitar o disminuir el aumento de la concentración de material particulado en el aire durante la fase de ejecución de la obra, son las siguientes:

- Riego por aspersión con agua en todas las superficies de intervención del proyecto (canteras, DME, accesos y en la propia obra) de manera que éstas áreas mantengan el grado de humedad necesario para evitar, en lo posible, la producción de material particulado. Dicho proceso será llevado a cabo a través de un

camión cisterna, con periodicidad diaria o inter-diaria. Asimismo, se deberá suministrar al personal de obra el correspondiente equipo de protección personal (primordialmente mascarillas).

- El transporte de materiales de la cantera a la obra y de esta al DME, deberá realizarse con la precaución de humedecer dichos materiales y cubrirlos con un toldo o malla húmeda.

b.- Para la emisión de gases en fuentes móviles

- Todos los vehículos y equipos utilizados en obra deben ser sometidos a un programa de mantenimiento y sincronización preventiva cada 03 meses, para reducir las emisiones de gases.
- El vehículo que no garantice emisiones dentro de los límites permisibles deberá ser separado de sus funciones, revisado, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente al servicio del transportador; en cuyo caso deberá certificar nuevamente que sus emisiones se encuentran dentro de los límites permisibles.
- Emplear equipos y maquinarias con motores de inyección y provistos de catalizadores. Así mismo, utilizar combustibles de calidad certificada, con bajo contenido de azufre y plomo.

c.- Para la emisión de fuentes de ruido innecesarias

- A los vehículos se les prohibirá el uso de sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias para evitar el incremento de los niveles de ruido. Las sirenas sólo serán utilizadas en casos de emergencia.
- Todos los vehículos deberán tener silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión.
- Se prohibirá la instalación y uso en cualquier vehículo destinado a la circulación en vías públicas, de toda clase de dispositivos o accesorios diseñados para producir ruido, tales como válvulas, resonadores y pitos adaptados a los sistemas de frenos de aire.
- Los vehículos, equipos y maquinarias deberán encontrarse en óptimas condiciones de funcionamiento. Se realizarán

mantenimientos periódicos para reparar cualquier anomalía mecánica.

4.11.10.1.7 Subprograma de control y prevención de la alteración de la calidad del suelo

- Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados.
- Los materiales excedentes de las excavaciones se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente y se dispondrán en el DME seleccionado u otro lugar que se indique.
- Las casetas temporales, campamentos y frente de obra deberán estar provistos de 02 recipientes apropiados para la disposición y almacenamiento temporal de residuos sólidos (recipientes plásticos con tapa de 135 litros de capacidad en color verde para residuos orgánicos y blanco para inorgánicos) con tapas herméticas.
- Al finalizar la obra, se deberá dismantelar las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y además construcciones temporales, disponer los escombros en el DME y restaurar área de acuerdo a las características del paisaje circundante.

4.11.10.1.8 Subprograma de protección de recursos arqueológicos y culturales

a.- Justificación

La Evaluación Arqueológica previa permite poder anticiparse, en la mayoría de los casos, a la aparición de sitios arqueológicos durante la ejecución de las obras; sin embargo, siempre existe la posibilidad de que se encuentren nuevos sitios arqueológicos que no presenten evidencia superficial y que puedan ser afectados durante la remoción y nivelación de tierras, trabajos que se dan en este tipo de obras.

Antes de dar inicio a las obras de movimiento de tierras, el proyecto debe contar con el CIRA. Este certificado es un documento mediante el cual el estado certifica que en un área

determinada no existen vestigios arqueológicos en superficie. Este documento no tiene plazo de caducidad y se evalúa en un plazo máximo de 20 días hábiles.

b.- Objetivos del Monitoreo

- Realizar la supervisión arqueológica de las labores que se ejecuten en la obra, especialmente las que impliquen movimiento de tierras (extracción de tierras y nivelación del terreno). La finalidad es evitar la afectación de los restos arqueológicos durante los trabajos de la obra.
- Proteger toda evidencia arqueológica que pudiese ser afectada directa o indirectamente por las obras de ingeniería referidas, así como proponer y establecer las medidas de mitigación respectivas.
- Identificar y recuperar los hallazgos arqueológicos fortuitos y descontextualizados, a fin de evitar atrasos innecesarios en el avance de la obra.

c.- Metodología

El Monitoreo arqueológico se hace mediante la observación constante durante el avance de obras, especialmente las que impliquen la remoción y nivelación de tierra; además, el monitoreo implica también:

- La inducción al personal de obra sobre la protección del patrimonio arqueológico y las medidas a seguir si se encuentran restos arqueológicos.
- Realizar excavaciones restringidas para evaluar arqueológicamente el área donde se encontró hallazgos arqueológicos durante las obras.
- Delimitación con pozos de excavación de los sitios arqueológicos registrados durante el monitoreo de las obras.

-

d.- Puntos de Monitoreo

Las áreas donde se realizará el monitoreo arqueológico serán las canteras de cerro a ser explotadas durante el desarrollo de las actividades del proyecto y los lugares en donde habrá cortes y excavaciones de terreno considerables.

e.- Medidas de Mitigación

Durante las actividades de construcción se tendrá en cuenta lo siguiente:

- El hallazgo de restos arqueológicos descontextualizados en superficie. Se procederá al registro fotográfico, se recuperará el material y se dará paso a los trabajos.
- El hallazgo de sitios arqueológicos no registrados. Se procederá a la delimitación y señalización del sitio y se comunicará de manera inmediata al residente de obra. La Empresa Constructora, deberá proveer el personal obrero para efectuar la evaluación, delimitación y señalización del sitio arqueológico.
- El hallazgo de evidencias arqueológicas durante la remoción de tierras. Se procederá a la protección del área afectada, paralizando temporalmente los trabajos de la obra. El arqueólogo comunicará del hallazgo al residente de obra. La Empresa Constructora, proveerá el personal obrero para realizar la evaluación arqueológica, a fin de determinar si es un hallazgo aislado o si se trata de un sitio arqueológico.
- Para evitar cualquier afectación, durante la obra, de los sitios arqueológicos ya registrados en la Evaluación Arqueológica, La Empresa Constructora deberá brindar las facilidades para la señalización de los sitios arqueológicos y proporcionar esta información a su personal.
- Se dará charlas de inducción al personal de obra sobre la protección del patrimonio arqueológico.

- La Empresa Constructora, deberá instruir a sus trabajadores sobre la prohibición de actividades de deterioro (huaqueo) de zonas arqueológicas.
- Instruir a todo el personal que, en caso de ubicar restos arqueológicos en algún frente de trabajo, se deberá comunicar prontamente al superior inmediato y al residente de obra. Estos a su vez se comunicarán con el monitor arqueológico para que se presente en el lugar y evalúe el hallazgo.
- Será responsabilidad de la Empresa Constructora ejecutar las acciones que determine la Autoridad competente (INC).

4.11.10.2 Programa de monitoreo ambiental

Este programa 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 puesta en servicio del proyecto. Además, permitirá la verificación del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas y se emitirá informes periódicos a la oficina correspondiente de la institución pública competente, recomendándose que sea la Municipalidad Distrital de Cutervo a través de su gerencia de servicios Municipales y Gestión del Medio ambiente, la que se encargue de verificar el cumplimiento del PMA. Se propone que la entidad encargada 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.

4.11.10.2.1 Monitoreo del agua

Se deberán realizar 03 monitoreos durante la puesta en marcha del proyecto, luego se recomiendan monitoreos trimestrales durante la operación, considerando la medición de los siguientes parámetros:

- Turbiedad (UNT)
- Cloruro (mg/l)
- Sulfatos (mg/l)
- Metales (mg/l)
- pH y temperatura
- Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)

4.11.10.2.2 Monitoreo de la calidad del aire

Se comprobará la calidad del aire, en el área de patio de maquinarias, en las instalaciones de las plantas de zarandeo, canteras y concreto. Se debe establecer 01 punto según el lugar por donde se encuentre el avance de la obra.

Para el caso de las plantas de chancado y zarandeado, solo se monitoreará en canteras y en la emisión de gases de combustión de característica tóxica provenientes de las maquinarias: motoniveladora, rodillo, tractor, mezcladora, etc.

La frecuencia de monitoreo deberá darse trimestralmente y se realizará según las forma y métodos de análisis según los Estándares Nacionales de Calidad del Aire.

4.11.10.2.3 Monitoreo de nivel sonoro

Se establecerá puntos de monitoreo a nivel sonoro con el fin de prevenir la emisión de altos niveles de ruido que puedan afectar la salud y la tranquilidad a los pobladores de los caseríos y comunidades cercanas a la obra considerando especialmente a los trabajadores del proyecto. Se monitorearán los niveles ambientales, uno de ellos en el área donde se realizarán las actividades relacionadas a la construcción

y el otro a una distancia entre 100 m y 200 m, según lo recomiende la Supervisión Ambiental.

Se realizarán mediciones trimestrales, siguiendo el cronograma de actividades y obra del ejecutor.

4.11.10.3 Programa de asuntos sociales

En el presente programa se trata de facilitar la relación entre la empresa contratista y los centros poblados y sectores del presente proyecto así como potenciar los beneficios hacia los pobladores mediante la generación de puestos de trabajo, etc.

El programa de asuntos sociales se ha dividido en los siguientes subprogramas.

4.11.10.3.1 Sub programa de relaciones comunitarias

a.- Objetivos

- El objetivo de este subprograma es permitir que la ejecución de la obra se lleve con total normalidad y con el apoyo de la población ubicada en el área de influencia, brindando información adecuada y oportuna a la población, autoridades locales y otros agentes externos sobre los eventos importantes del proyecto y/o situaciones especiales que pudieran poner en riesgo su normal ejecución.
- Asimismo, se busca fomentar y asegurar una imagen de respeto a las buenas costumbres y mantenimiento de buenas relaciones del personal con la comunidad, instituciones y establecimientos en el área de influencia.

b.- Estrategia

Se deberá tener en cuenta a los principales actores sociales identificados (autoridades locales y representantes de organizaciones sociales) en la Evaluación de Impacto Ambiental. La empresa deberá sostener reuniones con las autoridades locales de los centros poblados y sectores del proyecto a fin de informar el

inicio de la obra y presentar a los ingenieros responsables de dicha ejecución. En la reunión, la contratista deberá presentar el código de conducta que será implementado durante todo el proceso constructivo.

Luego de tomar conocimiento ambas partes (empresa contratista y población) de las responsabilidades durante la ejecución de la obra se considera necesario realizar reuniones mensuales (última semana de cada mes) con los representantes de la población organizada y las autoridades locales a fin de coordinar acciones para mejorar o mantener las condiciones adecuadas de las actividades que se vendrían realizando con motivo de la ejecución de la obra.

También se debe brindar información sobre los acontecimientos relevantes que puedan favorecer o poner en riesgo el desarrollo del proyecto, tales como reajustes en las medidas de seguridad, cambios de responsables y variaciones en la programación de la ejecución de la obra.

b.1.- Código de conducta

Como política de conducta para el personal de la empresa contratista, se deberán considerar los siguientes aspectos:

b.1.1.- Respeto y no hostigamiento

- Es necesario que éste contemple que los trabajadores mantengan una relación respetuosa con los pobladores de cada comunidad.
- La empresa contratista deberá prohibir el hostigamiento sexual y cualquier tipo de conducta que vulnere la dignidad y el respeto a la población local, especialmente en el caso de mujeres.
- Se deberán realizar charlas con los trabajadores, las mismas que deberían ser aplicadas por un especialista. Los trabajadores firmaran un acta de compromiso en

donde se suscriban su conformidad con todo lo establecido previamente.

b.1.2.- Prohibición de bebidas alcohólicas

- Los trabajadores y contratistas están prohibidos de poseer y consumir bebidas alcohólicas en horarios de trabajo. Para este propósito, el especialista social deberá buscar los mecanismos de aplicación que estime pertinentes. No obstante, se sugieren algunos alcances:
- Coordinación con bodegas y lugares donde se ejerza el comercio, para que no distribuyan bebidas alcohólicas a los trabajadores y contratistas de la empresa en horarios de trabajo.
- Reunión con los trabajadores, en donde se explique los acuerdos establecidos con las bodegas y lugares donde se ejerza el comercio.
- Firma de acta de compromiso por parte de los involucrados, en donde se aprecie su conformidad con lo establecido previamente.

b.1.3.- Prohibición de subcontratación para las labores que ya han sido contratadas

Con el objetivo de evitar deudas, conflictos con la población y facilitar una administración transparente y eficaz, los trabajadores de la empresa estarán prohibidos de subcontratar a terceras personas para desarrollar las actividades que le han sido encomendadas. Para esto, la empresa contratista deberá realizar charlas informativas con los trabajadores de la empresa, la misma que se deberá validar con la suscripción de un acta. Asimismo, el especialista social de la contratista deberá controlar el cumplimiento del presente dispositivo.

b.1.4.- Desechar adecuadamente los desperdicios que produzcan o utilicen.

Con el objetivo de evitar la contaminación del entorno y de evitar conflictos con la población, se deberá prohibir el desecho de desperdicios y materiales utilizados por los trabajadores en lugares que no sean los previamente indicados por la empresa contratista. Dicha pauta deberá ser informada mediante charlas informativas con los trabajadores de la empresa. Así mismo, se deberá ubicar apropiadamente tachos de basura, indicando el tipo de residuo que en éste debe depositarse, los mismos que se deberán colocar en distintos lugares aledaños a la zona de trabajo realizado por la empresa contratista.

b.1.5.- Prohibición de portar armas

Los trabajadores están prohibidos de portar armas de fuego o cualquier otro tipo de armas, el uso del arma de fuego esta solo autorizado al personal de seguridad, según acuerdos previamente establecidos. Para esto, se deberán realizar charlas informativas a los trabajadores de la empresa, en donde se explique las consecuencias y el peligro que conlleva portar armas de fuego.

b.2.- Estrategia de comunicación entre los pobladores y la empresa contratista

Servirá fundamentalmente para mantener informada a la población de las diversas actividades que realizará la empresa contratista en las localidades ubicadas en el área de influencia del proyecto.

La estrategia de comunicación se ha planteado por etapas, antes de inicio de obra, durante la obra y después de la obra:

Antes del inicio de la obra se plasmará mediante reunión informativa en cada centro poblado, en donde se explicará, de manera detallada todo el proceso de construcción de la carretera, fecha de inicio, así como la probable de término, entre otros detalles.

En la etapa de implementación del proyecto se fomentarán los talleres de sensibilización con los pobladores beneficiarios por la implementación del proyecto, se les explicará las bondades económicas, sociales y culturales que se generaran a partir de la ejecución de la obra, así como la importancia de su participación y colaboración.

Se buscará alianzas con actores sociales con ascendencia dentro del área de influencia del proyecto, quienes permitirán obtener un mejor diálogo y relación con la población.

Dentro de las labores a ser realizadas se tiene contemplado:

- Elaboración de informes mensuales sobre los avances en temas de convivencia entre pobladores y contratista, asimismo en temas concernientes a los problemas presentados en los trabajos realizado por la empresa contratista.
- Realización de reuniones mensuales con las autoridades de cada centro poblado, en donde se explique los avances del trabajo realizado y en donde se entregue un informe de avance.
- Las autoridades serán responsables de transmitir dicha información a los pobladores de su comunidad.

b.3.- Responsable

El especialista social deberá llevar a cabo los sub programas y realizar las siguientes funciones:

- Mantener permanente cuidado de las actuales y potenciales actividades de operaciones a través de visitas a

los lugares de trabajo y conversaciones con el personal del proyecto.

- Asistir en la preparación de todo tipo de materiales y comunicaciones dirigidas a los grupos de interés local, especialmente en la interrelación con las autoridades locales.
- Mantener en archivos toda la información distribuida a los grupos de interés local.
- Implementar el proceso de información y comunicación con los grupos de interés local, conforme se realiza el avance de las obras.
- Mantener un calendario de las actividades de construcción, a ser comunicadas con anticipación a la comunidad, estableciendo fluida comunicación entre la población y la empresa.
- Actualizar y manejar la información referente a los grupos de interés local.
- Involucrar al personal de operaciones en las reuniones de consulta con los grupos de interés local, sobre las actividades de construcción del proyecto.
- Manejar la retroalimentación proporcionada por las poblaciones locales.
- Canalizar esta retroalimentación hacia la empresa y recomendar las acciones correspondientes.
- Apoyar en el proceso de monitoreo socio-ambiental, retroalimentación y resultados.
- Facilitar visitas de inspección de representantes institucionales locales a las áreas de operación, cuando la situación lo requiera.
- Presentar a todo visitante externo ante las autoridades.
- Coordinar transporte y la logística para representantes de la población local cuando se realicen visitas u otros viajes que pueda apoyar la empresa.

- Comunicar las medidas de seguridad a los visitantes de la zona del proyecto.
- Documentar las visitas de grupos de interés a las instalaciones del proyecto.
- Anticipar y alertar a los gerentes de línea y/o supervisores sobre asuntos de preocupación (situaciones de potenciales conflictos, incidentes u otros asuntos relacionados al área social) y recomendar un plan de acción.
- Ayudar en el establecimiento de la metodología e identificación de las formas de compensación por cualquier daño causado y que pueda estar relacionado a las actividades de construcción.
- Apoyar en las negociaciones y reclamos en relación al proceso de contratos por uso de tierras.
- Asesorar cuando surjan problemas específicos y asistir en la mediación entre la empresa y las personas afectadas.

b.4.- Sanciones

El incumplimiento de los trabajadores con las pautas especificadas en el código de conducta, deberá ser causal de sanción, la misma que dependerá de la gravedad del caso y del criterio de la autoridad interna correspondiente.

Tales sanciones pueden ser:

- Llamado de atención
- Disminución de un porcentaje del sueldo fijado.
- Despido del trabajador

c.- Actividades y tiempo de duración del programa de Relaciones Comunitarias.-

Se toma en cuenta una fase de pre construcción, cuando la empresa constructora llega al lugar y debe dar inicio a los programas preventivos; no se considera la etapa de operación porque la empresa constructora deja el lugar al concluir sus

actividades y con ello, desaparece la estructura creada para facilitar el desarrollo de sus actividades. Para este estudio se ha considerado un periodo de 13 meses de construcción de la vía, que será el tiempo de duración de este sub programa.

Se entiende que la presencia de este especialista debe ser efectiva desde el inicio de la etapa de construcción y debe contar con un asistente para poder cumplir con el monitoreo de todas las actividades que le correspondan.

d.- Sub programa de comunicación e información

d.1.- Objetivo

El subprograma de comunicaciones está destinado a fortalecer la percepción sobre el proyecto y sus contribuciones al desarrollo de la zona, así como detallar las actividades que se desarrollarán en la etapa de construcción y la estrategia que se diseñará de acuerdo a la política institucional de la empresa.

De esta forma se logra que:

- Todo personal involucrado en el proyecto entienda los aspectos que implica su desarrollo y la importancia de mantener una política de comunicación adecuada.
- Todos los trabajadores entiendan los requerimientos y los compromisos con relación al proyecto.
- Todos los trabajadores entiendan las consecuencias de violación de las normas

Con este programa se pone en práctica la política de responsabilidad social de la empresa estableciendo mecanismos de comunicación entre la empresa y las poblaciones, los cuales son elegidos acorde con las

características de la población presentadas en la línea de base social en las zonas de impacto del proyecto.

d.2.- Tipos de público

Los grupos o públicos objetivos pueden ser externos e internos:

Internos:

- Los trabajadores de la empresa.
- Empleados de empresas que prestan servicios a la empresa constructora.
- Clientes y proveedores.

Externos:

- Líderes de opinión: Grupo de personas de sectores económicos, políticos y sociales.
- Medios de comunicación: Periodistas, editores de diarios, TV, radios, revistas.
- Autoridades locales
- Otras autoridades: Poderes del Estado (Ejecutivo, Legislativo y Judicial).
- Comunidad y sus organizaciones sociales. Este público requiere información periódica, como reflejo de una voluntad de armonía, transparencia y colaboración.

d.3.- Mecanismos

La consulta constituye una herramienta fundamental en el manejo de asuntos sociales y en la promoción de relaciones positivas con las comunidades y otros grupos de interés. Y utiliza diversas técnicas de aplicación. Está absolutamente comprometida a un claro, transparente y continuo proceso de consulta con los grupos de interés, a través de toda la vida del proyecto.

El proceso permanente de consulta con las poblaciones es el punto principal del plan de relaciones comunitarias.

Será política de la empresa que todos los programas se apliquen con conocimiento de la población afectada. Con esto, se pretende que las acciones que se vayan a desarrollar sean compartidas plenamente por la población y en la mayoría de los casos, generadas por ellas mismas. La idea principal es que la misma población se identifique con el proyecto.

El área social propondrá los mecanismos de consulta para todo el plan de relaciones comunitarias:

- Construir el entendimiento interno y externo respecto a las actividades globales del proyecto y los temas relacionados que afectan o son afectados por el desarrollo del proyecto.
- Asegurarse de que los temas identificados sean entendidos y tratados dentro de la empresa y sus contratistas.

La consulta, en sus diversas modalidades, continuará con individuos y grupos a nivel local, y distrital a lo largo de la fase de construcción. Debe considerarse en esta fase que las comunidades carecen de medios de información para ser informadas. Por lo que se programarán reuniones regulares con los grupos de interés locales. Habrá reuniones con cada autoridad local, antes de que se inicie el proceso de construcción.

El cronograma y la frecuencia de estas reuniones serán determinados en conjunto, previas agendas, en los temas que a ellos o a la empresa les interesa discutir; cualquiera que sea el nivel de consulta que se requiera para manejar los compromisos sociales del Plan de Manejo Ambiental.

Los temas discutidos estarán relacionados con los contratos para el uso de tierras, transporte y logística, empleo

local, e impactos y monitoreo sociales y ambientales, así como otros temas o percepciones generales en relación con el proyecto.

Además, muchos de los impactos identificados se refieren a las percepciones que la población pueda desarrollar con relación al proyecto. Independientemente de si las percepciones tienen o no sustento en la realidad, ellas pueden generar acciones concretas de las poblaciones a favor o en contra del proyecto. Por lo tanto estas percepciones también serán tratadas.

El Ingeniero ambientalista así como el sociólogo especialista se encargarán de la ejecución de los programas. El especialista Social estará a cargo de las reuniones de información y diálogo con las poblaciones. En los casos que se requiera, el área social convocará a otros funcionarios de la empresa para que faciliten información más detallada sobre aspectos técnicos, si estos fueran requeridos.

Puesto que las reuniones con las poblaciones locales son a veces requeridas y necesarias, sean estos grupos de interés, representantes institucionales, grupos de pobladores, representantes comunales, se mantendrán las siguientes normas en su ejecución:

- Se hará la máxima difusión sobre el proyecto y las medidas de manejo de impactos sociales y ambientales. Se cursarán invitaciones especiales a las autoridades y representantes de las organizaciones sociales de la zona.
- Se diseñarán los mecanismos de comunicación apropiados para convocar a la reunión.
- Los objetivos y la agenda de las reuniones se discutirán y acordarán previamente con los interesados. Los objetivos y agendas de la reunión de ser necesario se transmitirán a la población con anterioridad.

- Los días, horas y lugares de reunión más apropiados serán determinados con anterioridad y en coordinación con los grupos interesados en la misma.

Todas las reuniones serán documentadas con relación al tiempo, localidad y participantes de la reunión, así como de los temas tratados y los acuerdos a los cuales se hayan arribado. Estas medidas, servirán para asegurar un fácil monitoreo de todas las actividades.

e.- Subprograma código de conducta para los trabajadores

e.1.- Introducción

Este es uno de los subprogramas que debe implementarse desde el inicio, y que tiene directa relación con el comportamiento de los trabajadores, pues debe estar vigente desde la etapa de pre-construcción.

Es necesario diseñar un código de conducta para trabajadores, a fin de minimizar y, cuando sea posible, eliminar los impactos negativos asociados con la fuerza laboral del proyecto en la comunidad local y el medio ambiente. Código de conducta que será materia de divulgación dentro del personal en charlas de inducción, en las que se tocara el tema del comportamiento y respeto hacia las poblaciones locales, así como el cuidado hacia el patrimonio local, temas que se describen más adelante.

e.2.- Reglas que debe respetar el trabajador

Las siguientes reglas se aplican a todos los trabajadores durante las etapas de pre-construcción, y construcción:

- Los trabajadores no pueden dejar los campamentos o áreas de trabajo durante los turnos de trabajo sin una autorización escrita del supervisor.

- Los trabajadores deben usar la identificación apropiada sobre la ropa en todo momento, excepto los días libres.
- Los trabajadores tienen prohibido contratar gente local para cualquier tipo de servicio personal. Todas las contrataciones de gente local serán realizadas por un representante designado de la empresa y sus contratistas.
- Los trabajadores tienen prohibición de comprar animales silvestres o productos sobre los cuales haya prohibiciones manifiestas.
- En el caso de un pago a la comunidad local por la compra de cualquier bien o servicio por parte de un representante designado o su contratista, el pago deberá ser totalmente documentado.
- Los trabajadores tienen que mantener una conducta apropiada con la población local, evitando generar problemas y discusiones de cualquier índole.
- Si una persona local se acerca a un trabajador en un área de construcción o campamento, el trabajador lo dirigirá respetuosamente al especialista social en la locación.
- Los trabajadores tienen prohibición de cazar, comprar o poseer animales silvestres o realizar cualquier tipo de interferencia a la vida normal de éstos.
- No se permite a los trabajadores tener mascotas en los campamentos.
- Los trabajadores tienen prohibición de poseer o consumir bebidas alcohólicas. El uso de drogas o medicinas debe ser llevado a cabo con la autorización del personal médico en la locación.
- Los trabajadores tienen prohibición de recolectar, comprar o poseer plantas, frutas, o productos forestales locales del área que circunda el derecho de paso, otros campamentos o locaciones de trabajo.
- Los trabajadores no pueden tomar piezas arqueológicas para su uso personal y si un trabajador encuentra cualquier

posible pieza arqueológica durante el trabajo de excavación o construcción, el trabajador deberá interrumpir el trabajo y notificar a su supervisor o especialista ambiental / social de la contratista.

- Los trabajadores tienen prohibición de portar armas de fuego o cualquier otro tipo de arma.
- Los trabajadores deben desechar adecuadamente todo desperdicio y retirar todos los desperdicios de las locaciones de trabajo temporal o permanente.
- Los trabajadores deben ser vacunados contra las enfermedades comunes que podrían ser transmitidas, y deberán reportar al personal médico cualquier enfermedad potencial.
- En casos en que no se encuentren disponibles instalaciones sanitarias, los trabajadores deberán enterrar todos los desechos lejos de ríos y arroyos.

f.- Sub programa de adquisición de bienes y servicios

f.1.- Generalidades

Es necesario tener presente para la etapa de construcción que los centros poblados de Aduñac y Chacaf cuentan con establecimientos de servicios y de comercio, siendo bastante probable que éstos sean los que se beneficien con la ejecución de este subprograma.

De forma similar al caso de las expectativas por empleo, también hay expectativas de que la empresa compre los productos locales que requiera y que se encuentran en el AID, comportamiento que deberá asumir en todas las zonas por donde pase la ruta de la carretera, a fin de abastecer sus operaciones. Debe considerarse que al igual que en el caso de empleo, la decisión de comprar productos fuera del área de influencia, bajo ciertas circunstancias, puede generar impactos negativos.

Como consecuencia de esto, la empresa contratista detallará un plan con los siguientes objetivos:

- Minimizar las expectativas locales en referencia a potenciales compras locales de todo tipo de productos; Sobre este punto la población local es consciente de sus limitaciones.
- Identificar los probables abastecedores a partir de las necesidades de la empresa.

f.2.- Lineamientos

- Compra de productos en los mercados locales y/o regionales, de aquellos productos que la empresa constructora requiera y se encuentren a disposición.
- Estará prohibida la compra de animales silvestres en cualquier lugar durante el período de construcción.
- Comunicar claramente la política de la empresa a todos los grupos de interés.
- Explicar claramente a los grupos de interés locales el nivel de demanda que la empresa generará, así como la duración de esta demanda.
- Responsabilizarse ante la población local, de los compromisos que efectúen con las poblaciones locales, tanto el personal de la empresa como los eventuales subcontratistas contratados por la empresa constructora, de manera tal, que la población no sea afectada al término de la obra por deudas contraídas por ellos.

Este programa será revisado y actualizado antes de comenzar la etapa de construcción. El manejo de expectativas referentes a este tema, empezará a ser tratados inmediatamente.

- Maximizar el número de personal local contratado en el área de influencia directa del proyecto, en aquellas

funciones que lo requiera y para los cuales se encuentra personal calificado.

- Minimizar las expectativas locales en relación con empleos potenciales.
- Prevenir el arribo de personas foráneas hacia los campamentos y áreas de trabajo en búsqueda de trabajo.

f.3.- Control de deudas con población local

f.3.1.- Objetivo

El control de deudas tiene como objetivo evitar la acumulación de deudas que podrían perjudicar a población beneficiaria del proyecto vial.

Se deberá tener en cuenta las deudas adquiridas por los trabajadores ante bodegas, restaurantes, comercios, alojamiento, entre otros. Estas deberán ser canceladas cada fin de mes de manera directa por intermedio del administrador responsable de la empresa.

- Para tal fin será de utilidad contar con un directorio de hospedajes, bodegas, comercios ubicados en los centros poblados aledaños a la carretera en construcción.
- Asimismo, se deberán realizar reuniones periódicas con los representantes o dueños de los comercios y/o bodegas, en donde se le explicará el mecanismo de pago, y se le entregará el listado de trabajadores y/o contratistas de la empresa.
- Por otro lado, los trabajadores de la empresa deberán estar advertidos del presente procedimiento.
- En las reuniones establecidas los involucrados (dueños y trabajadores), firmaran un acta de

compromiso, en donde indiquen su conformidad con lo establecido.

f.3.2.- Responsable

Los especialistas ambiental y social, serán responsables de supervisar el cumplimiento de dichas medidas.

4.11.10.3.2 Subprograma de contratación de mano de obra local

Una de las expectativas de la población local, en el área del proyecto, se refiere a las oportunidades de empleo. Esto es expresado repetidas veces por los grupos de interés locales en toda el área de influencia, siendo las oportunidades existentes mucho menores que las expectativas de la población. Esta realidad presenta riesgos adicionales de movilización de personas desempleadas en busca de trabajo hacia las áreas del proyecto, lo cual contribuiría a generar adicionales impactos sociales.

El sub programa tiene por finalidad facilitar la convocatoria, empadronamiento y contratación al máximo de mano de obra local. Para cumplir con sus metas y objetivos se deberá plantear una estrategia en la contratación de mano de obra local, programándose esta por etapas (convocatoria, empadronamiento y contratación).

Las cuales son descritas a continuación:

a.- Etapa de convocatoria

Se dará a través de un adecuado mecanismo de comunicación, coordinando con autoridades locales, representantes de las diversas organizaciones sociales ubicadas en el AID.

Lineamientos para la contratación de mano de obra local

- Reunión con todas las autoridades locales, donde se comunicará las condiciones, restricciones laborales que se aplicará en la

contratación de mano de obra local, recalando que estas son eventuales y rotativas.

- Se proporcionarán tanto las condiciones establecidas, así como las fichas de inscripciones a las autoridades representativas de cada localidad.
- Reunión con las distintas organizaciones sociales ubicadas en los principales centros poblados del AID, donde se comunicará las condiciones, así como las restricciones laborales que se aplicara en la contratación de mano de obra local.
- Para la selección de personal local, previamente se solicitará una relación de las personas que estén aptas para trabajar y que tengan residencia permanente en el área en los últimos dos años.

b.- Etapa de empadronamiento

- Los pobladores aptos, según requerimientos de la empresa contratista, llenaran una ficha de inscripción, adjuntando su hoja de vida, copia de DNI, y un documento que acredite que es residente de la zona expedido por una autoridad local.
- Las fichas de inscripción y los documentos solicitados serán entregados por las autoridades locales, en caso de centros poblados, y por las diversas asociaciones sociales, previamente identificadas a un responsable de la contratación de mano de obra local.
- Los documentos recibidos serán exhaustivamente revisados por equipo responsable de la contratación de mano de obra local y realizarán un expediente con cada uno de ellos.

c.- Etapa de contratación

- Posterior a la etapa de convocatoria, la empresa contratista realizará un expediente para cada uno del personal seleccionado.
- Realización de una charla informativa sobre condiciones de trabajo, funciones a desempeñar, tiempo de trabajo, entre otros aspectos importantes.

- Todo personal contratado temporalmente deberá ser capacitado para afrontar cualquier caso de riesgo que se pueda presentar durante en el trabajo, como en temas de primeros auxilios.
- Firma de contrato y acta de compromiso, en donde el trabajador local se compromete a cumplir con sus funciones y reglas establecidas por la empresa.
- Se entregara una identificación a cada uno del personal seleccionado, así como equipo y/o material de trabajo requerido, de acuerdo a la función desempeñada.

4.11.10.3.3 Subprograma 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 que los trabajadores que intervengan en el proyecto desarrollen hábitos de preservación del medio ambiente, demostrándoles que un manejo ambiental adecuado beneficiará a la salud, el ambiente y la propiedad.

Es importante considerar sub programas que mantengan informada a estas poblaciones, acerca de las actividades de construcción, pues se trata de poblaciones vulnerables, con escasos recursos y que se movilizan mayormente a pie, por los caminos de herradura, estando expuestos a accidentes.

Y a otro nivel, tratándose de poblaciones aisladas, la llegada de personal y equipos siempre son motivo de atracción y novedad, por lo que pudieran ocurrir accidentes simplemente por acercarse demasiado a las obras, ya que la curiosidad es un elemento presente para estas poblaciones.

a.- Labores de capacitación

a.1.- 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, los cuales enseñarán el funcionamiento y uso correcto de equipos y maquinarias, con énfasis en los procedimientos, riesgos y normas de seguridad para cada actividad.

a.2.- A la población

La empresa a cargo del proyecto pondrá en marcha paralelamente al proyecto, un programa de educación sanitaria para la población.

4.11.10.4 Programa de educación ambiental

En este programa se contempla la realización de campañas de educación y conservación ambiental, para la difusión y concientización de los trabajadores y la población local. Para el diseño del referido programa, se debe tener en cuenta el público objetivo, es decir niños, jóvenes, adultos; así mismo, dado que se trata de una actividad de largo alcance, es necesario que se involucre a las municipalidades en la ejecución del programa, a fin de ampliar el espectro poblacional beneficiado con el programa.

Estos programas educativos, dependiendo de la magnitud de la actividad, podrán realizarse a través de diferentes instrumentos, desde el reparto de simples cartillas técnicas hasta talleres y cursos de mayor envergadura.

4.11.10.4.1 Objetivos del plan

Capacitar, sensibilizar y concientizar a los trabajadores externos y locales, técnicos y profesionales, a fin de lograr una relación armónica durante las actividades del proyecto y la conservación del medio ambiente, para ayudarlos a adquirir mayor sensibilidad y conciencia ambiental; impulsando a participar activamente en su protección, mejoramiento y prevención.

4.11.10.4.2 Actividades

Así también se considera realizar actividades dirigidas a los usuarios y población local en temas específicos como educación vial (señales de tránsito), conservación ambiental (cuidado de la flora y fauna silvestre) y educación ambiental.

Este programa contiene los lineamientos generales de educación y capacitación ambiental, cuyo objetivo es sensibilizar y concientizar principalmente al personal de obra, a los técnicos y profesionales, todos ellos vinculados con el proyecto vial, sobre la importancia que tiene la conservación y protección ambiental del entorno de la carretera, para lo cual será necesario el empleo de adecuadas técnicas o tecnologías que guarden armonía con el medio ambiente.

Considerando que la creación de la carretera, tiene en su entorno inmediato, al Centro Poblado Chacaf y Aduñac, se prevé que la creación de esta vía puede generar alteraciones en el medio ambiente, siendo necesario educar y capacitar al personal de obra que laborará en la construcción de la carretera; así como a la población local, para el mutuo cuidado del entorno ambiental. Al respecto se debe considerar las siguientes medidas:

a.- Al personal de obra

Se organizará charlas de educación ambiental dirigidas a los trabajadores; de manera, que éstos tomen conciencia de la importancia que tiene la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales de la zona.

Estas charlas tendrán medio día de duración, cubriendo los temas referidos, que incluirán una amplia ronda de preguntas y respuestas. Se deberán programar tres charlas considerando la rotación prevista para la mano de obra del proyecto.

Se impartirá charlas educativas al personal de obra, acerca de la prevención de accidentes. Las charlas se organizarán diariamente durante 15 minutos, consistentes en una reunión que abarque temas de seguridad y salud, a fin de socializar casos y situaciones ante posibles accidentes en los frentes de trabajo. Los temas que se desarrollarán serán:

- Importancia de la seguridad y la salud.
- Importancia del informe y el análisis de los accidentes.
- Uso del equipo de protección personal.
- Higiene personal.
- Prevención de incendios y conocimientos básicos sobre las técnicas de extinción de incendios.

Se implementaran campañas educativas para los trabajadores de la obra, mediante charlas sobre normas elementales de higiene para el cuidado de la salud, poniendo en conocimiento que la carretera del proyecto cruza Centros Poblados que carecen de obras completas de saneamiento urbano y los centros de salud con limitaciones de implementación de medicinas, personal profesional e infraestructura adecuada.

También se recomienda implementar charlas sobre normas de comportamiento, para evitar atentar contra las buenas costumbres

de los pobladores locales. Estas charlas serán dadas en el campamento, el cumplimiento de esta tarea será informado con fuentes de verificación y estará sujeta a un monitoreo mensual.

Se capacitará a un grupo del personal de obra en labores de rescate y control de incendios para que apoyen e intervengan durante la ocurrencia de emergencias.

b.- A la población local

Se organizará e implementará charlas con contenido educativo, informativo y de prevención, relacionadas con las actividades que conlleva el proyecto y sus previsible impactos, orientadas a la población local asentada en las zonas colindantes a la vía. Será conveniente que estas charlas se desarrollen en la localidad de Aduñac.

Los temas a desarrollar serán los siguientes: alcances del proceso de construcción de las obras según sectores y conservación del medio ambiente, así como aspectos relativos a educación vial.

Estas charlas deberán incluir prioritariamente a las instituciones educativas y salud dentro del área de influencia directa. Un aspecto importante a ser tocado será la prohibición legal de ocupación de predios en el derecho de vía de la carretera.

El diseño de las charlas de capacitación, deberá estar orientada a la elaboración de materiales educativos y al seguimiento y evaluación de la capacitación mediante entrevistas a la población local.

4.11.10.5 Programa de capacitación ambiental y seguridad

El plan de capacitación es fundamental en todo proceso de construcción. Dicho plan asegura que todos los trabajadores se familiaricen con las acciones que en materia de seguridad y protección ambiental se deberán aplicar, con el fin de evitar la ocurrencia de impactos negativos al ambiente y a la integridad física de los trabajadores.

4.11.10.5.1 Objetivo y alcance

Capacitar a todo el personal que labore en la fase de construcción del proyecto sobre temas relacionados con la prevención, control, mitigación de la contaminación ambiental, manejo adecuado de desechos peligrosos, especiales y comunes, procedimientos y señales de seguridad, procedimiento para la atención de emergencias y sobre las diferentes medidas establecidas en el presente Plan de Manejo Ambiental.

Fortalecer la cultura de la prevención en los trabajadores con el fin de preservar su integridad física y la conservación de los recursos naturales.

a.- Charlas de capacitación a desarrollarse

Se deberá facilitar la realización de charlas frecuentes con el personal en los siguientes temas generales:

a.1.- Educación en seguridad laboral:

Todos los trabajadores serán capacitados sobre temas relacionados con la prevención y control de los riesgos existentes en el proceso constructivo. Se deberán brindar charlas en:

- Riesgos existentes en el proceso constructivo.
- Procedimientos de seguridad en el manejo de equipos, herramientas y materiales.

- Uso y manejo de extintores.
- Uso adecuado del equipo de protección personal.
- Señales de seguridad.
- Preparación y respuesta ante contingencias (incendios, derrames).
- Preparación en primeros auxilios.

Se deberá capacitar también a los conductores de vehículos pesados sobre el respeto por las señales de tránsito, esto con el fin de evitar accidentes durante la movilización de materiales de construcción.

a.2.- Educación en protección ambiental:

Todos los trabajadores serán capacitados sobre temas relacionados con la prevención, control y mitigación de la contaminación ambiental. Se deberán brindar charlas en:

- Manejo adecuado y clasificación de desechos.
- Manejo adecuado y almacenamiento de productos químicos peligrosos.
- Manejo adecuado y almacenamiento de combustibles y lubricantes.

De igual forma se deberá:

- Instruir de manera concreta a los trabajadores sobre los procedimientos operativos específicos y generales establecidos en el PMA.
- Capacitar a los trabajadores sobre las normas de respeto que se deberá brindar a los habitantes de las comunidades que se encuentran en el área de influencia del proyecto.

La capacitación deberá ser planificada mediante cronograma de ejecución, con el fin de verificar posteriormente su cumplimiento.

Toda charla de capacitación deberá ser realizada por personal profesional adecuado y con experiencia en el tema.

La preparación ante emergencias incluirá la difusión, capacitación, entrenamiento, ejercicios o simulacros, que se deberán llevar a cabo por parte de personal asignado en labores de respuesta ante eventos mayores. Estos incluyen derrames de residuos almacenados, derrames de combustible, y principios de incendio. Los planes de contingencia incluidos en este estudio describen los procedimientos generales de respuesta a ejecutarse durante una eventual emergencia. Por lo tanto, el personal asignado en la respuesta ante emergencias deberá conocer y estar preparado para la correspondiente acción designada durante un evento mayor.

Como parte del programa de capacitación se deberá contemplar igualmente la concienciación que el personal deberá conocer sobre las consecuencias para con el entorno, en caso de existir eventos mayores como derrames e incendios principalmente.

b.- Compromiso con el plan de capacitación

Sera requisito indispensable para iniciar los trabajos de construcción del proyecto, que toda la población trabajadora este comprometida con participar en las jornadas de capacitación (en lo que se refiere a población trabajadora, se incluye desde el gerente general del proyecto hasta ingenieros, contratistas, subcontratistas, auxiliares, transportistas, maestros, obreros). Este compromiso se plantea como una medida que permitirá prevenir y controlar los posibles impactos y efectos negativos a las personas y a los recursos naturales, que puede generar el proyecto en su fase de construcción.

Como estrategia para el cumplimiento de la presente medida, se recomienda hacer firmar a todos los trabajadores un Acta de

Compromiso donde se estipule que se comprometen a participar en las jornadas de capacitación que se programen antes y durante el desarrollo del proyecto.

c.- Aspectos a considerar para la capacitación del personal en la fase de construcción

Debido que los trabajadores que laboraran en la fase de construcción del proyecto son empleados temporales, se deberá garantizar que, todo trabajador nuevo que ingrese a laborar en el proyecto sea integrado al plan de capacitación, con el fin de asegurar la no ocurrencia de accidentes y la adecuada implementación del PMA.

En el plan de capacitación en la fase de construcción debe incluir capacitaciones informales en reuniones de obra, dado que en muchas ocasiones no se cuenta con el tiempo suficiente para trasladar a la población trabajadora hacia los sitios donde se brindan las charlas formales.

Cada día, antes de iniciar la jornada de trabajo, los residentes de obra deberán destinar de 10 a 15 minutos para reunir a su equipo de colaboradores (ingenieros, maestros y obreros), con el fin de brindar consejos de seguridad laboral y de protección laboral.

Algunos de los temas de control que deberán tratarse en dichas reuniones son:

- Enfatizar sobre la importancia de efectuar los trabajos asignados con precisión, con el fin de evitar impactos negativos al medio y evitar accidentes.
- Recordar a los operadores de equipos y maquinarias las precauciones que deben tener en el manejo de los mismos.
- Retroalimentar sobre las acciones a seguir en caso de presentarse alguna contingencia.
- Recordar a los trabajadores sobre la importancia de utilizar adecuadamente los elementos de protección personal.

- Entre otras.

d.-Registros

La constructora deberá implementar un sistema de registro que permita evidenciar la realización de las charlas y el cumplimiento del cronograma establecido para el plan de capacitación.

Luego que se desarrolle cada jornada de capacitación será necesario dejar registros de asistencia. El registro de cada charla impartida deberá contener:

- Tema de la charla.
- Fecha y hora en la cual se efectuó la charla.
- Nombres completo, número de cédula y firma de los trabajadores que recibieron la charla.
- Nombre del profesional encargado de dar la capacitación.

Durante las charlas informales que se efectúen en obra, se podrán dejar registros fotográficos del desarrollo de las mismas.

4.11.10.6 Programa de prevención de pérdidas y contingencias

Para definir la respuesta necesaria ante una situación de emergencia o contingencia en la obra se desarrollará un “Programa de prevención de pérdidas y contingencias” con el fin de prevenir y mitigar lesiones, enfermedades y pérdidas asociadas a la situación identificada.

Se debe tener en cuenta que la eficiencia y eficacia de la respuesta ante una emergencia se da respecto a la participación y preparación adecuada, así como el trabajo en equipo de todos los participantes del proyecto, identificando sus responsabilidades y actuando respecto a lo establecido en un plan para responder de manera eficaz y eficiente ante cualquier caso de emergencia.

4.11.10.6.1 Subprograma de salud y seguridad ocupacional

La seguridad y salud ocupacional está en función del control de los riesgos y de los comportamientos inseguros, de manera que disminuyan los daños y los padecimientos en el lugar de trabajo (resultantes de las lesiones y enfermedades crónicas y agudas). La clave para prevenir o reducir al mínimo los efectos adversos asociados con el trabajo en obra y con su operación posterior es prevenir, identificar, evaluar y controlar dichos riesgos.

El principal objetivo del subprograma de salud ocupacional es proveer seguridad, protección y atención a los empleados que laboren en las instalaciones del proyecto vial, las cuales están localizadas en los centros poblados de Aduñac, Chacaf y los sectores de Agua Blanca y Chupicalpa, pertenecientes al distrito de Cutervo.

Según el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional (D.S. N° 011-2019-TR), el responsable de la seguridad ocupacional en las obras es el empleador, quien debe definir y adoptar disposiciones para que todo trabajador de la organización esté capacitado para asumir deberes y obligaciones relativos a la seguridad y la salud. Además en el caso de esta obra, los trabajadores deben constituir un Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, que estará constituido de forma paritaria. La evaluación de seguridad ocupacional se dará mediante el establecimiento de un sistema de seguridad y salud que se iniciará con una evaluación o estudio de línea de base y que será evaluado de forma continua, para adoptar las medidas necesarias para eliminar y controlar los peligros asociados al trabajo. Los procedimientos de la empresa, en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, deben revisarse periódicamente a fin de obtener mayor eficacia y eficiencia en el control de los riesgos asociados al trabajo.

Asimismo, la Norma Técnica N° G.050 - Seguridad durante la Construcción correspondiente al Reglamento Nacional de Edificaciones, especifica las consideraciones mínimas indispensables de seguridad a tener en cuenta en las actividades de construcción civil.

De otro lado, la Norma Técnica N° G.050 contempla consideraciones generales en el lugar de trabajo, la misma que debe reunir las condiciones necesarias para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Se mantendrá en buen estado y convenientemente señalizadas, las vías de acceso a todos los lugares de trabajo. El empleador programará, delimitará desde el punto de vista de la seguridad y la salud del trabajador, la zonificación del lugar de trabajo en la que se considera las siguientes áreas: i) Área administrativa, ii) Área de servicios (SS.HH, comedor y vestuarios), iii) Área de Operaciones de obra, iv) Área de preparación y habilitación de materiales, v) Área de almacenamiento de materiales, vi) Área de parqueo de equipos, vii) Vías de circulación peatonal y de transporte de materiales, viii) Guardianía, ix) Áreas de acopio temporal de desmonte y de desperdicios. Asimismo se deberá programar los medios de seguridad apropiados, la distribución y la disposición de cada uno de los elementos que los componen dentro de los lugares zonificados. Se adoptarán todas las precauciones necesarias para proteger a las personas que se encuentren en la obra y sus inmediaciones, de todos los riesgos que puedan derivarse de la misma. El ingreso y tránsito de personas ajenas a la obra deberá ser utilizando el equipo de protección personal necesario, y será reglamentado por el responsable de Seguridad de la Obra. Se debe prever medidas para evitar la producción de polvo en la zona de trabajo, con la aplicación de riego por aspersión y en caso de no ser posible utilizando equipo de protección personal y protecciones colectivas.

Para que el subprograma de salud y seguridad ocupacional sea eficiente es necesario que el empleador imparta a los trabajadores capacitación y entrenamiento en seguridad y salud, al momento de su contratación y durante el desempeño de su labor. Como se indicó anteriormente, el cumplimiento del subprograma de salud ocupacional estará a cargo del supervisor de salud y seguridad ocupacional.

Como indica el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, las funciones del supervisor de seguridad y salud en el trabajo son:

- Hacer cumplir el presente Reglamento, las normativas sectoriales y el Reglamento Interno de Seguridad y Salud de la empresa.
- Aprobar el Programa Anual de Seguridad y Salud.
- Realizar inspecciones periódicas a las instalaciones.
- Aprobar el Reglamento Interno de Seguridad y Salud.
- Reunirse mensualmente en forma ordinaria para analizar y evaluar el avance de los objetivos establecidos en el programa anual, y en forma extraordinaria para analizar los accidentes graves o cuando las circunstancias lo exijan.
- Analizar las causas y las estadísticas de los incidentes, accidentes y de las enfermedades ocupacionales emitiendo las recomendaciones respectivas.

a.- Identificación de Riesgos

a.1.- Riesgos físicos

Los espacios cerrados, la puesta en marcha inadvertida de máquinas o partes de ellas y los resbalones y caídas, entrañan riesgos físicos. Las consecuencias de un riesgo físico pueden a menudo ser inmediatas, irreversibles y graves, o incluso mortales.

Los riesgos físicos varían en función del recorrido de longitud de la carretera y de las condiciones de trabajo en cada uno de sus tramos, si el trabajador se encuentra dentro de una zanja que está siendo excavada y si se ponen en funcionamiento involuntariamente los equipos de excavación, mientras un trabajador realiza tareas de instalación, reparación o mantenimiento. Las superficies húmedas, frecuentes en tales lugares, contribuyen al riesgo de resbalones, caídas y desprendimientos de parte del suelo.

a.2.- Fallas humanas

Los accidentes de trabajo pueden tener dos orígenes:

- Por condiciones inseguras de trabajo.
- Por negligencia del propio trabajador.

Generalmente, las principales condiciones inseguras de trabajo se presentan por:

- Manipular herramientas, o recojo de desechos con la mano por no contar con los elementos necesarios, como guantes apropiados, los que puede ocasionar cortes en las manos.
- Manipulación inadecuada o esfuerzo para levantar piezas pesadas, lo que puede producir desgastes excesivos del trabajador, o desgarramientos por levantamiento excesivo de peso.
- Jornada de trabajo excesivamente larga, causando la fatiga de los trabajadores.
- Carencia de uniformes adecuados y equipos individuales de protección.

Entre los actos de negligencia más comunes, del propio trabajador, son:

- No usar el equipo individual de protección.
- Ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo.
- Forma indebida de levantamiento de recipientes u objetos pesados.
- Forma indebida de manipulación de herramientas.
- No prestar atención al tráfico de maquinaria y vehículos en la zona del proyecto.

Por lo tanto, se deben identificar cuidadosamente todas las condiciones inseguras y las causas más comunes de accidentes de trabajo y riesgos a que esté expuesto el trabajador para darle la solución más adecuada.

b.- Medidas de prevención

b.1.- Prevención de riesgos físicos

- Debe dotarse a los trabajadores de elementos de protección como: cascos, guantes botas con puntas de acero, lentes para protección de polvos, orejeras, chalecos reflectores y mascarillas. Facilitar a los trabajadores de la protección necesaria contra las caídas, así como formación adecuada en materia de seguridad.
- Debe definirse un programa rutinario de labores de inspección, mantenimiento y reparación, estableciendo una serie de actividades diarias, mensuales y anuales, así como las acciones por tomar en caso de posibles fallas.

b.2.- Prevención de fallas humanas.

A continuación se dan las siguientes recomendaciones para tratar de minimizar los problemas anteriormente descritos:

b.2.1.- Equipo de protección personal, colectiva y obligaciones

Todo el personal en obra deberá usar en todo momento las prendas de protección personal siguientes:

- Guantes de jebe
- Casco de protección
- Zapatos de seguridad
- Overol, poncho o chaleco con el logotipo de la empresa
- Cortaviento para casco

Para trabajos que así lo requieran, se usará:

- Anteojos o lentes de seguridad
- Protector de oídos tipo tapón
- Respirador para pintura
- Máscara con filtro para polvo

A su vez, en obra se contará con los siguientes equipos de protección colectiva:

- Malla raschel
- Extintores universales para fuegos A,B y C de 4kg
- Conos de señalización
- Cinta de seguridad
- Barandas de protección
- Botiquín portátil en obra
- Tópico de primeros auxilios

Todos estos equipos están acoplados como se indica en la norma G 050 correspondiente seguridad durante la construcción.

Es obligación de cada trabajador:

- No originar situaciones de riesgo para él y/o sus compañeros.
- Cuidar y mantener en buen estado sus prendas de protección individual.
- Solicitar a su capataz la reposición inmediata de cualquier prenda de protección faltante o deteriorada.
- Reportar inmediatamente a su capataz los incidentes o accidentes de trabajo, aun cuando estos no generen lesiones.
- Contribuir al orden y limpieza de la obra, depositando los desperdicios en los cilindros

destinados para tal fin, y así preservar el medio ambiente.

- Comunicar a su capataz sobre cualquier trabajo que le sea encomendado y que a su juicio conlleve peligro.
- Si a pesar de las medidas que se adopten aún no está convencido de que pueda realizar un trabajo seguro, el trabajador deberá acudir a un nivel superior de control (maestro, ingeniero de campo, ingeniero residente), en caso contrario deberá abstenerse de realizar la tarea en cuestión.
- Si observa una condición insegura en su área, avisarle al capataz para que le haga eliminar o eliminarla el mismo, si puede hacerlo sin peligro.
- Usar siempre la herramienta y el equipo adecuado, verificando su buen estado.
- Colocar las herramientas, materiales y equipos ordenados en el área de trabajo manteniendo las vías de circulación y evacuación despejadas.
- Cumplir con todos los procedimientos de trabajo seguros, directivas, estándares normas de seguridad y de conducta establecidas en obras.

Queda terminantemente prohibido:

- Circular o descansar en áreas no autorizadas.
- Realizar necesidades fisiológicas fuera de los baños portátiles.
- Ingerir alimentos, fumar y/o dejar restos de comida en el área de trabajo.
- Participar en riñas o peleas.
- Ingresar a la obra con cámaras fotográficas o grabadoras, sin autorización.
- Retirar de obra, cualquier material, herramientas o equipos sin autorización.

- Ingresar a obra bajo efectos de alcohol o sustancias estupefacientes o consumirlas en obra.
- Permanecer en obra sin autorización fuera de las horas de trabajo.

b.2.2.- En la actividad de excavación

- Cercar todo el perímetro de la excavación con cinta, aun cuando se use el material de la excavación como berma. De noche, coloque material refractario cada 5 metros.
- La cinta perimetral debe colocarse a una altura no menor de 0.55 metros ni mayor de 0.70 metros respecto del piso.
- No acopie material proveniente de la excavación inmediatamente en el borde de la misma (cresta). El acopio debe quedar mínimo a 0.60 metros de la cresta a fin de evitar derrumbes. En caso de suelos arenoso o muy deleznable, la distancia de acopio será mayor a la profundidad de excavación, respetándose siempre el mínimo antedicho.
- Coloque a lo largo de la zanja una tabla de 1" x 6", afianzada con estaciones de madera para retener el material acopiado.
- Amarrar herramientas, equipos y materiales para evitar su caída.
- Efectuar toda movilización vertical de objetos con sogas.

b.2.3.- En la circulación del personal

- En excavaciones y zanjas de profundidad mayor a 1.20 m se usarán escaleras, rampas, escalinatas u otro sistema que garantice un fácil y seguro ingreso y salida del personal de las labores.

- Si se usan escaleras, éstas deberán sobresalir de la superficie del terreno por lo menos 1.00 m y serán afianzadas para evitar su deslizamiento.
- Si el ancho de zanja a nivel del suelo se encuentran entre 0.70 y 1.20 m, se deberán colocar pasarelas sólidas de por lo menos 0.90 m de ancho.
- Si este ancho es mayor a 1.20 m, las pasarelas deberán tener pasamanos y apoyo suficiente en el terreno, de tal forma que impida el desplazamiento de la pasarela.

b.2.4.- De la circulación de vehículos y equipos en el área de trabajo.

- El tránsito de vehículos de cualquier magnitud se hará a una distancia horizontal mínima del borde de la excavación igual a 1.5 veces la profundidad de la excavación.
- Si alguna maquinaria pesada (palas, retroexcavadoras, camiones, grupos electrógenos, etc.) se necesita instalar temporalmente cerca del borde de una excavación, lo hará a una distancia no menor a 1.5 veces la profundidad de la excavación.
- Los sectores adyacentes de equipos móviles, estacionarios o semi-estacionarios deberán ser señalizados y además cercados, colocando cintas o bermas de una altura mínima de 1.00 m para limitar la distancia de los equipos hacia la excavación o zanja.
- Se ubicarán vigías para advertir el movimiento de vehículos, especialmente en los accesos a las excavaciones.
- Todo el personal involucrado en trabajos de excavación cercanos a tráfico vehicular usará chalecos refractantes.

b.2.5.- Para operadores de equipos móviles

- Los operadores están en la obligación de chequear los vehículos diariamente, llenando para ello un formato de pre uso del equipo.
- El formulario de pre uso incorporará aspectos como: frenos, dirección, alarmas de retroceso, equipos de emergencia, neumáticos, luces, caja de cambio, accesorios entre los más importantes.

b.2.6.- Para manejo de residuos sólidos

- Los residuos sólidos orgánicos deben ser dispuestos en los rellenos sanitarios registrados en la DIGESA y autorizados por la Municipalidad correspondiente.
- Los residuos sólidos inorgánicos segregados con fines de comercialización deberán manejados por una empresa comercializadora de residuos sólidos (EC-RS) registrada en la DIGESA y autorizada por la Municipalidad correspondiente.
- El material sobrante y desmonte, deberá ser trasladado y dispuesto en un relleno sanitario autorizado por la Municipalidad correspondiente o en algún otro lugar en que sea requerido, siempre y cuando este material sea un desmonte limpio.

b.2.7.- Para reducir la generación de ruidos

- Lubrique las piezas ruidosas de las máquinas y equipos.
- Cerciórese que la máquina esté debidamente montada.
- Asegúrese que la máquina esté balanceada.
- Reemplace las piezas gastadas.

En el ANEXO N° 7 correspondiente a seguridad y salud en obra, se muestran los EEPS utilizados según

la tarea a desempeñar conjuntamente con la maquinaria utilizada.

4.11.10.6.2 Subprograma de prevención y control de riesgos laborales

El programa tiene como objetivo principal la eliminación o reducción de los riesgos relacionados con las operaciones que pudieran resultar en accidentes personales, enfermedades ocupacionales, daños a la propiedad y al medio ambiente.

a.- Compromiso gerencial visible

Un programa de prevención de accidentes comienza con un compromiso gerencial hacia la seguridad personal al más alto nivel de la organización. El comité de gerencia deberá estar comprometido con la prevención de pérdidas ocasionadas por accidentes de todos sus recursos, incluyendo el personal y los bienes físicos.

Para cumplir con este compromiso de proteger tanto al personal como a la propiedad, la empresa proveerá y mantendrá un ambiente de trabajo seguro y saludable, proveyendo recursos profesionales y capacitación en las áreas de salud ocupacional, seguridad y protección al medio ambiente a todas las áreas de la organización. Asimismo, enfocará sus esfuerzos en eliminar o reducir todos los peligros predecibles que pudieran resultar en accidentes o enfermedades ocupacionales.

b.- Investigación de accidentes/incidentes

Los accidentes indican una debilidad en las técnicas, capacitación, prácticas o métodos usados para la prevención de los mismos. Por esta razón, es importante que exista un mecanismo efectivo que asegure que los accidentes e incidentes sean propiamente investigados.

Durante el proyecto todas las lesiones personales o pérdidas significativas causadas por accidentes serán investigadas para

identificar las causas directas e indirectas que contribuyeron al accidente, con el propósito de determinar métodos para que acontecimientos similares puedan ser prevenidos.

Reconociendo que muchos incidentes tienen un potencial significativo, estos también serán investigados y documentados en un estilo similar a los accidentes.

c.- Reuniones de seguridad

Las reuniones de seguridad son métodos probados para promover la prevención de accidentes y la seguridad personal. Las reuniones de seguridad tienen 03 objetivos principales:

- Proveer un medio abierto para la discusión de todas las inquietudes relacionadas con la prevención de accidentes y la seguridad personal que resulte en la participación activa de cada empleado.
- Identificar planes de acción y determinar responsabilidades para la corrección de riesgos identificados.
- Proveer capacitación relacionada con los métodos usados para la prevención de accidentes y la seguridad personal.

d.- Inspecciones y auditorías

Son consideradas como una piedra angular en la administración moderna de programas de prevención de accidentes, debido a que estos procesos, permiten buscar en forma proactiva el control de los riesgos identificados antes de que resulten en accidentes con lesiones o daño a la propiedad.

Las inspecciones y auditorías tienen tres funciones principales:

- Determinar la efectividad de las prácticas y procedimientos de prevención de accidentes con lesiones, daños a la propiedad o al medio ambiente.
- Demostrar un compromiso gerencial continuo a la prevención de accidentes y a la seguridad personal.

El resultado de las inspecciones y auditorías deberá ser archivado y el ejecutor de las mismas será responsable del seguimiento respectivo.

e.- Capacitación y entrenamiento

Un trabajador competente se define como “calificado, adecuadamente entrenado y con suficiente experiencia para realizar un trabajo en forma segura”. 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.

f.- Prácticas y procedimientos de trabajo

Ciertas prácticas y procedimientos son vitales para trabajar en forma eficiente y segura.

Las prácticas y procedimientos de trabajo identifican entre otras cosas, normas mínimas de seguridad personal y prevención de accidentes que deben ser seguidas, como el uso obligatorio de equipos de protección personal, permisos requeridos, métodos de bloqueo, protección del medio ambiente, etc.

El objetivo principal de estas prácticas y procedimientos es brindar al usuario referencias importantes que permitan que un trabajo se realice en forma eficiente y segura.

g.- Protección al medio ambiente

Se ha planteado un plan de manejo ambiental, donde se incluye las acciones y reglamentos específicos que deberán seguir todos los empleados y contratistas, respecto de las medidas de mitigación ambiental para las distintas actividades del proyecto.

La entidad pública por su parte, reconoce sus responsabilidades respecto a la preservación del medio ambiente

y se compromete a minimizar el impacto ambiental negativo de sus operaciones y servicios.

h.- Equipos de protección personal

Los equipos de protección personal tienen un papel importante en la prevención de accidentes como segunda línea de defensa. El uso de cascos, anteojos de protección y zapatos de seguridad será obligatorio en aquellos lugares donde los riesgos específicos han sido identificados. El uso de otros elementos, para protección auditiva, máscaras y guantes, pueden ser requeridos según las prácticas y procedimientos de cada uno de los componentes del proyecto.

En todos los casos, el uso de dichos elementos no sustituye las prácticas y procedimientos de trabajo seguro. El uso de equipo de protección personal siempre es una medida temporaria para controlar los riesgos que técnicas de ingeniería o procedimientos de trabajo seguro no sean capaces de eliminar en forma práctica.

i.- Preparación y respuesta de emergencias

Los eventos que tengan el potencial de causar daños personales o la liberación no controlada de sustancias peligrosas deben considerarse en la planificación de cualquier trabajo. Esta planificación debe incluir procedimientos efectivos para casos de emergencia y situaciones impredecibles.

4.11.10.6.3 Subprograma de contingencias

El Plan de contingencia define las medidas a tomar para prevenir o mitigar ante 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 pudieran dar por fallas humanas, las cuales no pudieron ser previstas en el PMA.

Durante la construcción del proyecto el ejecutor, a través de su unidad de contingencia, será el responsable de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse (accidente laborales, incendios, sismos, etc). En esta etapa la unidad estará conformada por el personal de obra.

a.- Implementación del programa de contingencia

El propósito de las directivas del Plan de Contingencia Ambiental es el de proporcionar un control general e indicar las acciones y el procedimiento durante cada una de las condiciones de emergencia ambiental, para mitigar los efectos de eventos peligrosos.

a.1.- Capacitación del personal

Se deberá contar con un ingeniero de seguridad laboral, el cual brindará información al personal de construcción, operación y mantenimiento para que manejen las situaciones de emergencia de una forma rápida, efectiva y eficiente, capacitándolo para que puedan brindar primeros auxilios en el caso que se requiera.

Asimismo, en la capacitación que se les brinda se debe incluir el reconocimiento, identificación y señalización de las áreas susceptibles de ocurrencia de fenómenos como huaycos, deslizamientos de roca, etc.

Se deberá asignar en cada brigada de trabajo a un encargado del Programa de Contingencia, quien estará a cargo del rescate o auxilio e informará a la central del tipo y magnitud del desastre.

a.2.- Equipos contra incendios

Se debe tomar las medidas adecuadas para prevenir cualquier tipo de desastre, se contará con equipos contra incendios (extintores), en todas las áreas del campamento, patio de máquinas, zarandeo y canteras.

a.3.- Instrumentos de primeros auxilios

Se considera que se debe tener disponible medicamentos para poder brindar los primeros auxilios en caso que se presente algún accidente, camillas, vendajes. Estos instrumentos deben estar en las diversas instalaciones provisionales que se acondicionen para el proyecto.

a.4.- Implementos y medios de protección personal

La empresa contratista deberá entregar a cada obrero implementos y medios de protección personal, los cuales deberán cumplir con las condiciones mínimas de calidad, es decir, resistencia, durabilidad, comodidad y otras.

b.- Medidas de contingencia por ocurrencia de derrumbes

La zona de influencia del proyecto se caracteriza por frecuencia de lluvias entre los meses de noviembre y abril. Por ello, existen riesgos de derrumbes en algunos tramos durante la construcción de la carretera.

Para prevenir, se deberá instruir al personal de la obra sobre la identificación de las zonas vulnerables, información sobre posibles rutas de escape ante eventualidad de estos fenómenos. Se debe señalar respectivamente estos lugares, siendo esta de preferencia de carácter visual, basándose en carteles con símbolos alusivos como una de las alternativas.

c.- Medidas de contingencia por ocurrencia de accidentes laborales

Debido a errores humanos (fortuitos por negligencia) o fallas mecánicas de los equipos utilizados, siempre hay riesgos potenciales de accidentes laborales durante las actividades del proyecto, ya sean estas realizadas manualmente o mediante la operación de vehículos y maquinaria pesada. La rápida actuación ante un accidente puede evitar el empeoramiento de las posibles lesiones que padezca, llegando incluso hasta salvar vidas.

Por consiguiente, se debe capacitar al personal en los factores de riesgos ocupacionales que causan accidentes e incidentes de trabajo y registro de accidentes. La capacitación de riesgos ocupacionales deberá estar siendo supervisada por un profesional capaz de identificar estos riesgos y tomar medidas preventivas y correctivas en corto y mediano plazo.

d.- Medidas de contingencia por ocurrencia de incendios

La ocurrencia de incendios durante la etapa de construcción del proyecto, se deberá básicamente a la inflamación de combustibles, accidentes operativos de maquinaria pesada y unidades de transporte, accidentes fortuitos (corto circuito) en las instalaciones temporales habilitadas y otros. En general todos los frentes de trabajo son potencialmente susceptibles de sufrir este tipo de contingencia.

Se deberá capacitar al personal para una respuesta rápida en caso de incendios, y dar uso de los extinguidores, los cuales se encontrarán en las instalaciones del proyecto y en cada maquinaria o vehículo de transporte, todos estos contarán con un extinguidor para fuegos de clase A.B y C. También se ha visto conveniente conformar una brigada a la que se le informará este tipos de contingencias y la cual estará capacitada para actuar frente a estos acontecimientos.

4.11.10.7 Programa de abandono y cierre

Se debe tener en cuenta que en un plan de cierre, toda obra o área intervenida por el proyecto debe ser restaurada, como una forma de evitar cualquier impacto negativo después de concluida la vida útil del proyecto.

Un plan de cierre contempla una restauración ecológica, morfológica y biológica de los recursos naturales afectados, tratando de devolverle la forma que tenía la zona antes de iniciarse el proyecto, o en todo caso mejorarla; una vez concluida la vida útil del proyecto.

El objetivo de este plan es proteger el ambiente frente a los posibles impactos que pudieran presentarse cuando se concluya la construcción de la carrera, cuando haya cumplido su vida útil o cuando la empresa de prestación de servicios decida cerrar las operaciones. Asimismo, restablecer como mínimo a las condiciones iniciales las áreas ocupadas por el proyecto.

Por lo tanto, el cierre y desmantelamiento de las instalaciones deberá realizarse, en lo posible, sin afectar al medio ambiente de las área de servidumbre e influencia de su recorrido y sobre todo una vez finalizada esta fase dejar el ambiente natural sin alteraciones notables y en lo posible como estaban momentos antes de iniciadas las obras de construcción.

4.11.10.7.1. Obligaciones en el plan de cierre

Informar oportunamente a las autoridades y poblaciones ubicadas en el área de influencia sobre el cierre de operaciones, y sobre las consecuencias positivas o negativas que ello acarreará.

Desmantelar ordenadamente los componentes diversos de las instalaciones, pudiendo efectuar la venta para diversos usos y transferencia de equipos, locales y la liquidación final, cumpliendo con las disposiciones legales.

4.11.10.7.2. Medidas de restauración

A continuación, se describen todas las actividades para reacondicionamiento de las áreas intervenidas:

a.- Lugar de depósito de materiales excedentes

- La materia orgánica guardada adecuadamente, podrá ser utilizada durante la revegetalización de la superficie del lugar de disposición de materiales excedentes. De requerirse mayor cantidad de elementos vegetales, deberá utilizarse especies nativas similares a las que se encuentran en áreas aledañas.
- El material excedente no debe perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario; asimismo, no debe colocarse sobre laderas que tengan dirección hacia los ríos o cualquier curso de agua.
- La disposición de los materiales excedentes será realizada de manera tal, que se evite al máximo la emisión de material particulado, si se considera pertinente se debe humedecer adecuadamente el material transportado y depositado a fin de reducir dichos efectos.
- Al momento de culminar la obra, las zonas de los botaderos deberán compactarse, de manera que guarde armonía con la morfología existente del área.

b.- Campamento de obra

Las actividades a realizar para la restauración del área afectada por la instalación y operación del campamento, son:

- Finalizada la construcción de la obra, las instalaciones del campamento serán demolidas y desmanteladas. Todo el material excedente y/o desmonte será dispuesto adecuadamente, de acuerdo al caso, en las áreas de depósito de material excedente.

- Para la readecuación del área consignada para campamento de obra, se utilizará el material vegetal y/o materia orgánica, producto de la remoción de los suelos durante la instalación.
- El área utilizada por las construcciones provisionales, debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trazos de madera, etc; sellando si lo hubiese, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe.
- Todo material reciclable podrá ser entregado a las comunidades cercanas en calidad de donación.
- Una vez desmanteladas las instalaciones y vías de acceso, se procederá a escarificar el suelo, y a readecuarlo a la morfología existente del área, en lo posible a su estado inicial, pudiendo para ello utilizar la vegetación y material orgánico reservado anteriormente.

c.- Patio de máquina, vehículos y equipos

Finalizada la construcción de la obra, se procederá al desmantelamiento del patio de maquinarias. En el proceso de desmantelamiento, se deberá hacer un levantamiento y demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y su posterior traslado a los lugares establecidos como DME. El área utilizada por las construcciones provisionales, debe quedar totalmente limpia de basura, papeles, trozos de madera, etc; sellando si lo hubiese, pozas de tratamiento de aguas negras y el desagüe.

d.- Cantera de cerro

Durante el abandono de las área intervenidas en las canteras se deberá prever que los cortes finales tengan el talud adecuado, de acuerdo a las características del material, recomendándose el talud 2:1 (V: H). Asimismo, será necesario el renivelado de todo material excedente de la explotación de las canteras, adecuándolas a la geomorfología del entorno hasta una

profundidad de 0.30 m, así como realizar el peinado, alisado o redondeo de taludes para suavizar la topografía y evitar posteriores procesos erosivos, sedimentación, inestabilidad de taludes y deslizamiento.

4.11.10.8 Programa de inversiones

Una vez explicadas las medidas a adoptar en el plan de manejo ambiental, para evitar y/o mitigar los impactos negativos sobre el medio ambiente en el área de influencia del proyecto, a continuación se especifica la inversión necesaria para la implementación del PMA.

En el siguiente cuadro, se describen las principales actividades de presupuesto que tendrán que ser ejecutadas por la empresa con la finalidad de que se cumpla todas las medidas especificadas en el PMA.

CUADRO N° 06: Presupuesto para la Implementación de la Estrategia de Manejo Ambiental

ACTIVIDAD	MEDIDA	COSTO (S/.)
Etapas de construcción		
Manejo de residuos sólidos de construcción	Contenedores	9500.00
Señales ambientales	Señales	3839.04
Revegetación	Plantones	3280.85
Monitoreo en:		
Calidad del agua	Monitoreo	3280.85
Calidad del aire	Monitoreo	3570.85
Calidad del ruido	Monitoreo	427.50
Recursos para respuestas ante emergencias	Global	58225.44
Equipos de protección personal	Global	36408.68
Equipos de protección colectiva	Global	2732.51
Capacitaciones en :		
Manejo de residuos sólidos		6623.35
Seguridad	Capacitaciones	6623.35
Educación ambiental	Capacitaciones	6623.35
Prevención de pérdidas y contingencias	Capacitaciones	6623.35
Seguridad y salud ocupacional	Capacitaciones	6623.35
Control y prevención de riesgos laborales	Capacitaciones	6623.35
Medidas de contingencias	Capacitaciones	6623.35
Etapas de funcionamiento		
Capacitaciones en :		
Educación ambiental	Capacitaciones	6623.35
Subtotal S/.		174252.55

Fuente: Elaboración propia.

4.11.10.9 Cronograma de actividades

A continuación se presenta el cronograma de actividades a desarrollarse, estas actividades han sido especificadas en los diferentes programas y subprogramas pertenecientes al plan de manejo ambiental.

CUADRO N° 07: Cronograma de actividades de la Estrategia de Manejo Ambiental

PROGRAMAS Y SUBPROGRAMAS	MEDIDAS	CRONOGRAMA						
		AL INICIO	DIARIA	INTER DIARIA	SEMANAL	MENSUAL	TRIMESTRAL	AL FINAL
Programa de medidas preventivas, mitigadoras y correctivas								
Subprograma de manejo de residuos sólidos	Capacitaciones	x			x			
	Contenedores	x	x					
Subprograma de protección de recursos naturales	Señal ambiental							x
Subprograma de seguridad motivo del EIA	Capacitaciones	x	x					
Subprograma de control y prevención de la producción de material particulado, gases y ruido	Riego por asperción			x				
	Mantenimiento de vehículos						x	
Programa de monitoreo ambiental	Monitoreo del agua	x					x	
	Monitoreo de la calidad del aire						x	
	Monitoreo de nivel sonoro						x	
Programa de asuntos sociales								
Sub programa de relaciones comunitarias	Reunión	x				x		
Subprograma de contratación de mano de obra local	Comunicado por radio	x						
	Reunión	x						
Subprograma de participación ciudadana	Capacitación	x				x		
	Buzón de sugerencias	x	x					

Programa de educación ambiental.	Capacitación	x	x					
Programa de capacitación ambiental y seguridad	Capacitación	x	x					
Programa de prevención de pérdidas y contingencias								
Subprograma de salud y seguridad ocupacional	Capacitación	x	x					
	Equipos de protección personal	x	x					
	Equipos de protección colectiva	x	x					
Subprograma de prevención y control de riesgos laborales	Capacitación	x	x					
	Inspecciones					x		
Subprograma de contingencias	Capacitación	x		x				
	Equipos contra incendios	x	x					
Programa de abandono y cierre	Revegetación							x

Fuente: Elaboración propia.

4.11.11 Plan de compensación ambiental

Las medidas compensatorias producen un beneficio ambiental para compensar un impacto negativo de difícil solución. De esta manera y dado en el presente proyecto, la valoración cuantitativa de los impactos ambientales arroja resultados de impactos medios y bajos, las medidas compensatorias que se desarrollen estarán compensando la totalidad de los impactos con toda la seguridad.

De esta manera, como medidas compensatorias a las afecciones ambientales derivadas de las actividades que se llevan a cabo dentro del proyecto se proponen:

4.11.11.1 Siembra de especies nativas

De acuerdo a la evaluación de impacto ambiental, se observa que en el área de estudio, en cuanto a la flora, la especie que más predomina es el eucalyptus (eucalipto), por lo tanto se determina realizar la siembra de este en las diferentes áreas cercanas a la carretera, con la finalidad de que por medio de siembra de este, se busque la mayor captura de dióxido de carbono como medida compensatoria de los impactos ambientales por emisiones de vehículos que transiten por el proyecto.

4.11.11.2 Propuestas de paisajismo

En el marco del desarrollo de la cultura de sensibilización y educación ambiental que se plantea, se propone la entrega de semillas de flores a los representantes de los lugares de las zonas del proyecto, que éstas una vez germinadas serán sembradas en espacios adecuados para la mejora de la calidad del paisaje en la zona del proyecto.

4.12. ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN

4.12.1. Señales restrictivas o de reglamento

Las señales reglamentarias a utilizarse en el presente proyecto son las siguientes:

a. (R-30) Señal Velocidad Máxima

Se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos. En el caso de nuestro proyecto se indicará la velocidad máxima al inicio y fin del tramo (30 km/h).

4.12.2. Señales preventivas

Las señales preventivas a utilizarse en el presente proyecto son las siguientes:

a. (P-5-2B) Señal curva en “U” a la izquierda

Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal en “U” hacia la izquierda.

b. (P-5-2A) Señal curva en “U” a la derecha

Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal en “U” hacia la derecha.

c. (P-1B) Señal curva pronunciada a la izquierda

Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal pronunciada hacia la izquierda.

b. (P-1A) Señal curva pronunciada a la derecha

Esta señal advierte al conductor la proximidad de una curva horizontal pronunciada hacia la derecha.

4.12.3. Señales de información

Las señales informativas a utilizarse en el presente proyecto son las siguientes:

a. Señal de localización

Servirán para indicar poblaciones o lugares de interés tales como: ríos, poblaciones etc. Serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

b. (I-2A) Hito kilométrico

Se utilizará para indicar al usuario de la distancia al punto de origen de la vía. Se colocarán a intervalos de 1 km.

V. DISCUSIÓN

Uno de los estudios principales para determinar las características de la vía a diseñar es el estudio de tráfico. Al encontrarnos con un proyecto de apertura de carretera, se definió la metodología a utilizar, la cual consistía en realizar el mencionado estudio en los puntos más cercanos a la obra, dichos puntos fueron dos, a los cuales denominamos Estación Cruce Chacaf (N 9287271 y E 737747) y Estación Aduñac (N 9288504 y E 735951) de los cuales se eligió el mayor resultado del tránsito proyectado en 10 años, dicho resultado fue de 168 vehículos, , por lo que al no pasar los 200 veh/día se garantiza que el proyecto a desarrollar se trata de una trocha carrozable.

Para la elección de la ruta más óptima se tuvieron dos opciones, la primera alternativa que consta de 7.6 km de longitud, 5 alcantarillas, 1468 beneficiados y pendientes del 7 al 10% y la segunda alternativa que comprende 8.17 km de longitud, 5 alcantarillas, 1468 beneficiados y pendientes de 8 - 14%. Realizado el análisis, la primera alternativa resultó la más óptima, ya que con esta se busca obtener el menor costo del proyecto, beneficiar a la mayor cantidad de personas y tener el menor impacto en el medio ambiente.

En los estudios de suelos, se obtuvieron resultados en donde se aprecia que la calidad de la subrasante es buena del tramo 0+000 - 2+820 y de mala calidad en el tramo 2+820 - 7+600, por consiguiente se plantea la mejora de este tramo por medio de la incorporación de aditivo TerraZyme en un espesor de suelo de 0.15m. Se da a conocer que en todo el tramo de la carretera los suelos constan de arcillas, limos y arenas arcillosas.

En el diseño geométrico, debido a que el proyecto se encuentra en una zona que cuenta con topografía accidentada - escarpada y por ende tiene pendientes pronunciadas, se adoptó para el proyecto que la pendiente máxima sea del 10% tal como se indica en el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2018. A su vez, cabe indicar que se ha utilizado un radio mínimo de 25m debido a las características del vehículo de diseño (B2) y del tipo de terreno en el que se encuentra el proyecto.

En el estudio de canteras, estas se encuentran en el mismo distrito de Cutervo, cantera Rayme (E 741469.07 y N 9289988.13) para la extracción de agregado grueso y Cantera El verde (E 742064.72 y N 9296815.08) para la extracción de agregado fino y afirmado,

siendo estas propiedad de la municipalidad distrital de Cutervo, la cual nos ha brindado los permisos necesarios para poder disponer de los materiales.

En el diseño del pavimento (afirmado), una vez calculado el ESAL de diseño según nuestro estudio de tráfico y contando con el resultado del CBR de la subrasante, se procedió a obtener el espesor de la capa de afirmado a utilizar, según las normas AASHTO, dando como resultado un espesor de afirmado de 20cm. Dicho resultado obtenido por fórmula es similar al mostrado en el catálogo AAHSTO, en donde se muestra el espesor del pavimento para un número de ejes equivalentes menores a 25000 y de acuerdo al CBR de la subrasante, siendo también el espesor de pavimento de afirmado de 20cm.

En el diseño de obras de arte, el material que se utilizará para las alcantarillas será de tubería PRFV, por ser de alta resistencia mecánica, no requieren de mantenimiento, mayor vida útil, totalmente hermética y fácil manipuleo e instalación, cabe indicar que se ubicaron alcantarillas de alivio cada 250 metros, llevando una concordancia entre la distancia de ubicación y topografía del terreno. En cuanto a las cunetas, el caudal de diseño es menor que el caudal máximo que pueden soportar las dimensiones mínimas según el Manual de Carreteras – Hidrología, Hidráulica y Drenaje, por tal motivo se asumió las dimensiones mínimas del manual (0.80m x 0.40m). Para muros de contención, se ubicó estos en zonas en donde se necesita relleno superior a 1.50 m para llegar al nivel de la rasante de la carretera y así poder dar la pendiente adecuada a la vía según diseño, cabe resaltar que los muros varían en alturas que van desde los 3 a 4.50 metros.

Por último, en lo referente al costo del proyecto, se realizaron cotizaciones sobre el precio de los materiales en las ciudades de Cutervo, Chiclayo, Pacasmayo y Lima a los cuales se les añadió su respectivo flete, previamente calculado, en donde se puede observar que a menor distancia los precios disminuyen considerablemente en cada material.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se eligió la ruta más favorable, la cual viene a ser la alternativa 01. Su longitud es de 7.6 km, 0.57 km menor que la segunda alternativa, tiene menor pendiente por ende menor volumen de movimiento de tierras y menor longitud de muros de contención.

Mediante el proyecto, se beneficiará directamente a una población de 1468 habitantes pertenecientes a las localidades del proyecto, ya que se generará acceso entre pueblos, se reducirá el costo de traslado de productos hacia los principales mercados, se generará empleo y se tendrá acceso en buen estado hacia los principales centros de salud y educación, llevando así a la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

En el estudio de tráfico, el IMDA proyectado en un periodo de 10 años es de 168 vehículos, considerando una tasa de crecimiento poblacional de 0.90 y de PBI del 7.10, por lo que se considera que es una trocha carrozable.

Se desarrolló el diseño geométrico del proyecto, en donde las características más resaltantes que se consideraron fueron: pendiente máxima del 10%, radio mínimo de 25m, velocidad máxima de 30km/h, ancho de bermas de 0.50m y ancho de calzada de 6m. Cabe mencionar que el vehículo de diseño utilizado es el B2.

En los estudios de suelos, se obtuvo un CBR de buena calidad entre los tramos 0+000 - 2+820 y un CBR de baja calidad entre los tramos 2+820 - 7+600, por lo que se propone la mejora de dicho tramo mediante la aplicación de aditivo TerraZyme con un espesor de capa de 15cm. Cabe resaltar que el tipo suelo predominante en el proyecto es arcilla, limo y arena arcillosa.

Se desarrolló el diseño de pavimento, el cual será afirmado, en donde se obtuvo un espesor de 20cm en todo el tramo de la carretera.

En el estudio hidrológico, se utilizó la información brindada por la estación Cutervo para obtener posteriormente los caudales de diseño, para el cual se

consideraron periodos de retorno de 2 a 200 años y se utilizó el indicado según el tipo de estructura a diseñar.

En el diseño de obras de arte, las alcantarillas diseñadas serán de tubería de PRFV con diámetros de 24", cunetas de sección triangular de 0.80 x 0.40m y muros de contención que varían entre alturas de 3 a 4.50 m.

Se han considerado dos depósitos de material excedente (DME) ubicados en las progresivas KM 2+0.57 y KM 5+764.

Para la extracción de agregados, se utilizará material de las canteras "El Rayme" y "El verde" la primera a una distancia de 15.75 km y la segunda a 18.45 km del proyecto, ambas se encuentran en el distrito de Cutervo y son propiedad del municipio.

En el estudio de señalización, se utilizaron 74 señales preventivas, 2 señales restrictivas, 8 señales informativas y 8 postes kilométricos.

Se desarrolló la evaluación de impacto ambiental, en donde determinó las actividades y factores del proyecto que se verán más afectados, tanto positiva y negativamente, garantizándose con las medidas previstas de mitigación un control efectivo de las condiciones ambientales tanto durante la ejecución de la obra propuesta como durante el funcionamiento de la misma.

Durante la funcionamiento de la obra, se traerá efectos beneficios para los centros poblados de la zona del proyecto y su área de influencia, ya que se verán beneficiadas en el aspecto salud y educación (facilidad de acceso y disminución de tiempo en el traslado a postas médicas y centros educativos), en la revalorización de sus bienes inmuebles y el incremento del comercio (facilidad del traslado de productos).

Los impactos ambientales potenciales negativos son de moderado y bajo nivel y se producirán principalmente durante la etapa de construcción de la carretera, siendo de particular importancia aquellos asociados a movimiento de tierras en cuanto a corte de material suelto y perfilado y compactado en zonas de corte, viéndose los factores de suelos, polvo, gases, ruido y flora (herbáceas) los más afectados.

Siendo el suelo, calidad del aire (polvo), gases, ruido y flora (herbáceas) los factores más afectados, en el plan de manejo ambiental se proponen las siguientes acciones y medidas que conduzcan a evitar, mitigar y/o minimizar estas implicancias negativas:

Factor suelo: Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados.

Las casetas temporales, campamentos y frente de obra deberán estar provistos de dos recipientes apropiados para la disposición y almacenamiento temporal de residuos sólidos.

Al finalizar la obra, se deberá desmantelar las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y además construcciones temporales, disponer los escombros en el DME y restaurar área de acuerdo a las características del paisaje circundante.

Factor polvo: Riego por aspersion con agua en todas las superficies de intervención del proyecto (canteras, DME, accesos y en la propia obra) de manera que éstas áreas mantengan el grado de humedad necesario para evitar, en lo posible, la producción de material particulado.

El transporte de materiales de la cantera a la obra y de esta al DME, deberá realizarse con la precaución de humedecer dichos materiales y cubrirlos con un toldo o malla húmeda.

Factor gases: Todos los vehículos y equipos utilizados en obra deben ser sometidos a un programa de mantenimiento y sincronización preventiva cada 03 meses, para reducir las emisiones de gases y utilizar equipos y maquinarias con motores de inyección y provistos de catalizadores.

El vehículo que no garantice emisiones dentro de los límites permisibles deberá ser separado de sus funciones, revisado, reparado o ajustado antes de entrar nuevamente al servicio del transportador;

en cuyo caso deberá certificar nuevamente que sus emisiones se encuentran dentro de los límites permisibles.

Emplear equipos y maquinarias con motores de inyección y provistos de catalizadores. Así mismo, utilizar combustibles de calidad certificada, con bajo contenido de azufre y plomo.

Factor ruido: A los vehículos se les prohibirá el uso de sirenas u otro tipo de fuentes de ruido innecesarias para evitar el incremento de los niveles de ruido.

Todos los vehículos deberán tener silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión.

Factor flora: Revegetación, se realizará el presente trabajo en 1.23 Ha. para no alterar el entorno paisajístico, se revegetalizará con plantas nativas de la zona.

Todas estas medidas irán acompañadas con campañas de capacitación tanto a trabajadores como a pobladores del lugar del proyecto.

Los impactos ambientales potenciales positivos de mayor relevancia, se producirán durante la etapa de construcción mediante la generación de empleo y comercio para los pobladores de las zonas del proyecto y durante la etapa de funcionamiento de la carretera, mediante el incremento de disponibilidad de servicios salud (postas), educación (escuelas) y por la mejora en el comercio (facilidad para el transporte de productos a los principales mercados).

Se realizó la determinación de los EPP a utilizar en el proyecto de acuerdo a la actividad a realizar los cuales se encuentran a mayor detalle en el anexo N° 07 correspondiente a salud y seguridad.

El costo total de la carretera, incluido obras preliminares, movimiento de tierras, afirmado, drenaje, obras complementarias, señalización y seguridad vial, protección ambiental, salud y seguridad y control de calidad, es de 7,364,409.19 nuevos soles, es decir de 969,001.2092 nuevos soles por kilómetro.

Se desarrolló el cronograma de avance de obra, en donde las partidas que conforman la ruta crítica son: Movilización y desmovilización de equipos, campamento provisional de obra, topografía y georeferenciación, desbroce y limpieza del terreno, corte de material suelto, excavación para estructuras, alcantarilla PRFV 24", relleno para estructuras y sobreexcavación para cunetas.

6.2. Recomendaciones

Antes de dar inicio a la ejecución de obra, el contratista deberá llevar a cabo una reunión con las autoridades de los caseríos y población beneficiaria en general a fin de comunicarles sobre el inicio de las obras, oportunidad de trabajo a los pobladores como mano de obra no calificada y de ser posible mano de obra calificada y utilización de los recursos y lugares de la zona (agua, áreas de campamento y DME, acceso a lugares de abastecimiento), para que así todos estén informados.

La empresa contratista debe llevar coordinaciones permanentes con las autoridades de los Centros Poblados beneficiados, a fin de mantener buenas relaciones y tener el apoyo por parte de estos.

Establecer claramente los parámetros y criterios que se deben tener en cuenta para elaborar correctamente los diseños. En este caso, para determinar el tipo de carretera, no solo se obtuvo mediante el conteo vehicular, sino que también se tuvo en cuenta el excedente exportable.

Previamente al inicio de actividades del estudio de mecánica de suelos se recomienda elaborar un plan de exploración, consultar los manuales del MTC y buscar información de instituciones relacionadas (INGEMMET, IGP, Etc)

Se debe ejecutar las actividades críticas según los tiempos programados a fin de no tener retraso o demora en el proyecto.

La compensación de volúmenes de corte y relleno debe realizarse utilizando la curva masa, ya que es una herramienta clave para el cálculo de secciones balanceadas y distancias de acarreo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Conesa, Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental, 4th ed. Madrid: Mundi - Prensa, 2010.
- [2] D. Gomez, Evaluación de Impacto Ambiental, 2nd ed. Madrid: Mundi - Prensa, 2013.
- [3] M. Pardo, La evaluación del impacto ambiental y social para el siglo XXI, 1st ed. Madrid: Editorial Fundamentos, 2002.
- [4] D+M Arquitectos S.A.C, Estudio de Impacto Ambiental Construcción Hospital III - Callao, Lima, 2010
- [5] D. Cusi, “Estudio de Impacto Ambiental de la carretera Pumamarca - Abra San Martín del distrito de san Sebastián”, Tesis de maestría, Universidad de Piura, 2012.
- [6] Asociación mundial de la carretera. 2014. Importancia de la conservación de carreteras, WORLD ROAD ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE. ISBN: 978-2-84060-351-1.
- [7] N. Garber y H. Lester, Ingeniería de tránsito y carreteras, 3rd ed. México: S.A. Ediciones Paraninfo, 2005
- [8] W. Ibañez, Costo y tiempo en carreteras, 2nd ed. Lima: Macro, 2010.
- [9] J. McCormac, Topografía, 5ta ed. México: Grupo Gen - TLC, 2000.
- [10] V. CHOW, Hidráulica de los canales abiertos, Santafe de Bogota: McGraw-Hill, 1998.
- [11] J. Mendoza Dueñas, Topografía, Lima: Facultad de Ingenieria Civil, 2007.
- [12] C. Kraemer et al. Ingeniería de Carreteras, 2nd ed. Madrid: Concepción Fernández, 2009.
- [13] E. Juarez Badillo y A. Rico Rodriguez, Mecanica de suelos, Mexico: Limusa, 1975.

- [14] D. Alcantara Garcia, Topografía, Mexico D.F: Fundacion ICA, 2001.
- [15] Banda y J. Zubiarte, "Diseño definitivo de la carretera Pandalle - Campo Florido – Montegrande - La Viña, de los distritos de Pimpingos y Santa Cruz, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca", Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016.
- [16] Y. Llanos y L. Castro, "Estudio definitivo de la carretera: El Rollo - La Unión - San Pedro del distrito de Choros, provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca", Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015.
- [17] R. Burga y O. Vertiz , Estudio definitivo de la carretera – puente Pósitos del Distrito de Túcume al Distrito de Morrope, Departamento de Lambayeque, Para obtener el título de Ingeniería Civil: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015.
- [18] Ministerio del Transporte. Ver_Ministerio del Transporte. Diagnóstico del Transporte 2011. <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=5608> (Consultada el 06 de septiembre de 2016)
- [19] D. Cursi Bravo, Estudio de Impacto Ambiental de la carretera Pumamarca - Abra San Martín del distrito de San Sebastián, Master en Gestión y Auditoría Ambiental: Universidad de Piura, 2012.
- [20] MANUAL DE CARRETERAS. “DISEÑO GEOMÉTRICO (DG - 2018)”. R.D. N° 028-2014-MTC/14 (Modificación 2014)
- [21] MANUAL DE CARRETERAS. “ENSAYO DE MATERIALES” .R.D. N° 18-2016-MTC/14
- [22] MANUAL DE CARRETERAS. “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN” (EG - 2013). R.D. N° 03-2013-MTC/14
- [23] MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNICA Y PAVIMENTOS”. R.D. N° 10-2014-MTC/14

- [24] MANUAL DE CARRETERAS. “HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE”. R.D. N° 3599-2008-MTC/14
- [25] Reglamento Nacional de Edificaciones. “G-050 Seguridad Durante la Construcción”. D.S N° 2009/VIVIENDA/VMVU-CPARNE
- [26] MTC. Ver_Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Cajamarca: Camino al Desarrollo 2011 - 2016.
https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/obras_mapas/Cajamarca.pdf (Consultada el 30 de agosto de 2016)
- [27] MTC. Ver_Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Plan Estratégico Institucional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2012 – 2016.
<https://www.mtc.gob.pe/portal/home/transparencia/PEI-MTC-2012-2016.pdf>
(Consultada el 03 de septiembre de 2016)
- [28] PVN. Ver_Provías Nacional. Intervenciones en la Red Vial Nacional 2015.
http://www.proviasnac.gob.pe/Archivos/file/vf_RVN_PERU_RTT_201504.pdf
(Consultada el 05 de septiembre de 2016)
- [29] Sánchez Di Natale, Fabiana. 2014. El 40% de la red vial nacional aún no está pavimentada. Perú21, 7 de enero, sección Economía.
- [30] Senado de la Nación. Ver_Versión Preliminar Sujeta a Modificaciones una vez Confrontado con el Expediente Original (S-1728/13). Proyecto de Comunicación.
www.senado.gov.ar/parlamentario/parlamentaria/336042/downloadPdf
(Consultada el 06 de septiembre de 2016)
- [31] Guia metodológica para la evaluación del impacto ambiental/Vicente Conesa Fdez.-Vítora. 4a ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2010

VIII. ANEXOS

ANEXO N° 01: Documentos

ANEXO N° 02: Estudio de mecánica de suelos

ANEXO N° 03: Estudio de canteras y fuentes de agua

ANEXO N° 04: Diseño de obras de arte

ANEXO N° 05: Metrados

ANEXO N° 06: Salud y seguridad

ANEXO N° 07: Rendimiento de maquinarias

ANEXO N° 08: Estudio económico

ANEXO N° 09: Programación de obra

ANEXO N° 10: Panel fotográfico

ANEXO N° 11: Planos