



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorrall, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

JOSE FÉLIX VALVERDE LLAJARUNA

ASESOR

Ing. LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

TRUJILLO -PERÚ

2017

JURADO

.....
Ing. Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas
Presidente

.....
Ing. Jorge Luis Meza Rivas
Secretario

.....
Ing. Luis Alberto Horna Araujo
Vocal

DEDICATORIA

A DIOS: Por su infinita sabiduría,
al guiarme diariamente por la ruta menos escabrosa.

A mi esposa: LUZ HAYDDÉ

Estructura del edificio familiar que construimos diariamente.

**A mis hijos: KAREN VIVIANA,
JOSE CARLOS JUNIOR Y FELIX EDUARDO**

Espejo para las nuevas generaciones y tesoros del baúl de nuestro espacio y tiempo.

A mis familiares y amigos: por su inmensa confianza y apoyo
para el logro de mis metas y objetivos, en cada emprendimiento.

José Félix Valvede Llajaruna

AGRADECIMIENTO

En el resultado final de la presente tesis, corresponde mi agradecimientos a múltiples personas, desde mi familia, docentes de la universidad, amigos y compañeros de estudios, pero ante todo a Dios por salvaguardarme con salud y bienestar, en este importante itinerario del periodo de mi vida.

De manera especial al señor Alcalde del distrito de Cachicadan, señor Víctor Quezada Pérez, por no dudar en proporcionarme la oportunidad de realizar los estudios e investigación en los caseríos de Casa Blanca Baja y Rayambal y su área de influencia y a las autoridades vecinales de la zona.

Al Ing. Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas, asesor metodológico, por su apoyo y orientación; al Ing. Luis Alberto Horna Araujo, asesor temático, por sus aportes, sabiduría y recomendaciones; quienes con sus conocimientos, su amplia experiencia, su paciencia y su motivación han permitido que se concluya la presente investigación con éxito.

Son muchas las personas que han formado parte en este particular trayecto del aprender de la Ingeniería Civil, por ello expreso públicamente mi agradecimiento a su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de este nuevo emprendimiento profesional, relacionado con la ciencia, la tecnología e investigación para el diseño, los cálculos, la dosificación, los resultados y la discusión.

Para los mencionados y para todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron con sus aportes, sus críticas constructivas y explicaciones, mil gracias, que Dios ilumine el cauce de sus vidas y su cotidiana actividad.

José Félix Valvede Llajaruna

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, José Félix Valverde LLajaruna, con DNI N° 17826188, en cumplimiento a las directivas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis titulada “**Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorrall, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad**”, son auténticos y ciertos.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier afectación, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 19 de Diciembre del 2017



José Félix Valverde LLajaruna

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la tesis titulada: **“DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA– INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO-INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD”**, con el propósito de contribuir a mejorar la transitabilidad y acceso de los habitantes de una parte de los caseríos de Casa Blanca Baja y de Rayambal e integrarlos permanentemente en toda época del año, por el noreste con el sector Tres Cruces, así como con los caseríos Casa Blanca Alta, Tambillo y Paccha hacia la localidad del distrito de Cachicadan y por el sureste con los sectores El Tingo y La Arenilla y la parte sur del caserío Rayambal, pasando por el sector El Capulí del caserío Santa Rosa comprensión del distrito de Angasmarca hasta llegar a la localidad del mismo nombre.

El presente estudio muestra los resultados para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, la cual ha sido diseñada teniendo en cuenta los manuales de carreteras, normas y directivas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; y como tesis ha sido desarrollada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, para obtener el Título de Ingeniero Civil.

Esperando haber cumplido con los requisitos de corresponden a la aprobación.

José Félix Valvede Llajaruna

INDICE GENERAL

Página del jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad	iv
Presentación	v
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	21
1.1. Realidad problemática.....	21
1.1.1. Aspectos generales.....	22
a.- Ubicación Política.....	22
b.- Ubicación Geográfica del proyecto.....	24
c.- Límites.....	25
d.- Condiciones climáticas.....	25
e.- Aspectos demográficos, sociales y económicos.....	26
f.- Accesibilidad al área del proyecto.....	27
g.- Infraestructura de servicios.....	27
h.- Servicios públicos existentes.....	29
i.- Servicio de agua potable.....	29
j.- Servicio de alcantarillado.....	29
k.- Servicio de energía eléctrica.....	29
l.- Otros servicios.....	29
1.2. Trabajos previos.....	30
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	31
1.3.1. Marco Teórico.....	31
1.3.2. Marco Conceptual.....	32
1.4. Formulación del problema.....	35

1.5. Justificación del estudio.....	35
1.6. Hipótesis.....	37
1.7. Objetivos.....	37
1.7.1. Objetivo general.....	37
1.7.2. Objetivos específicos.....	37
II: MÉTODO.....	38
2.1. Diseño de investigación.....	38
2.2. Identificación de variables y operacionalización.....	38
2.3. Población y muestra.....	39
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
2.5. Métodos de análisis de datos.....	40
2.6. Aspectos éticos.....	40
III. RESULTADOS.....	41
3.1. Estudio Topográfico.....	41
3.1.1. Generalidades.....	41
3.1.2. Ubicación.....	41
3.1.3. Reconocimiento de la zona.....	41
3.1.4. Metodología de trabajo.....	43
3.1.4.1. Personal.....	43
3.1.4.2. Equipos.....	43
3.1.4.3. Materiales.....	43
3.1.5. Procedimiento.....	44
3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona.....	44
3.1.5.2. Puntos de georreferenciación.....	45
3.1.5.3. Puntos de estación.....	47
3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos.....	48
3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico.....	48
3.1.6. Trabajo de gabinete.....	49
3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos.....	49

3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera.....	50
3.2.1. Estudio de suelos.....	50
3.2.1.1. Alcance.....	50
3.2.1.2. Objetivos.....	50
3.2.1.3. Descripción del proyecto.....	50
3.2.1.4. Descripción de los trabajos.....	52
3.2.2. Estudio de cantera.....	56
3.2.2.1. Identificación de cantera.....	57
3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera.....	57
3.2.3. Estudio de fuente de agua.....	58
3.2.3.1. Ubicación.....	58
3.2.4. Botadero.....	59
3.2.4.1. Ubicación.....	59
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte.....	59
3.3.1. Hidrología.....	59
3.3.1.1. Generalidades.....	59
3.3.1.2. Objetivos del estudio hidrológico.....	60
3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica.....	60
3.3.2.1. Información pluviométrica.....	60
3.3.2.1.1. Delimitación de la cuenca.....	60
3.3.2.1.2. Estudio de la cuenca.....	61
3.3.2.1.3. Determinación de los parámetros geométricos de la cuenca y sub cuencas....	62
3.3.2.1.4. Diagnóstico de la problemática.....	62
3.3.2.1.5. Estación meteorológica.....	62
3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas.....	64
3.3.2.3. Análisis estadísticos de la precipitación máxima en 24 horas.....	65
3.3.2.3.1. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel.....	65
3.3.2.3.2. Cálculo de variables estadísticas y de función.....	66
3.3.2.3.3. Determinación de la probabilidad de ocurrencia para la función de gumbel.	66

3.3.2.3.4. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables.....	67
3.3.2.3.5. Intensidad de lluvia a partir de PD, según duración de precipitación.....	68
3.3.2.3.6. Análisis de los datos de regresión.....	68
3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	70
3.3.3. Hidráulica y drenaje.....	72
3.3.3.1. Drenaje superficial.....	72
3.3.3.2. Diseño de cunetas.....	74
3.3.3.3. Diseño de alcantarillas.....	82
3.3.3.4. Diseño de Baden.....	87
3.3.4. Resumen de obras de arte.....	89
3.4. Diseño Geométrico de la carretera.....	90
3.4.1. Generalidades.....	90
3.4.2. Normatividad.....	90
3.4.3. Clasificación de las carreteras.....	90
3.4.3.1. Clasificación de acuerdo a su función.....	90
3.4.3.2. Clasificación de acuerdo a su demanda.....	90
3.4.3.2. Clasificación por su orografía.....	91
3.4.4. Estudio de tráfico.....	91
3.4.4.1. Generalidades.....	91
3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular.....	91
3.4.4.3. Determinación del índice medio diario anual (IMDA).....	92
3.4.4.4. Determinación del factor de crecimiento anual.....	94
3.4.4.5. Clasificación del tráfico según ejes equivalentes (E.E.).....	95
3.4.4.6. Diseño de afirmado.....	97
3.4.4.6.1. CBR de sub rasante.....	97
3.4.4.6.2. Categoría de subrasante.....	97
3.4.4.6.3. Espesor de afirmado.....	97
3.4.5. Parámetros básicos para el diseño.....	98
3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA).....	98

3.4.5.2. Velocidad de diseño.....	99
3.4.5.3. Radios mínimos.....	100
3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente.....	101
3.4.5.5. Distancia de visibilidad.....	101
3.4.6. Diseño geométrico en planta.....	103
3.4.6.1. Generalidades.....	103
3.4.6.2. Tramos en tangente.....	103
3.4.6.3. Curvas circulares.....	104
3.4.6.4. Curvas de transición.....	105
3.4.6.5. Curvas de vuelta.....	106
3.4.7. Diseño geométrico en perfil.....	107
3.4.7.1. Generalidades.....	107
3.4.7.2. Pendiente.....	107
3.4.7.3. Curvas verticales.....	108
3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal.....	111
3.4.8.1. Generalidades.....	111
3.4.8.2. Calzada.....	111
3.4.8.3. Bermas.....	111
3.4.8.4. Bombeo.....	112
3.4.8.5. Peralte.....	113
3.4.8.6. Taludes.....	114
3.4.8.7. Cunetas.....	115
3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural.....	115
3.4.10. Señalización.....	115
3.4.10.1. Generalidades.....	115
3.4.10.2. Requisitos.....	116
3.4.10.3. Señales verticales.....	117
3.4.10.4. Colocación de las señales.....	120
3.4.10.5. Hitos kilométricos.....	121

3.4.10.6. Señales en el proyecto de investigación.....	121
3.4.10.7. Resumen de señalización.....	124
3.5. Estudio de impacto ambiental.....	124
3.5.1. Generalidades.....	124
3.5.2. Objetivos.....	125
3.5.2.1. Objetivo General.....	125
3.5.2.2. Objetivos Específicos.....	125
3.5.3. Marco Legal.....	125
3.5.3.1. Constitución política del Perú.....	125
3.5.3.2. Código Civil.....	126
3.5.3.3. Decreto Legislativo N° 635, Nuevo Código Penal.....	126
3.5.3.4. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611.....	126
3.5.3.5. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental.....	126
3.5.3.6. Reglamento de la Ley 27446 del SNEIA.....	127
3.5.3.7. Ley marco para el Crecimiento de la Inversión Privada (D.L. N° 757).....	127
3.5.3.8. Normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción...	127
3.5.3.9. Reglamento de Organización y Funciones del MTC.....	128
3.5.3.10. Ley General de Residuos Sólidos.....	128
3.5.4. Secuencia del Estudio de Impacto Ambiental.....	128
3.5.5. Descripción del proyecto.....	128
3.5.5.1. Área de Influencia del proyecto.....	129
3.3.6. Diagnóstico Ambiental.....	129
3.5.6.1. Medio físico.....	129
3.5.6.2. Medio Biótico.....	130
3.5.6.3. Medio socioeconómico y cultural.....	130
3.5.7. Identificación de Impactos Ambientales.....	131
3.5.8. Evaluación de los Impactos Ambientales.....	134
3.5.9. Plan de manejo Ambiental.....	136
3.5.10. Conclusiones y recomendaciones.....	138

3.5.10.1. Conclusiones.....	138
3.5.10.2. Recomendaciones.....	139
3.6. Especificaciones técnicas.....	139
3.6.1. Obras preliminares.....	140
3.6.2. Movimiento de tierras.....	146
3.6.3. Afirmado.....	157
3.6.4. Obras de arte y drenaje.....	163
3.6.5. Señalización.....	171
3.6.6. Transporte de material.....	176
3.6.7. Mitigación de Impacto Ambiental.....	177
3.7. Análisis de costos y presupuestos.....	179
3.7.1. Resumen de metrados.....	180
3.7.2. Presupuesto general.....	181
3.7.3. Cálculo de partida costo de movilización.....	183
3.7.4. Desagregado de gastos generales.....	184
3.7.5. Análisis de costos unitarios.....	185
3.7.6. Relación de insumos.....	198
3.7.7. Fórmula polinómica.....	199
IV. DISCUSIÓN.....	200
V. CONCLUSIONES.....	202
VI. RECOMENDACIONES.....	203
VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	204
ANEXOS.....	206

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Número de calicatas para exploración de suelo.....	52
Cuadro 2: Número de ensayos de CBR.....	52
Cuadro 3: Ubicación de la Estación Hidrológica.....	63
Cuadro 4: Periodos de retorno para el diseño de obras de drenaje.....	73
Cuadro 5: Velocidad máxima de agua.....	74
Cuadro 6: Aliviaderos proyectado.....	83
Cuadro 7: Presentación de tuberías de sección circular.....	85
Cuadro 8: Factor Vehicular Pesado – C2.....	96
Cuadro 9: Numero de repeticiones acumuladas de Ejes Equivalentes.....	96
Cuadro 10: Categorías de Subrasante.....	97
Cuadro 11: Espesores de afirmado en mm, valores de CBR vs. EE.....	98
Cuadro 12: Velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera.....	99
Cuadro 13: Radios mínimos para vías en área rural.....	100
Cuadro 14: Ancho mínimo de calzada en tangente.....	101
Cuadro 15: Distancia de visibilidad de parada en metros.....	102
Cuadro 16: Distancia de visibilidad de adelantamiento.....	103
Cuadro 17: Longitud en tramos en tangente.....	104
Cuadro 18: Valores del Radio Mínimo para velocidades específicas de diseño.....	105
Cuadro 19: Radios que permiten prescindir de la curva de transición.....	106
Cuadro 20: Pendientes máximas.....	108
Cuadro 21: Ancho de bermas	112

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización del proyecto.....	23
Figura 2: Departamento La Libertad.....	23
Figura 3: Provincia de Santiago de Chuco.....	23
Figura 4: Distrito de Cachicadán.....	24
Figura 5: Vista satelital carretera desvío Comarsa – Intersección Calorco Ingacorral..	25
Figura 6: Ubicación de calicatas.....	53
Figura 7: Símbolos gráficos para suelos – SUCS.....	56
Figura 8: Ubicación de cantera “la curva del diablo”.....	57
Figura 9: Determinación de la cuenca.....	61
Figura 10: Determinación de ríos en subcuencas.....	62
Figura 11: Información Pluviométrica de la Estación Cachicadan.....	64
Figura 12: Precipitación máxima en 24 horas.....	65
Figura 13: Curva IDF de la cuenca.....	71
Figura 14: Dimensiones mínimas de cunetas triangular típica.....	75
Figura 15: Sección de las cunetas.....	81
Figura 16: Relaciones geométricas para secciones circulares.....	84
Figura 17: Sección de alcantarilla de alivio.....	86
Figura 18: Calculo Hidráulico mediante software H canales.....	86
Figura 19: sección longitudinal del badén a lo largo de la carretera.....	87
Figura 20: sección transversal del badén.....	88
Figura 21: sección del badén aceptada.....	88
Figura 22: Gráfico de conteo de vehículos.....	92
Figura 23: Puntos de conteo vehicular.....	92
Figura 24: Simbología de la curva circular.....	104
Figura 25: Curvas verticales.....	108
Figura 26: Inclinación de bermas.....	112
Figura 27: Señales reguladoras.....	118

Figura 28: Señales preventivas.....	119
Figura 29: Señales informativas.....	119
Figura 30: Ejemplo de señales informativas.....	120
Figura 31: Angulo de colocación de señales.....	121
Figura 32: Velocidad máxima.....	122
Figura 33: Señal de curva.....	123
Figura 34: Señales informativas.....	123
Figura 35: Postes kilométricos.....	124

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población total por área urbana y rural.....	26
Tabla 2: Población económicamente activa.....	27
Tabla 3: Accesibilidad al área del proyecto.....	27
Tabla 4: Población según nivel educativo alcanzado.....	28
Tabla 5: Población total por aflicción a algún tipo de seguro de salud.....	29
Tabla 6: Operacionalización de variables.....	39
Tabla 7: Alcantarillas existentes.....	45
Tabla 8: Coordenadas de los puntos de estación.....	48
Tabla 9: Ubicación de calicatas en coordenadas.....	53
Tabla 10: Resumen de análisis de EMS de las calicatas.....	55
Tabla 11: Resultado de EMS de la cantera.....	58
Tabla 12: Resumen de las características de la cantera.....	58
Tabla 13: Serie histórica de precipitación máxima en 24 horas.....	63
Tabla 14: Precipitación máxima en 24 horas.....	64
Tabla 15: Distribución de Gumbel.....	65
Tabla 16: Función de distribución de Gumbel.....	67
Tabla 17: Coeficiente para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas.....	67
Tabla 18: Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias.....	68
Tabla 19: Intensidad de lluvia a partir de PD, según duración y frecuencia.....	68
Tabla 20: Intensidad – Duración – Periodo de retorno de 2 años.....	69
Tabla 21: Intensidad- Duración – Periodo de retorno 500 años.....	69
Tabla 22: Resumen de la aplicación de Régimen Potencial I-D-PR.....	70
Tabla 23: Regresión potencial.....	70
Tabla 24: Intensidad – Tiempo de duración.....	71
Tabla 25: Dimensiones mínimas.....	75
Tabla 26: Velocidad máxima de agua.....	76
Tabla 27: Dimensiones mínimas en Perú.....	77

Tabla 28: Talud (V: H) interior de cunetas.....	77
Tabla 29: Taludes apropiados para distintos tipos de material.....	78
Tabla 30: Calculo de diseño de caudales para cunetas.....	79
Tabla 31: coeficiente de escorrentía en pendiente de terreno.....	80
Tabla 32: Coeficientes de escorrentía en tipo de superficie.....	80
Tabla 33: verificación de dimensiones de las cunetas.....	82
Tabla 34: Velocidad máxima de agua.....	82
Tabla 35: Calculo de Diseño- Caudales para aliviaderos.....	83
Tabla 36: Cálculo de diseño –Caudales para badenes.....	88
Tabla 37: Verificaciones de dimensiones del Badén.....	89
Tabla 38: Resumen de cantidad de obras de arte.....	89
Tabla 39: Resumen del conteo y volumen de tráfico-Julio/2017.....	91
Tabla 40: Índice medio diario aplicando factor de corrección.....	93
Tabla 41: Índice medio diario.....	94
Tabla 42: Numero de repeticiones de EE.....	96
Tabla 43: Valores de bombeo en calzada.....	113
Tabla 44: Valores de peralte máximo.....	113
Tabla 45: Valores referenciales para taludes en corte (H:V).....	114
Tabla 46: Valores referenciales para taludes en relleno (V:H).....	114
Tabla 47: Resumen del Diseño Geométrico de la carretera.....	115
Tabla 48: Cantidad de tipos de señalización.....	124
Tabla 49: Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales.....	135
Tabla 50: Resumen de los impactos ambientales positivos y negativos.....	139

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, se ha realizado debido a la importancia de tener una mejor accesibilidad e integración vial local, interdistrital y provincial, que conecte parte los caseríos de Casa Blanca Baja y de Rayambal con el Sector Tres Cruces, los caseríos de Casa Blanca Alta, Tambillo y Paccha, siguiendo al noroeste su recorrido hasta llegar a la localidad de Cachicadan; también para conectarse hacia el sureste con la parte sur del caserío Rayambal, el sector El Capuli, pasando por el caserío Santa Rosa hasta el distrito de Angasmarca, mejorando así la accesibilidad y actividad comercial entre los mencionado caseríos y distritos.

Se ha efectuado los estudios técnicos que comprende la investigación y el diseño para el mejoramiento de la carretera; analizándose en la zona de estudio, los impactos sociales, económicos y medioambientales; cumpliendo estrictamente los objetivos propuestos, realizando para ello: el estudio topográfico, el estudio de mecánica de suelos, el estudio hidrológico, el estudio de tráfico, el respectivo diseño geométrico para la vía, el estudio de impacto ambiental y el análisis de costos y presupuestos, aplicando los conocimientos de ingeniería adquiridos durante toda la carrera y la normativa aplicable y vigente del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

La carretera en estudio comprende una longitud de 7.600 km, cuyo tramo ha sido determinado mediante el estudio del levantamiento topográfico, el mismo que interconecta parte de los caseríos de Casa Blanca Baja y de Rayambal, por el noreste directamente el Sector Tres Cruces y el Caserío Casa Blanca Alta y por el sureste con el Sector El Tingo, La Arenilla y la parte sur del Caserío Rayambal.

El Estudio de Mecánica de Suelos, se ha realizado en concordancia a lo establecido por el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección: Suelos y Pavimentos (2014) y el Estudio Hidrológico de acuerdo al Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2014). En tanto que el Diseño Geométrico para el mejoramiento de Carretera en estudio, se ha utilizado el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 y además otros manuales y nomas emitidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

La presente tesis busca contribuir al desarrollo económico, social, educativo y cultural de los pobladores de la zona, así como en toda su área de influencia, con el propósito de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la zona, reducir el analfabetismo y disminuir la pobreza en la jurisdicción comprendida de la sierra liberteña.

Palabra clave: Carreteras, No pavimentadas, carretera a nivel afirmado.

ABSTRACT

The present thesis, has been carried out due to the importance of have better accessibility and local, interdistrict and provincial road integration, connecting the hamlets of Casa Blanca Baja and Rayambal with the Tres Cruces Sector, the hamlets of Casa Blanca Alta, Tambillo and Paccha, following the northwest until reaching the town of Cachicadan; also to connect to the southeast with the southern part of the Rayambal farmhouse, the El Capuli sector, through the Santa Rosa farmhouse to the district of Angasmarca, thus improving the accessibility and commercial activity between the mentioned villages and districts.

It has carried out the technical studies that include the investigation and the design for the improvement of the highway; analyzing the social, economic and environmental impacts in the study area; strictly fulfilling the proposed objectives, doing for it: the topographical study, the study of soil mechanics, the hydrological study, the study of traffic, the geometric design of the road, the study of environmental impact and the analysis of costs and budgets, Applying the engineering knowledge acquired during the entire career and the applicable and current regulations of the Ministry of Transport and Communications.

The road under study covers a length of 7,600 km, the section of which has been determined by means of the topographic survey, which interconnects part of the Casa Blanca Baja and Rayambal hamlets, by northeast directly the Tres Cruces Sector and the Casa Blanca Alta Caserio and by southeast with Sector El Tingo, La Arenilla and the southern part of the Rayambal Farm.

The Study of Soil Mechanics, has been carried out in accordance with the provisions of the Road Manual: Soils, Geology, Geotechnics and Pavements - Section: Soils and Pavements (2014) and the Hydrological Study according to the Road Manual: Hydrology, Hydraulics and Drainage (2014). While the Geometric Design for Road Improvement under study, the Road Manual has been used: Geometric Design of Roads DG-2014 and in addition other manuals and regulations issued by the Ministry of Transport and Communications.

This thesis seeks to contribute to the economic, social, educational and cultural development of the inhabitants of the area, as well as throughout its area of influence, which will improve the quality of life of the population, reduce illiteracy and reduce poverty in the jurisdiction included in the sierra liberteña.

Keyword: Roads, Unpaved, road at the affirmed level

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

Los poblados de los Caseríos Casa Blanca Baja y de Rayambal, sus Sectores y Anexos, ubicados en el distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, en la actualidad se vinculan por la Red Vial Local, que es una trocha carrozable, la misma que se construyó hace más de 15 años, sin ningún criterio técnico, con una longitud aproximada de 8 Km. En el año 1995, debido a la actividad minera, desarrollada por la Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A. (COMARSA), esta empresa impulsó la construcción de la **Carretera Coñachugo - COMARSA**, con la finalidad de transportar sus materiales, equipos y maquinarias, directamente su unidad de producción minera, sin pasar por las localidades de Santiago de Chuco, Cachicadán, Santa Cruz de Chuca y Angasmarca, y llegar al lugar donde realizan sus actividades y operaciones, en el menor tiempo posible; es así que desarrolló la carretera en mención a nivel de afirmado. Antes de existir la trocha carrozable, que intersecta a la carretera desvío a COMARSA, con parte del Caserío Casa Blanca Baja y del caserío Rayambal, sus Sectores y Anexos, hasta llegar a la intersección de la Carretera Calorco – Ingacorrall, los pobladores para dirigirse a los distritos de Cachicadán, Quiruvilca, Huamachuco, Santa Cruz de Chuca o Angasmarca, lo hacían mediante caminos de herradura, utilizando acémilas para el transporte de sus productos, hacia estas localidades, aún en la actualidad muchos de ellos utilizan este medio debido a que la trocha carrozable existente en el tramo desvío carretera a Comarsa – Intersección Carretera Calorco - Ingacorrall, no se encuentra en condiciones operativas para el ingreso de vehículos de carga, buses, camiones y otros, generando gran dificultad para trasladar los productos agropecuarios, forestales y ganaderos que se producen en la zona, por lo que implica un considerable incremento en el costo de los productos, por la falta de transporte vehicular. A esto se agrega la intransitabilidad en época de invierno, debido a que las lluvias perjudican enormemente la trocha actual, dejándolo completamente enlodado, por la falta de cunetas, subdrenes, badenes, alcantarillas, pendientes adecuadas o por la no construcción de muros de contención.

La trocha carrozable entre el desvío a Comarsa – Intersección Carretera Calorco - Ingacorrall, no reúne los parámetros necesarios para el servicio de transporte, al no estar diseñada y construida de acuerdo a las normas vigentes de Transporte Terrestre del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, la trocha en estudio cuenta con un ancho de vía entre 3 m y 3.5 m, el trazo de la carretera tiene pendientes moderadas que van desde 1% y pendientes normales que en algunos casos superan a 10%, además presenta curvas reducidas y en épocas de lluvias esta vía presenta baches pronunciados debido a que no cuenta con obras de arte, dificultando el paso de los vehículos y el deterioro de éstos.

Por falta de accesibilidad, podemos observar el escaso intercambio cultural, social y económico de los lugares en mención, dado que actualmente se comunican por trochas carrozables y caminos vecinales, cuyo estado de conservación es deficiente.

El mejoramiento de la carretera constituye una necesidad prioritaria para dichos poblados, que se inicia en el desvío carretera a COMARSA, cruzando por la quebrada denominada “Shalcarrosa” que es el tramo medianamente crítico por pequeñas declinaciones del terreno, pasando por una parte del Caserío de Casa Blanca Baja, hasta llegar al caserío de Rayambal, cuyo relieve del terreno en este tramo es semiplano, hasta llegar a la intersección de la carretera Calorco - Ingacorral, resultando un recorrido total de la carretera a mejorar de aproximadamente 8 km. El mejoramiento comprende corregir el deficiente trazo geométrico, el reducido ancho, la falta de cunetas, badenes, alcantarillas, etc., de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en el Manual de Carreteras -Diseño Geométrico DG-2014, Manual de Carreteras – Mantenimiento o Conservación Vial, Manual de Carreteras – Hidrología, Hidráulica y Drenaje, y un Programa de Afectaciones Prediales Voluntarias, para el ensanchamiento o nuevas rutas en algunos tramos, de ser necesario, con la finalidad de reducir el impacto ambiental a la población afectada, debido al mejoramiento de la obra vial, a través de una compensación justa por la afectación de sus predios, conforme a las normas legales vigentes, teniendo presente los conceptos de propiedad y posesión.

1.1.1. ASPECTOS GENERALES

a. Ubicación Política

El distrito de Cachicadán está situado en la cordillera occidental de los andes liberteños, precisamente en la falda del Apu (cerro) de la Botica, donde crecen plantas medicinales que fueron usadas por los milenarios Huaychucos. Esta colina está provista de posas con aguas termales que yacen en su interior, consideradas como las de mejor calidad del país por poseer una dificultosa mineralización, alta termalidad, riqueza radioactiva y cuantiosos recursos de curabilidad y prosperidad, ricas en hierro y magnesio de color rojiza, cuya temperatura es de 70 grados centígrados, determinada por la ciencia como medicinales, que son utilizadas para el tratamiento del reumatismo crónico y aún post infeccioso, casos dermatológicos que se aplican mediante baños que plácidamente lo disfrutaban sus habitantes, así como los turistas que lo visitan.

Según el geógrafo Xavier Pulgar Vidal esta ubicación corresponde a la región Quechua, entre los 75° - 80° de longitud occidental y de 0° - 5° de latitud sur.

El distrito de Cachicadán es uno de los ocho distritos que conforman la provincia de Santiago de Chuco, ubicada en el departamento de La Libertad, bajo la administración del Gobierno Regional de La Libertad, en el norte del Perú.

Políticamente el distrito fue creado bajo la Ley s/n del 3 de noviembre de 1900, en el gobierno del Presidente Eduardo López de Romaña.

Departamento: La Libertad

Provincia: Santiago de Chuco

Distrito: Cachicadán

Caseríos: Casa Blanca Baja y Rayambal

Figura 1.- Localización del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2.- Departamento de La Libertad



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 3.- Provincia de Santiago de Chuco



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 4.- Distrito de Cachicadán y sus caseríos



Fuente: Elaboración Propia.

b. Ubicación Geográfica del proyecto:

El distrito de Cachicadán, se ubica en el departamento La Libertad, provincia de Santiago de Chuco, dista de la ciudad de Trujillo aproximadamente en 183 Km. Cachicadán, pacífico y tranquilo, es un pueblo ubicado a 2,884 msnm. A los pies del cerro La Botica, al este del denominado barrio San Miguel, se localizan fuentes de aguas termales (“dos ojos”), ambos alimentados por afloramientos de agua ferruginosa, es decir muy rica en fierro y magnesio, siendo de compleja mineralización, alta termalidad y riqueza radioactiva, a donde concurren turistas de todas las naciones, debido a sus propiedades terapéuticas.

También en el caserío de Huacaz, a 2 km de la localidad de Cachicadán, existe fuentes de aguas termales “sulfurosas”, es decir en su contenido predomina el sulfuro, cuyas propiedades según los campesinos del lugar, son las de curar enfermedades de la piel, úlceras gástricas entre otros males, las cuales no son explotadas turísticamente hasta el momento.

La zona en la cual se desarrollará el proyecto se encuentra ubicada en el distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad. Los Caseríos de Casa Blanca Baja y Rayambal, se encuentra a 1.20 horas del distrito de Cachicadán.

Topografía

El territorio que tiene Cachicadán es accidentado está formado por estribaciones que son elevaciones, las cuales se han formado una tras otras llegando a formar cerros muy altos de 4,700 m.s.n.m. que dan origen a nacimientos de riachuelos, quebradas, estas partes son más húmedos las cuales forman ríos como: San Antonio, Chacomás, Huaychaca, Tambillo, Rayambal, etc.

Suelos

Sus suelos son muy fértiles para la agricultura (semillas) y poco propicia para la ganadería (extensiva) no es de calidad apropiada para esta actividad.

Figura 5.- Vista satelital carretera desvío Comarsa - Intersección Carretera Calorco-Ingacorral



Fuente: Elaboración Propia.

c. Límites:

El proyecto de tesis que nos ocupa, se desarrolla dentro de una parte de los caseríos de Casa Blanca Baja y de Ramball en el distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, región La Libertad.

El distrito de Cachicadán limita:

Por el norte, con el distrito de Huamachuco y con el distrito de Sarín, ambos pertenecientes a la provincia de Sánchez Carrión.

Por el sur, con el distrito de Santa Cruz de Chuca y con el distrito de Angamarca.

Por el este, con Distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión y distritos de Sitabamba y Mollebamba, jurisdicción de Santiago de Chuco.

Por el Oeste, distrito de Quiruvilca y Santiago de Chuco.

El distrito de Cachicadán abarca una superficie de 266,05 km² y de la zona del proyecto 5 km² de superficie aproximadamente comprensión de los caseríos mencionados.

d. Condiciones climatológicas

El clima de la localidad de Cachicadán es un clima estepa local. A lo largo del año llueve en Cachicadán poco. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es BSk. La temperatura media anual es 12.4 °C en Cachicadán. En un año, la precipitación media es 489 mm.

La precipitación más baja es en el mes de julio, con un promedio de 4 mm y con un promedio de 109 mm, la mayor precipitación que cae en mes de marzo.

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 105 mm. Durante el año, las temperaturas medias varían en 2.2° C.

En la zona de investigación para el proyecto el clima es frío y lluvioso. La temperatura media mensual fluctúa entre 5°C a 18°C y la temperatura media anual es de 13 °C. El régimen de lluvias se acentúa entre los meses de enero a abril, presentado una precipitación media anual de 210 mm.

e. Aspectos demográficos, sociales y económicos

- **Población:**

La población referencial correspondiente al área de influencia del presente proyecto está conformada por los habitantes de los Caseríos de Casa Blanca Baja y de Rayambal, sectores y anexos del distrito de Cachicadán.

Para determinar la población beneficiada, se toma referencia de los resultados del Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda, los mismos que se cuentan en el distrito de Cachicadán 6,663 habitantes: 3,506 hombres y 3,157 mujeres.

Tabla N° 1: Población total referente al Área Urbana y Rural

DISTRITO	TOTAL	POBLACIÓN	
		HOMBRES	MUJERES
CACHICADAN	6663	3506	3157
- URBANA	2234	1049	1185
- RURAL	4429	2457	1972

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda

- **Actividad económica**

Dentro de las principales actividades económicas que enmarca el nivel de ingresos de la población de los Caseríos del distrito de Cachicadán, están relacionadas las actividades agrícolas, ganaderas, artesanía, comercio y pequeña minería, donde predominan la extracción de manera artesanal el carbón de piedra.

La mayor parte de los pobladores de los Caseríos de Paccha, Casa Blanca Baja, Rayambal, Ingacorral y Tambillo se dedican a la agricultura, cultivando predominantemente papa, maíz, trigo, cebada, oca, olluco, quinua y chocho en sus propios terrenos agrícolas, todo ello para el consumo humano directo, entre otros frutos tenemos las moras, tunas, tomate de campo, etc.; otros pobladores,

en menor grado, se dedican a la crianza de ganado vacuno, ovino y aves en menor escala, así como otros animales menores.

Tabla N° 2: Población Económicamente Activa

DISTRITO	TOTAL	GRANDES GRUPOS DE EDAD				
		6 a 14 AÑOS	15 a 29 AÑOS	30 a 44 AÑOS	45 a 64 AÑOS	65 a MÁS AÑOS
CACHICADAN	5702	1524	1714	1227	805	432
PEA	1965	26	739	711	375	114
Ocupada	1899	26	703	686	372	112
Desocupada	66		36	25	3	2
No PEA	3737	1498	975	516	430	318
URBANA	1996	527	546	413	320	190
PEA	708	9	211	274	159	55
Ocupada	666	9	190	255	159	53
Desocupada	42		21	19		2
No PEA	1288	518	335	139	161	135
RURAL	3706	997	1168	814	485	242
PEA	1257	17	528	437	216	59
Ocupada	1233	17	513	431	213	59
Desocupada	24		15	6	3	
No PEA	2449	980	640	377	269	183

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007

f. Accesibilidad al área del proyecto

El acceso al área de estudio e investigación puede ser efectuada por vía terrestre mediante la carretera que sale del pueblo de Cachicadán, pasando por Pacha, Piedra Agujereada, Casa Blanca Baja hasta llegar sector “tres cruces”, siendo uno de ellos el desvío de la carretera a Comarsa, para después continuar en la trayectoria hasta la intersección de la carretera Calorco - Ingacorral, abarcando una distancia de 7.60 km.

Tabla N° 3: Accesibilidad al área del Proyecto

TRAMO	LONGITUD (Km)	ESTADO
Acceso: Cachicadán – Desvío a Calorco	16.40	Afirmado deteriorado
Acceso: Desvío a Calorco – Desvío a carretera a Comarsa	7.12	Afirmado deteriorado
Tramo en estudio	7.60	Afirmado deteriorado y destruido

Fuente: Propia

g. Infraestructura de servicios:

• **Educación:**

La Realidad Educativa Distrital la podemos deducir, teniendo como referencia el Censo del 2007. El Distrito de Cachicadán tiene un 81.08% de población que ha accedido a un nivel de educación, donde en la zona rural predomina la educación primaria con el 52.90%.

Si hacemos un comparativo con la realidad educativa urbana, podemos establecer que la población que ha alcanzado un nivel educativo en la zona rural es de un 76.96% contra un 88.98% del Área Urbana.

Las principales instituciones educativas del distrito de Cachicadán son:

- Jardín de Niños N° 295
- Jardín de Niños N° 2034 del barrio El Rosario
- I.E. N° 80536, “Carlos Alfaro Reyna”, nivel primaria
- I.E. N° 80535, “San Martín de Porres”, nivel primaria y secundaria
- I.E. “Andrés Avelino Cáceres”, nivel secundario.
- Centro de Educación Básica Alternativa (CEBA) “Andrés Avelino Cáceres”
- Centro de Educación Técnica Productiva (CETPRO) Cachicadán.
- Instituto Superior Tecnológico Público “Héctor Vásquez Jiménez”
- Instituto Superior Pedagógico – IPSE “Cachicadán”

Tabla N° 4: Población Según Nivel Educativo Alcanzado

DISTRITO	TOTAL	NIVEL EDUCATIVO ALCANZADO							
		SIN NIVEL	EDUCACIÓN INICIAL	PRIMARIA	SECUNDARIA	SUP. NO UNIV. INCOMPLETA	SUP. NO UNIV. COMPLETA	SUP. UNIV. INCOMPLETA	SUP. UNIV. COMPLETA
CACHICADAN	6189	1171	103	2935	1110	262	351	130	127
Hombres	3260	402	44	1531	719	152	254	72	86
Mujeres	2929	769	59	1404	391	110	97	58	41
URBANA	2123	234	44	784	536	170	172	95	88
Hombres	994	77	21	347	295	77	87	39	51
Mujeres	1129	157	23	437	241	93	85	56	37
RURAL	4066	937	59	2151	574	92	179	35	39
Hombres	2266	325	23	1184	424	75	167	33	35
Mujeres	1800	612	36	967	150	17	12	2	4

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007

- **Salud:**

En el Distrito de Cachicadán, existen Puestos de Salud en los caseríos de Rayambal, Tambillo, Ingacorrall, Candoguran, Paccha, La Victoria, los cuales cuentan con un profesional técnico en enfermería, para la asistencia de controles, emergencias, campañas de vacunación, atención al niño, tratamiento de TBC y la visita de un médico de una vez a la semana para consultas externas.

Por lo tanto, se establece la importancia del mejoramiento de esta vía, dado que los pobladores del área de Influencia tienen que desplazarse hasta el distrito de Cachicadán para recibir el servicio médico requerido.

Tabla N° 5: Población Total, por afiliación a algún tipo de seguro de salud

DISTRITO	TOTAL	AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD			
		SIS	ESSALUD	OTRO SEGURO DE SALUD	NINGUNO
CACHICADAN	6663	1698	920	192	3857
Hombres	3506	821	637	144	1908
Mujeres	3157	877	283	48	1949
URBANA	2234	436	414	66	1318
Hombres	1049	206	203	40	600
Mujeres	1185	230	211	26	718
RURAL	4429	1262	506	126	2539
Hombres	2457	615	434	104	1308
Mujeres	1972	647	72	22	1231

Fuente: INEI - Censos Nacionales 2007

h. Servicios públicos existentes

- Agua potable
- Energía eléctrica
- Sistema de alcantarillado con evaluación de efluentes al cauce de las quebradas y una precaria planta de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema de tanques inhoff, en la localidad de Cachicadan
- Sistema disposición sanitario de excretas, en los caseríos.

i. Servicios de agua potable

Administrada por una Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS), tanto en la localidad de Cachicadan con en sus caseríos.

j. Servicios de alcantarillado

- Sistema de alcantarillado con evaluación de efluentes al cauce de las quebradas en la localidad de Cachicadan.
- Sistema disposición sanitario de excretas en los caseríos.

k. Servicios de energía eléctrica

- ✓ Alumbrado público y domiciliario en la localidad de Cachicadan, proporcionado por la empresa HIDRANDINA S.A.
- ✓ Alumbrado domiciliario mediante el sistema de electrificación rural, en los caseríos, administrado por la empresa HIDRANDINA S.A.

l. Otros servicios

- Servicio telefónico fijo público (cabinas)
- Servicio telefónico móvil.
- Servicio de internet.

1.2. TRABAJOS PREVIOS:

Se puede describir muchos estudios realizados en la zona para tratar la problemática y solucionar las mismas. El presente proyecto se origina dentro de lo planificado por la municipalidad distrital de Cachicadán, por considerar a este diseño prioritario para la interconexión vial de los caseríos de su jurisdicción.

“Mejoramiento de la Trocha Carrozable San Martín- Parahuanga, distrito de Cachicadán – provincia de Santiago de Chuco –Departamento de La Libertad. (Palma Cabeza Miguel, 2014). Toda la excavación necesaria para la ampliación de las explanaciones en corte de material no rocoso incluirá la limpieza del terreno dentro de la zona de derecho de vía. La ampliación de las explanaciones incluirá la conformación, perfilado y conservación de taludes, bermas y cunetas. El material producto de estas excavaciones se empleará en la construcción o ampliación de terraplenes y el ascendente o material inadecuado deberá ser depositado en botaderos debidamente construidos para este tipo de materiales.

“Diseño para el Mejoramiento a nivel de Afirmado de la Carretera Angasmarca – Las Manzanas – Colpa Seca, distrito de Angasmarca, provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad. (Lázaro Bazán Ruth Patricia, 2014) Los análisis realizados del suelo predominan las grabas limosas y arcillosas, luego arenas limosas, pocas zonas con limos y arcillas de baja comprensibilidad, en conclusión los suelos se pueden considerar de buena a regular para compactación, ligera a media comprensibilidad y expansión, de buena a regular permeabilidad, por tanto se considera una subrasante de regular a buena.

“Diseño para el Mejoramiento de la carretera a nivel de Afirmado entre las localidades de Las Manzanas y Quillupampa, distrito de Angasmarca, provincia de Santiago de Chuco. Departamento La Libertad. (Abad Vela Cesar y Rodríguez Tovalino Oscar, 2015) El diseño de la carretera se hará considerando la mayor cantidad de plataforma vial ya existente con el objetivo de evitar el incremento de los volúmenes de corte y relleno, pero manteniendo una pendiente apropiada para la circulación de los vehículos motorizados.

“Diseño del Mejoramiento de la Trocha Carrozable: Cruce El Bado – El Hospital a nivel de Afirmado” distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad. (Gómez Cubas Patricia, 2014). La localidad beneficiaria de este proyecto es el caserío El Bado, por lo que se mejorará el tránsito de vehículos en la trocha carrozable del mismo caserío, al mejorarse las condiciones de drenaje de aguas de lluvia a través de alcantarillas. La topografía de la zona del proyecto es semiplana, con leves pendientes. La población de las localidades beneficiarias tanto directa e

indirectamente asciende aproximadamente a 235 familias (1150 habitantes aproximadamente).

Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Trujillo – Shirán - Huamachuco, tramo desvío Otuzco – desvío Callacuyán. (Silva Sologuren Juan Antonio, 2010). Lo accidentado del territorio peruano origina costos elevados de construcción en las carreteras, caminos rurales de escasa rentabilidad económica, de difícil acceso y con un componente social básico, que es el hecho de beneficiar a las poblaciones que producen básicamente productos para sobrevivir y que es importante incorporar activamente al aumento del empleo, la educación y las oportunidades.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. MARCO TEORICO

Manual de Carretera - Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 - Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Lima – Año 2014.

Manual de Carreteras - Mantenimiento o Conservación Vial - Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Lima – Año 2014.

Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Lima – Año 2014.

Manual de Carreteras – Hidrología, Hidráulica y Drenaje - Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Lima 2014

Manual de Carreteras - “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción – EG-2013” - Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Lima – Año 2013.

Topografía para ingenieros civiles; Gonzales; (2007). La topografía es una ciencia aplicada que a partir de principios, métodos y con la ayuda de instrumentos permite presentar gráficamente las formas naturales y artificiales que se encuentran sobre una parte de la superficie terrestre, como también determinar la posición relativa o absoluta de puntos sobre la Tierra. Los procedimientos destinados a lograr la representación gráfica se denominan levantamiento topográfico y al producto se le conoce como plano el cual contiene la proyección de los puntos de terreno sobre un plano horizontal, ofreciendo una visión en planta del sitio levantado. El levantamiento consiste en la toma o captura de los datos que conducirán a la elaboración de un plano.

Manual de mecánica de suelos y cimentaciones; Muelas;(2010). La mayoría de las clasificaciones de suelos utilizan ensayos muy sencillos para obtener la clasificación de los suelos necesarias para poderlo asignar a un determinado grupo. Las propiedades ingenieriles básicas que se suelen emplear las distintas

clasificaciones son la distribución granulométrica, los límites de Atterberg, C.B.R, el contenido en materia orgánica.

Hidrología; Villón (2007); De las precipitaciones, parte escurre inmediatamente, otra parte se evapora y el resto se infiltra en el terreno. Es por ello que se debe diseñar elementos de drenaje para conducirla o desviar las precipitaciones, y evitar ocasionar la inundación de la calzada, el debilitamiento de la estructura de la carretera y la erosión o derrumbe de los taludes.

Cachicadán: Geohistoria y sus Riquezas. Villanueva; (2005). El territorio de Cachicadán, por formar parte de la región andina, es muy accidentado, aquí podemos encontrar desde colinas, cerros de mediana altura, hasta los 3500 m.s.n.m. y también aristas altas que pasan de 4000 m.s.n.m. De otro lado, hay planicies pequeñas y distantes unas de otras, existen lugares semiplanos y húmedos, dedicados a ser zonas de pastoreo. Las partes altas están al este y al norte y lo conforman un espolón de territorio, que se desprende del nudo de Pelagatos. Las elevaciones más altas, están en los caseríos de Ingacorrall, Rayamball, Casa Blanca y Tres Ríos; en los demás caseríos las elevaciones son relativamente bajas y de menor importancia en lo que a relieve se refiere.

Monografía: “La tierra de Cachicadán”. Distrito Termo medicinal; Velásquez. (2009). Documento que detalla el panorama geográfico e histórico, el desarrollo socio cultural y económico, los aspectos políticos y turístico del distrito de Cachicadán y sus caseríos.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) en su Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial, consigna todos los términos técnicos de apoyo a la gestión de los proyectos de infraestructura vial de carreteras, puentes, túneles, obras de drenaje, elementos de seguridad vial, medio ambiente y otros afines. No incluye términos relativos a vías férreas y vías urbanas.

1.3.2. MARCO CONCEPTUAL

En el **Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)**, se consigna todos los términos técnicos de apoyo a la gestión de los proyectos de infraestructura vial de carreteras que a continuación se mencionan:

Afirmado: Capa correctamente 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. Así mismo funciona como espacio y/o rodadura de rodadura en carreteras no pavimentadas y trochas carrozables.

Aguas de Lluvia: estas aguas contienen generalmente materia amorfa en suspensión, sulfuros, oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico y cloruros en solución.

Alcantarilla: Es una obra de arte que conforma el sistema de drenaje de una carretera, construida o instalada en forma transversal al eje de la vía. Se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere alivio y desfogue en cunetas.

Alineación: es la acción y resultado de determinar una línea sobre un terreno, a través de una visual, un rayo luminoso o cualquier otro procedimiento.

Ancho de Calzada: distancia transversal al eje de la carretera, destinada a circulación de vehículos, no incluye la berma.

Arcilla: Partículas finas de suelo cuyo tamaño oscila entre 0.002 mm.y 0.0002 mm.

Arena: Fracción del árido total que pasa por el tamiz 5.

Badén: Estructura construida con piedra y/o concreto, permite el paso del agua, piedras y otros elementos sobre la superficie de rodadura. Se construyen en zonas donde existen quebradas cuyos flujos de agua son de tipo estacional.

Berma: Franja longitudinal paralela y adyacente a la calzada del camino. Que se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en emergencia y de confinamiento del pavimento.

BM (Bench Mark): Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos del proyecto de un camino.

Bombeo: Inclinación transversal de la superficie de rodadura del camino, que facilita el drenaje superficial.

Botadero: Lugar elegido para depositar desechos de forma tal que no afecte el medio ambiente.

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.

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.

Cuneta: Canal generalmente triangular o rectangular localizado al lado de la berma destinada a recolectar las aguas de lluvia o de otra fuente.

Capacidad Posible: Es el máximo número de vehículos que pueden circular por una sección de un camino, durante un periodo de tiempo, bajo condiciones prevalecientes

de la sección vial estudiada. De no haber indicación en contrario, se expresa en términos de vehículos por hora.

Carga de Diseño: peso que, para el diseño, debe soportar la estructura.

Carril: Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

Coordenadas de Referencia para el Diseño: Son las referencias ortogonales Norte – Sur adoptadas para elaborar los planos de topografía y de diseño del proyecto.

Dren: Cada una de las zanjas o tuberías con que se efectúa el avenamiento de una obra o terreno.

Eje de la carretera: Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

Estudios Topográficos: Se realizan para determinar las características topográficas de la zona, el alineamiento, ancho, pendientes y secciones transversales de la carretera, de esto dependerá los resultados que se obtengan en el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras.

Excavación de la Explanación y Prestamos: Consiste en el conjunto de operaciones para excavar y nivelar las zonas donde ha de asentarse la carretera, incluyendo la plataforma, taludes y cunetas, así como las zonas de préstamos previstos o autorizados que puedan necesitarse; y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

Explanación: Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada o superficie de rodadura, bermas y cunetas).

Impacto Ambiental Negativo: Son aquellos daños a los que están expuestas la comunidad y el medio ambiente, como consecuencia de las obras de construcción, mejoramiento, rehabilitación, etc., de un camino.

Impacto Ambiental Positivo: Son aquellos beneficios ambientales, sociales y económicos que logrará la comunidad con la ejecución de las obras del camino.

Índice Medio Diario: Se determinara el volumen de transito promedio ocurrido en un periodo de 24 horas. **IMD** = número de vehículos/365 días.

Mitigación de los Impactos Negativos: Son aquellas obras, diseñadas para mitigar los daños causados y/o mejorar el área y/o medio ambiente, en el que se ha realizado las obras propias del camino. Las obras de mitigación, deben formar parte del expediente técnico del camino y de su presupuesto de inversión.

Muro de Contención: Estructura de retención que se utiliza para estabilizar taludes de corte y terraplenes.

Obras de Arte: Conjunto de estructuras destinadas a cruzar cursos de agua, sostener terraplenes y taludes, drenar las aguas que afectan el camino, evitar las erosiones de los terraplenes, etc.

Perfil: representación gráfica del corte o sección perpendicular del terreno o trazo.

Rasante: Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

Sección transversal: Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.

Subrasante (Capa De): Capa superior de la plataforma a nivel de subrasante, sobre la que se construirá la estructura de la capa de rodadura.

Subrasante (Nivel De): Representación altimétrica (cota) del eje del camino, antes de la colocación de la estructura de la capa de rodadura.

Velocidad de Diseño: Es la velocidad máxima a que un vehículo puede transitar con seguridad por una carretera trazada con determinadas características.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Qué características deberá tener el estudio del **Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral**, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:

El presente proyecto de investigación teórico-descriptivo aplicará la teoría sobre el diseño geométrico y mejoramiento estructural de la carretera, a nivel de afirmado entre el desvío a COMARSA e Intersección carretera Calorco – Ingacorral, que beneficiará a más de 800 habitantes de tales zonas y sus alrededores, en la actualidad los caseríos de Casa Blanca Baja y Rayambal, así como los sectores: El Tingo, La Arenilla, Cardombara, etc., necesitan una carretera que lo pueda conectar con el distrito de Cachicadan, Huamachuco y Santiago de Chuco; existiendo la Carretera Cachicadan, Santa Cruz de Chuca y Angasmarca, así como la Carretera Cachicadan, La Victoria, Coñachugo, Comarsa, siendo rutas muy distante para transitar, hasta el caserío de Casa Blanca Baja y de Rayambal y sus entornos, es por ello que se plantea realizar el proyecto “**Diseño del Mejoramiento de la Carretera a Nivel de Afirmado, Tramo desvío a Comarsa – Intersección Carretera – Ingacorral, distrito de Cachicadan, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad**”, con el objetivo que la población puedan tener acceso vehicular mucho más rápido a las localidades de Cachicadan, Huamachuco, Santiago de Chuco y Angasmarca, y de esta forma tener

medios de transporte más eficientes para comercializar los productos agrícolas y forestales que producen y los ganaderos que realizan; reducción en los costos de producción y el intercambio comercial permitirá a los pobladores de la zona de influencia del proyecto a tener mayor margen de utilidad así mismo atender emergencias mucho más rápido y sobre todo mejorar la calidad de vida de la población de la jurisdicción en general.

Para la educación de los habitantes en edad escolar de los Caseríos Casa Blanca Baja y de Rayambal, sus Anexos y Sectores, en la actualidad existe una Institución Educativa Pública N° 80589, sólo de nivel primario, a donde los niños de dicho caserío y su alrededores, tienen que caminar largos tramos a pie a través de diversos caminos de herradura o en acémilas, perjudicando su aprendizaje. Además en el distrito de Cachicadán, existe una tasa de alfabetismo (sabe leer y escribir) según el censo del año 2007 de 78.72%, y la tasa de analfabetismo (no sabe leer ni escribir) de 21.28%. También en el referido distrito existe instituciones educativas de nivel superior, técnico, secundario, primario, inicial, siendo los siguientes: **Nivel Inicial:** Institución Educativa N° 2034 El Rosario, Institución Educativa N° 295, Institución Educativa N° 80535 “San Martín de Porres”. **Nivel Primario:** Institución Educativa N° 80536, “Carlos Alfaro Reyna”, Institución Educativa N° 80535, “San Martín de Porres”. **Nivel Secundario:** Institución Educativa N° 80535, “San Martín de Porres”, Institución Educativa “Andrés Avelino Cáceres”, Centro de Educación Básica Alternativa (CEBA) Andrés Avelino Cáceres. **Nivel Superior:** Centro de Educación Técnica Productiva (CETPRO) Cachicadán, Instituto Superior Tecnológico “Héctor Vásquez Jiménez”. El mejoramiento de la carretera, tramo desvío a Comarsa - Intersección Carretera Calorco - Ingacorral, beneficiará en la parte educativa por cuanto, transitarán por la zona camionetas rurales, camionetas, camiones, autos, lo cual permitirá que el traslado de los estudiantes a las instituciones educativas del caserío como al distrito, sea más rápido y no perjudicará la salud ni el rendimiento en sus estudios.

En cuanto a la salud, solo existe un puesto de salud (posta médica) administrado por un técnico en enfermería, cuya atención está referida a primeros auxilios y atenciones básicas de enfermedades primarias, de los pobladores de la jurisdicción del caserío de Rayambal y sus sectores y anexos, además existe otros cinco puestos de salud adicionales en otros caseríos, en tanto que en la zona urbana que es la capital del distrito de Cachicadán existe un centro de salud de tercer nivel de complejidad, Categoría 1-3, cuyo personal profesional está compuesto por dos médicos especialistas, un estomatólogo, tres enfermeras y seis técnicos asistenciales. Para casos más complejos los pacientes son derivados al Hospital César Vallejo de la ciudad de Santiago de Chuco o al Hospital Daniel Alcides Carrión de la ciudad de Huamachuco, en tal sentido la población del caserío de Casa Blanca Baja y de Rayambal, sus sectores y anexos, se beneficiará con el mejoramiento de la carretera, puesto que conectará con varios caseríos y el distrito de cachicadán así como con la

provincia de Santiago de Chuco y de Sánchez Carrión, para hacer más rápido la atención de emergencias y enfermedades graves que se puedan presentar en los pobladores de la zona, debido que transitarán con mayor frecuencia diversos vehículos como camionetas rurales, camiones, autos y ambulancias.

1.6. HIPÓTESIS

Las características del “**Diseño del Mejoramiento de la Carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección Carretera Calorco - Ingacorrall, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad**”, cumple lo que se establece en el Manual de Carreteras.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General:

Describir las características para realizar el **Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco – Ingacorrall, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.**

1.7.2. Objetivos Específicos:

- a. Realizar el levantamiento topográfico del área de estudio, considerando la afectación en uso predial, así como las áreas donde se proyectarán obras de arte.
- b. Elaborar el diseño geométrico de la carretera y obras de arte, de acuerdo a los parámetros establecidos en la normativa vigente del MTC.
- c. Realizar los estudios de mecánica de suelos, para identificar las características físicas, mecánicas, químicas y estratigráficas, así como determinar el CBR.
- d. Realizar el estudio hidrológico con la finalidad de obtener las características hidráulicas y de las obras de arte así como su diseño.
- e. Evaluar los impactos ambientales con la finalidad de determinar su incidencia en el medio ambiente, antes, durante y después del proyecto, tanto en lo negativo y positivo.
- f. Elaborar tentativamente los costos y el presupuesto general del proyecto, en base al análisis de costos unitarios por partidas.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de estudio a desarrollarse es descriptivo, por lo tanto en la presente investigación, se aplicará el diseño descriptivo. De manera que, el esquema a emplearse el siguiente:



Siendo:

X: La representación de la zona en la cual se ejecutan los estudios del proyecto y la población favorecida, que corresponde a una parte de los caseríos Casa Blanca Baja y Rayamball, del distrito de Cachicadan.

Y: Representa la información que se recoge para el proyecto.

2.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.2.1. Variable: Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco-Ingacorral, distrito de Cachicadan, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.

El mejoramiento de una carretera comprende los estudios técnicos de ingeniería civil, que determinan la adecuada ubicación y forma geométrica más óptima de ésta, con la finalidad que sea utilizable, segura, atractiva, económica y concordante con el medio ambiente, mediante los parámetros estipulados en las normas vigentes, cuyo fin es mejorar la accesibilidad actual y movilidad de los beneficiarios y sus productos.

Todos estos parámetros se realizan en el contexto de las siguientes dimensiones:

- La topografía del terreno es accidentada, por ser una zona andina, lo cual exige a efectuar un diseño vial con bastantes desarrollos a fin de alcanzar las pendientes requeridas y hacer atractiva la transitabilidad en la carretera.
- Con el estudio de mecánica de suelos se determinará las características físico-mecánicas y químicas; así como las condiciones naturales del terreno de fundación.
- Con la hidrología y drenaje, se analizará la hidrología de la zona, para después poder diseñar los elementos hidráulicos, como cunetas, badenes, alcantarillas y pontones.
- Características geométricas de la carretera: será elaborado en base a parámetros establecidos en la norma pertinente del Ministerios de Transporte y Comunicaciones.
- Impacto Ambiental: Se tomarán medidas de mitigación, al evaluar los impactos positivos y negativos que conllevan la ejecución de la carretera.
- Costos y Presupuestos: se realizará cálculos en base a los metrados, utilizando los costos conforme al mercado.

2.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 6: Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>“Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco – Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”</p> <p>Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral</p>	<p>El diseño geométrico de una carretera es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Las condiciones para situar una carretera sobre la superficie son muchas, entre ellas la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente y la hidrología.</p> <p>Espinoza, 2015. “DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS”.</p>	<p>Se realizará mediante la aplicación de la topografía, la aplicación de Software de análisis topográficos, aplicación de los estudios de suelos, estudios de hidrología y Diseño Geométrico, estudio de impacto ambiental y la elaboración de análisis de costos y presupuestos.</p>	Levantamiento topográfico	Trazo de poligonal	Ordinal (km)
				Perfiles longitudinales	Intervalo (Km)
				Sección Transversales	Intervalo (Km)
				Pendientes	Intervalo m/m
				Alineamientos	Ordinal (km)
			Estudio de suelos	Granulometría	Razón (%)
				Límites de consistencia	Razón (%)
				Contenido de humedad	Razón (%)
				Ensayo de C.B.R	Razón (%)
				Densidad máxima	Intervalo (gr/cm ³)
				Proctor Modificado	Razón (%)
				Estudio de Canteras	Ordinal (km)
			Estudio Hidrológico	Area de Sub-cuenca	Razón (km ²)
				Caudal Máximo	Razón(m ³ /s)
				Precipitaciones	Intervalo (mm)
				Diseño de Obras de Arte	Ordinal (Und)
			Diseño Geométrico	Índice medio Diario	Razón (Veh/. Día)
				Carga Máxima de Diseño	Razón (Tn/m)
				Velocidad de Diseño	Razón (m/s)
				Sección de Diseño	Ordinal (m)
				Distancia de Visibilidad	Razón (m)
				Radios Mínimos	Ordinal (m)
				Pendientes Máximas	Intervalo (%)
				Diseño de Badenes	Ordinal (Und)
				Diseño de Capa de Afirmado	Intervalo (m ²)
				Diseño de Intersecciones	Razón (Und)
				Señales Informativas	Ordinal (Und)
				Señales Preventivas	Ordinal (Und)
				Señales Regulatoras	Ordinal (Und)
			Impacto Ambiental	Impacto Positivo	(+)
Impacto negativo	(-)				
Elaboración del análisis de costos y presupuesto	Metrado	Intervalo (m,m ² ,m ³)			
	Costo directo	Intervalo (S/)			
	Costo indirecto	Intervalo (S/)			
	Gastos generales	Intervalo (S/)			

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: La vía en estudio y toda su área de influencia.

Muestra: No se trabaja con muestra

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas: observación y aplicación de conocimientos.

Instrumentos: Se utilizarán equipos topográficos e instrumentos de laboratorio de suelos, software computacional de ingeniería y guías de observación.

Procedimientos de recolección de datos: En la recolección de datos se utilizará una guía de observación y se anotarán en una libreta de campo para luego ser procesados en gabinete. Estos datos de campo serán recopilados mediante instrumentos como equipos topográficos e instrumentos, medios escritos y electrónicos para las muestras de suelos de las calicatas y observación en campo, vistas fotográficas, etc.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para facilitar el procesamiento de los datos se utilizarán tablas, gráficos y además programas especializados para este caso, tales como: Excel, Google Earth, Global Mapper 16, AutoCAD 2017, AutoCAD Civil 3d 2017, S10, Ms Project, Arc. Gis 10.3 Hidro-Esta, etc.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Este proyecto está elaborado con responsabilidad, honestidad y honradez para beneficiar a la población de interés común que son los caseríos de Casa Blanca Baja, Rayambal y anexos y otros caseríos aledaños.

Se deberán obtener las autorizaciones pertinentes tanto en las instituciones competentes como de las propiedades afectadas, a fin de no vulnerar la propiedad privada ni la integridad personal de los habitantes y el medio ambiente de la zona.

III. RESULTADOS

3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO:

3.1.1. Generalidades:

Para realizar las actividades programadas relacionadas con el levantamiento topográfico, previamente se tuvo que coordinar con las autoridades del distrito y de los caseríos de la jurisdicción para que nos brinden el apoyo necesario, ya sea en el acceso o recorrido de la carretera existente así como con movilidad y personal de apoyo de la zona, para las brigadas de campo.

Para el levantamiento topográfico se realizó una planificación previa de las labores a desarrollar en campo, con la finalidad de aprovechar al máximo el tiempo, considerando el clima de la zona, sobretodo de la presencia de lluvias en cualquier momento. Además de cómo manejar correctamente los equipos, dónde tomar los puntos y las soluciones oportunas y correctas a los contratiempos presentados. Se utilizó la combinación de equipos para la toma de datos, mediante el uso de un GPS Navegador y una Estación Total. El levantamiento topográfico, tuvo una duración del periodo de una semana.

El estudio topográfico permite determinar la geometría del terreno, las características naturales de la zona, las alturas de los relieves, las pendientes y aquellas labores ejecutas por las personas en el tramo de la carretera a mejorar, las mismas que serán representadas gráficamente en los planos a una escala adecuada para su lectura.

3.1.2. Ubicación

La ubicación del proyecto en estudio para el “Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco-Ingacorral”, es el siguiente:

- Departamento : La Libertad
- Provincia : Santiago de Chuco
- Distrito : Cachicadán
- Caseríos : Casa Blanca Baja y Rayambal
- Localización : Noreste del distrito de Cachicadan
- Longitud : 7.60 km.
- Altitud punto de inicio : 3899.59 m.s.n.m
- Altitud punto de término: 3555.229 m.s.n.m.

3.1.3. Reconocimiento de la zona

La carretera en estudio se localiza al noreste del distrito de Cachicadan, siendo su longitud entre el tramo: desvío a Comarsa e intersección carretera Calorco – Ingacorral, de 7.60 km, se ha verificado que actualmente la mayor parte tiene un ancho de 3.00 m y en cierta partes 3.50 m, que sirven para proporcionar el pase entre vehículos, pero con mucha dificultad.

El inicio de carretera en estudio se ubica en el sector denominado Tres Cruces del caserío de Casa Blanca Baja, en el desvío carretera a Comarsa, que corresponde a la progresiva 0 + 00 y el final del tramo, que corresponde a la progresiva 7 + 600, de intersección con la carretera que viene del sector Calorco, con dirección al caserío Ingacorral, la misma que cruza el caserío Rayambal.

La zona en estudio presenta una topografía accidentada y es de forma muy irregular con pendientes longitudinales altibajos y una pendiente transversal al eje de la vía variable, debido a las hondonadas y ondulaciones que presenta la propia naturaleza del terreno de la sierra. No existe la presencia de árboles de gran altura que dificulte el levantamiento topográfico pero si la presencia de lomas o cerros de mediana y gran altura.

Se tiene que pasar obligatoriamente por la denominada quebrada “Shalcarrosa”, para llegar a la zona de cruce de una trocha carrozable que sirve para el paso de ciertos vehículos que transportan el mineral carbón de piedra, el cual se explota de manera artesanal en la zona, así mismo se tiene que pasar por un sector de viviendas, donde se realiza actividades agrícolas y ganaderas, también por la zona central del caserío Rayambal, donde se realiza la mayor actividad agrícola, intersectándose una trocha carrozable que une a mayor cantidad de viviendas de Rayambal y hacia el lado norte al sector tres cruces, para dirigirse a Cachicadan, Huamachuco o bien a la empresa minera COMARSA.

Se identificaron veinte alcantarillas de alivio existentes, construidas de forma artesanal e inadecuadas, utilizando para ello material de PVC, piedra o concreto y piedra, se encuentran en un estado regular y expuestas, que con el paso de los vehículos se siguen deteriorando, debido a una falta de mantenimiento.

Se pudo apreciar la existencia de algunas cunetas en ciertos tramos de la carretera, pero construidas de manera artesanal, sin pendientes, demasiado angostas, tapadas con piedras, desechos y en mal estado, permitiendo que las aguas de la escorrentía discurren libremente por la superficie de rodadura, deteriorándose por completo en algunos tramos, épocas de lluvia.

No se encontraron la construcción de badenes, a pesar de afloramiento de agua y activación de pequeñas quebradas, que incrementan su caudal en épocas lluvia.

En la zona de investigación para el proyecto, el clima es frío y lluvioso. La temperatura media mensual fluctúa entre 5°C a 18°C y la temperatura media anual es de 13 °C. El régimen de lluvias se acentúa entre los meses de enero a abril, presentado una precipitación media anual de 210 mm.

3.1.4. Metodología de trabajo

Consiste en definir el mejoramiento de la carretera existente, a fin de determinar posibles variantes para lograr elementos de diseño permitidos en el Manual de Carretera Diseño Geométrico DG-2014.

Sabiendo que la carretera es de tercer orden. Para el mejoramiento de la carretera se hizo un trazo y replanteo preliminar, mediante una poligonal abierta, en el cual se han considerado obras de arte.

Obras para drenaje superficial tales como alcantarillas (existentes), badenes y cunetas en tierra.

3.1.4.1. Personal

En el levantamiento topográfico para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, participaron:

- Un tesista
- Un técnico especialista en topografía
- Un asistente de topografía
- Tres primeros (pobladores de la zona)
- Un guía (poblador de la zona)

3.1.4.2. Equipos

Para el levantamiento topográfico se optó por utilizar los siguientes equipos, instrumentos y herramientas:

- Un **GPS** Navegador marca GARMIN (GPSMAP 76CSx) con precisión de +/- 3.00 m
- Una **Estación Total** TOP-COM modelo TN-102
- Un trípode
- Tres prismas, con el propósito de irradiar la mayor área permisible de la zona y así establecer la geometría del terreno.
- Una comba
- Una wincha métrica de 7 m metálica.
- Una wincha métrica de 100 m de lona reforzada.

3.1.4.3. Materiales

En el levantamiento topográfico se utilizó los siguientes materiales:

- Pintura esmalte color rojo: 1/8"
- Correctores color blanco: 2 unidades
- Estacas de fierro: 6 unidades
- Papel bond A-4: 1 ciento
- Lapiceros: 3 unidades

- Lápiz: 2 unidades
- Libreta de anotaciones de campo

3.1.5. Procedimiento

Las labores de topografía en campo se iniciaron a las 7.30 a.m. en el sector denominado Tres Cruces del caserío de Casa Blanca Baja, en el desvío carretera a Comarsa. Para ello, se ubicó en un lugar adecuado y estratégico el trípode metálico, realizando su correcta nivelación, luego se instaló la estación total con su base. La estación se colocó en la mitad de la carretera a levantar, en un punto alto y libre de vegetación que pueda interrumpir la señal del prisma y/o de los satélites. Para el levantamiento de la carretera se recorrió a pie la trocha de herradura tomando los puntos con el prisma a lo largo del eje de la carretera, la plataforma y a 20 m de ambos lados del eje de la carretera para determinar con tales datos las secciones transversales, se continuo por la carretera pasando el caserío de Casa Blanca Baja, luego cruzando por el límite entre los caseríos Casa Blanca Baja y Rayambal, hasta llegar a la intersección de la carretera Calorco – Ingacorral, comprensión del caserío de Rayambal. Para las secciones transversales se consideró, distancias de 10 m en curvas y de 20 m en tangentes. También se levantó información en coordenadas de las obras de arte existentes (alcantarillas), de las casas aledañas, cruces de vías y demás. La jornada de trabajo terminaba a las 6.00 p.m.

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

Para el diseño del mejoramiento de la carretera, se realizó el levantamiento topográfico iniciándose en el desvío a Comarsa y terminando en la Intersección carretera Calorco - Ingacorral, se utilizó una Estación Total con la finalidad de enfocar la mayor superficie posible del terreno en la zona de estudio y así determinar su geometría para un nuevo diseño y trazado, dado que es una vía local importante de uso constante de los habitantes de la zona. La progresiva y las coordenadas de los puntos de inicio y final del tramo en estudio, son:

– **Punto de Inicio Progresiva 0 + 0.000**

Coordenada Este	820974.034
Coordenada Norte	9113584.192
Altitud	3899.59

– **Punto Final Progresiva 7 + 600**

Coordenada Este	823786.222
Coordenada Norte	9109959.993
Altitud	3555.229

El levantamiento topográfico se realizó en tres días, cuyos datos e información fueron debidamente almacenados en la memoria de la Estación Total, para su posterior procesamiento en gabinete.

Se verificó que las alcantarillas de alivio existentes en la carretera fueron construidas de forma artesanal, utilizando para ello material de PVC, piedra o concreto y piedra, se ubican en todo el recorrido del tramo de la carretera en estudio. En tabla siguiente se detalla la progresiva y condición en que se encuentran.

Tabla N° 7: Alcantarillas existentes

N°	PROGRESIVA	CONDICION
1	KM. 1 + 507	Regular
2	KM. 1 + 728	Regular
3	KM. 2 + 036	Regular
4	KM. 2 + 491	Regular
5	KM. 2 + 669	Regular
6	KM. 3 + 113	Regular
7	KM. 3 + 273	Regular
8	KM. 3 + 351	Regular
9	KM. 3 + 593	Regular
10	KM. 4 + 074	Regular
11	KM. 4 + 318	Regular
12	KM. 4 + 813	Regular
13	KM. 4 + 875	Regular
14	KM. 5 + 052	Regular
15	KM. 5 + 270	Regular
16	KM. 5 + 414	Regular
17	KM. 5 + 851	Regular
18	KM. 5 + 890	Regular
19	KM. 6 + 595	Regular
20	KM. 7 + 564	Regular

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.2. Puntos de georeferenciación

Un **sistema de referencia** es un conjunto de coordenadas espacio-tiempo que se requiere para poder determinar la posición de un punto en el espacio. Un **sistema de referencia** puede estar situado en el ojo de un observador. El ojo puede estar parado o en movimiento, sobre el cual se va a determinar la forma y tamaño de la tierra, o parte de ella, incluyendo su campo gravitacional, por lo que puede tener una concepción global o absoluta y regional o continental.

El sistema de referencia es plano, triortogonal, dos de sus ejes representan un plano horizontal, (*un eje en la dirección Sur-Norte y el otro en la dirección Oeste- Este, según la cuadrícula UTM-WGS84 de IGN para el sitio del levantamiento*); sobre el cual se proyecta ortogonalmente todos los detalles del terreno, ya sea natural o artificial; el tercer eje corresponde a la elevación, cuya representación del terreno se hará tanto por curvas de nivel, como por perfiles y secciones transversales.

En el ojo de la escena se sitúa nuestro sistema de referencia, por consiguiente, el sistema de coordenadas del levantamiento es un sistema

de coordenadas planas ligado en vértices de coordenadas UTM lo que permitirá efectuar la transformación para una adecuada georreferenciación. Las cotas o elevaciones se referirán al nivel medio del mar.

El **WGS84** es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. **WGS84** son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).

La georreferenciación se realizó in situ (se geo-referenció) utilizando un GPS Navegador, estableciendo coordenadas UTM, mediante el Sistema WGS 84. Para el presente estudio se geo-referenció la ubicación del Punto E-1 y el punto de referencia (BM). Las coordenadas de los demás puntos fueron obtenidas por medio del equipo topográfico de Estación Total.

Los puntos de control, tanto horizontales como verticales fueron colocados en sitios estratégicos, para que no sean deteriorados durante el transcurso del mejoramiento de la carretera, las coordenadas de estos puntos se han indicado en los planos topográficos.

- **Control Horizontal**

Este control queda determinado con dos o más puntos fijos cuya posición se determina horizontalmente con precisión por medio de la distancia y la dirección.

- **Control Vertical**

Para la nivelación de la poligonal, se partió del primer BM, y empleando el método de la nivelación compuesta se obtuvo la cota del terreno para cada estaca, en cada PI y en los puntos intermedios importantes.

Los BM son puntos de registro vertical materializados en disposiciones bien identificadas en el terreno mediante diferentes tipos de monumentos de concreto armado, metal o natural, en el presente caso se ubicó en piedra firme del terreno, cuya altura en metros está referida a la red de nivelación nacional ó datum vertical nacional asociado al geoide (NMM).

Para el trabajo de nivelación se ha considerado como error de cierre del circuito un valor no mayor al especificado para una nivelación ordinaria de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{Error Max. Tolerable} = 0.04 \times K^{1/2}$$

Dónde:

K = Longitud de cada circuito de nivelación en km.

Determinada la cota de cada cierre de cada uno de los circuitos se procede a la corrección empleando la siguiente fórmula.

$$C_c = E_c \cdot D_a / D_t$$

Dónde:

- ✓ C_c = Corrección.
- ✓ E_c = Error cometido.
- ✓ D_a = Distancia acumulada (m).
- ✓ D_t = Distancia total (m)

3.1.5.3. Puntos de estación

Una vez ubicados en el lugar de trabajo (Desvió a carretera Comarsa:

E820974.034, N9113584.192), se procedió a ubicar dos puntos estratégicos con una distancia mínima de 50 m entre cada punto, una vez ubicados estos puntos se colocó una estaca de fierro en cada uno, luego se ubicó el GPS en cada punto con la finalidad de obtener la coordenada de cada uno de ellos, para poder captar una buena coordenada se dejó el GPS que se estabilice, varios minutos en cada punto, posteriormente se procedió a anotar cada coordenada de los puntos en una libreta topográfica (E1= N9113411, E820996, Z3915) dichos puntos servirían para dar inicio al respectivo levantamiento topográfico, teniendo todos estos datos se procede a colocar el equipo (estación total) en el primer punto ubicado en campo (E-1) una vez que el equipo este correctamente nivelado, se procede a ingresar datos, tal como: nombre del proyecto, coordenadas UTM obtenidas con el GPS, tanto de la E-1, como del punto de referencia (E-0), altura de prisma y altura de instrumento, después de colocar todo estos datos la primera lectura se hace al punto de referencia (E-0 = N9113424.678, E820989.685, Z3914.174), para luego continuar radiando todos los puntos necesarios de la carretera a mejorar en el presente estudio.

Para el levantamiento topográfico se tuvo que utilizar una poligonal abierta, después de tomar todos los puntos necesarios y que sean visibles desde la E-1, se procede a ubicar un punto de cambio que denominado E-2. Este punto fue ubicado con las mismas características del primer punto, será la última lectura que se tome desde el punto E-1, luego de haber leído el último punto nos trasladamos con el equipo para estacionarnos en el punto antes mencionado (E-2), una vez ubicados en este punto realizamos el mismo procedimiento del punto E-1 para ingresar datos, con la única diferencia que el punto de referencia desde ahí hacia adelante será la estación anterior; este procedimiento se repite cada vez que sea necesario realizar un cambio de estación hasta terminar el trabajo de campo.

Los puntos tomados en campo de la carretera fueron:

Eje, lado izquierdo, lado derecho y dos puntos paralelos a 20 m aproximadamente, de cada lado de la carretera, estos puntos fueron tomados a

cada 20 metros en tramos rectos y a cada 10 metros en tramos en curva, iniciando desde la progresiva 0+000 hasta 7+600.

Siguiendo con el levantamiento topográfico, se ubicaron puntos de control tanto horizontal como vertical (BM) cada kilómetro, en lugares donde no puedan ser alterados o deteriorados. En la tabla siguiente se detalla todos los puntos de estación y los BMs.

Tabla N° 8: Coordenadas de los puntos de estación (Sistema WGS 84 Zona 17)

CUADRO DE COORDENAS				
N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9113411.000	820996.000	3915.000	E1
2	9113424.678	820989.685	3914.174	E0
64	9113548.333	821216.588	3888.873	E2
65	9113548.577	821200.849	3890.948	E3
164	9113539.978	821410.724	3858.771	E4
165	9113555.108	821411.72	3859.795	E5
203	9113368.484	821430.842	3846.499	BM1
246	9113121.638	821549.06	3818.297	E6
247	9113129.116	821553.99	3816.212	E7
358	9113406.012	821651.888	3793.336	E8
359	9113409.603	821649.839	3793.681	E9
378	9113414.341	821716.028	3788.586	E10
379	9113418.338	821709.034	3787.444	E11
409	9113408.591	821791.208	3748.286	BM2
654	9112872.902	821896.37	3791.932	E12-BM3
655	9112875.903	821900.543	3791.824	E13
846	9112593.922	822424.201	3799.832	E14
847	9112588.195	822429.944	3799.637	E15
849	9112573.369	822456.888	3801.752	E16-BM4
970	9111471.85	822793.725	3773.52	E17
971	9111464.448	822801.438	3773.535	E18-BM5
1029	9112015.382	822881.722	3767.173	E19
1030	9112015.115	822874.495	3767.868	E20
1138	9111467.332	823117.666	3773.663	E21
1139	9111468.877	823122.421	3773.691	E22
1266	9111040.979	823413.279	3716.939	E23
1267	9111038.733	823416.329	3716.282	E24
1339	9110153.415	823879.733	3592.683	E25-BM6
1340	9110157.437	823882.632	3592.474	E26
1588	9110078.764	823804.491	3582.159	E27
1589	9110073.073	823810.123	3582.494	E28

3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos

Con la ayuda del AutoCAD Civil 3D 2016 se obtuvo la tabla de elementos de curva para cada tramo de un km y el cuadro de áreas y volúmenes por tramo de 0.5 km, cuyos detalles se puede apreciar en el ANEXO.

3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográficos

Se utilizó los códigos siguientes:

- E-xx (punto de cada estación)
- BMs (Puntos de control)
- N y E (Coordenadas Norte y Este)

Siguiendo con el levantamiento se ubicó puntos de control tanto horizontal como vertical (BM) cada kilómetro, en lugares donde no puedan ser dañados.

3.1.6. Trabajo de gabinete

Concluida la etapa de recolección de los datos e información en campo, mediante el GPS y la Estación Total, se procedió a trasladar e importarlos a una computadora con la finalidad de realizar el análisis pertinente del estudio topográfico.

El sistema de unidades utilizado en todos los trabajos del levantamiento topográfico es el Sistema Métrico Decimal. Las medidas angulares se expresarán en Grados, Minutos y Segundos Sexagesimales. Las medidas de longitud se expresarán en kilómetros (km), metros (m), centímetros (cm) o milímetros (mm), según corresponda.

3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos

Al concluir las labores de campo, corresponde luego procesar los datos obtenidos. Para ello se procede a descargar e importar los datos almacenados en la Estación Total a la computadora, mediante un programa para ser archivados en Excel en formato CSV, (valores separados por comas), para poder ser procesados en el software de dibujo; estos datos obtenidos, tienen las siguientes características: Punto, Norte, Este, Altura o Cota y Descripción (PNEZD).

Luego con la ayuda del AutoCAD Civil 3D 2016, se realizó lo siguiente:

- Se determinó el plano de curvas de nivel.
- Se dibujó el eje central de la vía en planta.
- Se formaron las curvas horizontales identificando la carretera existente.
- Se construye el perfil longitudinal de la vía, tal como se encuentra.
- Se realizó el diseño geométrico con los planos obtenidos, tanto en planta como en perfil (altura).
- Se procedió a dibujar las secciones transversales y el diseño definitivo, de acuerdo al Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014.

En los planos se realizó el diseño geométrico tanto en planta como en perfil y además las secciones transversales con el diseño definitivo, de acuerdo al Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014. Siendo los siguientes:

- ✓ Plano de ubicación
- ✓ Plano topográfico general
- ✓ Plano de planta general
- ✓ Planos de planta y perfil longitudinal
- ✓ Planos de secciones transversales
- ✓ Cuadro de áreas y volúmenes de la carretera
- ✓ Cuadro de cálculo de los elementos de curva
- ✓ Cuadro de cálculo de las coordenadas de los PC y PT

3.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS:

3.2.1. ESTUDIO DE SUELOS

3.2.1.1. Alcance

El presente Estudio de Mecánica de Suelos para el Proyecto **“Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco-Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”**, es sólo para dicha área de estudio, de ninguna manera se puede aplicar para otros sectores o fines.

La Mecánica de Suelos viene a demostrarnos que el terreno se comporta como una estructura más, con unas características físicas propias: densidad, porosidad, módulo de balasto, talud natural, cohesión o ángulo de rozamiento interno, que le confieren ciertas propiedades resistentes ante diversas solicitaciones, compresión, cizalla, reflejadas en magnitudes como la tensión admisible o los asientos máximo y diferencial.

En función de todas estas variables pueden establecerse clasificaciones útiles desde el punto de vista constructivo, estableciendo una tipología de suelos que refleje las características genéricas de cada grupo y su idoneidad como soporte para los diferentes tipos de construcciones civiles.

3.2.1.2. Objetivos

Determinar las características físico-mecánicas de los suelos de fundación existentes en el eje proyectado en el área de estudio que comprende parte de los caseríos de Casa Blanca Baja y Rayambal, para el proyecto denominado: **“Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”**,

3.2.1.3. Descripción del Proyecto

Consiste en realizar el diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado en el tramo desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco; para ello se tiene que a realizar varias actividades, desde el planeamiento, trabajos en campo, que corresponde al levantamiento topográfico, recolección de datos hidrológicos, toma de muestras de suelo de la carretera a mejor, evaluación de los impactos ambientales y labores en gabinete, es decir procesar los datos y la información, mediante cálculos, representación gráfica y compararlos con el cabal cumplimiento y el uso correcto de las normas y manuales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El proyecto tiene como inicio del trazo en el km 0+000, siendo las coordenadas: N 9113584.192 y E 820974.034 (desvío carretera a Comarsa), se encuentra a una altitud de 3,899.59 m.s.n.m. y el final, en la intersección de la carretera Calorco – Ingacorral, en el km 7+600), cuyas coordenadas son: N 9109959.993 E 823786.22, encontrándose a una altitud de 3,555.23 m.s.n.m.

El mejoramiento del tramo de la carretera en estudio, consiste además en ensanchar la calzada a 6.00 m., con un espesor de afirmado de 0.20 m., ejecutar sus respectivas cunetas, alcantarillas de alivio y drenes, donde corresponda.

Para ello el estudio de mecánica de suelos es de gran importancia para el presente proyecto, debido que está relacionado directamente con el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, en la investigación para obtener resultados confiables se ha tenido el cuidado necesario y la seriedad del caso al efectuarse las calicatas y la recolección de las muestras y su procesamiento en laboratorio.

a.- Calicatas para muestreo de suelo

Las calicatas o pozos exploratorios son una de las técnicas de prospección empleadas para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedológicos de un terreno. Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala y pico manual.

Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. En suelos con grava, la calicata es el único medio de exploración que puede entregar información confiable, y es un medio muy efectivo para exploración y muestreo de suelos de fundación y materiales de construcción a un costo relativamente bajo.

Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para eliminar confusiones. La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación pero es dada, generalmente, por el nivel freático.

b.- Determinación del número de calicatas para ensayos principales:

El propósito en conocer las características físico-mecánicas de los materiales de la subrasante, es la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.50 m de profundidad mínima, conforme lo determina el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos,

Capítulo Suelos; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al cuadro:

Cuadro N° 1: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de calicatas	Observación
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata x km	Se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

Fuente: Capítulo IV. Suelos, del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos.

c.- Determinación del número de ensayos de CBR

De la misma manera como indica el número de calicatas en el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, en la sección Suelos; se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de CBR, la cual también dependerá del tipo de carretera y se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 2: Número de Ensayos de CBR

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	N° de CBR	Observación
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Calicata a 150 m.	Cada 3 Km se realizará un CBR	45 kg., de muestra de suelo

Fuente: Capítulo IV. Suelos, del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos.

3.2.1.4. Descripción de los trabajos

a. Actividades generales

Se llevaron a cabo labores de campo, mediante la excavación de calicatas (pozos exploratorios) de 1.00 m por 1.00 m (aproximadamente) a “cielo abierto” de 1.50 m de profundidad mínima, con la finalidad de obtener muestras representativas y poder realizar el ensayos para evaluar los suelos que conforman la subrasante de la carretera en estudio.

Las calicatas se ejecutaron aproximadamente a 1.00 km una de la otra, de tal manera que las muestras seas representativas de cada uno de los estratos, las cuales fueron identificadas, colocando un número como serie de la calicata.

Se realizaron 08 calicatas, cada 1 km de la carretera, de las cuales se obtuvieron las muestras en una cantidad de 5 kg, depositados en bolsas herméticas para conservar sus propiedades e inmediatamente fueron llevadas al laboratorio, con el propósito de realizar el análisis de granulometría y otros parámetros; así mismo cada 3 km en la calicata correspondiente, se obtuvo muestras en la cantidad de 45 kg, siendo depositadas en sacos de polietileno, los cuales fueron llevados al laboratorio, para el análisis de ensayo de CBR y Protor Modificado.

Las muestras obtenidas en campo fueron llevadas al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo, sede de la provincia de Trujillo,

región la Libertad, y sometidas a los siguientes ensayos bajo las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M):

- ✓ Análisis Granulométrico Norma ASTM D-422
- ✓ Límites e índice de Consistencia (Atterberg) Norma ASTM D-4318
- ✓ Humedad Natural Norma ASTM D-2216
- ✓ Clasificación SUCS Norma ASTM D-2487
- ✓ Clasificación AASHTO M-145 Norma ASTM D-3282
- ✓ California Bearing Ratio (CBR) Norma ASTM D-1883
- ✓ Proctor Modificado Norma ASTM D-1557

b. Ubicación de las calicatas

Las calicatas están ubicadas a lo largo de la vía, las cuales se identificarán con las coordenadas y progresivas de la vía diseñada de la siguiente manera:

Tabla N° 9: Ubicación de Calicatas en Coordenadas

CODIGO	ESTE	NORTE	DESCRIPCION	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD
C 01	821481.418	9113343.584	Calicata 01	Km 0+997	1.50
C 02	821782.241	9113408.047	Calicata 02	Km 1+998	1.50
C 03	821927.389	9113017.034	Calicata 03	Km 2+995	1.50
C 04	822593.413	9112413.423	Calicata 04	Km 3+997	1.50
C 05	823000.402	9111601.865	Calicata 05	Km 4+996	1.50
C 06	823499.353	9110988.516	Calicata 06	Km 5+996	1.50
C 07	823685.727	9110520.125	Calicata 07	Km 6+988	1.53
C 08	823741.430	9109922.643	Calicata 08	Km 7+658	1.50

Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 6: Ubicación de calicatas



Fuente: Elaboración propia – Uso de Google Earth

c. Descripción de los resultados de suelos por calicata

La descripción de las características del suelo de cada calicata se ajusta al estudio de suelos realizado en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la UCV, filial Trujillo, bajo las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M):

❖ CALICATA N° 1

E-01 / 0.00 – 1.55 m.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo CL, Arcilla Ligera con baja plasticidad ($LL < 50$) con 97.98% de material que pasa por la malla N°200 y en el sistema AASHTO la muestra es clasificado como un suelo A-4 (9) con un contenido de humedad de 12.16%.

❖ CALICATA N° 2

E-02 / 0.00 – 1.55 m.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo GP-GM, Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino y Grava limosa, limo. Excelente a bueno como subgrado, para subrasante. Con finos de 8.36% del material pasa la malla N° 200 y en el sistema AASHTO la muestra es clasificado como un suelo A-1-b (0) con un contenido de humedad de 4.20%.

❖ CALICATA N° 3

E-03 / 0.00 – 1.60 m.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo GM, Grava limosa, limo. Excelente a bueno como subgrado, para subrasante. Con finos de 19.01% del material pasa la malla N° 200 y en el sistema AASHTO la muestra es clasificado como un suelo A-1-b (0) con un contenido de humedad de 16.49%.

❖ CALICATA N° 4

E-04 / 0.00 – 1.58 m.

El sistema SUCS califica la muestra como un suelo SC – Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla; un 17.98 % del material pasa la malla N° 200; considerado de excelente a bueno como subgrado, con un Límite Líquido: 20 y el sistema AASHTO califica la muestra como un suelo A-2-6 (0) con un Contenido de Humedad del 11.02%

❖ CALICATA N° 5

E-05 / 0.00 – 1.50 m.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SC-SM, arena arcillosa y arenas limosas, mezclas arena – limo – arcilla, con un 31.06% de finos que pasa la malla N° 200 y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-4 (0) y con un contenido de humedad de 15.44%.

❖ CALICATA N° 6

E-06 / 0.00 – 1.54 m.

El sistema SUCS clasifica a la muestra un suelo ML, Limo arenoso, con un 69.66% de finos que pasa la malla N°200 y en el sistema AASHTO como un suelo A-4 (6) y con un contenido de humedad de 23.75%.

❖ **CALICATA N° 7**
E-07 / 0.00 – 1.58 m.

Limo Arenoso, con un 59.42% que pasa la malla N°200. Clasificado en el sistema SUCS como un suelo ML y en el sistema "AASHTO" como un suelo A-4 (0) y con un contenido de humedad de 30.33%.

❖ **CALICATA N° 8**
E-07 / 0.00 – 1.60 m.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo GC-GM, Grava arcillosa, Grava limosa, mezclas grava – arena arcillosas - arena, limo, con un 23.97% de finos que pasa la malla N°200 y en el sistema AASHTO como un suelo A-1-b (0) y con un contenido de humedad de 7.91%.

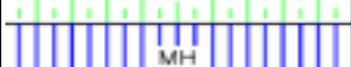
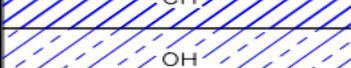
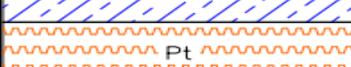
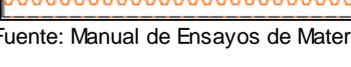
A continuación se hace un resumen de los resultados de las muestras extraídas de cada calicata, con la finalidad de mostrar el análisis de las características físicas – mecánicas más resaltantes de estos suelos, en la siguiente tabla:

Tabla N°10: Resumen del análisis de EMS de las Calicatas

N°	DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	Unid	CALICATAS							
			C - 01	C - 02	C - 03	C - 04	C - 05	C - 06	C - 07	C - 08
1	GRANULOMETRÍA									
1.01	N° 3/8"	%	100	65.37	70.68	72.63	71.51	97.7	100	70.6
1.02	N° 1/4"	%	99.79	57.90	62.7	64.79	68.03	95.02	100	59.74
1.03	N° 04	%	99.67	54.06	58.7	59.93	65.92	93.63	98.76	53.27
1.04	N° 10	%	99.1	48.53	44.99	48.46	61.63	89.98	93.87	40.36
1.05	N° 40	%	98.41	34.73	30.68	40.33	53.29	84.61	78.4	33.16
1.06	N° 60	%	98.96	18.78	26.23	37.77	41.85	81.8	71.9	32.1
1.07	N° 200	%	97.98	8.36	19.01	17.98	31.06	69.65	59.42	23.97
2	Contenido de Humedad	%	12.16	4.2	16.49	11.02	15.44	23.98	30.33	7.91
3	Límite Líquido	%	47	NP	NP	20	23	35	NP	28
4	Límite Plástico	%	28	NP	NP	NP	18	25	NP	22
5	Índice de Plasticidad	%	19	NP	NP	NP	5	9	NP	6
6	Clasificación <u>SUCS</u>	%	CL	GP - GM	GM	SC	SC - SM	ML	ML	GC - GM
7	Clasificación <u>ASSHTO</u>		A - 4 (9)	A - 1-b (0)	A - 1-b (0)	A - 2-6 (0)	A - 2-4 (0)	A - 4 (6)	A - 4 (0)	A - 1-b (0)
8	CBR									
8.01	Max. Densidad Seca al 100%	gr/cm ³	1.780	-	-	1.882	-	-	1.767	-
8.02	Max. Densidad Seca al 95%	gr/cm ³	1.691	-	-	1.788	-	-	1.679	-
8.03	Óptimo C. Humedad	%	21.46	-	-	9.5	-	-	11.87	-
8.04	CBR al 100%	%	11.49	-	-	17.29	-	-	11.55	-
8.05	CBR al 95%	%	8.25	-	-	13.39	-	-	9.11	-
9	Nivel Freático	mts.	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Datos obtenidos del estudio de suelos – Laboratorio UCV

Fig. N° 7: Símbolos gráficos para suelos - SUCS

	GW	Gravas bien mezcladas, arena, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares.
	GP	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino.
	GM	Gravas limosas mezclas de grava arena limosa.
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-arcilla gravas con material fino cantidad apreciable de material fino.
	SW	Arena bien graduada, arenas con grava, poco o nada de material fino. Arenas limpias poco o nada, amplia variación en tamaño granulares y cantidades de partículas en tamaño intermedios.
	SP	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias.
	SM	Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy baja.
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcillosas.
	ML	Limas orgánicas y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas o limas arcillosas con ligera plasticidad.
	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o mediana, arcillas gravas, arcillas arenosas, arenas limosas, arcillas magras.
	OL	Limas orgánicas y arcillas limosas orgánicas, baja plasticidad.
	MH	Limo inorgánicas suelos finos granosos o limosos, micáceas o diatomáceas, limos elásticos.
	CH	Arcillas inorgánicas de elevada plasticidad, arcillas grasosas.
	OH	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limos orgánicas.
	Pt	Turba, suelos considerablemente orgánicos.

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales. Guía para muestreo de suelos y rocas - Norma MTC E 101

d. Perfil Estratificado

Se utilizará los signos convencionales del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – Clasificación SUCS, para idealizar los perfiles en cada calicata. Para mayor detalle ver ANEXO de estudio de suelos.

e. Comentarios

Los suelos como muestras extraídas como mínimo a 1.50 m de profundidad u obtenidos por debajo del nivel de la subrasante, son calificados como suelos adecuados y estables, puesto que se determinó mediante el ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca, obtenida es $\geq 6\%$, con promedio de 10.25%, es decir: el tipo de subrasante es buena. (Manual de carreteras, suelos, geotécnica y pavimentos – Sección: Componentes de la infraestructura del camino 3.3 Subrasante del camino).

3.2.2. ESTUDIO DE LA CANTERA

El objetivo del estudio de mecánica suelos de la cantera es establecer los volúmenes necesarios de materiales adecuados que satisfagan la demanda para la construcción del Proyecto “**Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo**

desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco-Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad”, es sólo para dicha área de estudio, de ninguna manera se puede aplicar para otros sectores o fines.

3.2.2.1. IDENTIFICACION DE LA CANTERA

Nombre de la Cantera

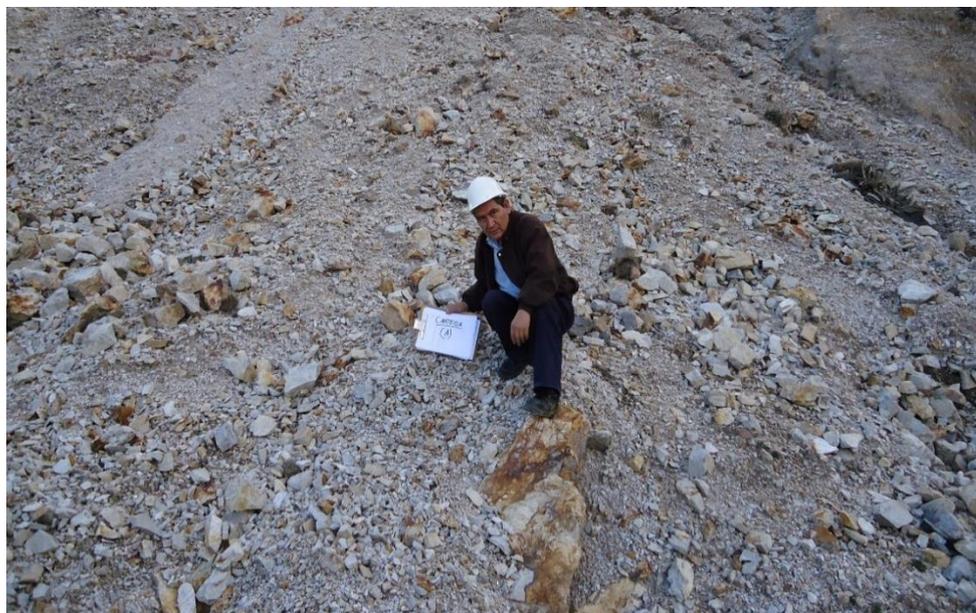
- ✓ cantera “la curva del diablo”, cercana al cerro “La Culebra”, caserío Rayambal (Ver anexo panel fotográfico)

Ubicación

- ✓ Sector : Parte sur de Rayambal
- ✓ Caserío : Rayambal
- ✓ Distrito : Cachicadán
- ✓ Provincia : Santiago de Chuco
- ✓ Departamento : La Libertad
- ✓ Coordenadas : E: 824,231.026; N: 9´107,217.093

La cantera “la curva del diablo”, cercana al Cerro “La Culebra”, Caserío Rayambal se encuentra ubicada aproximadamente a 4+680 km después del tramo final de la carretera en estudio, con dirección al sector el Capulí, carretera a Angasmarca.

Fig. N° 8: Ubicación de cantera “la curva del diablo” - Rayambal



Fuente: Toma propia – cantera “la curva del diablo”

3.2.2.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA

Un buen material para la capa superficial de afirmado deberá estar constituido principalmente de grava triturada y arena gruesa con partículas más finas para llenar los vacíos y una porción pequeña de arcilla para actuar como ligante.

Se realizó los ensayos de granulometría, Proctor modificado y CBR en el laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo, el cual está provisto de un grupo de equipos que permitió la determinación de una serie de propiedades físicas, granulométricas y otras relacionados al análisis del suelo.

Los ensayos de Laboratorio, muestran los siguientes resultados:

TABLA N° 11: Resultado del EMS de la Cantera

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DE MUESTRA	NORMATIVA
Análisis Granulométrico			
% que pasa el tamiz N° 200	0.17 % de finos	Como material de base	
Contenido de Humedad	0.24 %		
Límite Líquido	NP	Límites e índice de consistencia	Máx. 35 %
Límite Plástico	NP		
Índice de Plasticidad	NP		4 a 9
Clasificación SUCS	GP	clasificación	
Clasificación ASSHTO	A-1-a (0)		
Proctor Modificado			
Máxima densidad seca al 100%	1.929 g/cm ³	Ensayo con mayor energía de compactación	
Óptimo contenido de humedad	5.28 %		
Ensayo de CBR			
CBR al 100%	67.73 %	De la Máxima densidad seca	
CBR al 95%	58.17 %		Mayor a 6%

Fuente: Datos obtenidos del estudio de suelos – Laboratorio UCV.

El CBR de la capa superficial debe ser mayor de 40%, siendo excelente el material, debido que para la zona de estudio no existe casos de excesivo tráfico de vehículos pesados (omnibuses y camiones). Tal como lo indica el Manual de Carretera Diseño Geométrico DG-2014, en la parte que corresponde a carreteras no pavimentadas de bajo volumen.

En ese sentido se puede concluir que el material de la cantera es “excelente a bueno” como subgrado. Con un 0.17% de finos que pasa por la malla N° 200.

TABLA N° 12: Resumen de las características de la cantera

CANTERA “CURVA DEL DIABLO”	
Ubicación	A 4+680 km después del tramo final de la carretera en estudio. En el km 12 + 280, carretera Desvió a Comarsa - Rayambal – El Capuli, margen derecha.
Acceso	Junto a la carretera, acceso directo.
Potencia	75,000 m ³ (50 x 60 x 25)
Tipo de material	piedra y arena
Método de Explotación	Tajo abierto con cargador frontal y camión volquete, explotada en época de estiaje.
Forma	Granular
Color	claro
Textura	Ligeramente rugosa 70 % y lisa 30%

3.2.3. ESTUDIO DE LA FUENTE DE AGUA

3.2.3.1. Ubicación

En el proyecto se identificó la fuente de agua que podría ser utilizada para las labores de mejoramiento de la carretera.

Tipo de fuente y nombre:

La fuente es superficial, que corresponde a la quebrada denominada por los pobladores como “Shalcarrosa”, perteneciente al caserío de Casa Blanca Baja.

Ubicación

- ✓ Sector : Noreste de Casa Blanca Baja
- ✓ Caserío : Casa Blanca Baja
- ✓ Distrito : Cachicadán
- ✓ Provincia : Santiago de Chuco
- ✓ Departamento : La Libertad
- ✓ Coordenadas : E: 821,898.209; N: 9´113,491.676

La quebrada Shalcarrosa, se encuentra ubicada aproximadamente a 2+250 km después del tramo inicial de la carretera en estudio, con dirección al sector Tres Cruces, bien sea carretera a la empresa COMARSA o el caserío Coñachugo o a Cachicadan.

3.2.4. BOTADERO**3.2.4.1. Ubicación**

Para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, debido a la actividad de corte y relleno, el material excedente, deberá ser trasladado a dos lugares planos, los mismos que serán acondicionados para depositar el referido material. Los botaderos estarán ubicados en las progresivas: 4+300 km. y 7+200 km., en el lado derecho de la vía a mejorar, después del tramo inicial de la carretera en estudio, con dirección a la intersección de calorco-ingacorral.

Antes de realizar las labores de traslado, dichos espacio de terreno, tienen que ser cedido por el propietario de los predios, de tal manera que no se genere conflictos, por el material que se deposite. Así mismo, los espacios seleccionados estarán en zonas planas y secas, es decir donde no existan filtraciones o curso de agua de agua, de manera que cuando llueva no se ocasione arrastre de material de desmonte hacia las zonas agrícolas o quebradas.

3.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO Y OBRAS DE ARTE**3.3.1. HIDROLOGÍA****3.3.1.1. GENERALIDADES**

La estimación y cálculo de parámetros para el modelamiento y análisis del fenómeno hídrico, se requiere de un estudio, en la cual se debe contemplar

cómo se debe determinar estos parámetros a partir de datos existentes, los cuales deben ser recopilados y procesados por métodos convencionales probados, que nos den resultados coherentes de acuerdo al modelo utilizado.

Para el proyecto “**Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad**”, se ha elaborado un estudio Hidrológico considerando la influencia de la cuenca Santa en el área de estudio y determinando así todos los diseños de obras de arte del proyecto que se utilizará para drenar adecuadamente cada una de los pasos de agua en conformidad con los Estudios Topográficos y de Mecánica de Suelos.

En ingeniería, los proyectos que se refieren al uso del agua, a la defensa contra los daños ocasionados por ésta y a salvar los obstáculos dados por un cauce artificial o natural del agua necesariamente están ligados a la hidrología, siendo ésta una ciencia aplicada que estudia el proceso del ciclo hidrológico (Hidrología de Superficie - Ing. Ortiz Vera), de manera que los métodos que se emplean no pueden ser rígidos quedando algunas decisiones a criterio del ingeniero.

3.3.1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO HIDROLÓGICO

- Calcular los caudales de diseño de las obras de drenaje transversal y longitudinal, en caso que presentara una carencia en su capacidad de conducción para el mantenimiento periódico de la carretera Desvió a Comarsa- Intersección carretera Calorco-Ingacorral, comprendido entre el km 0+000 al km 7+600.
- Evaluar el sistema drenaje existente y plantear una mejor propuesta técnica para el mejoramiento de la estructura y mejor control de flujo de agua superficial y subsuperficial con la finalidad de garantizar la mayor durabilidad de las obras.

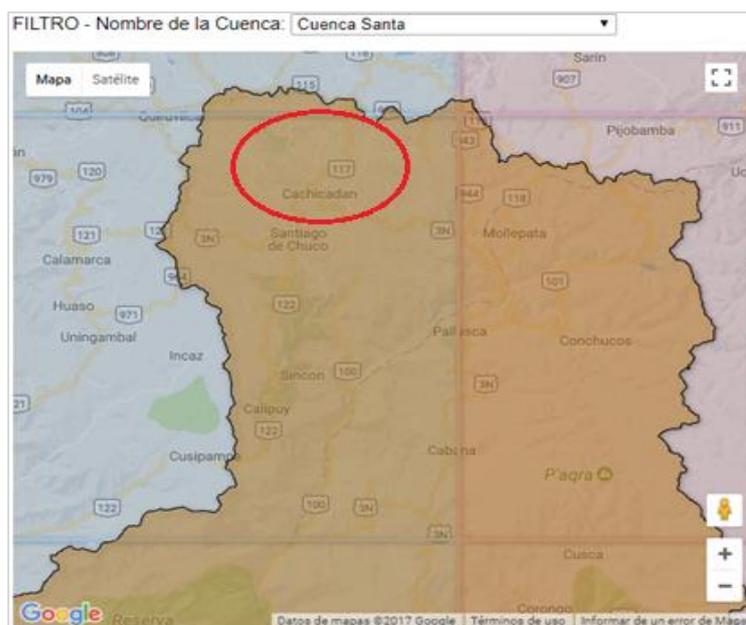
3.3.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLOGICA Y CARTOGRAFIA

3.3.2.1. INFORMACIÓN PLUVIOMETRICA

3.3.2.1.1. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA

La delimitación de una cuenca se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel o Carta Nacional siguiendo las líneas del Divortium Aquarium, la cual es una línea imaginaria, que divide las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación que en cada sistema de corriente fluye hacia el punto de salida de la cuenca. La delimitación de las cuencas también se puede obtener en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en forma virtual, en donde se identifica los poblados de la cuenca.

Figura N° 9: Determinación de la cuenca



Fuente: Google - Buscador API Google Maps – Cuencas hidrográficas (geogpsperu)

3.3.2.1.2. ESTUDIO DE LA CUENCA

a. Criterios de estimación de caudales

Los cursos de agua que atraviesan el proyecto de la carretera, no cuentan con registro de caudales, por tratarse de cuencas pequeñas. Los caudales máximos probables se calculan para un periodo de vida útil de 10 años para el caso de cunetas y drenaje de la carpeta de rodadura y 50 años para el caso de Alcantarillas de paso. Las cunetas se diseñarán con el caudal obtenido de las aguas que discurren de la cuenca aguas abajo.

b. Datos de la cuenca

Las precipitaciones en la zona del proyecto, son consideradas como bajas, caso típico de ésta localidad. Así mismo, el área de influencia de la Cuenca Hidrográfica del Río Santa no afecta al recorrido del proyecto de la carretera.

c. Datos disponibles

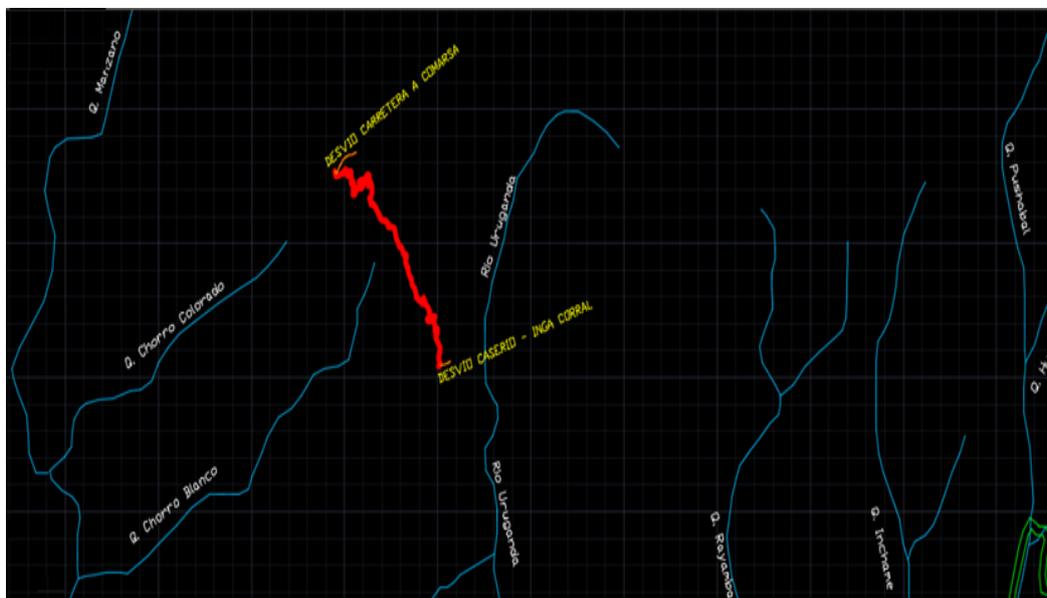
Para el desarrollo del presente estudio, se cuenta con los siguientes estudios previos:

- ❖ Perfiles longitudinales de la vía.
- ❖ Relación de obras de arte existentes en un buen estado de conservación.
- ❖ Registro de Precipitaciones.
- ❖ Características de la cuenca.
- ❖ Topografía del terreno.
- ❖ Datos de Mecánica de Suelos.

3.3.2.1.3. DETERMINACION DE LOS PÁRAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA Y SUB CUENCAS

La estimación del caudal de diseño de las sub cuencas (delimitación de cuencas) de este proyecto no se realizara, porque cuando se hizo el recorrido del tramo que empieza en el desvío a Comarsa (punto de inicio) y termina en la intersección carretera a Calorco – Ingacorral (punto final) no se identificó ningún río o quebrada de importancia que se intersecta con el tramo de la carretera como se observa en la figura N° 10, para el diseño de cunetas se tomara en base a la información hidrológica disponible y a la importancia de cada uno de los cursos comprometidos donde se proyectarán las estructuras (drenaje como cunetas y aliviaderos).

Figura N° 10: Determinación de ríos en sub cuencas



Fuente: Elaboración propia con datos delimitados por la ANA con el archivo shapefile

Como se observa que por el tramo no hay ninguna intersección de ramificación de ríos.

3.3.2.1.4. DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA

La zona en estudio, debido a su ubicación geográfica no registra reportes de altas precipitaciones, así mismo se ha determinado que existen en ciertos tramos de la actual carretera desbordes, los cuales son producto de los riegos no controlados de los cultivos colindantes a lo largo de la vía generando grietas y baches, mas no por precipitaciones considerables.

3.3.2.1.5. ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La zona de Estudio pertenece a la Cuenca Hidrográfica del Río Santa la misma que se forma parte de varias provincias del departamento de Ancash

y dos provincias del departamento de La Libertad. Las precipitaciones registradas son bajas, por lo que el presente Estudio Hidrológico nos permitirá determinar los caudales de diseño que serán captados por las obras de arte y drenaje en una eventual avenida acorde a las precipitaciones máximas registradas en los últimos 51 años las cuales garantizarán la correcta evacuación y drenaje de las aguas.

Se utilizó los datos registrados por la estación meteorológica del SENAMHI, denominada Estación Pluviométrica de Cachicadán - 154103, de la cual se han tomado los datos registrados desde 1963 hasta 2014 años, indicando una precipitación máxima en 24 horas hasta 50.2 mm. Con los registros de las estaciones pluviométricas del SENAMHI, se calcula la intensidad máxima horaria de las precipitaciones, a fin de determinar el caudal de diseño hidráulico para cada una de las obras de arte.

Cuadro N° 3: Ubicación de la Estación Hidrológica

DATOS ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA			
Estación: CACHICADAN	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	LATITUD: 08°05'30"	Cota = 3308 msnm
Denominación: 154103		LONGITUD: 78°08'58"	

Fuente: SENAMHI (Herramientas/Gestión de datos/Descarga de datos hidrometeorológicos)

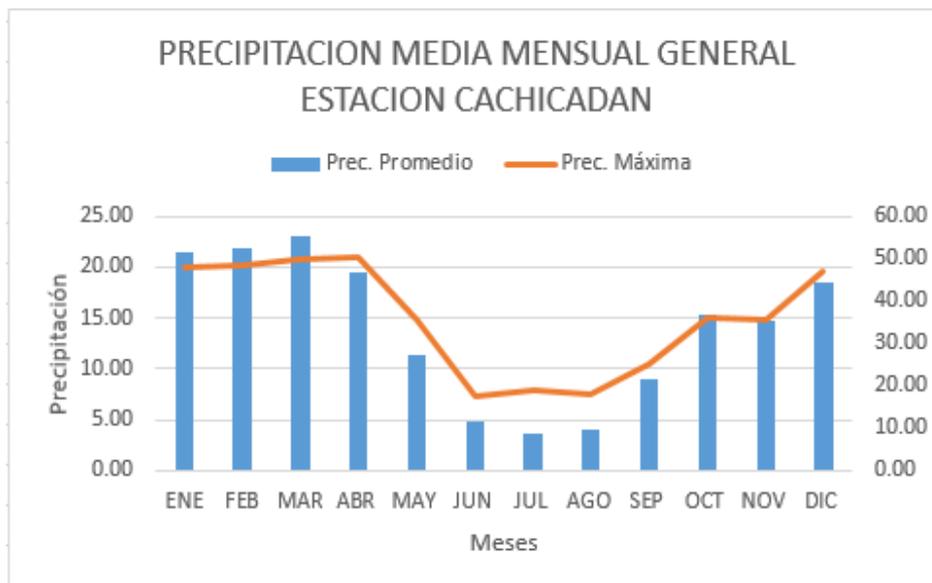
Se presenta el Cuadro de Variación de Precipitaciones Máximas en mm en 24 horas y el promedio mensual general, registrado en 50 años.

Tabla N° 13: Serie Histórica de Precipitación Máxima en 24 horas

DATOS MENSUALES PRECIPITACION MAXIMA EN 24 horas (mm)														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	MAXIMO
1963									7.60	36.00	17.60	20.70	81.90	36.00 Octubre
1964	18.80	18.40	33.00	17.30	13.90	1.60	8.20	11.20	6.10	14.20	24.00	12.40	179.10	33.00 Marzo
1965	18.10	22.60	23.40	15.00	5.60	5.00	5.90	6.60	13.30	35.00	22.10	20.90	193.50	35.00 Octubre
1966	20.70	13.10	12.80	17.00	10.90	7.00	18.90	3.70	11.50	20.20	12.10	7.00	154.90	20.70 Enero
1967	23.90	27.40	24.50	11.60	15.30	1.80	16.50	2.30	7.40	18.60	6.80	26.20	182.30	27.40 Febrero
1968	14.10	23.90	16.30	19.50	9.40	1.60	3.00	17.90	21.10	12.60	16.00	17.10	172.50	23.90 Febrero
1969	16.00	16.40	26.10	27.00	4.10	5.00	9.10	11.00	2.40	20.20	23.00	23.70	184.00	27.00 Abril
.....
.....
2007	40.80	19.00	27.70	33.90	16.80	2.20	5.20	8.70	16.80	17.20	14.50	38.10	240.90	40.80 Enero
2008	14.00	16.40	18.30	23.40	4.80	5.30	1.20	10.00	1.90	26.40	8.30	15.20	145.20	26.40 Octubre
2009	25.60	28.00	17.00	18.00	22.00	4.70	4.40	2.00	4.50	20.80	22.60	20.80	190.40	28.00 Febrero
2010	31.60	37.60	16.30	16.80	20.60	1.20	3.20	0.00	9.80	11.40	12.60	9.40	170.50	37.60 Febrero
2011	21.00	16.40	32.40	37.80	1.80	6.00	3.52	4.06	8.95	15.39	14.68	42.80	204.80	42.80 Diciembre
2012	22.40	34.80	36.60	24.20	12.40	1.20	0.00	1.20	12.20	16.50	18.70	23.90	204.10	36.60 Marzo
2013	20.60	17.50	34.20	20.00	2.80	13.00	0.00	10.20	1.80	24.90	2.80	21.70	169.50	34.20 Marzo
2014	21.47	21.87	23.14	19.41	24.60	1.60	3.68	3.98	9.04	15.15	14.85	17.70	176.49	24.60 Mayo
PROM	21.47	21.87	23.14	19.41	11.31	4.77	3.58	4.09	8.98	15.39	14.70	18.41	167.12	
MAX	48.10	48.50	50.10	50.20	35.50	17.70	18.90	17.90	25.00	36.00	35.50	47.00		

Fuente: Elaboración propia con datos históricos diarios de SENAMHI

Figura N°11 Información Pluviométrica de la Estación Cachicadán



Fuente: Elaboración propia con datos históricos diarios de SENAMHI

En el gráfico indica que la precipitación máxima se da en el mes de marzo y se verifica en la tabla N°13 con 50.20 mm de lluvia.

3.3.2.2. PRECIPITACIÓN MAXIMA EN 24 HORAS

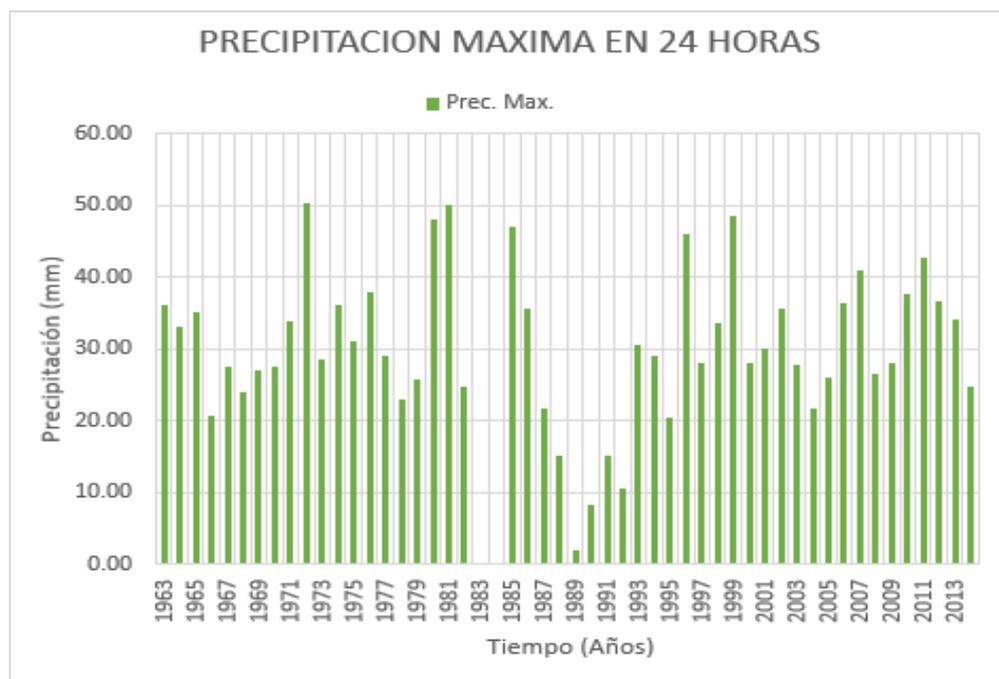
Se presenta el Cuadro de Variación de Precipitaciones Máximas en mm en 24 horas, registrado en 50 años, no existe datos los años 1983 y 1984.

Tabla N°14 Precipitación Máxima en 24 horas

Precipitaciones Máximas					
N°	AÑO	Max (mm/24h)	N°	AÑO	Max (mm/24h)
1	1963	36.00	26	1990	8.20
2	1964	33.00	27	1991	15.00
3	1965	35.00	28	1992	10.60
4	1966	20.70	29	1993	30.50
5	1967	27.40	30	1994	29.00
6	1968	23.90	31	1995	20.50
7	1969	27.00	32	1996	46.00
8	1970	27.50	33	1997	28.00
9	1971	33.80	34	1998	33.50
10	1972	50.20	35	1999	48.50
11	1973	28.50	36	2000	27.90
12	1974	36.20	37	2001	30.00
13	1975	31.10	38	2002	35.50
14	1976	38.00	39	2003	27.70
15	1977	29.00	40	2004	21.70
16	1978	23.00	41	2005	25.90
17	1979	25.70	42	2006	36.40
18	1980	48.10	43	2007	40.80
19	1981	50.10	44	2008	26.40
20	1982	24.70	45	2009	28.00
21	1985	47.00	46	2010	37.60
22	1986	35.50	47	2011	42.80
23	1987	21.70	48	2012	36.60
24	1988	15.00	49	2013	34.20
25	1989	2.00	50	2014	24.60

Fuente: Elaboración propia con datos históricos diarios de Senamhi

Figura N° 12: Precipitación Máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración propia con datos históricos diarios de Senamhi

En el gráfico indica que la precipitación máxima se da en el año de 1972 y se verifica en la tabla N°14 con 50.20 mm de lluvia.

3.3.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Se hizo uso de los diferentes modelos de distribución para la estimación de precipitaciones, intensidades y caudales máximos para los diversos periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años, con lo cual se obtiene el error Tabular y el error Teórico.

Fue sometida a un análisis de ajuste de frecuencia de las funciones de distribución para eventos extremos máximos por: Normal, Log normal-2P, Log normal-3P, Pearson-III, Log pearson-III y Gumbel. El modelo de distribución elegido es el que presenta el menor error Teórico, con un nivel de significancia de 5% y este es la Distribución de Gumbel, lo cual ha sido seleccionado por el método analítico error cuadrático mínimo.

3.3.2.3.1. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES PLUVIOMÉTRICAS MEDIANTE GUMBEL

Tabla N° 15: Distribución de Gumbel

N°	Año	Mes Max. Precipitación	Precipitación (mm)	
			x_i	$(x_i - \bar{x})^2$
1	1963	OCT	36.00	32.26
2	1964	MAR	33.00	7.18
3	1965	OCT	35.00	21.90
4	1966	ENE	20.70	92.54
5	1967	FEB	27.40	8.53
6	1968	FEB	23.90	41.22
7	1969	ABR	27.00	11.02
8	1970	ABR	27.50	7.95
9	1971	NOV	33.80	12.11
10	1972	ABR	50.20	395.21
11	1973	MAR	28.50	3.31

12	1974	FEB	36.20	34.57
13	1975	FEB	31.10	0.61
14	1976	MAR	38.00	58.98
15	1977	MAR	29.00	1.74
16	1978	FEB	23.00	53.58
17	1979	MAR	25.70	21.34
18	1980	ENE	48.10	316.13
19	1981	MAR	50.10	391.25
20	1982	ABR	24.70	31.58
21	1985	DIC	47.00	278.22
22	1986	MAY	35.50	26.83
23	1987	FEB	21.70	74.30
24	1988	FEB	15.00	234.70
25	1989	FEB	2.00	802.02
26	1990	MAR	8.20	489.29
27	1991	FEB	15.00	234.70
28	1992	MAR	10.60	388.88
29	1993	FEB	30.50	0.03
30	1994	FEB	29.00	1.74
31	1995	DIC	20.50	96.43
32	1996	ENE	46.00	245.86
33	1997	ABR	28.00	5.38
34	1998	MAR	33.50	10.11
35	1999	FEB	48.50	330.51
36	2000	MAR	27.90	5.86
37	2001	ENE	30.00	0.10
38	2002	NOV	35.50	26.83
39	2003	FEB	27.70	6.86
40	2004	NOV	21.70	74.30
41	2005	MAR	25.90	19.54
42	2006	ABR	36.40	36.97
43	2007	ENE	40.80	109.83
44	2008	OCT	26.40	15.37
45	2009	FEB	28.00	5.38
46	2010	FEB	37.60	53.00
47	2011	DIC	42.80	155.75
48	2012	MAR	36.60	39.44
49	2013	MAR	34.20	15.05
50	2014	MAY	24.60	32.72
n = 50		Suma	1516.0	5359.1

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.3.2. CALCULO DE VARIABLES ESTADISTICAS Y DE FUNCION

Se requiere conocer las variables probabilísticas a partir de los datos de precipitación máxima anual (tabla 14 o 15), para determinar las precipitaciones diarias máximas probables en diferentes frecuencias.

Esta variables probabilísticas son la media, desviación estándar y los parámetros de distribución:

$$a.- \quad \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 30.32 \text{ mm}$$

$$b.- \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} = 10.46 \text{ mm}$$

$$c.- \quad \alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 8.15 \text{ mm}$$

$$d.- \quad u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 25.61 \text{ mm}$$

3.3.2.3.3. DETERMINACION DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA PARA LA FUNCION DE DISTRIBUCION DE GUMBEL

Se procedió a la confección de una tabla asociada a estos periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años) con la información estadística encontrada en la estación de Cachicadán.

Una vez finalizado el análisis estadístico de las series de precipitaciones punta, se realiza una corrección de intervalo fijo de estas, en la función de distribución de probabilidad Gumbel incrementándola en un 13%, para asegurar magnitudes más aproximadas a las obtenidas lluvias máximas verdaderas (LL. Weiss), para ser usada en el diseño de caudales y predecir con cierta probabilidad los valores que puede tomar una variable hidrológica.

Tabla N° 16: Función de distribución de Gumbel

Periodo Retorno	Variable Reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	28.6020	0.5000	32.3203
5	1.4999	37.8441	0.8000	42.7638
10	2.2504	43.9631	0.9000	49.6783
25	3.1985	51.6945	0.9600	58.4147
50	3.9019	57.4301	0.9800	64.8960
75	4.3108	60.7638	0.9867	68.6631
100	4.6001	63.1233	0.9900	71.3293
500	6.2136	76.2795	0.9980	86.1958

Fuente. Elaboración propia

$$YT = -\ln(\ln(\frac{p}{p-1}))$$

$$XT' = u + (\alpha + YT)$$

$$F_{(x)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Dónde:

x: Valor a asumir por la variable precipitación (XT')

μ, α : Parámetros (Parámetro de Localización, parámetro de Concentración).

e: Constante de Neper.

3.3.2.3.4. CALCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBLABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS

A partir de la precipitación máxima de 24 horas se ha determinado la precipitación máxima instantánea para periodos de duraciones de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18 y 24 horas (120 minutos), a través de la función de Gumbel, para ello se conocen coeficientes establecidos:

Tabla N° 17: Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.79	0.90	1.00

Fuente: Manual de Hidrología del MTC - (Tabla 04) Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia

La precipitación máxima diaria para diferentes tiempos de duración, se obtiene multiplicando esta precipitación ajustada de la función de distribución Gumbel (XT) por el coeficiente de duración en diferentes horas (frecuencias) para un periodo determinado (años).

Tabla N° 18: Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación Máxima Probable Pd (mm) por periodo de retorno							
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	X24	32.3203	42.7638	49.6783	58.4147	64.8960	68.6631	71.3293	86.1958
18 hr	X18 = 90%	29.0883	38.4874	44.7104	52.5733	58.4064	61.7968	64.1964	77.5762
12 hr	X12 = 79%	25.5330	33.7834	39.2458	46.1476	51.2678	54.2438	56.3502	68.0947
8 hr	X8 = 64%	20.6850	27.3688	31.7941	37.3854	41.5334	43.9444	45.6508	55.1653
6 hr	X6 = 56%	18.0994	23.9477	27.8198	32.7123	36.3417	38.4513	39.9444	48.2697
5 hr	X5 = 50%	16.1602	21.3819	24.8391	29.2074	32.4480	34.3315	35.6647	43.0979
4 hr	X4 = 44%	14.2209	18.8161	21.8584	25.7025	28.5542	30.2118	31.3849	37.9262
3 hr	X3 = 38%	12.2817	16.2502	18.8777	22.1976	24.6605	26.0920	27.1051	32.7544
2 hr	X2 = 31%	10.0193	13.2568	15.4003	18.1086	20.1177	21.2856	22.1121	26.7207
1 hr	X1 = 25%	8.0801	10.6909	12.4196	14.6037	16.2240	17.1658	17.8323	21.5490

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.3.5. INTENSIDAD DE LLUVIA A PARTIR DE PD, SEGÚN DURACION DE PRECIPITACION Y FRECUENCIA DE LA MISMA

Intensidades de lluvia se obtiene a partir de PMP (Pd) dividiendo esta entre el tiempo de duraciones adoptadas (hr). Ejemplo: $32.3203/24 = 1.3467$

Calculamos la intensidad equivalente para cada caso, según:

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

Donde:

I = Es la intensidad de la lluvia en m/h.

$P [mm]$ = Es la altura de lámina de lluvia (precipitación) en mm.

$t_{duracion} [hr.]$ = Es duración de la lluvia en h.

Se obtiene la Intensidad de la Lluvia (mm/h) para el periodo de retorno en la secuencia de 2 – 500 años y para los tiempos de duración de 1 – 24 hr.

Tabla N° 19: Intensidad de lluvia a partir de Pd, según duración y frecuencia de Precip.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno							
Horas	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	75 años	100 años	500 años
24 hr	1440	1.3467	1.7818	2.0699	2.4339	2.7040	2.8610	2.9721	3.5915
18 hr	1080	1.6160	2.1382	2.4839	2.9207	3.2448	3.4332	3.5665	4.3098
12 hr	720	2.1278	2.8153	3.2705	3.8456	4.2723	4.5203	4.6958	5.6746
8 hr	480	2.5856	3.4211	3.9743	4.6732	5.1917	5.4930	5.7063	6.8957
6 hr	360	3.0166	3.9913	4.6366	5.4520	6.0570	6.4086	6.6574	8.0449
5 hr	300	3.2320	4.2764	4.9678	5.8415	6.4896	6.8663	7.1329	8.6196
4 hr	240	3.5552	4.7040	5.4646	6.4256	7.1386	7.5529	7.8462	9.4815
3 hr	180	4.0939	5.4167	6.2926	7.3992	8.2202	8.6973	9.0350	10.9181
2 hr	120	5.0096	6.6284	7.7001	9.0543	10.0589	10.6428	11.0560	13.3604
1 hr	60	8.0801	10.6909	12.4196	14.6037	16.2240	17.1658	17.8323	21.5490

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.3.6. ANALISIS DE LOS DATOS DE REGRESION

Las constantes K, m y n se obtuvo mediante la regresión para T= 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años.

Como ejemplo se muestra solo resultados para T= 2 y 500 años:

Tabla N° 20: Intensidad – Duración – Periodo de retorno 2 años

<i>Periodo de retorno para T = 2 años</i>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(ln x)^2
1	1440	1.3467	7.2724	0.2976	2.1646	52.8878
2	1080	1.6160	6.9847	0.4800	3.3524	48.7863
3	720	2.1278	6.5793	0.7551	4.9678	43.2865
4	480	2.5856	6.1738	0.9500	5.8649	38.1156
5	360	3.0166	5.8861	1.1041	6.4990	34.6462
6	300	3.2320	5.7038	1.1731	6.6912	32.5331
7	240	3.5552	5.4806	1.2684	6.9518	30.0374
8	180	4.0939	5.1930	1.4095	7.3195	26.9668
9	120	5.0096	4.7875	1.6114	7.7144	22.9201
10	60	8.0801	4.0943	2.0894	8.5547	16.7637
Σ^{10}	4980	34.6635	58.1555	11.1386	60.0801	346.9435
Ln (d) =	4.2398	d =	69.3965	n =	-0.5375	

Fuente. Elaboración propia.

Tabla N° 21: Intensidad – Duración – Periodo de retorno 500 años

<i>Periodo de retorno para T = 500 años</i>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(ln x)^2
1	1440	3.5915	7.2724	1.2786	9.2983	52.8878
2	1080	4.3098	6.9847	1.4609	10.2039	48.7863
3	720	5.6746	6.5793	1.7360	11.4215	43.2865
4	480	6.8957	6.1738	1.9309	11.9209	38.1156
5	360	8.0449	5.8861	2.0850	12.2728	34.6462
6	300	8.6196	5.7038	2.1540	12.2862	32.5331
7	240	9.4815	5.4806	2.2493	12.3279	30.0374
8	180	10.9181	5.1930	2.3904	12.4134	26.9668
9	120	13.3604	4.7875	2.5923	12.4106	22.9201
10	60	21.5490	4.0943	3.0703	12.5710	16.7637
Σ^{10}	4980	92.4450	58.1555	20.9478	117.1263	346.9435
Ln (d) =	5.2208	d =	185.0753	n =	-0.5375	

Fuente. Elaboración propia

Cálculos de regresión para cada T= 2, 5, 10, 25, 50, 75, 100 y 500 años:

Para T= 2 años

$$Ln(d) = \frac{\sum(lnx * lny) * \sum lnx - \sum(lnx)^2 * \sum lny}{(\sum lnx)^2 - \sum(lnx)^2 * N}$$

$$Ln(d) = \frac{60.0801 * 58.1555 - 346.9435 * 11.1386}{58.1555^2 - 346.9435 * 10}$$

$$Ln(d) = 4.2398$$

Parámetros de ajuste de regresión para T = 2 años

$$d = e^{ln(d)}, \quad d = e^{(4.2398)}, \quad d = 69.3965$$

$$n = \frac{\sum lny - N * \sum ln(d)}{\sum lnx}, \quad n = \frac{11.1386 - 10 * 5.2208}{58.1555}, \quad n = -0.5375$$

Para T= 500 años

$$\ln(d) = \frac{117.1263 * 58.1555 - 346.9435 * 20.9478}{58.1555^2 - 346.9435 * 10}$$

$$\ln(d) = 5.2208$$

Parámetros de ajuste de regresión para T = 500 años

$$d = e^{\ln(d)}, \quad d = e^{(5.2208)}, \quad d = 185.0753$$

$$n = \frac{\sum \ln y - N * \sum \ln(d)}{\sum \ln x}, \quad n = \frac{20.9478 - 10 * 5.2208}{58.1555}, \quad n = -0.5375$$

Tabla Nº 22: Resumen de la aplicación de regresión potencial Intensidad – Duración – Periodo de retorno

Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	69.39653622244	-0.53752143702
5	91.82022501956	-0.53752143702
10	106.66665815279	-0.53752143702
25	125.42516577376	-0.53752143702
50	139.34129832088	-0.53752143702
75	147.42988511546	-0.53752143702
100	153.15467632970	-0.53752143702
500	185.07528418836	-0.53752143702
Promedio =	127.28871614037	-0.53752143702

Fuente. Elaboración propia

3.3.2.4. CURVAS DE INTENSIDAD-DURACION-FRECUENCIA (IDF)

En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d).

Los periodos T son considerados como frecuencias y los parámetros de ajuste como constante de regresión (K) y coeficiente de regresión (m). Realizando un cambio de variable:

$$d = K$$

$$n = m$$

Tabla Nº 23: Regresión Potencial

<i>Regresión potencial</i>						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	69.3965	0.6931	4.2398	2.9388	0.4805
2	5	91.8202	1.6094	4.5198	7.2744	2.5903
3	10	106.6667	2.3026	4.6697	10.7524	5.3019
4	25	125.4252	3.2189	4.8317	15.5527	10.3612
5	50	139.3413	3.9120	4.9369	19.3134	15.3039
6	75	147.4299	4.3175	4.9934	21.5587	18.6407
7	100	153.1547	4.6052	5.0314	23.1707	21.2076
8	500	185.0753	6.2146	5.2208	32.4450	38.6214
\sum^8	767	1018.3097	26.8733	38.4436	133.0061	112.5074
$\ln(K) =$	4.2211	$K =$	68.1114	$m =$	0.1739	

Fuente. Elaboración propia

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

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

La ecuación de intensidad válida para la micro cuenca resulta:

$$I = \frac{68.1114 \cdot T^{0.173943}}{t^{0.53752}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)
 T = Período de Retorno (años)
 t = Tiempo de duración de precipitación (min)

Resumiendo se obtienen mediante regresión múltiple:

Factores característicos de la zona de estudio
 K = Término constante de regresión 68.111374
 m = Coef. de regresión final 0.1739428
 n = Coef. de regresión inicial 0.5375214

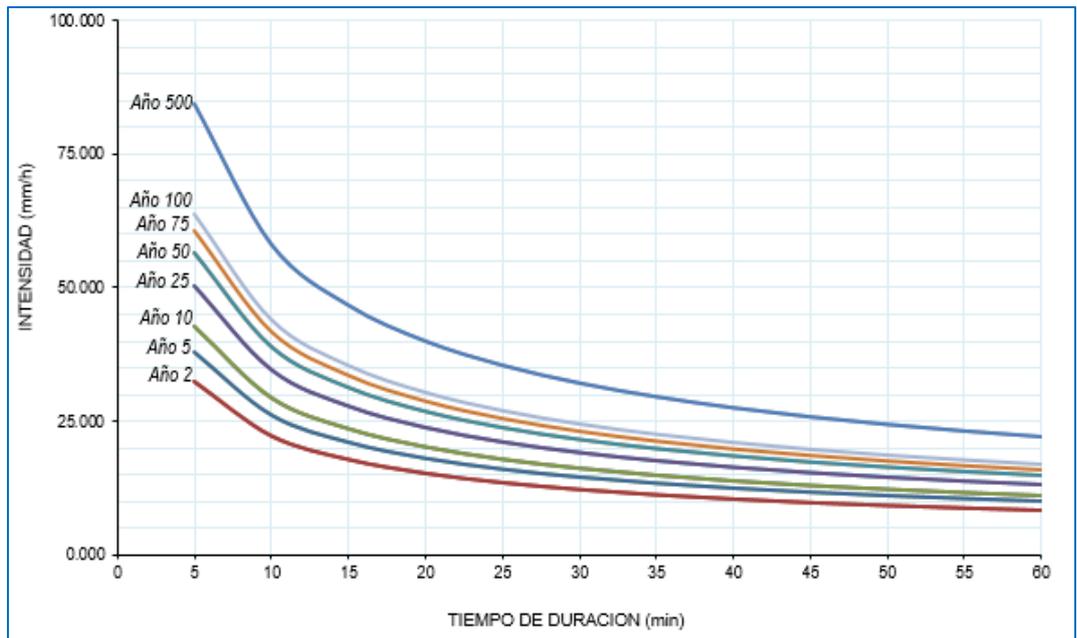
Tabla N° 24: Intensidad – tiempo de duración

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	32.350	22.287	17.923	15.355	13.619	12.348	11.366	10.579	9.930	9.383	8.915	8.507
5	37.939	26.138	21.020	18.008	15.973	14.482	13.330	12.407	11.646	11.004	10.455	9.977
10	42.801	29.488	23.713	20.316	18.019	16.337	15.038	13.997	13.138	12.415	11.795	11.256
25	50.196	34.583	27.810	23.826	21.133	19.160	17.636	16.415	15.408	14.560	13.832	13.200
50	56.628	39.014	31.374	26.879	23.841	21.615	19.896	18.518	17.382	16.425	15.605	14.892
75	60.766	41.865	33.667	28.843	25.583	23.195	21.350	19.872	18.652	17.625	16.745	15.980
100	63.884	44.013	35.394	30.323	26.896	24.385	22.446	20.891	19.610	18.530	17.604	16.800
500	84.523	58.232	46.829	40.119	35.585	32.263	29.697	27.640	25.945	24.516	23.292	22.228

Fuente. Elaboración propia

En esta tabla se obtiene los valores de Intensidad en tiempo transcurridos de 5 – 60 minutos para la frecuencia de periodos de retorno de 2 – 500 años, en el proyecto en estudio el Período Máximo de Retorno de 10 años, así se lograr realizar la siguiente gráfica de la Curva Intensidad – Duración – Frecuencia.

Figura N° 13: Curva IDF de la cuenca



Fuente. Elaboración propia

3.3.3. HIDRAULICA Y DRENAJE

3.3.3.1. DRENAJE SUPERFICIAL

a.- Finalidad

Para llegar a concretizar la finalidad del drenaje de las aguas, recordemos primero el ciclo del agua, la cual en una de sus etapas al estar contenida en la atmosfera y en hielo, está por medio de las precipitaciones y escurrimientos respectivamente fluye por diversos lugares de la superficie, a las cuales se le conoce como aguas superficiales.

Las aguas que caigan directamente sobre la carretera o que lleguen a ella por medio de escurrimiento sobre el terreno adyacente son evacuadas mediante obras de drenaje superficial; mientras que las aguas subterráneas resultantes de la infiltración, ascensos en el nivel freático y fenómenos de capilaridad, se remueven a través de sistemas de subdrenaje. El drenaje se podría decir que es la herramienta para controlar la influencia negativa del agua en las carreteras y conducir las aguas de escorrentía o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final.

Cuando el agua se infiltra hasta la base de una carretera se presentan agrietamientos y fenómenos de bombeo causados por las presiones hidráulicas que se generan al pasar los vehículos. La inexistencia o la ineficiencia de obras de drenaje traen como consecuencia la alteración de las propiedades de los materiales de la base y sub-base de las carreteras generando su rápida deformación y destrucción al mismo tiempo el deterioro e inestabilidad de los terraplenes y la erosión de los taludes, que se manifiestan en asentamientos y deslizamientos.

Un buen drenaje garantiza más durabilidad de la carretera en construcción, e incrementa calidad de servicio en la vía en épocas de lluvia y desbordes.

b.- Criterios funcionales

Los criterios funcionales que se menciona a continuación, sirve para elegir los elementos del drenaje superficial:

- Las soluciones técnicas disponibles
- La facilidad de su obtención
- Los costos de construcción y mantenimiento.
- Daños que eventualmente producirían los caudales de agua correspondientes al periodo de retorno, es decir, los máximos.

c.- 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 período para el cual se diseña la carretera.

Se recomienda adoptar periodos de retorno no inferiores a 10 años para las cunetas y 20 para las alcantarillas de alivio. Para las alcantarillas de paso el periodo de retorno aconsejable es de 50 años. Cuando sea previsible que se produzcan daños catastróficos en caso de que se excedan los caudales de diseño, el periodo de retorno podrá ser hasta de 500 años o más.

En el siguiente cuadro se indican periodos de retorno aconsejables según el tipo de obra de drenaje.

Cuadro N° 4: Periodos de Retorno para el Diseño de obras de drenaje

Tipo de Obra	Periodo de Retorno en años
Puentes y pontones	100 (mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 - 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual de Carretera Diseño de Geométrico DG-2014

d.- Riesgos 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.

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 puede clasificarse en las categorías siguientes:

- **Riego Alto:** Existe peligro de que la corriente arrastre árboles u objetos de tamaño parecido.
- **Riesgo Medio:** Pueden ser arrastradas cañas, arbustos, ramas y objetos de dimensiones similares, en cantidades importantes.
- **Riegos Bajo:** No es previsible el arrastre de objetos de tamaño en cantidad suficiente como para obstruir el desagüe.

e.- Daños debido a la escorrentía

Se considerarán como daños a aquellos que no se hubieran producido sin la presencia del camino. Es decir, a las diferencias en los efectos producidos por el caudal entre las situaciones correspondientes a la presencia del camino y de sus elementos de drenaje superficial, y a su ausencia.

Estos daños pueden clasificarse en las categorías siguientes:

- Los producidos en el propio elemento de drenaje o en su entorno inmediato (sedimentaciones, erosiones, roturas).
- Las interrupciones en el funcionamiento del camino o de vías contiguas, debidas a inundación de su plataforma.

- Los daños a la estructura del afirmado, a la plataforma del camino o a las estructuras y obras de arte.
- Los daños materiales a terceros por inundación de las zonas aledañas.

Se podrá considerar que la corriente no producirá daños importantes por erosión de la superficie del cauce o conducto, si su velocidad media no excede de los límites fijados en función de la naturaleza de dicha superficie:

Cuadro N° 5: Velocidad Máxima del Agua

Tipo de Superficie	Máxima 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 cubierto de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blancas 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 *

* Para flujos de muy corta duración.

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014

3.3.3.2. DISEÑO DE CUNETAS

a.- Generalidades

Las cunetas, son definidas por **Paraud**, como “canales longitudinales que sirven para recoger y eliminar rápidamente el agua que cae sobre la plataforma y que va a ellas debido a su pendiente transversal; su función es trascendental para la conservación; el enemigo mayor de una plataforma de cualquier clase es el agua; al proyectar un camino hay que cuidar con todo esmero su recojo y eliminación”.

La cuneta debe de cumplir su misión de recojo y eliminación rápida de las aguas de la plataforma, sin constituir peligro para la circulación. Tienen formas diversas y dimensiones variables, dependiendo de la naturaleza de la plataforma, de las características del camino y de los datos pluviométricos que se tengan de la zona.

Las cunetas tienen sección trapezoidal o triangular, esta última se recomienda de preferencia, ya que si algún carro resbalase dentro de ella, se desplazará suavemente, mientras que en las trapezoidales constituye una verdadera zanja en la que el carro puede caer. La forma en V adoptada, permite limpiarlas rápidamente con la cuchilla de las motoniveladoras.

Al pie de los terraplenes, se emplean cunetas de defensa que impiden la destrucción de su base, igualmente cuando los puntos altos de los cortes son erosionables, se ubican en la parte superior.

Las cunetas deben de tener desagües en puntos adecuados del trazado, utilizando cuantas coyunturas hay para ello, lo más próximos posibles los unos de los otros, para evitar la excesiva acumulación de caudal que haría precisa una mayor sección y, en definitiva, de no ser cunetas revestidas, podría ser causa de que se transmitiese la humedad a la base del firme. Las cunetas son imprescindibles en todas las secciones de corte.

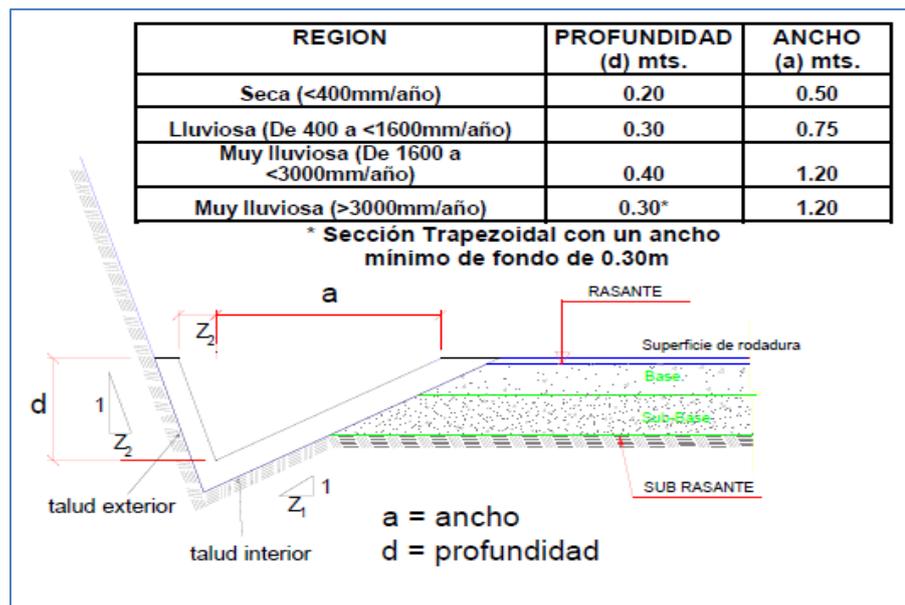
La norma peruana, coinciden con lo que refiere Paraud, específica que las cunetas serán de sección triangular, fijándose sus dimensiones de acuerdo con las condiciones climáticas, así:

Tabla Nº 25: Dimensiones mínimas

ZONA	PROFUNDIDAD	ANCHO
Seca	0.20	0.50
Sierra	0.30	0.50
Costa lluviosa y Selva	0.50	1.00

Fuente. *PARAUD*

Figura Nº 14: Dimensiones mínimas de cuneta triangular típica



Fuente. Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Este ancho (a) se mide desde el borde de la berma a la vertical del vértice bajo, el talud exterior será el correspondiente al del corte.

b.- Diseño

Para controlar las aguas superficiales, de la superficie de rodadura como la de taludes; se realizará estructuras denominadas cunetas, las cuales recolectaran las aguas de escorrentía superficial.

Para el diseño hidráulico de las cunetas se ha contemplado las siguientes consideraciones climáticas y geométricas:

- **Longitud del tramo:** La longitud del tramo de cuneta que se ha adoptado para el estudio depende de varios factores: ubicación de entregas naturales (quebradas, ríos, etc.), ubicación de puntos bajos que presenta el perfil de la carretera y pendiente muy pronunciada.

“Los desagües del agua serán efectuados a través de alcantarillas en estos casos de alivio. Teniendo en cuenta que en el departamento es poco lluviosa la distancia máxima de las cunetas serán de 250 m.” (Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Sección 4.1.2.1 Cunetas, literal d).

- **Pendientes longitudinales de la carretera:** La pendiente longitudinal mínima será 0.5 %, evitándose los tramos horizontales, con el fin de facilitar el movimiento del agua de las cunetas hacia sus aliviaderos o alcantarillas. 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 Tabla N° 26 en función de la naturaleza de dicha superficie.

Tabla N° 26: Velocidad máxima del agua

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA 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 *

* Para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Sección 4.1.2 Drenaje longitudinal.

Debe cuidarse que la velocidad del agua conduzca material en suspensión y no provoque sedimentación, de ser el caso se dispondrá de depósitos de sedimentación para su recojo y conservación eficaz.

- **Sección geométrica típica de la cuneta:** La profundidad será determinada, en conjunto con los demás elementos de su sección, por los volúmenes de las aguas superficiales a conducir, así como de los factores funcionales y geométricos correspondientes.

Para nuestro diseño, las cunetas serán de sección triangular y proyectada para los tramos en ladera (al pie de los taludes de corte), longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada del camino, las cuales serán construidos de tierra, por ser la carpeta de rodadura a nivel de afirmado.

Según el análisis de las condiciones pluviales, las precipitaciones de la zona considera que es una región lluviosa, por lo tanto se eligió la sección triangular y las dimensiones mínimas de la cuneta serán las indicadas en la tabla N° 27. (Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Sección 4.1.2.1 Cunetas, literal c).

Tabla N° 27: Dimensiones mínimas - Perú

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

* Sección Trapezoidal con un ancho mínimo de fondo de 0.30

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014

La precipitación media anual de los 50 años (no incluye 1983 y 1984) es 891.32 mm/año, lo que significa que el área de influencia del proyecto es una región lluviosa Región Lluviosa (Precipitaciones de 400 a < 1600 mm/año). (Ver anexo de datos hidrológicos - Precipitación mensual y anual).

Por otro lado, 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 siguiente tabla:

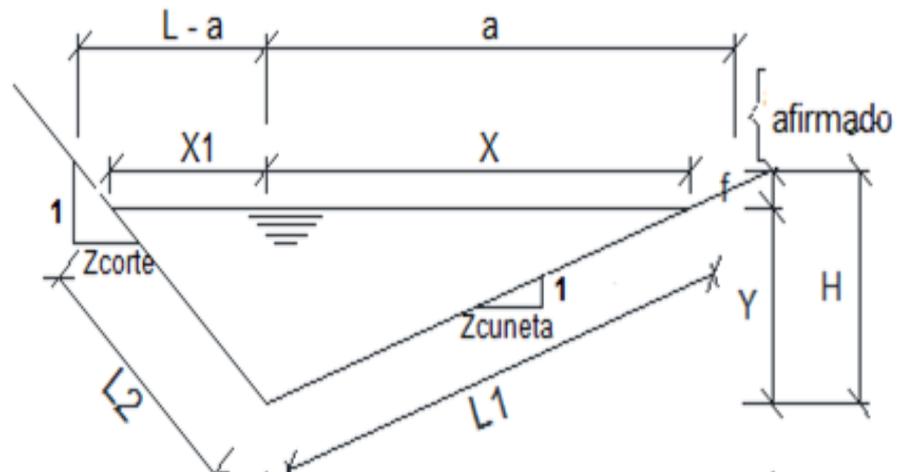
Tabla N°28: Talud (V:H) interior de Cunetas

V.D. (km/h)	I.M.D.A.		
	< 750		> 750
< 70	1:02	Sólo en casos muy especiales	1:03
	1:03		
> 70	1:03		1:04

Fuente: Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Sección 4.1.2.1 Cunetas

Las cunetas a diseñar como se mencionó en la "Sección geométrica típica de la cuneta" será de sección triangular y en la tabla N°27 nos dice que las dimensiones mínimas serán 0.30 m y 0.75 de profundidad y ancho respectivamente y por relación de triángulos se obtiene un talud (V:H) de 1:2.5 para la cuneta.

Esquema para dimensionar la cuneta:



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.

Por otra parte si observamos la tabla N° 29 adjunto, los talud interiores apropiados se eligen por tipo de material, asumimos Talud 1:1

Tabla N°29: Taludes apropiados para distintos tipos de material

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: Aguirre Pe, Julián, "Hidráulica de canales", Dentro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras - CIDIAT, Merida, Venezuela, 1974

Por lo tanto, se asume Talud 1:1.

Z_{corte} = Z₂ = 1 y por triángulos relación de triángulos Z_{cuneta} = Z₁ = 2.5

c.- ESTIMACIÓN DE CAUDALES

Para encontrar el caudal de diseño de las cunetas hemos considerado:

- Caudal proveniente de la plataforma de la carretera (calzada)
- Caudal proveniente de los taludes superiores (áreas colindantes)

La sumatoria de ambos caudales nos servirá para calcular el caudal de diseño para las cunetas.

Para la determinación del caudal de aporte hacia la cuneta, se tomara la precipitación máxima diaria, registrada en las estaciones correspondientes para un período de retorno de 10 años.

d. CALCULO DEL CAUDAL DE CUNETAS Y COMPROBACIÓN DE DIMENSIONES:

d.1.- Caudales de cunetas:

$$Q = C. I. A. / 3.6$$

Dónde:

Q: Caudal en m³/s.

C: Coeficiente de escurrimiento de la cuenca.

A: Área aportante en km²

I: Intensidad de lluvia de diseño en mm/h. para 60 minutos.

Tabla Nº 30: Calculo de Diseño de Caudales para Cunetas

CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS														
PROGRESIVA		TALUD DE CORTE						DRENAJE DE LA CARPETA DE RODADURA				Q ₁	Q ₂	Q _{total}
Desde	Hasta	Longitud (Km)	Ancho Tributario (Km)	Área Tributario (Km)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Área Tributario (Km)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Máxima (mm/hora)	Talud m ³ /seg	Calzada m ³ /seg	Q ₁ +Q ₂ m ³ /seg
0	250	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
250	500	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
500	750	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
750	1,000	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
1,000	1,250	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
1,250	1,500	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
1,500	1,750	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
1,750	2,000	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
2,000	2,243	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.034	0.0010	0.035
2,243	2,257	0.014	0.100	0.001	0.45	10	11.256	0.000	0.10	10	11.256	0.002	0.0001	0.002
2,257	2,507	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
2,507	2,757	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
2,757	3,007	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
3,007	3,257	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
3,257	3,507	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
3,507	3,757	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
3,757	4,007	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
4,007	4,257	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
4,257	4,532	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.039	0.0012	0.040
4,532	4,548	0.016	0.100	0.002	0.45	10	11.256	0.100	0.10	10	11.256	0.002	0.0001	0.002
4,548	4,798	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
4,798	5,048	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
5,048	5,298	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
5,298	5,548	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
5,548	5,798	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
5,798	6,048	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
6,048	6,298	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
6,298	6,548	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
6,548	6,798	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
6,798	6,994	0.196	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.028	0.0008	0.028
6,994	7,008	0.14	0.100	0.001	0.45	10	11.256	0.000	0.10	10	11.256	0.002	0.0001	0.002
7,008	7,258	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
7,258	7,508	0.250	0.100	0.025	0.45	10	11.256	0.001	0.10	10	11.256	0.035	0.0011	0.036
7,508	7,600	0.092	0.100	0.009	0.45	10	11.256	0.000	0.10	10	11.256	0.013	0.0004	0.013

CAUDAL MAXIMO DE APORTE:

0.040

Fuente: Elaboración propia

Como la carretera pasa en gran parte por zonas que existe vegetación ligera, se siguió la recomendación del Manual de Hidrología y drenaje, que recomienda para zonas de tipo de suelos semipermeables, usar un Coeficiente 0.45 para talud de corte, en una pendiente de terreno media mayor a 5%.

Y el coeficiente de escorrentía para la superficie del afirmado se usó 0.3, estos coeficientes de escorrentía se obtuvieron de las siguientes tablas:

Tabla Nº 31: Coeficientes de escorrentía en pendiente de terreno

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC, sección 3.12.2 Método racional, pág.50

Tabla Nº 32: Coeficientes de escorrentía en tipo de superficie

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
Pavimento asfáltico y Concreto	0.70 - 0.95
Adoquines	0.50 - 0.70
Superficie de Grava	0.15 - 0.30
Bosques	0.10 - 0.20
Zonas de Vegetación densa	
Terrenos Granulares	0.10 - 0.50
Terrenos Arcillosos	0.30 - 0.75
Tierra sin Vegetación	0.20 - 0.80
Zonas Cultivadas	0.20 - 0.40

Fuente: Andrés Martínez de Azagra Paredes - 2006

Siguiendo con el detalle del cálculo de caudales de diseño para cunetas, se presenta como ejemplo, entre la progresiva 00+000 a 00+250 los siguientes datos:

- Aporte del talud de corte:

L (longitud máxima de cuneta) = 0.250 km

a (Ancho Tributario) = 0.10 km

A (Área tributaria) = 0.025 km² (Longitud x Ancho Tributario)

C (coeficiente de escorrentía) = 0.45

T (Periodo de retorno) = 10 años

I (intensidad máxima mm/h) = 11.256

Q₁ (caudal m³/s) = 0.035

- Aporte de superficie de rodadura:

A (área tributaria) = Longitud máxima de cuneta en tramo x 6.0 m (ancho de carril + berma) = 0.001

C (coeficiente de escorrentía) = 0.10

T (Periodo de retorno) = 10 años

I (intensidad máxima mm/h) = 11.256

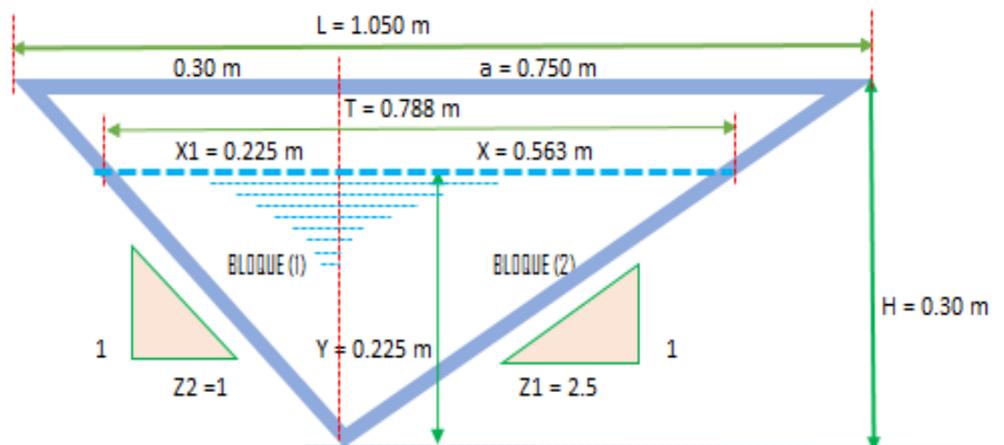
Q₂ (caudal m³/s) = 0.0005

Q_T (caudal m³/s) = 0.035 + 0.0005 = 0.036

d.2.- COMPROBACION DE DIMENSIONES MININAS (0.30 X 0.75)

Después de realizar los cálculos, tenemos las siguientes dimensiones de cunetas aceptadas.

Figura N° 15: Sección de las Cunetas



Fuente: Elaboración propia

Utilizando las fórmulas hidráulicas para una sección transversal triangular:

FORMULAS	BLOQUE (1)	BLOQUE (2)	TOTAL
$AREA = \left(\frac{Zy^2}{2}\right) m^2 =$	0.0253	0.0633	0.0886
$PERIMETRO = \sqrt{(ZY)^2 + Y^2} =$	0.3182	0.6058	0.9240

Y también fórmula de Manning:

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

La pendiente longitudinal (S) debe estar comprendida $0.5 \% < S < 2 \%$

Los resultados se expresan en la tabla N°33, sirve para hacer un análisis del diseño para la pendiente mínima y máxima de cuneta:

Tabla N° 33: Verificación de dimensiones de las Cunetas

RELACIONES GEOMETRICAS										TIPO DE TERRENO		Ec. de Manning		Máx. Aporte
SECCION	TIRANTE	TALUD DE CANAL		AREA HIDRAULICA	PERIMETRO MOJADO	RADIO HIDRAULICO	ESPEJO DE AGUA	BORDE LIBRE	ALTURA	RUGOSIDAD	PENDIENTE MIN /MAX	VELOCIDAD (m/s)	CAUDAL (m³/s)	CAUDAL (m³/s)
TRIANGULAR	Y	Z1	Z2	A	P	R	T	B	H	n	S	V	Q	Q
	0.225	2.50	1.00	0.089	0.924	0.096	0.788	0.075	0.30	0.013	0.005	1.139	0.1009	0.040
	0.225	2.50	1.00	0.089	0.924	0.096	0.788	0.075	0.30	0.013	0.020	2.279	0.2019	0.040

Fuente: Elaboración propia

Análisis del diseño:

Verificación de Caudales:

Pendiente	Q manning	>	Q aporte	
0.005	0.101 m³/seg	>	0.040 m³/segOK
0.020	0.202 m³/seg	>	0.040 m³/segOK

Verificación de Velocidades:

Pendiente	V manning	<	V máxima admisible	
0.005	1.139 m³/seg	<	4.50 m/segOK
0.020	2.279 m³/seg	<	4.50 m/segOK

Las velocidades del caudal del agua no exceden de los límites fijados de la tabla siguiente:

Tabla N° 34: 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 cubierto 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
Mamostería, rocas duras	3.00 – 4.50 *
Concreto	4.50 – 6.00 *

*Para flujos de muy corta duración

Fuente: Manual de Carretera Diseño Geométrico DG-2014 -MTC

3.3.3.3. DISEÑO DE ALCANTARILLAS

La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio (desagüe de la cuneta). Servirán para drenar las aguas de las cunetas distanciadas cada 250 m.

En el tramo de estudio existen este tipo de alcantarillas que aparte de captar aguas de las precipitaciones pluviales captan aguas de los drenajes aledaños y algunos que sirven como alcantarillas de paso para regadío de parcelas. Para el dimensionamiento de las alcantarillas de alivio se calcula considerando el trazo que se dio al evacuar el caudal de las cunetas.

Se han proyectado colocar veintiocho (28) aliviaderos a lo largo de la carretera para descargar las aguas de las cunetas. Las progresivas de cada aliviadero se muestran a continuación:

Cuadro N° 06: Aliviaderos proyectados

Aliviaderos																												
N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Progresiv	00 + 029.00	00 + 272.00	00 + 753.00	01 + 074.00	01 + 507.00	01 + 728.00	02 + 036.00	02 + 491.00	02 + 669.00	03 + 113.00	03 + 273.00	03 + 351.00	03 + 592.00	04 + 074.00	04 + 318.00	04 + 813.00	04 + 875.00	05 + 052.00	05 + 270.00	05 + 414.00	05 + 851.00	06 + 890.00	06 + 151.00	06 + 595.00	06 + 595.00	07 + 152.00	07 + 370.00	07 + 564.00

Fuente: Elaboración propia

a. Tipo y sección

Los tipos de alcantarillas de alivio comúnmente utilizadas en proyectos de carreteras en nuestro país son: marco de concreto, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de polietileno de alta densidad. En este proyecto se utilizarán alcantarillas de acero corrugado tipo TMC de sección circular por la eficiencia en el drenaje de las aguas pluviales, buen comportamiento estructural y facilidad constructiva que poseen.

b. Caudal de aporte mediante el cálculo hidráulico

Al igual que en las cunetas, se empleará la fórmula racional tomando la longitud de las cunetas que llegan al aliviadero y una longitud de 6.0 metros de ancho de calzada para hallar el área tributaria. Sin embargo, conociendo los caudales de aporte de cada tramo de cuneta, sumaremos los caudales que aporten a cada aliviadero dependiendo de su pendiente y la intensidad de precipitación para el periodo de diseño de 10 años.

Tabla N° 35: Cálculo de Diseño Caudales para Aliviaderos

N°	CAUDAL DE APOORTE AL ALIVIADERO		
	ALCANTARIAS	PROGRESIVA	Q (m³/s)
1	Aliviadero 01	00+029.00	0.036
2	Aliviadero 02	00+272.00	0.036
3	Aliviadero 03	00+753.00	0.036
4	Aliviadero 04	01+074.00	0.072
5	Aliviadero 05	01+507.00	0.072
6	Aliviadero 06	01+728.00	0.072
7	Aliviadero 07	02+036.00	0.072
8	Aliviadero 08	02+491.00	0.072
9	Aliviadero 09	02+669.00	0.036
10	Aliviadero 10	03+113.00	0.036
11	Aliviadero 11	03+273.00	0.036
12	Aliviadero 12	03+351.00	0.036
13	Aliviadero 13	03+592.00	0.036
14	Aliviadero 14	04+074.00	0.036
15	Aliviadero 15	04+318.00	0.036
16	Aliviadero 16	04+813.00	0.036

17	Aliviadero 17	04+875.00	0.036
18	Aliviadero 18	05+052.00	0.036
19	Aliviadero 19	05+270.00	0.036
20	Aliviadero 20	05+414.00	0.036
21	Aliviadero 21	05+851.00	0.072
22	Aliviadero 22	05+890.00	0.036
23	Aliviadero 23	06+151.00	0.072
24	Aliviadero 24	06+595.00	0.036
25	Aliviadero 25	06+595.00	0.036
26	Aliviadero 26	07+152.00	0.072
27	Aliviadero 27	07+370.00	0.036
28	Aliviadero 28	07+564.00	0.013
CAUDAL MAX. DE APORTE			0.072

Fuente: Elaboración propia

c. Comprobación de diámetro de las de Alcantarillas Alivio (Aliviaderos)

Se utiliza la fórmula de Robert Manning para canales abiertos y tuberías, para el cálculo de la velocidad del flujo y caudal de la tubería.

Cálculo del Diámetro de la alcantarilla:

1.- Considerando borde libre de 25% tomamos la siguiente relación.

$$\frac{Y}{D} = 0.75 \longrightarrow Y = 0.75 * D$$

2.- Con $Y = 0.75 * D$, en:

"Propiedades hidráulicas de conductos circulares"

Figura N° 16: Relaciones geométricas para secciones circulares parcialmente llenas



y tirante
D diámetro
A área
p perímetro mojado
R radio hidráulico

y/D	A/D²	p/D	R/D	y/D	A/D²	p/D	R/D
0,01	0,0013	0,2003	0,0066	0,26	0,1623	1,0701	0,1516
0,02	0,0037	0,2838	0,0132	0,27	0,1711	1,0928	0,1566
0,03	0,0069	0,3482	0,0197	0,28	0,1800	1,1152	0,1614
0,04	0,0105	0,4027	0,0262	0,29	0,1890	1,1373	0,1662
0,05	0,0147	0,4510	0,0326	0,30	0,1982	1,1593	0,1709
0,71	0,5964	2,0042	0,2973	0,96	0,7749	2,7389	0,2830
0,72	0,6054	2,0264	0,2984	0,97	0,7785	2,7934	0,2787
0,73	0,6143	2,0488	0,2995	0,98	0,7816	2,8578	0,2735
0,74	0,6231	2,0714	0,3006	0,99	0,7841	2,9412	0,2665
0,75	0,6318	2,0944	0,3017	1,00	0,7854	3,1416	0,2500

Fuente: Máximo Villón - 2007, pág. 26

$$\frac{R}{D} = 0.302 \longrightarrow D = 3.3145 * R$$

$$\frac{A}{D^2} = 0.6318 \longrightarrow 0.6318 * D^2$$

$$A = 6.9411 * R^2$$

Reemplazando (D):

Usando la fórmula de Robert Manning:

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

Donde:

$$S = 2\%$$

$$n = 0.024 \text{ (metal corrugado)}$$

$$Q = \frac{(6.9411 * R^2) * R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \longrightarrow R = \left(\frac{Q * n}{6.9411 * S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

$$R = 0.09292492$$

Reemplazando en: $D = 3.3145 * R$

$$D = 0.308 \text{ m} \approx D = 12.320 \text{ pulg.}$$

El mínimo comercial es $D = 600 \text{ mm}$ o 24 pulgadas:

Cuadro N°07: Presentación Tuberías de Sección Circular

DIÁMETRO		DESARROLLO	SECCIÓN	PERÍMETRO	ESPESOR	H _c	AR _c ^{2/3}
mm.	plg.	pl	(m ²)	(m)	(mm.)	(m)	
600	24	6	0,283	1,885	2,00	0,563	0,086
800	32	8	0,503	2,513	2,00	0,750	0,185
900	36	9	0,636	2,827	2,00	0,844	0,253
1000	40	10	0,785	3,142	2,50	0,938	0,335
1200	48	12	1,131	3,770	2,50	1,126	0,545
1500	60	15	1,767	4,712	3,00	1,407	0,988
1800	72	18	2,545	5,655	3,50	1,688	1,607
2000	80	20	3,142	6,283	3,50	1,876	2,129

Fuente: PRODAC - Alcantarillas TMC

Con el diámetro comercial obtenemos:

$$\text{Si: } R = 0.302 * D \longrightarrow R = 0.184 \text{ m}$$

$$\text{Si: } A = 6.941 * R^2 \longrightarrow A = 0.235 \text{ m}^2$$

$$\text{Si: } Y = 0.750 * D \longrightarrow Y = 0.457 \text{ m}$$

Verificando el gasto por Manning:

$$Q = \frac{0.235 * 0.184^{2/3} * 0.02^{1/2}}{0.024}$$

$$Q = 0.477 \text{ m}^3/\text{seg}$$

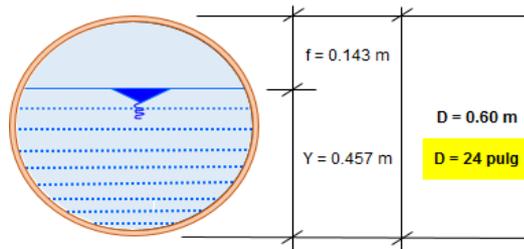
Q manning	>	Q aporte	
0.477 m ³ /seg	>	0.072 m ³ /segOK

Verificando la velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} \rightarrow V = \frac{0.477 \text{ m}^3/\text{seg}}{0.235 \text{ m}^2} \quad V = 1.91 \text{ m}^3/\text{seg}$$

V manning	<	V mínima	
1.91 m3/seg	<	0.25 m/segOK

Figura N° 17: Sección de Alcantarilla de Alivio



Fuente: Elaboración propia

La alcantarilla de alivio que recibirá el gasto de las cunetas será de diámetro de 36” y no de 24” por ser el que mejor realizar mantenimiento interior y será de tubería de acero corrugado.

También, con ayuda del software H canales se procedió a realizar el cálculo hidráulico para **verificar que el caudal calculado sea mayor que el caudal de aporte**. El caudal de aporte crítico 0.072 m³seg. Se utilizó un coeficiente de Manning de 0.024 para tuberías metálicas corrugadas (Tubería tipo MTC), una pendiente de 2% y un tirante de agua de 3/4*H (0.60 m) para hallar la sección con velocidad crítica.

Figura N° 18: Cálculo hidráulico mediante software H Canales

Lugar:	RAYAMBAL-CACHICADAN	Proyecto:	TESIS
Tramo:	D.COMARSA-D.INGACORRAI	Revestimiento:	ACERO CORRUGADO

Datos:		
Tirante (y):	0.457 m	
Diámetro (d):	0.60 m	
Pendiente (S):	0.02 m/m	

Resultados:			
Caudal (Q):	0.4365 m3/s	Velocidad (v):	1.8892 m/s
Area hidráulica (A):	0.2311 m2	Perímetro mojado (p):	1.2729 m
Radio hidráulico (R):	0.1815 m	Espejo de agua (T):	0.5113 m
Número de Froude (F):	0.8972	Energía específica (E):	0.6389 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

Realiza la impresión de la pantalla

07:36 p.m. 24/10/2017

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se obtiene un caudal de 0.4365 m³/s y una velocidad de 1.8892 m/s que se encuentra dentro de los rangos admisibles.

3.3.3.4. DISEÑO DE BADEN

Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante períodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla o puente.

El diseño de badenes debe contemplar necesariamente la construcción de obras de protección contra la socavación y uñas de cimentación en la entrada y salida, así como también losas de aproximación en la entrada y salida del badén.

Usar una estructura o una losa suficientemente larga para proteger el perímetro mojado del cauce natural del curso de agua.

Mantener un borde libre, entre 0.3 y 0.5 metros, entre la parte superior de la superficie reforzada de rodadura (losa) y el nivel de aguas máximas esperado.

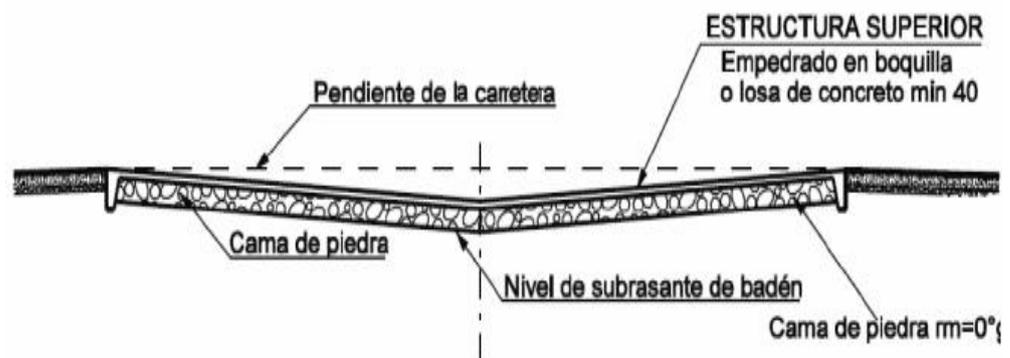
Proteger toda la estructura con pantallas impermeables, enrocamiento, gaviones, losas de concreto u otro tipo de protección contra la socavación.

Construir las cimentaciones sobre material resistente a la socavación (roca sana o enrocado) o por debajo de la profundidad esperada de socavación.

Se recomienda pendientes transversales para el badén entre 2-3%.

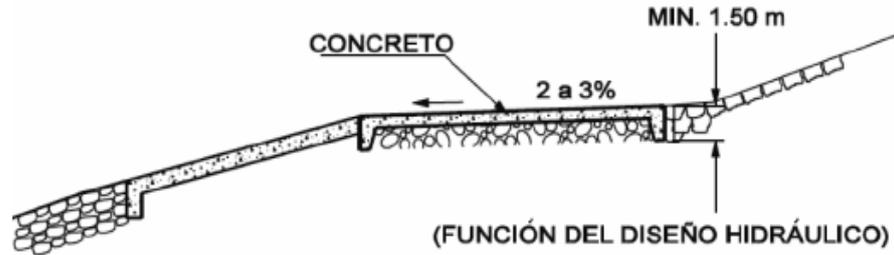
Para el diseño hidráulico **se idealizará** el badén como un canal trapezoidal con régimen uniforme.

Figura N° 19: sección longitudinal del badén a lo largo de la carretera



Fuente: Manual de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Figura N° 20: sección transversal del badén



Fuente: Manual de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Al igual que en los aliviaderos, se empleara la formula racional tomando la longitud de las cunetas que llegan al badén y una longitud de 4.5 metros de ancho de calzada para hallar el área tributaria.

a. Caudal de Aporte mediante el cálculo hidráulico

Sin embargo, conociendo los caudales de aporte de cada tramo de cuneta, sumaremos los caudales que aporten a cada badén y del curso natural que intercepta su alineamiento, dependiendo de su pendiente y la intensidad de precipitación para el periodo de diseño de 10 años.

Tabla N° 36: Calculo de Diseño-Caudales para badenes

N°	BADENES	LONGITUD (m)	SENTIDO Izq / Der	PROGRESIVA			CAUDAL Q (m³/s)
				Del	Centro	Hasta	
1	Badén01	14	I	02+243	02+250	02+257	0.073
2	Badén02	16	I	04+532	04+540	04+548	0.078
3	Badén03	14	D	06+994	07+001	07+008	0.067
CAUDAL MAXIMO DE APORTE							0.078

Fuente: Elaboración propia

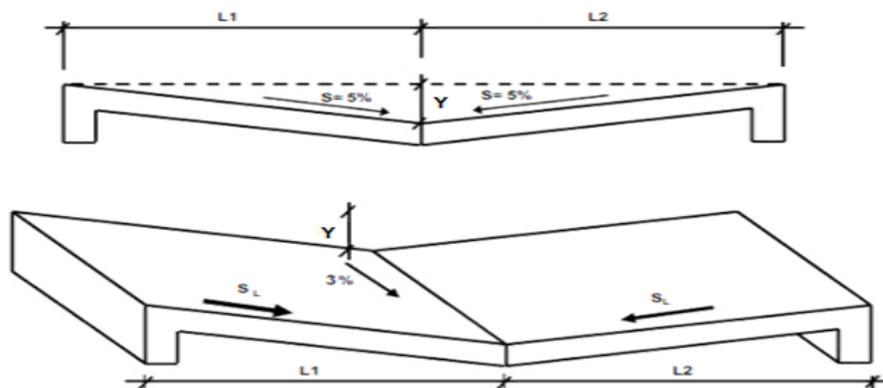
b. Comprobación de dimensiones del badén

Badén tipo triangular

Usamos las longitudes de cada badén proyectado y lo dimensionamos como una cuneta triangular

Para badén 01: $S_L = 5\% \rightarrow Y/L_1 = 0.05 \rightarrow Y = 0.05 \cdot 7 \rightarrow Y = 0.35 \text{ m}$

Figura N° 21: sección del badén aceptada



Fuente: Elaboración propia

Como se trata de badenes tipo triangular se calcula como una sección triangular, aplicado la fórmula de Manning y las relaciones geométricas de secciones transversales para fluidos:

Formula de Manning:

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

Donde:

$n = 0.025$ (mampostería de piedra con mortero)

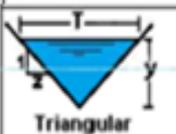
Sección	Area hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$

Tabla N° 37: Verificación de dimensiones del Badén

TIPO BADEN	LONGITUD (m)	L1 (m)	L2 (m)	S _L %	Y (m)	S _T %	Z	n	A (m ²)	P (m)	R (m)	Q Manning m ³ /s	Q aporte m ³ /s	
Triangular	14	7	7	0.05	0.35	0.03	20	0.025	2.45	14.017	0.1748	5.31	0.073	OK
Triangular	16	8	8	0.05	0.40	0.03	20	0.025	3.20	16.020	0.1998	7.58	0.078	OK
Triangular	14	7	7	0.05	0.35	0.03	20	0.025	2.45	14.017	0.1748	5.31	0.067	OK

Fuente: Elaboración propia

Verificación de Caudales:

Q manning > Q aporte

5.31 m³/seg > 0.073 m³/segOK

7.58 m³/seg > 0.078 m³/segOK

5.31 m³/seg > 0.067 m³/segOK

3.3.4. RESUMEN DE OBRAS DE ARTE:

Una carretera está ligado al desempeño de las obras de arte para su buen funcionamiento. Muchas carreteras han colapsado justamente por las obras de arte mal diseñadas y el flujo vehicular se ve afectado, generando costos de reparación urgente.

Para el presente estudio del “**Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad**”, se ha determinado que se tendrá las siguientes obras de arte:

Tabla N° 38: Resumen de cantidad de obras de arte

OBRAS DE ARTE	CUNETAS	ALCANTARILLAS	BADENES
CANTIDAD	31	28	3

Fuente: Elaboración propia

3.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA

3.4.1. GENERALIDADES

El diseño geométrico obedece a criterios técnicos y económicos aplicados a la normatividad que determinan los requerimientos para el mejoramiento de la carretera en el **tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral**.

El Diseño Geométrico de una carretera comprende la determinación de los Parámetros de diseño de la carretera. El diseño y los parámetros se correlacionan para establecer las características técnicas y físicas que debe tener la carretera que se proyecta a fin de que los resultados buscados sean óptimos, en beneficio de la comunidad que requiere del servicio, respondiendo a un desarrollo sostenible.

3.4.2. NORMATIVIDAD

El presente estudio está basado en la aplicación de la normativa técnica peruana vigente establecida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Entre las principales y las más utilizadas que contienen los parámetros establecidos para el diseño geométrico de vías de bajo tránsito, tenemos:

- Resolución Directoral N° 028-2014-MTC/14 del 30/10/2014, que aprueba la nueva versión el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico DG-2014. La cual tiene parámetros establecidos para el diseño geométrico de vías de bajo tránsito.
- Resolución Directoral N° 10-2014-MTC/14 del 09/04/2014, que aprueba la Sección: Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

3.4.3. CLASIFICACION DE LAS CARRETERAS

3.4.3.1. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU FUNCIÓN

Según el reglamento de jerarquización vial del MTC, la vía en estudio pertenece a la “red o rutas vecinales o rurales” porque interconectan los centros poblados de su jurisdicción, están orientadas a facilitar el transporte de personas y el intercambio comercial a nivel local, permitir la conexión con las otras redes de carreteras y vincula los centros de producción con los centros de consumo a nivel local.

3.4.3.2. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU DEMANDA

Según la sección 101.05 del Manual de Diseño de Geométrico de Carreteras, la carretera de este proyecto se clasifica como una “carretera de tercera clase”, pues la carretera de este tipo presenta un IMDA menor a 400 vehículos por día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho cada uno, en la parte que corresponde a estudio del tráfico, se aprecia en detalle.

3.4.3.3. CLASIFICACIÓN POR SU OROGRAFÍA

Según el análisis del estudio topográfico se determinó que se tiene una pendiente longitudinal promedio de 7% y pendientes transversales se encuentran en promedio de 28.14% por lo tanto la clasificación está entre un terreno ondulado y accidentado. Por ser una carretera de tercera clase y que pertenece a la sierra es recomendable por experiencia técnica considerarla como un “Terreno Accidentado (Tipo 3)” y no como Ondulado, porque los radios de curva tendrán que ser muy largos y es dificultoso en la sierra por las quebradas que existen. (Ver anexo de Orografía de la zona). Clasificación mencionada en la sección 102.3 de la DG-2014.

3.4.4. ESTUDIO DE TRAFICO

3.4.4.1. GENERALIDADES

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que transitan por parte de los caseríos Casa Blanca Baja y Rayambal, sus sectores y anexos.

El objetivo principal de este capítulo es el estudio es determinar el tráfico existente en la vía, su variación histórica, composición vehicular y su proyección, para el periodo de vida útil (10 años) de los trabajos de mantenimiento proyectados. El estudio a través de los trabajos de gabinete tiene los siguientes alcances:

- Determinación del volumen y composición del tráfico
- Índice Medio Diario Promedio Anual IMDa
- Factor de Crecimiento Anual

3.4.4.2. CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

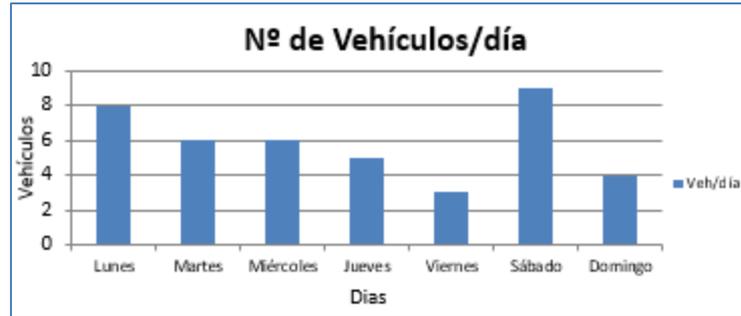
El estudio de tráfico se basa en el flujo vehicular que se da en el tramo en estudio. Para hacer esta actividad se realizó un conteo vehicular en un punto del tramo ubicada al inicio en el km 00+000, se registró en un formato elaborado para cada día desde el 17/07/2017 hasta el 23/07/2017 (01 semana). Luego se procedió a resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo de la semana, indicados en la tabla a continuación:

Tabla N° 39: Resumen del conteo y volumen de tráfico – Julio/2017

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
Automóvil		1				1	0	2
Camioneta	6	5	6	5	2	6	4	34
Combi	1				1		0	2
Micro							0	0
Bus Grande							0	0
Camión 2E	1					2	0	3
Camión 3E							0	0
TOTAL	8	6	6	5	3	9	4	41

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 22: Gráfico de conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 23: Puntos de conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia

3.4.4.3. DETERMINACION DEL INDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

El IMDA, proporcionan la información necesaria para determinar las características del diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar programas de mejora y mantenimiento. En base a la información existente se calcula los índices medio anuales para cada tipo de vehículo, mediante:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

Donde:

IMD_s = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMD_a = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional (Dato de unidades de peaje)

Como los volúmenes de tráfico varían cada mes debido a las estaciones del año, ocasionadas por las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales,

festividades, etc. Es necesario efectuar los valores obtenidos durante un periodo de tiempo, por un factor de corrección que lleve a éstos al promedio diario anual.

Para este estudio se usó los Factores de Corrección Estacionales referenciales, siguientes:

F.C.E. Vehículos ligeros: 0.964773519497527

F.C.E. Vehículos Pesados: 1.04273360561761

Para la proyección de la demanda vehicular se usó la siguiente fórmula:

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

Donde:

T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día

T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día

n = año futuro de proyección

r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en % (INEI)

r_{vp} = 3 % Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)

r_{vc} = 2 % Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

Las proyecciones del tránsito de los vehículos que en este momento circulan por la carretera, se calculará teniendo en cuenta el área de influencia y el horizonte del planeamiento el mismo que ha sido establecido para este tipo de proyectos en 10 años y que será expresado en términos de índice Medio Diario (IMD). Para las proyecciones se tomará como referencia el tráfico base actual, el mismo que ha sido clasificado a fin de afectarlo por la correspondiente tasa de crecimiento definida en correlación con la dinámica de 2% a 3% según criterio.

Tabla N° 40: Índice Medio Diario aplicando factor de corrección

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total semana	IMD _s	FC	IMD _a
	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sab	Dom				
Automóvil		1				1	0	2	0.29	0.96	0.28
Camioneta	6	5	6	5	2	6	4	34	4.86	0.96	4.69
C. Rural	1				1		0	2	0.29	0.96	0.28
Micro							0	0	0.00	0.96	0.00
Bus Grande							0	0	0.00	0.96	0.00
Camión 2E	1					2	0	3	0.43	1.04	0.45
Camión 3E							0	0	0.00	1.04	0.00
TOTAL	8	6	6	5	3	9	4	41	6		6

Fuente: Elaboración propia

El IMD aplicando los Factores de Corrección es de **6** veh/día.

$T_0 = 6$ vehículo por día (Tránsito actual - año base)

Tránsito proyectado al año 2027

$T_n = 8$ vehículo por día.

Tabla N° 41: Índice Medio Diario

AÑO	IMD AL (2017)	IMD PROY. (2027)
IMD	6	8

Fuente: Elaboración propia

3.4.4.4. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CRECIMIENTO ANUAL

De acuerdo a lo establecido en las DG 2014: La proyección del transporte puede también sub-dividirse en dos partes:

Una proyección para vehículos de pasajeros (ligeros) que crecerá relativamente igual al ritmo de la tasa de crecimiento de la población; La tasa de crecimiento es poblacional ósea de la localidad. Según INEI la tasa de crecimiento de la población en la Libertad es de 2.00% (2015).

Una proyección de vehículos de carga que crecerá relativamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la Región, que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias”. Según el Informe Técnico N° 01 – Agosto - 2010 del INEI, la tasa de crecimiento económico (PBI) de la Libertad es de 3.00 %.

F_{ca} = Factor de crecimiento acumulado – Vehículos ligeros

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad F_{ca} = [(1+0.03)^{10} - 1] / 0.03 \rightarrow F_{ca} = 11.46$$

Donde:

$n = 10$ (años del periodo de diseño)

$r = 3.00\%$ (tasa de crecimiento anual de la población – La Libertad)

F_{ca} = Factor de crecimiento acumulado – Vehículos de carga

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad F_{ca} = [(1+0.02)^{10} - 1] / 0.02 \rightarrow F_{ca} = 10.95$$

Donde:

$r = 2.00\%$ (tasa de crecimiento anual del PBI regional – La Libertad)

Tasa de Crecimiento x Región en % (INEI)

$r_{vp} = 3\%$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)

$r_{vc} = 2\%$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

3.4.4.5. CLASIFICACIÓN DEL TRÁFICO SEGÚN EJES EQUIVALENTES (E.E.)

Con la finalidad de hallar el Número de Ejes Equivalentes (**Nrep de EE 8.2 tn**), se ha considerado los tipos de vehículos en Ligeros, Bus y Camión C2E, C3E y C4E.

Según el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos – Capítulo VI: Tráfico vial, menciona que para el cálculo de EE de 8.2 t, se usará las siguientes expresiones por tipo de vehículo pesado.

Nrep de EE 8.2t = Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2t.

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

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

$\text{EE}_{\text{día-carril}}$ = Ejes equivalentes por día para el carril de diseño

EE = Ejes Equivalentes

EE = de vehículos según tipo x factor de carga x factor de presión de llantas

F_{ca} = Factor de crecimiento acumulado

$\text{F}_{\text{ca}} = 10.95$ Vehículos ligeros

$\text{F}_{\text{ca}} = 11.46$ Vehículos de carga

365 = Número de días del año

Es decir: son Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo, por día para el carril de diseño, que resulta del IMD por cada tipo de vehículo, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos.

Para cada tipo de vehículo, se aplica la siguiente relación:

$$\text{EE}_{\text{día-carril}} = \text{IMD}_i \times \text{F}_d \times \text{F}_c \times \text{F}_{\text{vpi}} \times \text{F}_{\text{pi}}$$

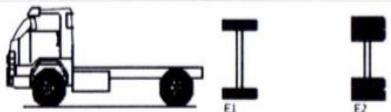
F_{vp} = Factor Vehículo Pesado (vehículos según tipo x factor de carga)

Factor direccional (F_d) = 0.5, corresponde a carreteras de dos direcciones por calzada.

Factor carril (F_c) = 1, corresponde a un carril por dirección o sentido.

Factor de presión de llantas (F_p) = 1, este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular.

Cuadro N° 08: Factor Vehículo Pesado - C2

Factor Vehículo Pesado (F _{vp})						
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos				Long. Máxima(m)	TOTAL FACTOR CAMION TIPO: C2
C2					12.3	
Eje Equivalente	$EE_{s1} = [P / 6.6]^4$		$EE_{s2} = [P / 8.2]^4$			
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	
Carga según Censo (Tn.)	7	10	0	0	0	
Tipo de eje	Eje Simple	Eje simple				
Tipo de rueda	Rueda Simple	Rueda Doble				
Peso	7	10	0	0	0	
Factor E.E.	1.265	2.212	0	0	0	3.477

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 42: Número de repeticiones de EE

Tipo de Vehículo	Parámetros para el cálculo del Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes							
	EE día carril					F _{ca}	N° días al año	EE 8.2 toneladas
	IMD _{pi}	F _d	F _c	F _{vp}	F _p			
Automóvil	0.4	0.50	1		1	11.46	365	827.43
Camioneta	6.7	0.50	1		1	11.46	365	14,066.35
C. Rural	0.4	0.50	1		1	11.46	365	827.43
Microbús	0.0	0.50	1		1	11.46	365	0.00
Bus Grande	0.0	0.50	1	3.477	1	10.95	365	0.00
Camión 2E	0.6	0.50	1	3.477	1	10.95	365	4,456.72
Camión 3E	0.0	0.50	1	3.477	1	10.95	365	0.00

Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn. ==> 20,177.93

Fuente: Elaboración propia

Se determina que el total de ejes equivalentes es de 20,177.93 EE, proyectados para un periodo de diseño de 10 años, mediante este dato se calculara el espesor del afirmado.

La carretera en estudio es No Pavimentada a nivel afirmado (revestimiento granular) y por lo tanto el Tipo de Tráfico Pesado resulto con rango 1 (T_{NP1}) de 20,177.93 repeticiones de EE en el carril de diseño y para un periodo de diseño de 10 años, según como indica el siguiente cuadro:

Cuadro N° 09: Número de repeticiones acumuladas de Ejes Equivalentes de 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 carreteras: Sección Suelos y pavimentos -2014

3.4.4.6. DISEÑO DEL AFIRMADO

El afirmado es una mezcla de tres tipos de material, así es: piedra, arena y finos o arcilla. La existencia de la combinación de estos tres tamaños hace que el afirmado será bueno, como el material de nuestra cantera.

- Un porcentaje de piedra, para soportar las cargas.
- Un porcentaje de arena clasificada, para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa.
- Un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado.

3.4.4.6.1. CBR de sub rasante

Según lo establecido en el manual de carreteras: “suelos, geología, geotecnia y pavimentos” – 2014, para obtener el CBR de diseño se toma los valores más bajos debido que son estos datos los predominantes en el tramo del proyecto como consecuencia tomamos: CBR al 95% = 8.25 % que corresponde al material de la calicata N°01 de la carretera tramo, desvió a Comarsa - Intersección Carretera Calorco - Ingacorral.

3.4.4.6.2. Categoría de subrasante

Según lo mencionado anteriormente sobre el CBR al 95% (8.25), la subrasante es de categoría regular (S_2), como se muestra en el cuadro.

Cuadro N° 10: Categorías de Subrasante

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC- Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2014

3.4.4.6.3. Espesor de afirmado

El manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014, menciona que para el dimensionamiento de los espesores de la capa de afirmado se adopta como referencia 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, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Dónde:

e = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valores del CBR de la subrasante.

N_{rep} = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

A continuación se presentan los espesores de afirmado propuestos considerando subrasantes con CBR > 6% hasta un CBR > 30% y tráfico con número de repeticiones de hasta 300,000 ejes equivalentes.

$$e = 184.476050702409 \cong 200 \text{ mm}$$

Como resultado podemos decir que el espesor del afirmado será de 200 mm como lo indica en los cálculos y en el cuadro adjunto.

Cuadro N° 11: Espesores de afirmado en mm, valores de CBR vs. EE

CBR % Diseño	EJES EQUIVALENTES																			
	10,000	20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	75,000	80,000	90,000	100,000	110,000	120,000	130,000	140,000	150,000	200,000	300,000	
	ESPESOR DE MATERIAL DE AFIRMADO (mm)																			
6	200	200	250	250	250	250	250	250	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	350
7	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
8	150	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	300
9	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
10	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250	250	250	250	250
11	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	250	250
12	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
13	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
14	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
15	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200	200	200	200
16	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200	200	200
17	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200	200
18	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	200
19	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
20	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
21	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
22	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
23	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
24	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
25	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
26	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
27	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
28	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
29	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
30	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
> 30 *	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Fuente: MTC Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos 2013

3.4.5. PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

3.4.5.1. ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

Conocer el tránsito que circula por una vía, es un requisito fundamental en los estudios viales expresado, esto se expresa como, volumen promedio diario a lo largo de un año calendario (IMDA).

El IMDA proyectado a 10 años en este estudio es de 8 Veh/día, esto clasifica a la vía como una Carretera de Bajo Volumen de Tránsito - Tipo T_{NP2} (Tráfico Pesado) de 36,361.53 repeticiones de EE en el carril de diseño, considerando una superficie de rodadura de **afirmado**.

3.4.5.2. VELOCIDAD DE DISEÑO

La selección de la velocidad de diseño es consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado que se tuvo en cuenta la orografía del territorio. En territorios accidentados como el de estudio es **muy costoso conservar una velocidad alta de diseño**, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Construir estas obras solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito aumenten aceleradamente, pero según nuestro estudio de tráfico la demanda no es muy alta.

La velocidad escogida para el diseño, es la máxima la que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan. Entonces con este criterio técnico la velocidad de diseño del presente trabajo está determinada por la orografía de la carretera en estudio.

La carretera es de Tercera Clase y según su orografía se clasifico como un terreno Accidentado.

La determinación de la velocidad directriz o de diseño del proyecto se hará con el siguiente cuadro:

Cuadro N° 12: Velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera

Clasificación	Orografía	Velocidad de Diseño de un Tramo Homogéneo (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de Primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de Segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: MTC Diseño Geométrico. Revisada y corregida a octubre de 2014

De acuerdo al cuadro en una Carretera de Tercera Clase con una topografía accidentada se puede escoger entre tres velocidades de diseño: 30 km/h, 40 km/h y 50 km/h.

Para este caso teniendo en cuenta las consideraciones antes mencionadas (relación velocidad de diseño y costo de la carretera) se trabajará con la velocidad directriz mínima de 30 km/h. (Manual de Diseño para Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito)

3.4.5.3. RADIOS MÍNIMOS

El radio mínimo con el que se puede diseñar una curva, que brinde seguridad y comodidad en el recorrido de un vehículo a una velocidad directriz determinada es calculado por la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(P_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}n})}$$

Donde:

Rmin: Radio mínimo

V: Velocidad de diseño

Pmáx: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno)

fmax: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Este proyecto se desarrolla en un área rural con una orografía accidentada, por lo tanto según la ubicación de la vía, para el diseño geométrico de los radios se ha determinado un radio mínimo de 25 m.

Cabe mencionar que en tramos especiales se tiene radios mínimos de 15 m para una velocidad específica de 20 km/h que obedecen a la orografía.

Se muestra la aplicación de la fórmula anteriormente descrita para las diferentes velocidades de diseño, concedida por el Manual de Carreteras

Cuadro N° 13: Radios mínimos para vías en área rural

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P max. (%)	f. max	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área Rural (accidentada o escarpada)	30	12	0.17	24.4	25
	40	12	0.17	43.4	45
	50	12	0.16	70.3	70
	60	12	0.15	105.0	105
	70	12	0.14	148.4	150
	80	12	0.14	193.8	195
	90	12	0.13	255.1	255
	100	12	0.12	328.1	330
	110	12	0.11	414.2	415
	120	12	0.09	539.9	540
130	12	0.08	665.4	665	

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014 y elaboración propia

3.4.5.4. ANCHOS MÍNIMOS DE 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 consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio.

Cuadro N° 14: Ancho mínimo para calzada en tangente

Demanda		Carretera			
Vehículo/día		<400			
Característica		Tercera Clase			
Tipo de orografía		1	2	3	4
Velocidad de diseño	30 km/h	6.00	6.00	6.00	6.00
	40 Km/h	6.00	6.00	6.00	6.00
	50 Km/h	6.00	6.00		
	60 Km/h	6.00	6.00		
	70 Km/h	6.00			
	80 Km/h				
	90 Km/h				
	100 Km/h				

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014 y elaboración propia

El ancho mínimo de calzada en tangente según el cuadro para la carretera del proyecto debe ser 6.00 metros.

3.4.5.5. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Distancia de visibilidad es la longitud continua hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se consideran tres distancias:

- Distancia de visibilidad de parada;
- Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento;
- Distancia de visibilidad de cruce con otra.

a. Distancia de Visibilidad de Parada

Es la distancia mínima requerida con la cual el conductor puede prevenir algún tipo de incidente o accidente, pues a esa distancia puede visualizar al objeto y puede realizar maniobras adecuadas según se den las circunstancias en el momento.

Se calcula mediante la fórmula:

$$D_p = \frac{V * t_p}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Donde:

D_p : Distancia de parada

V : Velocidad de diseño

T_p : Tiempo de percepción + reacción (s)

f : Coeficiente de fricción, pavimento húmedo

i : Pendiente longitudinal (tanto por uno)

+i : Subidas respecto al sentido de circulación

-i : Bajadas respecto al sentido de circulación

Para hallar la distancia de parada (D_p) depende de la Velocidad de Diseño y la pendiente longitudinal y se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 15: Distancia de visibilidad de parada en metros

V. 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

Fuente: Manual de Carreteras No pavimentadas de bajo volumen de tránsito

La pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada.

Se muestran las distancias de visibilidad de parada, en función de la velocidad directriz y de la pendiente. En nuestro caso:

Para las pendientes en bajada de 3%, 6%, 9% → 35 m

Para las pendientes en subida de 6% → 30 m; 9% → 29 m

b. Distancia de visibilidad de Paso o Adelantamiento

Es la distancia necesaria a fin de facultar al conductor del vehículo adelante a otro que viaja a 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.

Las distancias mínimas se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 16: Distancia de visibilidad de adelantamiento

V. ESPECÍFICA DE LA ENTRETANGENCIA HORIZONTAL EN LA QUE SE EFECTUA LA MANIOBRA (km/h)	V. DEL VEHICULO ADELANTADO (km/h)	V. DEL VEHICULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MINIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO Da (m)	
			CALCULADA	REDONDEO
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775

Fuente: Elaboración propia bajo el *Manual de Diseño de Carreteras DG-2014*

Se considera la lectura de análisis que para una velocidad directriz de 30 km/h, la velocidad del vehículo adelantado es de 29 km/h y del vehículo que adelanta es de 44 km/h con una distancia mínima de visibilidad de adelantamiento de 200 m.

c. Distancia de visibilidad de cruce con otra

Distancia requerida para cruzar o ingresar a una carretera de mayor importancia.

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

3.4.6. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA

3.4.6.1. GENERALIDADES

La norma nos menciona que el ***alineamiento horizontal*** debe permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño (30Km/h) en la mayor longitud de carretera que sea posible.

El alineamiento de la carretera, se hizo adecuándose a las condiciones del relieve. El trazado del Diseño geométrico en planta de un tramo de la vía, está compuesto de la adecuada sucesión de rectas (Tramos en Tangente), curvas circulares y curvas de transición.

Se usó curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

3.4.6.2. TRAMOS EN TANGENTE

La siguiente tabla muestra las longitudes de los tramos en tangente mínimas admisibles y máximas deseables para las diversas configuraciones de curvas.

Cuadro N° 17: Longitudes en tramos en tangente

V (km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L max (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503

Fuente: *Manual de Diseño de Carreteras DG-2014*, pág. 136

3.4.6.3. CURVAS CIRCULARES

Las curvas circulares se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos alineamientos rectos de una vía (tangentes).

Los elementos de una curva circular son los siguientes:

P.C. = Punto de Inicio de la Curva

P.I. = Punto de Intersección

P.T. = Punto de Tangencia

E = Distancia desde el PI al punto medio de la curva sobre el arco o distancia a Externa (m)

M = Distancia desde el punto medio de la curva hasta el punto medio de la cuerda larga (m)

R = Longitud del Radio de la Curva (m)

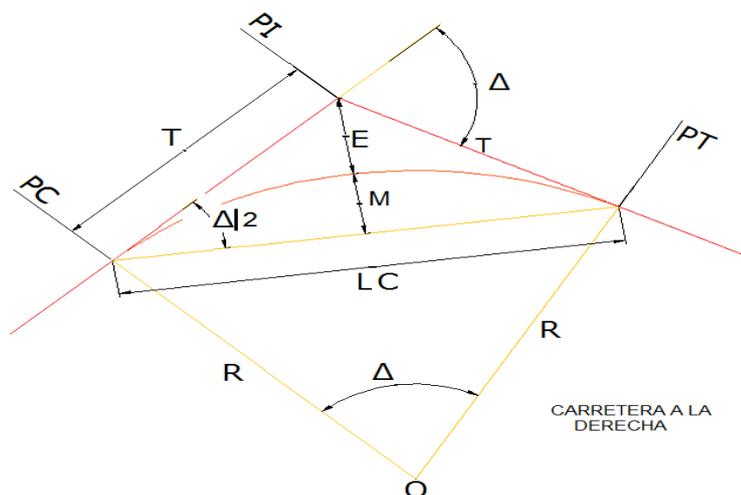
T = Longitud de la Sub tangente (P.C a P.I a P.T) (m)

L = Longitud de la Curva (m)

L.C.= Línea recta que une al punto de tangencia donde comienza la curva PC y al punto de tangencia donde termina PT (m)

Δ = Angulo de Deflexión

Figura N° 24: Simbología de la curva circular



Fuente: Elaboración del autor

El radio mínimo que pueden recorrer con la velocidad de diseño, según la tabla 302.02 del manual de diseño geométrico, revisada y corregida a octubre del 2014 (DG-2014), refiere que, para una carretera en un área rural con topografía accidentada, para una Velocidad de diseño de 30 km/d, el radio será de 25m.

Elección del radio y el peralte

El valor del radio se adopta en función del **peligro de deslizamiento**, condición generalmente más restrictiva que la de vuelco. Dicho valor se corresponde con el límite señalado por la **velocidad específica**, ya que un valor inferior entraría en una zona de inseguridad, pudiéndose incluso llegar al deslizamiento. El radio que finalmente se adopte para resolver la alineación deberá hallarse dentro de la zona de comodidad.

Con la formula siguiente, aplicada a Carreteras de Tercera Clase, se obtienen los **valores del Radio mínimo para velocidades específicas de diseño**, peraltes máximos y valores límites de fricción, detallados en el cuadro siguiente.

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

Cuadro N° 18: Valores del R. mín. para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

Velocidad Especifica (km/h)	Máximo Peralte e(%)	Valor Lím. Fricción f _{max}	Calculado R. Mínimo (m)	Redondeo R. Mínimo (m)
20	4	0.18	14.3	15
30	4	0.17	33.7	35
40	4	0.17	60	60
50	4	0.16	98.4	100
60	4	0.15	149.1	150
20	6	0.18	13.1	15
30	6	0.17	30.8	30
40	6	0.17	54.7	55
50	6	0.16	89.4	90
60	6	0.15	134.9	135
20	8	0.18	12.1	10

Fuente: Elaboración del autor bajo el manual DG-2014

3.4.6.4. CURVAS DE TRANSICIÓN

Esta curva no es circular pero sirve de transición o unión entre la tangente y la curva circular.

Las curvas de transición surgen debido a la necesidad de interponer un elemento que garantice una continuidad entre los anteriores tipos de alineaciones.

Aparte de servir como enlace de otros tipos de alineamientos, la curva de transición se constituye como una alineación más, pudiendo existir tramos de vía compuestos exclusivamente por este tipo de curvas.

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

Radios que permiten prescindir de la curva de transición

En la carretera en estudio, se usarán curvas de transición solo para las curvas de volteo ya que presentan radios menores a los mostrados en el siguiente cuadro:

Cuadro 19: Radios que permiten prescindir de la curva de transición de Carretas de Tercera Clase

V. Directriz Km/h	Radio (m)
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Fuente: Elaborado bajo el *Manual de Diseño de Carreteras DG-2014*, pág. 159

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

$$L_{m\acute{a}x} = (24R)^{0.5}$$

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

R = Radio de la curvatura circular horizontal.

L_{min} = Longitud mínima de la curva de transición.

$L_{m\acute{a}x.}$ = Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V = Velocidad directriz en Km. /h.

3.4.6.5. CURVAS DE VUELTA

Las curvas de vuelta son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos. (DG 2014, pág. 165)

En el caso del presente proyecto casi no ha sido necesario el empleo de estas curvas, debido a la topografía no es muy accidentada y se proyectó trazos alternativos. El diseño de las pocas curvas de vuelta que se ha

realizado se tomó en consideración el vehículo de diseño y la maniobra de cruce de curva establecida por el manual DG 2014.

Las curvas de vuelta proyectadas se realizaron siguiendo el mismo camino establecido por la vía actual, de esta manera solo se amplió los radios y las longitudes de curva.

3.4.7. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL

3.4.7.1. GENERALIDADES

Con un buen trazado en planta, podemos obtener espléndidos alineamientos con curvas bien definidas, pero si ese trazado en planta no está bien coordinado y estudiado con el trazado en perfil, resultará una carretera antieconómica o incómoda. Los vehículos no podrán circular por ella por su excesiva pendiente o será muy incómoda por los cambios bruscos y continuos gradientes.

El trazado en perfil es mucho más delicado que el trazado en planta, ya que en este, cualquier modificación posterior o mejora de la carretera que quiera hacerse bastará rectificar el trazo o ensanchar, pero si las pendientes están mal proyectadas, no queda más remedio que hacer estudios de variantes para obtener alargamientos y poder así bajar las pendientes.

El *perfil longitudinal es un alineamiento vertical* de una vía, y está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Por tanto, el diseño del alineamiento vertical incluye la selección de pendientes adecuadas, para las tangentes y el diseño de las curvas verticales. La topografía del área de la zona por la que atraviesa el camino, tiene un impacto importante sobre el diseño del alineamiento vertical.

3.4.7.2. PENDIENTE

Para el proyecto se ha considerado emplear en ciertos tramos según topografía, pendientes superiores a 10% que no excedieron los 180m de longitud como indica el manual, esto debido a razones económicas ya que reducir la pendiente resultaría costoso para el proyecto.

Para la velocidad de diseño de 30 km/h, se tuvo en cuenta no sobrepasar la pendiente máxima de 10%, con excepciones de aumento en 1% para evitar el corte excesivo y así perjudicar en costos.

Se tuvo en cuenta en el diseño una pendiente mínima para asegurar el drenaje en la vía de 0.5%, como lo recomienda el manual de diseño DG 2014, actualizado y revisado en octubre 2014.

Cuadro 20: Pendientes máximas (%)

Demanda		Carretera			
Vehículos/día		<400			
Características		Tercera clase			
Tipo de orografía		1	2	3	4
V. diseño:	20 km/h	8	9	10	12
	30 km/h	8	9	10	12
	40 km/h	8	9	10	10
	50 km/h	8	8	8	8
	60 km/h	8	8	8	8
	70 km/h	7	7	7	7
	80 km/h	7	7	7	7
	90 km/h	6	6	6	6
	100 km/h				
	110 km/h				
	120 km/h				
	130 km/h				

Clasificación 3º clase. Tráfico <400 veh/día
Orografía tipo 3,
V = 30 Km/hr.
Elegimos: Pendiente máx. = 10%

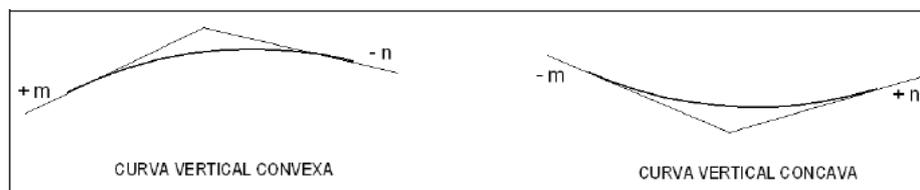
Fuente: Elaborado bajo el Manual de Diseño de Carreteras DG-2014, pág. 190

3.4.7.3. CURVAS VERTICALES

Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas (rasantes), tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, de tal manera que facilite una operación vehicular segura y confortable, que sea de apariencia agradable y que permita un drenaje adecuado. Se ha comprobado que la curva que mejor se ajusta a estas condiciones es la parábola de eje vertical.

En el proyecto se ha presentado dos casos: uno en el que vamos subiendo y luego bajamos, denominado “cima” (Convexas) y el otro en el cual primero se baja y luego se sube llamado “columpio” (Cóncavas). Ver Figura.

Figura N° 25: Curvas verticales



Fuente: Elaboración del autor, bajo el Manual DG-2014

Para empalmar los tramos rectos se utilizan mayormente curvas parabólicas debido a la facilidad que presentan para replantearse en el terreno.

Si retomamos la figura inicial, cuando la parábola se abre hacia arriba, se habla de una curva vertical cóncava; y si se abre hacia abajo se trata de una curva vertical convexa.

Se definen entonces los siguientes puntos:

PCV: Punto (abscisa) donde comienza una curva vertical.

PIV: Punto de inflexión, abscisa donde cambia la pendiente.

PTV: Punto donde termina la curva vertical.

De esto se desprende las curvas verticales simétrica y asimétrica

Curva vertical es simétrica Cuando la distancia horizontal medida desde el PCV hasta el PIV es igual a la que va desde el PIV hasta el PTV.

Curva vertical asimétrica, Si no son iguales estas distancias de PCV-PIV con PIV-PTV.

Longitud de curvas verticales convexas

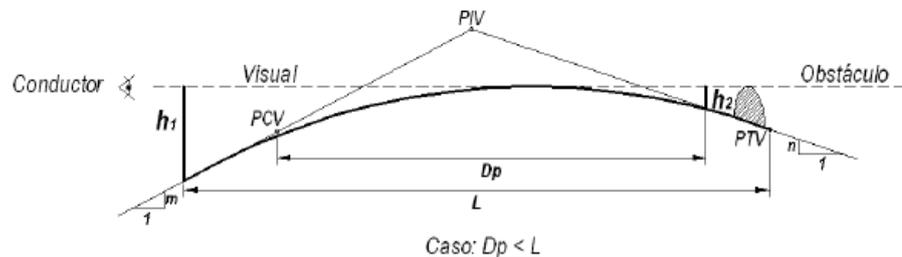
La longitud de las curvas verticales convexas, se determina con las siguientes fórmulas:

a. Para contar con la visibilidad de parada (Dp).

Cuando $D_p < L$;

$$L = \frac{AD_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

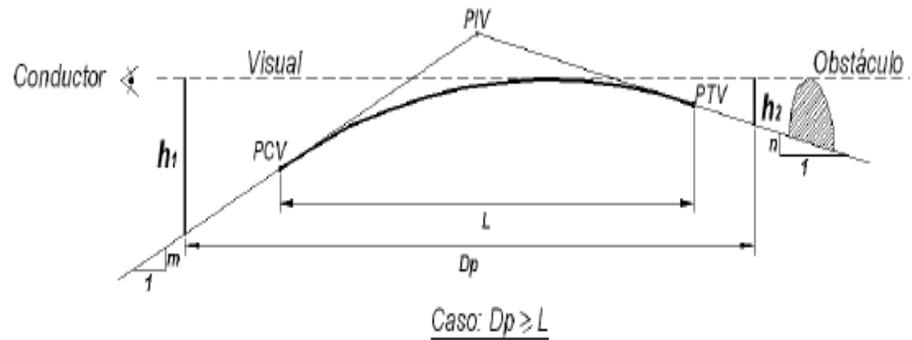
Se usa esta fórmula para la longitud de curvas verticales convexas, aquí el conductor y el obstáculo están dentro de la curva.



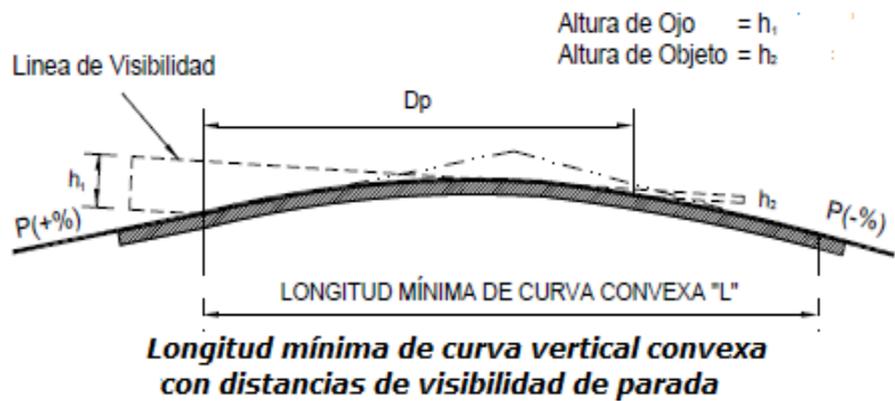
Cuando $D_p > L$;

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Se usa esta fórmula para la longitud de curvas verticales convexas, aquí el conductor y el obstáculo están fuera de la curva.



En general se detalla así:



Donde:

- L: Longitud de la curva vertical (m)
- D_p : Distancia de visibilidad de parada (m)
- A: Diferencia algebraica de pendientes (%)
- h_1 : Altura del ojo sobre la rasante (m)
- h_2 : Altura del objeto sobre la rasante (m)

b. Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso (D_a).

Cuando: $D_a < L$, se usó:

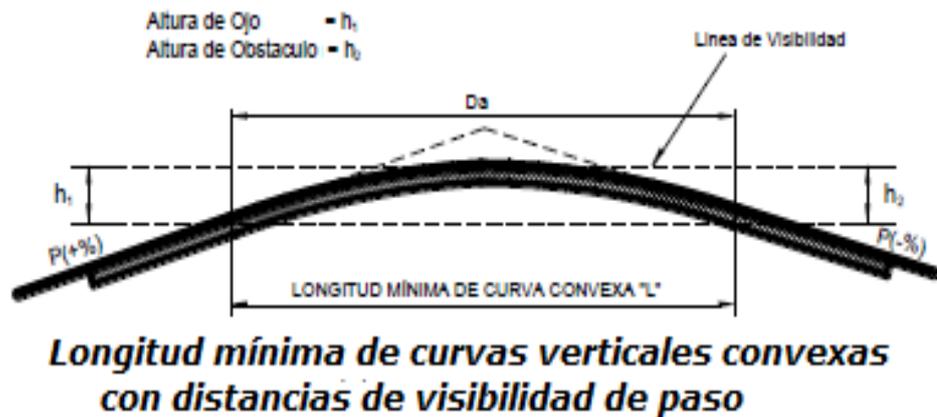
$$L = \frac{A D_a^2}{946}$$

Cuando: $D_a > L$, se usó:

$$L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Donde:

- D_a : Distancia de visibilidad de adelantamiento o Paso (m)
- L: Longitud de la curva vertical (m)
- A: Diferencia algebraica de pendientes (%)



3.4.8. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

3.4.8.1. GENERALIDADES

La sección transversal de una carretera es el corte vertical que se le hace al alineamiento horizontal, en la cual se describen elementos que determinarán la seguridad, operatividad y el costo de la carretera en estudio.

De todos los elementos que tiene la sección transversal, la norma vigente resalta el más influyente con la siguiente expresión: *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.*

3.4.8.2. CALZADA

La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de vehículos y compuesta por carriles de circulación. El carril es la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

La calzada es afirmada de suelos de cantera con CBR al 95% de 58.17.

Como se mencionó en la **sección anchos mínimos de calzada en tangente**, el ancho mínimo de calzada en tangente según el cuadro para la carretera del proyecto debe ser 6.00 metros.

3.4.8.3. BERMAS

Las bermas cumplen una función de confinamiento a la capa de rodadura y se usa como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Para el ancho de berma se ha determinado según su velocidad de diseño y clase de carretera con su respectiva orografía.

Siendo el ancho de berma de 50 cm. Según cuadro 0.50 m.

Cuadro 21: Ancho de bermas

DEMANDA	CARRETERA			
VEHICULO/DIA	<400			
CARACTERISTICA	Tercera Clase			
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4
VELOCIDAD DE DISEÑO 30 Km/h		0.90	0.50	0.50
40 Km/h	1.20	0.90	0.50	0.50
50 Km/h	1.20	0.90	0.90	
60 Km/h	1.20	1.20		
70 Km/h	1.20			
80 Km/h				
90 Km/h				
100 Km/h				

Fuente: Elaborado bajo el *Manual de Diseño de Carreteras DG-2014*.

Inclinación de las bermas

La inclinación de las bermas para carreteras de bajo tránsito, para cumplir su función de confinamiento de la capa de rodadura según DG-2014 (revisada y corregida a octubre de 2014), nos dice:

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

Fig. N° 26: Inclinación de bermas

Superficie de las Bermas	INCLINACIONES TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	INCLINACIONES NORMAL (IN)	INCLINACION ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	
Césped	8%	

1 La utilización de cualquier valor dentro de este rango depende de la de la zona. Se deben utilizar valores cada vez mayores a medida que aumenta la intensidad promedio de las precipitaciones.

2 Caso especial cuando el peralte de la curva es igual al 8% y la berma es exterior.

Fuente: Figura 304.03 de DG-2014

3.4.8.4. BOMBEO

El bombeo de la calzada cumple la función de evacuar las aguas superficiales y está determinada por el tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación en la zona. Según el cuadro adjunto nos da como resultado un bombeo de 3.5%.

Tabla N° 43: Valores de bombeo en 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: Elaborado y asistido por el DG-2014, actualizado

3.4.8.5. PERALTE

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de la calzada de una carretera, con el fin de compensar con una componente de su propio peso, la inercia del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga paralela al plano horizontal, actuando de fuerza centrípeta dirigida en todo momento hacia el centro de la curva.

El objetivo del peralte es de contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo hacia el exterior de la curva. También tiene la función de evacuar aguas de la calzada, en el caso de las carreteras, exigiendo una inclinación mínima del 0,5%.

Para los peraltes máximos se describe la siguiente tabla.

Tabla N° 44: 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: Elaborado y asistido por el DG-2014, actualizado en octubre

Teniendo un peralte máximo de 8% para una zona rural accidentada.

El cálculo del peralte se determina con la siguiente fórmula:

$$p = \frac{V^2}{127 R} - f$$

Donde:

p: Peralte máximo asociado a V

V: Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

f: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

3.4.8.6. TALUDES

Un talud es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca (Revista de Ingeniería, Arquitectura, Ciencia y Tecnología, Ingeniería real.com).

Los taludes para las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características *geo mecánicas del terreno*; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, según sea el caso, con la finalidad de determinar las condiciones de su estabilidad, aspecto que debe contemplarse en forma prioritaria durante el diseño del proyecto, especialmente en las zonas que presenten fallas geológicas o materiales inestables, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas (Fuente: Manual de Carreteras DG – 2014).

Según las Tablas siguientes indica los valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de modo como se indica a continuación:

Tabla N° 45: Valores Referenciales para Taludes en Corte (H: V)

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

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

Fuente: Manual de Carreteras DG – 2014

Tabla N° 46: Valores Referenciales para Taludes en Relleno (V: H)

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Fuente: Manual de Carreteras DG – 2014

3.4.8.7. CUNETAS

Son canales que se construyen lateralmente a lo largo de la vía, cuya función es de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento.

En este estudio se proyectó 31 cunetas, de 250 metros cada una, como lo indica la norma, por ser una zona con precipitación menor a 800 mm.

3.4.9. RESUMEN Y CONSIDERACIONES EN ZONA RURAL

Tabla N° 47: Resumen del Diseño Geométrico de la Carretera

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	KM 0+000 – KM 7+600
Clasificación según el Servicio	Carretera de Tercera Clase
Características	Carretera de dos carriles
Orografía	Tipo 03
Índice Medio Diario	8 veh./hr
Velocidad de Diseño	30 km/h
Visibilidad de parada	Pendiente en bajada: de 0% - 7% = 35 m Pendiente en subida: 3%=31m, 6%=30m, 9%=29m
Visibilidad de Adelantamiento	200 m
Long. Mín. de tramos de tangente	84 m
Long. Máx. de tramos de tangente	500 m
Superficie de Rodadura	Afirmado
Ancho de Calzada	6.0 m
Berma	0.5 m
Bombeo de Berma	4%
Radio Mínimo (m)	25
Bombeo Transversal (%)	3.50%
Talud de Corte (H: V)	1:1
Talud de Relleno (V:H)	1:1.5
Cuneta Triangular (b x h)	0.30 m x 0.75 m
Talud de Cuneta (V:H)	1:2.5
Pendiente Máxima	13.02 %
Pendiente Mínima	0.12 %
Vehículo Tipo	C2
Peralte Máximo (%)	8%
N° de curvas	134

3.4.10. SEÑALIZACIÓN:

3.4.10.1. Generalidades.

Para el estudio del proyecto “**Diseño del Mejoramiento de la Carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección Carretera Calorco - Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad**”, en el recorrido del tramo comprendido de la carretera, estará provisto de señales. Con la finalidad que dicha señalización sea eficaz, debe llenar indudable necesidad, atraer la atención, llevar un adecuado significado claro y

sencillo; establecer acatamiento del usuario de la carretera y proporcionar tiempo propicio para las respuestas apropiadas. Las condiciones básicas para que se cumplan estos requisitos incluyen la justificación, el diseño, la colocación, la funcionabilidad, la conservación y la uniformidad.

El análisis y la experiencia han conducido a determinar condiciones bajo las cuales puede justificarse una señal para control de tráfico, las cuales se detallan en el “**Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016)**”, el mismo que es un documento oficial expedido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que contiene los diferentes dispositivos para el control del tránsito o movilidad, para ser utilizados en el diseño, construcción, rehabilitación, mejoramiento, puesta a punto, conservación o mantenimiento y normas de control del tránsito temporal en zonas de trabajo y emergencias o sucesos. Además establece el modo de empleo de los diferentes dispositivos de control del tránsito, en cuanto se refiere a su clasificación, funcionalidad, color, tamaño, formas y otros, a utilizarse en los diferentes tipos de vías.

Dentro de los grupos y tipos de señalización, existen dos: siendo la señalización vertical y marcas en el pavimento, para el presente proyecto se utilizará la señalización de tipo vertical.

3.4.10.2. Requisitos.

Para realizar los estudios de seguridad vial y señalización se tomaron en cuenta factores principalmente como la mejora de infraestructura vial, revisión e inspección mecánica de los vehículos, educación vial para los conductores, educación vial, publicidad, legislación y acción política y de emergencia.

Las condiciones y parámetros básicos de una señal de control de tráfico esta normado y detallado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016). Por lo tanto para que un dispositivo de control de tránsito sea efectivo es necesario que cumpla con los siguientes requisitos:

- ✓ Que exista una necesidad para su utilización.
- ✓ Que llame positivamente la atención y ser visible.
- ✓ Que encierre un mensaje claro y sencillo.
- ✓ Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.

- ✓ Infundir respeto y ser obedecido.
- ✓ Uniformidad.

3.4.10.3. Señales Verticales.

Son dispositivos instalados al costado o nivel de la carretera o sobre ella y tienen por finalidad reglamentar el tránsito, prevenir, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos debidamente establecidos y bien determinados.

Su función de estas señales, es la de reglamentar, prevenir e informar al usuario de la vía, su utilización es fundamental, principalmente en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales y en aquellos donde los peligros no siempre son evidentes.

De acuerdo a la función que desempeñan, se clasifican en tres grupos, las cuales son:

- ✓ Señales Regulatoras o de Reglamentación.
- ✓ Señales Preventivas.
- ✓ Señales Informativas.

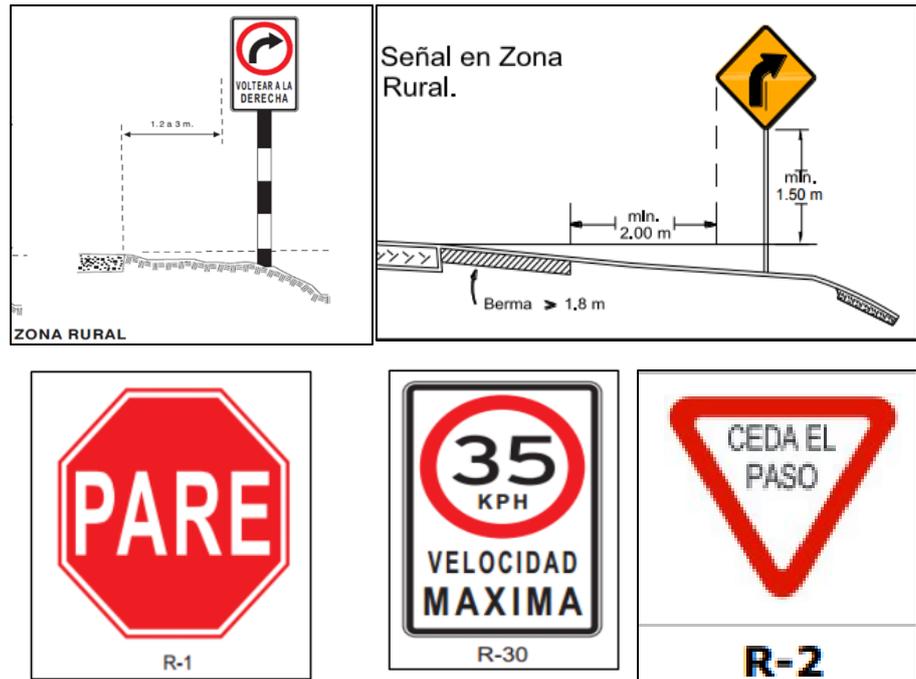
a.- Señales Regulatoras:

Tienen por finalidad notificar a los usuarios de la vía de las prioridades, limitaciones, obligaciones, prohibiciones o restricciones y autorizaciones existentes que rigen el uso de la vía, cuyo incumplimiento constituye una falta que puede encaminar un delito.

Las señales de reglamentación deberán tener la forma circular inscrita dentro de una placa rectangular en la que también está contenida la leyenda explicativa del símbolo, con excepción de la señal de «PARE», de forma octogonal, y de la señal «CEDA EL PASO», de la forma de un triángulo equilátero con el vértice hacia abajo. Se clasifican en señales de:

- a. Prioridad
- b. Prohibición
 - ✓ De maniobras y giros
 - ✓ De paso por clase de vehículo
 - ✓ Otras
- c. Restricción
- d. Obligación
- e. Autorización

Fig. N° 27: Señales Reguladoras



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

b.- Señales Preventivas

Tienen por finalidad advertir a los usuarios de la vía sobre la existencia de un riesgo o peligro y la naturaleza de éste, presentes en la misma vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

Estas señales ayudan a los conductores a tomar las precauciones del caso, por ejemplo reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los peatones.

Las señales de prevención tendrán la forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical, con excepción de las de delineación de curvas; «CHEVRON», cuya forma será rectangular correspondiendo su mayor dimensión al lado vertical y las de «ZONA DE NO ADELANTAR» que tendrán forma triangular isósceles.

Son de color amarillo en el fondo y negro en las orlas, símbolos, letras y/o números.

Fig. N° 28: Señales preventivas



Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

c.- Señales Informativas

Tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario proporcionándole la información que pueda necesitar.

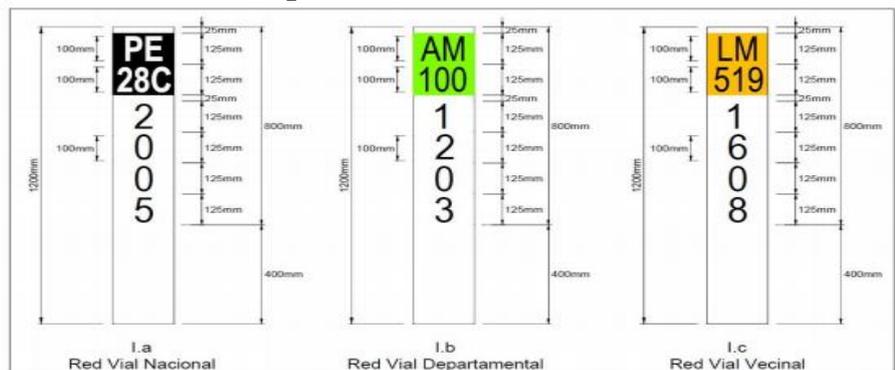
Tienen como propósito informar y guiar a los usuarios y proporcionarles información que pueda necesitar para llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, arqueológico e histórico en la vía y su área de influencia.

Las señales informativas entre otros, deben abarcar los siguientes conceptos:

- ✓ **Puntos Notables:** Centros poblados, ríos, puentes, túneles y otros.
- ✓ **Zonas Urbanas:** Identificación de rutas y calles, parques y otros.
- ✓ **Distancias:** A principales puntos notables, lugares turísticos, arqueológicos e históricos.

Las señales de información tendrán la forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, a excepción de los indicadores de ruta y de las señales auxiliares.

Fig. N° 29: Señales informativas





Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras-2016

Fig. N° 30: Ejemplos de señales informativas



Fuente: Elaboración propia

3.4.10.4. Colocación de las señales.

Las señales de tránsito por lo general deben estar colocadas a la derecha en el sentido del tránsito. En algunos casos estarán colocadas en lo alto sobre la vía (señales elevadas). En casos excepcionales, como señales adicionales, se podrán colocar al lado izquierdo en el sentido del tránsito.

Zona rural:

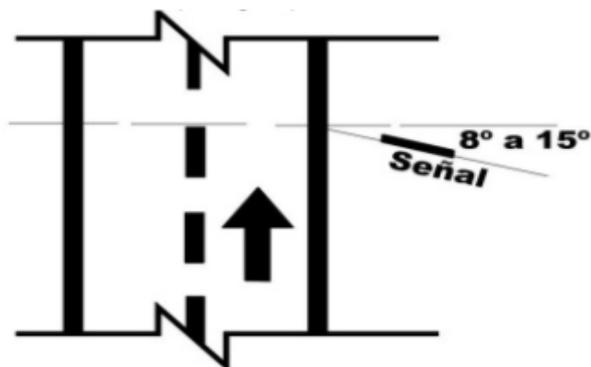
En estas zonas, las señales deberán colocarse a una distancia lateral del borde de la calzada al borde próximo de la señal, que no deberá ser menor de 1.20 m ni mayor de 3.0 m.

La altura mínima permisible a la cual deberán colocarse las señales estará entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura fuera de la berma será de 1.50 m; además, en el caso de colocarse varias señales en el poste, el borde inferior de la señal más baja cumplirá la altura mínima permisible.

Angulo de colocación

Las señales deberán colocarse formando ángulo recto de 90°, con el eje de la carretera, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizante. En las zona rurales, el ángulo será menor que un ángulo recto, la cual será de 8° a 15° en relación a la perpendicular de la vía.

Fig. N° 31: Ángulo de colocación de señales



3.4.10.5. Hitos Kilométricos.

Un hito kilométrico es una señal de tráfico que indica la distancia desde el inicio de la carretera, camino o vía férrea por la que se circula y el punto por el que se circula. Normalmente se clasifican en dos tipos:

Mojón: es una piedra, normalmente de granito, que indica la vía por la que se circula (caminos), la distancia a su inicio (vías férreas), o ambas cosas (carreteras); también se emplea para indicar los límites territoriales de las fincas.

Hito kilométrico: es de metal, y suele incluir la vía y la distancia al inicio, en las carreteras.

En las zonas rurales, los postes kilométricos tienen por finalidad indicar la distancia con respecto al punto de origen de la vía (km 0+000), de acuerdo a lo establecido en el Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), vigente.

3.4.10.6. Señales en el proyecto de investigación.

La señalización para lograr su propósito en el presente estudio, se hará mediante avisos, preferentemente gráficos, que se colocarán a los costados de la carretera a mejor en la superficie de la faja de rodadura.

Tipos de señales:

Se consideran los siguientes tipos de señales:

- Preventivas
- Reguladoras
- Informativas
- Hitos kilométricos

Las mismas que se encuentran normadas por el “**Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016)**”, aprobado y actualizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

A continuación se presenta un resumen de la señalización que se utilizará para el caso de la carretera en estudio:

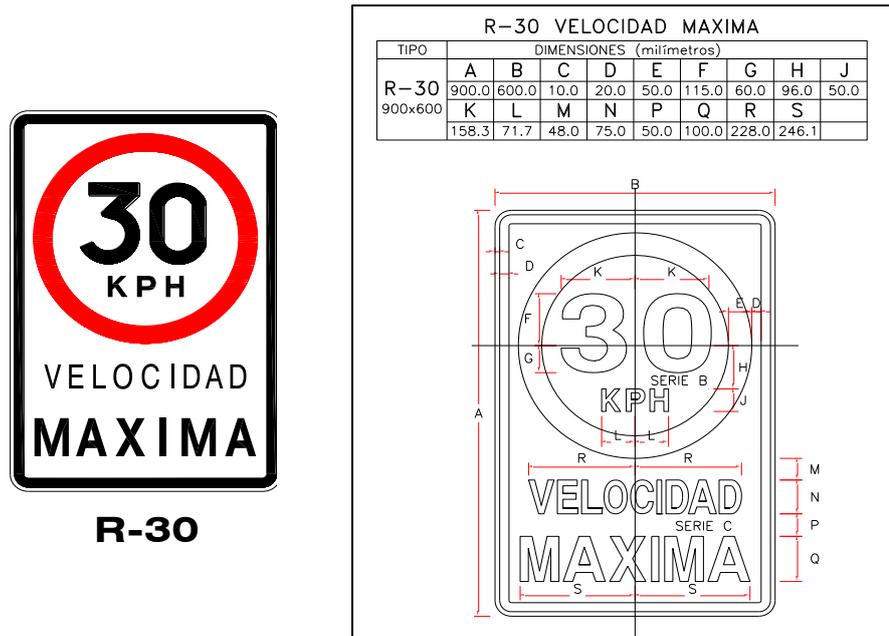
Señales Verticales:

a.- Señales Reguladoras

Serán tres (03) señales para indicar la velocidad máxima permisible:

VELOCIDAD MÁXIMA 30 KPH (R-30)

Fig. N° 32: Velocidad Máxima



De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se utilizará para indicar la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos.

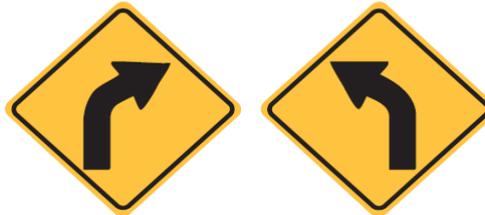
Se emplea generalmente para recordar al usuario del valor de la velocidad reglamentaria y cuando, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas (urbana, colegios, postas), debe restringirse la velocidad.

b.- Señales Preventivas

Serán un total de cuarenta y ocho (48) señales para indicar la presencia de curvas de radio de 15 m a 55 m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 25 m y 55 m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

(P-2A) Señal curva a la derecha, (P-2B) a la izquierda

Fig. N° 33: Señal de Curva



P-2A

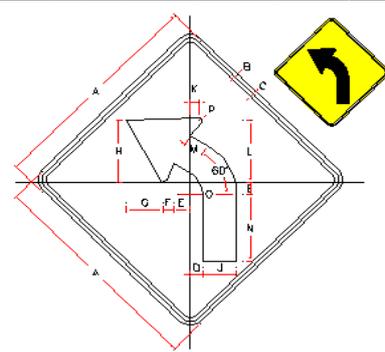
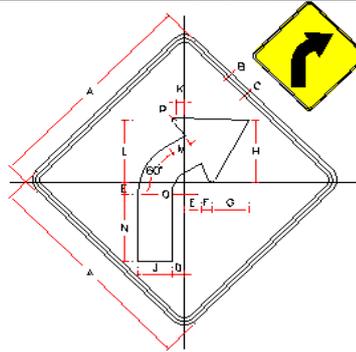
P-2B

P-2A CURVA A LA DERECHA

P-2B CURVA A LA IZQUIERDA

TIPO	DIMENSIONES (milímetros)									
P-2B 600x800	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
	800,0	10,0	10,0	34,0	34,0	38,0	100,0	178,0	90,0	
	K	L	M	N	O	P				
	22,6	172,0	53,0	190,0	158,0	9,0				

TIPO	DIMENSIONES (milímetros)									
P-2B 600x800	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
	800,0	10,0	10,0	34,0	34,0	38,0	100,0	178,0	90,0	
	K	L	M	N	O	P				
	22,6	172,0	53,0	190,0	158,0	9,0				



c.- Señales Informativas

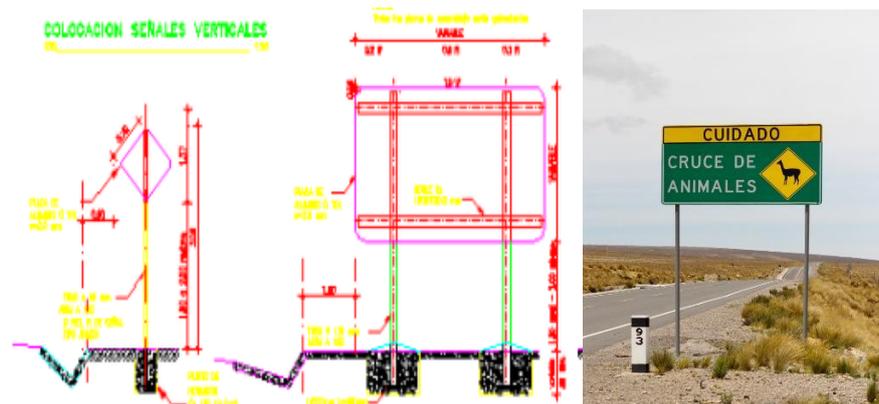
Se colocarán señales informativas de origen y destino:

ORIGEN: Desvío a Comarsa.

DESTINO: Intersección Carretera Calorco - Ingacorral.

Además cuatro (04) señales informativas de otra índole.

Fig. N° 34: Señales Informativas



d.- Postes Kilométricos

Son aquellas señales que indican el avance del recorrido en la carretera y para este caso se han considerado un número de ocho (08) postes.

Fig. N° 35: Postes Kilométricos



3.4.10.7. Resumen de señalización

Tabla N° 48 : Cantidad de tipos de señalización

Tipo de señales	Cantidad	Ubicación
Reguladoras	3	En partes visibles que indique el uso debido de la vía
Preventivas	48	En curvas, pendiente y zonas de riesgo
Informativas	6	Inicio, termino, destino y para indicar lugares de interés
Hitos	8	Cada kilometro

3.5. IMPACTO AMBIENTAL

3.5.1. GENERALIDADES

Dentro del marco propio de lo que constituye el Desarrollo Nacional es importante el mejoramiento de las vías de comunicación que integran el territorio en sus diferentes ámbitos geográficos; rol importante para desarrollar aquellas vías que interconectan con el caserío Casa Blanca Baja, Rayambal, Ingacorral, Tambillo, sus sectores y anexos en el distrito de Cachicadán.

Con el objetivo de mejorar el nivel de transitabilidad de la Red Vial Departamental mejorando la integración, la competitividad y las condiciones de vida en el caserío de Casa Blanca Baja y de Rayambal, sus sectores y anexos en el distrito de Cachicadán, dentro de este contexto y en coordinación con el municipio de Cachicadán se ha planificado la elaboración de un estudio para el mantenimiento y ejecución de actividades de mantenimiento de la carretera: desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco – Ingacorral, de aproximadamente 7.60 km.

El medio ambiente es fuente de recursos que abastece al ser humano de las materias primas y energía que necesita para el desarrollo sobre el planeta Sin embargo, solo una parte de estos recursos es renovable y se requiere por lo tanto de un tratamiento cuidadoso para evitar que un uso excesivo de aquello nos conduzca a una situación irreversible.

El presente estudio de evaluación ambiental, fue elaborado conforme a los lineamientos para la elaboración de “informes de evaluación ambiental para obras de mantenimiento vial”, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a

través de la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales, y demás normas; con el fin de identificar, predecir, interpretar y mitigar los impactos ambientales perjudiciales y/o resaltar los beneficiosos, que ocurrirán en la fase de mantenimiento periódico de la carretera en referencia.

3.5.2. OBJETIVOS

3.5.2.1. Objetivo General

Lograr la conservación social y de la naturaleza del medio ambiente del área donde se desarrollará la ejecución del mejoramiento de la carretera, Tramo: Desvió a Comarsa hasta la intersección carretera Calorco - Ingacorrall, mediante la identificación de los impactos ambientales del entorno físico, biológico, social, económico y cultural, que puedan generar las diversas obras de construcción del proyecto, y establecer las medidas ambientales que permitan anular, mitigar o compensar los impactos negativos causados.

3.5.2.2. Objetivos específicos

- ✓ Describir el Ambiente físico, biológico y de Interés Humano, del área de influencia directa del proyecto.
- ✓ Identificar, evaluar, los impactos directos e indirectos, positivos o negativos, que podrían ocurrir durante el diseño para el mejoramiento de la Carretera tramo desvió a Comarsa - Intersección carretera Calorco - Ingacorrall, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.
- ✓ Alcanzar las especificaciones ambientales, para la ejecución de la obra del proyecto.
- ✓ Elaborar el Plan de Manejo Ambiental, en el que queden precisadas las medidas ambientales para la prevención, corrección, mitigación y compensación de los impactos ambientales negativos.
- ✓ Elaborar el Programa de Prevención y/o Mitigación, Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental, Programa de Manejo de Residuos Sólidos, Programa de Manejo de DME, Programa de Manejo de Campamento y Patio de Maquinarias, Programa de Manejo de Cantera, Programa de Reforestación, que forman parte de los Instrumentos de la Estrategia del Estudio de Impacto Ambiental.

3.5.3. MARCO LEGAL

3.5.3.1. Constitución Política del Perú (29 de Diciembre de 1993)

Art. 66: Los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la nación, el estado es soberano en su aprovechamiento.

Art. 67: El estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de los recursos naturales.

Art. 68: El estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

3.5.3.2. Código Civil

Este Decreto legislativo N° 635 de 1984, precisa las condiciones procesales para el ejercicio de las acciones civiles en defensa del medio ambiente. Pueden interponerlas el Ministerio Público, las ONGs Ambientales (según discrecionalidad judicial), los Gobiernos Regionales y Locales, las comunidades campesinas y nativas y donde estas no existan las rondas campesinas.

3.5.3.3. Decreto Legislativo N° 635 Nuevo Código Penal

Para penalizar cualquier alteración del Medio Ambiente, se dicta el D. Leg. N°635, del 08 de abril de 1991 Delitos contra la Ecología, en su artículo 304°: que el que contamine el ambiente con residuos sólidos, líquidos o gaseosos, por encima de límites permisibles, será reprimido con pena privativa de la libertad no menor de un (1) año, ni mayor de tres (3) años.

3.5.3.4. Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

Esta Ley tiene como objetivos prioritarios, prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental; cuando no es posible eliminar las causas que la generan, adopta medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, según corresponda. Establece que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, está sujeta, de acuerdo a ley, al Sistema Nacional de Estudios de Impacto Ambiental (SNEIA). El artículo 25° sobre los Estudios de Impacto Ambiental, manifiesta que son instrumentos de gestión que contienen una descripción de la actividad propuesta y de los efectos directos o indirectos previsibles de dicha actividad en el ambiente físico y social, a corto y largo plazo, así como la evaluación técnica de los mismos.

3.5.3.5. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 27446)

- a. La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión.
- b. El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.
- c. El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

En su artículo 2° indica que quedan comprendidos en esta Ley todos aquellos proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos.

3.5.3.6. D.S. N° 019-2009-MINAM Reglamento de la Ley 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental

Tiene por objeto lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental - SEIA. Artículo 7°.- Funciones del Organismo Rector Entre las Funciones podemos mencionar las siguientes: a) Normar, dirigir y administrar el SEIA, orientando el proceso de su implementación y su eficaz y eficiente funcionamiento, en los niveles de gobierno nacional, regional y local. b) Conducir y supervisar la aplicación de la Política Nacional del Ambiente en el proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. c) Coordinar con las autoridades competentes la adecuación de los procesos de evaluación de impacto ambiental existentes, a lo dispuesto en la Ley, en el presente Reglamento y sus normas complementarias y conexas. d) Emitir opinión previa favorable, según corresponda, y coordinar con las autoridades.

3.5.3.7. Ley N°. 757: Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada. Modificado por Ley N° 26786 (13 de May. De 1997).

La referida norma se garantiza la libre iniciativa y las inversiones privadas en todos los sectores de la actividad económica y en cualquiera de las formas empresariales o contractuales permitidas por la Constitución y las Leyes (Artículo 1°). Además, con la presente norma, el Estado garantiza la libre iniciativa privada, la economía social de mercado se desarrolla sobre la base de la libre competencia y el libre acceso a la actividad económica (Artículo 2°). El Estado estimula el equilibrio racional entre el desarrollo socio económico, la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales, garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas mediante el establecimiento de normas claras de protección del ambiente (Artículo 49°).

3.5.3.8. Decreto Supremo N° 037-96-EM Normas para el aprovechamiento de canteras de materiales de construcción que se utilizan en obras de infraestructura que desarrolla el Estado.

Las normas declaran el interés nacional que las obras de infraestructura que vienen ejecutando distintas entidades públicas del Estado, cuenten con la provisión adecuada de materiales que permitan su ejecución tanto en aquellas

obras que realiza directamente como en las que efectúa por contrata, en tal sentido el artículo 1 declara que las canteras de materiales de construcción utilizadas exclusivamente para la construcción, rehabilitación o mantenimiento de obras de infraestructura que desarrollan las entidades del Estado directamente o por contrata, ubicadas dentro de un radio de veinte kilómetros de la obra, o dentro de una distancia de hasta seis kilómetros medidos a cada lado del eje longitudinal de las obras, se afectarán a éstas durante su ejecución y formarán parte integrante de dicha infraestructura.

3.5.3.9. Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (D.S. N° 041-2002 –MTC)

Artículo 73°: Dirección General de Asuntos Ambientales

La Dirección General de Asuntos Ambientales se encargará de velar por el cumplimiento de las normas de conservación del medio ambiente del Sub sector, con el fin de garantizar el adecuado manejo de los recursos naturales durante el desarrollo de las obras de infraestructura de transporte; así como de conducir los procesos de expropiación y reubicación que las mismas requieran.

3.5.3.10. Ley General de Residuos Sólidos, Ley N° 27314

Señala en su primer artículo “que la ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria, y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana”.

Sobre el ámbito de aplicación de la presente ley, en el artículo 2 se señala que será en las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos desde la generación hasta su disposición final.

3.5.4. SECUENCIA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Descripción de las características técnicas del proyecto
- Diagnóstico ambiental del área de influencia del proyecto
- Identificación de impactos ambientales
- Evaluación de impactos ambientales
- Descripción de los principales impactos ambientales
- Plan de manejo ambiental

3.5.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto para el Diseño del mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco-Ingacorral, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, se encuentra dentro de los planes de la Municipalidad Distrital de Cachicadán, cuyo propósito es de mejorar

la red vial con la finalidad de proveer un sistema de caminos integrales y transitables, dentro de un plan global de mejoramiento de la red vial Local.

3.5.5.1. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área de influencia comprenderá la totalidad de la superficie donde se ejecutará el proyecto a lo largo de la longitud de la carretera. Se tiene presente que las obras previstas se limitan al área de influencia directa, ésta se ha definido como una faja a lo largo del eje de la carretera en mantenimiento de 400 m. de ancho (200 m. a cada lado del eje), la que incluye los centros de concentración poblacional existentes a lo largo de la vía (comprende los núcleos poblacionales de los caseríos Casa Blanca Baja, Rayambal, Calorco, Ingacorral y de los sectores El Tingo y La Arenilla y Tres Cruces, además otros anexos y zonas aledañas los cuales se verán afectados de manera directa por el proyecto), y sus instalaciones si hubiere; el derecho de vía del proyecto, las áreas necesarias para la instalación del campamento y patio de máquinas, depósitos de material excedente, fuentes de agua, etc.

3.5.6. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3.5.6.1. Medio Físico

Clima

El área del proyecto presenta un clima templado clasificado por el SENAHMI como zona poco lluviosa, húmeda y fría con rangos de temperatura media 13.4 °C, enero es el mes más caluroso del año, junio tiene la temperatura promedio más baja del año es de 11.2 °C. A lo largo del año llueve en Cachicadán poco. Es un clima estepa local. La precipitación media es 489 mm.

Hidrología

La red hidrográfica que discurre en la zona del proyecto, forma parte de la cuenca hidrográfica del río Santa, está localizada entre las coordenadas UTM Norte 9110000 a 9190000, y coordenadas Este 680000 a 820000; con una altitud que fluctúa entre los 0 y 4,284 m.s.n.m.

Hidrográficamente la cuenca del Río Santa limita por el Norte con la cuenca del río Jequetepeque, por el sur con la cuenca del río Moche, por el este con la cuenca del río Crisnejas y por el oeste con el océano Pacífico.

Suelos

En el marco geológico regional podemos decir que las características geológicas del área de estudio tienen sus orígenes ligados al tectonismo regional iniciado desde el Cretáceo tardío al Mio-Plioceno correspondiente al

Ciclo Andino. Estos movimientos formacionales se intercalaron con periodos de estabilidad en donde se produjeron las superficies de erosión características de este territorio.

3.5.6.2. Medio Biótico

Flora y Fauna

La presencia de variedad de **flora y fauna** silvestre típica en la zona de vida, está condicionada por diferentes factores que regulan tanto la diversidad de las especies, como la frecuencia de las mismas, existiendo una relación muy estrecha entre la fauna y su hábitat.

La diversidad de micro climas, expresa la variedad de vegetación natural, hierbas medicinales y cultivadas, constituyen los condicionantes para la existencia de la flora, por cuanto, proporcionan los elementos vitales para las diferentes especies animales. Otro aspecto que regula y condiciona el desarrollo de la flora y fauna, es la influencia del ser humano, traducida en una mayor presencia en territorios naturales y el impacto de sus actividades.

3.5.6.3. Medio Socioeconómico y cultural

Población

Según el XI censo de población realizado en el año 2007, en el distrito de Cachicadán tiene una población de 6,663 habitantes: 3,157 mujeres y 3,506 hombres. Se trabajará con una densidad de 4 de acuerdo a las estadísticas de INEI 2007, siendo este dato el más próximo de la última encuesta.

Población Económicamente Activa (PEA)

PEA (Población Económicamente Activa) La población del Distrito de Cachicadán, se dedica principalmente a la actividad agrícola caracterizada generalmente por ser de autoconsumo y en pequeño porcentaje se destina a la comercialización.

La ganadería se practica de manera incipiente, predominando la crianza de ganado vacuno, ovino y aves.

Según el Censo 2007, en la actividad económica que ocupa la mayor parte de la PEA es la agricultura, ganadería, caza y silvicultura con el 36.44%, seguida por la explotación de minas y canteras 14.86%.

Actividades Económicas.

a. Agricultura

Entre los principales productos agrícolas en la temporada 2016-2017 tenemos: Alfalfa, arveja, capulí, cebada, cebolla, chocho, haba, higuera, linaza, maíz, oca, olluco, papa, quinua, trigo, tuna, granadilla convirtiendo

a Cachicadán un distrito que contribuye a Santiago de Chuco en una de las provincias de mayor siembra en la región la Libertad. Destaca la papa, el maíz amiláceo, ocas y ollucos.

b. Ganadería

Los pobladores de la zona se dedican principalmente a la crianza de ganado ovino y bovino y en menor proporción a la crianza de cerdos, pavos, gallinas y cuyes generalmente para consumo local.

c. Comercio

La actividad está vinculada a la venta de productos agropecuarios, prendas de vestir, productos de primera necesidad o de pan llevar. El comercio ambulatorio es peculiar alrededor del mercado principal, concentrándose en mayor medida en el distrito de Cachicadán.

3.5.7. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

3.5.7.1. Metodología

La metodología para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se emplea para el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, es predecir los impactos potenciales que puedan presentarse durante la realización de los trabajos asociados a la construcción de las carreteras y evaluarlas conjugando con las acciones propias del proyecto, separando las etapas de planificación, construcción y operación.

Etapas de Planificación

En esta etapa, no es necesario desarrollar una metodología específica para la identificación y evaluación de impactos ambientales, debido a que no se prevén la aparición de más de cuatro impactos significativos, tal como se menciona a continuación:

▪ **Expectativa de generación de empleo**

La población luego de enterarse de los trabajos de construcción de la carretera, se interesará por solicitar algún puesto de trabajo.

▪ **Riesgo de enfermedades**

Durante los trabajos previos a la construcción de la carretera no se descarta la posibilidad que aparezcan algunos casos de enfermedades propias de la zona entre el personal encargado de planeamiento.

▪ **Riesgo de conflictos sociales**

Se considera que el emplazamiento de la carretera afectará algunos predios, es posible que este hecho ocasione conflictos sociales entre sus propietarios y los responsables de la construcción del Proyecto.

- **Riesgo de afectación del suelo.**

Podría causar alteración sobre el suelo, aunque en menor medida, a la posibilidad de las actividades de desbroce y limpieza del terreno.

Etapa de Construcción

En esta etapa la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales de acuerdo a las características físicas, biológicas y socioeconómicas del área de influencia y las actividades a desarrollar en el Proyecto, que se pueden presentar durante los trabajos son:

- **Riesgo de accidentes**

Durante la etapa constructiva, se podría incrementar el riesgo de accidentes, por presencia de maquinaria pesada, vehículos, equipos en debilitamiento de la integridad física de los trabajadores.

- **Aumento de emisión de material particulado**

Realizar el roce y desbroce del área de ensanche, nivelado y conformación de la rasante, carga, descarga y transporte de materiales, explotación de canteras, depósitos de material excedente, etc., se incrementa la emisión de material particulado y gases contaminantes.

- **Riesgo de contaminación de los cursos de agua natural**

Desinformación de trabajadores sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales puede dar lugar a que ellos viertan residuos de pintura, concreto, cal, etc., sobre cursos de agua, alcantarillas y cunetas, pudiendo incrementar la contaminación en las quebradas de la zona. Este problema se agrava en épocas de fuertes precipitaciones, debido a que los contaminantes depositados en los alrededores pueden ser lavados hacia los cursos de agua próximos.

La limpieza y lavado de vehículos, maquinarias y/o equipos (cucharas, palas, retroexcavadoras, bulldozers, camiones de carga, etc.) dentro delcauce de las quebradas de la zona, también puede incrementar la contaminación, debido a los posibles riesgos de derrame de aceites y grasas que contienen, afectando al ecosistema acuático y a usuarios del río aguas abajo.

- **Riesgo de afectación de terrenos de cultivo**

Este impacto potencial está referido a la posibilidad de afectación de los cultivos de áreas agrícolas de los centros poblados ubicadas en los alrededores del proyecto, por la emisión de material particulado y gases.

- **Mejora en la dinámica comercial de la zona**

La presencia de trabajadores en la zona ocasionará un dinamismo comercial de las localidades por las que atraviesa la vía. El aumento en la demanda de productos favorecerá a mejorar el nivel de vida de la población local.

- **Generación de Empleo**

La contratación de mano de obra por parte de la empresa Contratista para la realización de los trabajos de rehabilitación y mejoramiento de la carretera, contribuirá a la disminución de la tasa de desempleo existente (3.36%) en el distrito de Cachicadán, generando por efecto multiplicador otros puestos de trabajo de manera indirecta, transfiriendo el crecimiento económico hacia otros sectores.

- **Incremento de los niveles sonoros**

Toda actividad concerniente al mejoramiento de carreteras, generan emisiones de ruidos, como consecuencia del desplazamiento y funcionamiento de las maquinarias, procesos de transporte, carga y descarga de materiales, remoción de materiales, ampliación de la rasante, etc., siendo el más perjudicado, el personal de obra por ser más expuesto. Cabe señalar que el ser humano pierde su capacidad auditiva al ritmo de medio decibel por año, como consecuencia de la contaminación sonora.

- **Alteración medio ambiental por mala disposición de materiales excedentes (DME)**

Los materiales excedentes resultantes de los trabajos de construcción por corte, pueden causar desequilibrios al entorno, si no se colocan de manera adecuada en los depósitos de materiales excedentes.

- **Riesgo por inestabilidad de taludes**

A lo largo del tramo, existen algunas zonas con riesgo de inestabilidad de taludes, las mismas que pueden afectar el normal flujo vehicular de la carretera. Así también, la precipitación y la falta de una adecuada cobertura vegetal, contribuyen a la inestabilidad de los taludes.

- **Riesgo de contaminación de los suelos**

Existe la posibilidad que, durante el funcionamiento del patio de maquinarias, planta de chancado, obras de arte, etc., se contaminen los suelos por derrames accidentales de cemento, grasa, combustible, o por la inadecuada disposición final de los residuos sólidos generados en estas instalaciones.

Etapa de Operación

Previéndose la ocurrencia de impactos ambientales que se generan en esta etapa se consideró:

Riesgo de seguridad vial

Cabe mencionar que luego de los trabajos de construcción, las mejores condiciones de la carretera pueden inducir a los conductores a incrementar la

velocidad de sus vehículos, pudiendo causar accidentes de tránsito (colisiones y/o atropellos) en la población local.

Interrupción al tránsito vehicular

De acuerdo a los datos históricos obtenidos en INGEMMET de la provincia de Santiago de Chuco, el área presenta riesgo de ocurrencia de huaycos, deslizamientos y derrumbes, generalmente en los meses de invierno, cuando existe fuerte lluvia que cae con intensidad sobre los suelos desprotegidos de cobertura vegetal.

Posible expansión urbana no planificada

Luego del proceso de la construcción de la carretera, no se descarta la posibilidad que se pueda generar un crecimiento urbano irregular en las entradas y salidas de los poblados cercanos al proyecto, aprovechando las mejores condiciones viales.

Mejora de transporte

Permite brindar a los usuarios un mejor servicio en todos los aspectos del transporte terrestre de la zona.

Riesgo de erosión de taludes

El talud lateral de la carretera puede tener problemas de socavación y erosión por acción de las Quebrada de la zona, afectando la estabilidad de la vía con riesgo a la integridad física de sus usuarios.

Mejora en los niveles de vida

La carretera traerá beneficios a la población, permitirá dar un acceso rápido para la venta de sus productos agropecuarios, intercambio comercial, así como incentivar la actividad turística.

3.5.8. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Se ha utilizado por el método Conesa aplicando la Matriz de Leopold, según se muestra en el cuadro. Según la evaluación mostrada en el cuadro adjunto, la desestabilización del suelo por los cortes de terreno que se realizan durante la **construcción** de la vía, la contaminación del suelo por derrames de aceites y otros lubricantes durante la construcción, es la más afectada con una valoración de 11, la cual se calificó cualitativamente como un **impacto negativo ligero**, que es un impacto aceptable para este tipo de construcciones viales. A pesar de ello también se tendrá un manejo ambiental de prevención.

La contaminación del aire por el polvo que emiten los materiales de construcción, la contaminación del aire por el polvo que generen las máquinas y los ruidos es afectada

con una valoración cualitativa de 9, la cual también se considera un impacto negativo ligero.

Tabla N° 49: Matriz de identificación y evaluación de impactos ambientales

FACTORES AMBIENTALES			ACTIVIDADES													Subtotal	Total
			Desbroce	Movimiento de tierras	Transporte de materiales	Material para afirmado	Campamento de obra y patio de maquinas	Disposición de materiales excedentes	Alcantarillas	Mejor fluidez del tránsito de vehículos motorizados	Aumento ligero de la actividad turística	Actividades de mantenimiento de la carretera	Mejoras en las relaciones comerciales provinciales	Generación de empleo	Espacios de canteras y botaderos		
SIMBOLOGÍA :																	
3 Impacto Positivo Alto																	
2 Impacto Positivo Moderado																	
1 Impacto Positivo Ligero																	
Componente Ambiental no Alterrado																	
-1 Impacto Negativo Ligero																	
-2 Impacto Negativo Moderado																	
-3 Impacto Negativo Alto																	
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	a. Mat. de Construcción			-1	-1	-1								-1	-4	
		b. Suelos	-1	-1											-1	-4	
		c. Geomorfología		-1					-1						-1	-3	
	AGUA	a. Superficiales													-1	-1	
		b. Calidad													-1	-1	
	AIRE	a. Calidad (gases, partículas)		-1	-1	-1										-4	
b. Ruido			-1	-1	-1					-1				-1	-5		
B. CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	a. Cultivos	-1	-1											1	-1	
		b. Árboles y arbustos	-1	-1												-2	
	FAUNA	a. Aves		-1							-1					-2	
		b. Mamíferos y otros		-1												-1	
	USO DE LA TIERRA	a. Silvicultura		-1										2		1	
		b. Pasturas		-1									1		1	1	
		c. Agricultura		-1									1		1	1	
		d. Residencial		-1							1					0	
		e. Comercial		-1							1					0	
	C. FACTORES CULTURALES Y SOCIOECONÓMICOS	ESTETICOS	a. Vista panorámica													-1	-1
b. Paisaje urbano-turístico			-1	-1		-1					1					-2	
NIVEL SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL		a. Estilo de vida									1			2		1	4
		b. Empleo	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	2		2	14
		c. Industria y comercio									1	1		2			4
		d. Agricultura y ganadería											1	1			2
		e. Revaloración del suelo											2				2
		f. Salud y seguridad		-1	-1	-1					1						-2
		g. Nivel de vida									1		2	2		2	7
		h. Densidad de población									1						1
SERVICIO DE INFRAESTRUCTURA		a. Estructuras				1				1	1						3
		b. Red de transportes		-1							3			1			3
		c. Red de servicios												1			1
	d. Elimin. residuos sólidos	-2	-2													-7	

Fuente: Elaboración del autor

3.5.9. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

3.5.9.1. Programa de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas

ETAPA DE PLANIFICACIÓN

Impacto. – Perspectiva de tener un empleo

Medida. – Se puede comunicar a pobladores sobre proyecto en proceso.

Impacto. – Peligro de contraer enfermedades

Medida preventiva. – La empresa que ejecutará la obra debe pedir certificados vigentes de salud y de vacunas, para la contratación de personal, como requisito para emplearlo.

Impacto. – Probabilidad de conflictos y problemas sociales

Medida preventiva. – El promotor del proyecto debe comunicar a los propietarios de las tierras afectadas por el mejoramiento de la carretera si fuera el caso, que se les pagará un precio justo o una reubicación de su posesión para estar de acuerdo y no generar un malestar en el futuro.

Impacto. – Probable daño al suelo

Medida correctiva. - Antes de comenzar a preparar el patio de maniobras para la maquinaria y el campamento, se procederá a cortar la capa superficial del suelo orgánico y guardarla para su posterior reemplazo o restauración al ya no ser necesaria su instalación al retirarse o termine la obra.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Impacto. - Riesgo de incidentes, eventos y accidentes:

Medida preventiva. – los EPP están elaborados para uso del personal por lo que su uso debe ser obligatorio, de la misma manera los chalecos refractantes que son útiles para la reacción de los conductores de las maquinarias y vehículos que pasan por la vía para avisar su presencia en obra. Para la maniobra de la maquinaria en sentido de retroceso los conductores deben contar con la guía de un ayudante para mover rápidamente las maquinarias y evitar accidentes fatales.

Impacto. - Aumento de emisión de material particulado:

Medida mitigadora. – El área de trabajo donde se realizara los cortes, alineamientos, aplanamientos y todas la actividades que conformaran la via, se rociará agua con la ayuda de un camión cisterna. Es este camión debe ser acecuado para trasladarse a todo terreno y adecuado ir depositando o esparciendo el agua por goteo y a presión.

Impacto. – Peligro de contagio de rios, lagunas o cursos de agua:

Medida preventiva. – Se debe comunicar a todos los colaboradores de la obra que está contraindicado depositar cualquier desperdicio y residuos de materiales (pintura, concreto, yeso, cal, lubricantes, etc.) en los cursos de agua de los terrenos naturales y en las cunetas y alcantarillas. Así mismo solo en el patio de maniobras debe realizarse la limpieza de los vehículos, equipos y maquinaria pesada (retroexcavadoras, cucharas, camiones de carga, palas, bulldozers, etc.), en este lugar debe colocarse los recipientes para el almacenamiento de residuos no peligrosos y peligrosos para después ser transportados por una EO-RS autorizada por digesa.

Impacto. – Probabilidad de daños a los terrenos de cultivo

Medida preventiva. – El material traído de las canteras, es una materia prima para la rasante de la carretera, que debemos cuidar por ser el origen las vías, por lo que se debe evitar el uso excesivo en su explotación y así reducir efectos por las emisiones de polvo o material particulado en los cultivos de sitios aledaños. Si en el interior de la cantera se encuentre seca, por su explotación esta debe ser rociada de agua para no extender el polvo y mantener la hidratación del suelo.

Impacto. – Desarrollo de la actividad comercial del territorio

Medida preventiva. Se deberá comunicar a los colaboradores de la obra a ejecutarse, para que usen los comercios que cuenten con las garantías y todas las condiciones higiénicas y apropiadas para evitar daños y deterioro al cuerpo y la salud.

Impacto. - Aumento de los límites establecidos del sonido

Medidas correctiva. - Todos los equipos, maquinarias y vehículos que se utilicen para las obras de rehabilitación y mejoramiento deberán estar provistos de sistemas de silenciadores, a fin de evitar ruidos. Se tratará de reducir los niveles sonoros por debajo del umbral de los 80 decibeles (dB),

Impacto. – Variación medioambiental por contraindicación de materiales excedentes

Medida preventiva. – Si durante la construcción de la carretera se encuentran con áreas de vegetales, se procederá a cortar la capa superficial del suelo orgánico y guardarla para su posterior reemplazo, restauración de áreas a revegetar la superficie del lugar donde se colocaran los materiales excedentes.

Impacto. – Probable peligro por inseguridad de taludes

Medida preventiva. – Se programará una limpieza y un retiro sistemático de rocas y suelos que se encuentren inestables, donde los taludes se encuentren inconsistentes que podrían perder su equilibrio.

Impacto. – Probable deterioro irreversible al suelo

Medida correctiva. – Si el derrame de combustible y lubricantes de la maquinarias que se usan en la obra y las sobras de concreto fresco que afectaron a las áreas aledañas, deberá ser removido y retirado a las zonas destinadas de materiales excedentes y a zonas de almacenamiento de residuos peligroso en el caso de hidrocarburos que se conservará cercado con salchichas para ser transportada hasta su disposición final, por una EO-RS, autorizada por digesa.

ETAPA DE OPERACIÓN

Impacto. – Desgracia en la seguridad de la carretera

Medida mitigadora. – Para evitar todo tipo de accidentes en la carretera y poner en riesgo a las personas que transitan por la vía, su integridad física, se debe instalar las señales de seguridad vial y así reforzar la señalización.

Impacto. – Suspensión del tránsito vehicular

Medida correctiva. – Se ha considerado en el proyecto la construcción de badenes y alcantarillas de alivio, con el propósito que las aguas que transporta las cunetas y pasan por las alcantarillas no afecte el tránsito de los vehículos; de la misma manera la carretera cruza por quebradas y para ello se construyó los badenes.

Impacto. – Probable desarrollo urbano que no está planificada

Medida preventiva. – El gobierno local del distrito de Cachicadán, debe establecer programas de desarrollo urbano a fin de evitar que los pobladores se establezcan dentro del derecho de vía.

Impacto. - Efecto Barrera

Medida mitigadora. - Los vehículos que transiten por los poblados asentados a lo largo de la vía y sus alrededores, deben disminuir su velocidad a fin de evitar posibles atropellos de animales domésticos. Se colocarán señal preventiva y reguladora en todos los poblados que involucra directamente la carretera.

3.5.10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.5.10.1. Conclusiones.

1. Los impactos negativos que se encontraron en el tramo de la carretera no son de consideración, que pueda afectar el medio ambiente y la comunidad tanto social como económica. Así mismo no existe flora natural y fauna silvestre que ponga en riesgo la extinción de las especies.

2. Se concluye que el Proyecto de la carretera tramo: “Desvió a Comarsa – Intersección carretera Calorco -Ingacorral”, es viable, puesto que los impactos negativos que se encontró en el estudio de evaluación ambiental no son de importancia para restricciones pero si para precaución tampoco un militante para su ejecución, siempre que se tenga cuidado con lo que indica la normativa y lo que está plasmado en el plan de manejo ambiental del presente estudio. .

3.5.10.2. Recomendaciones.

- Se recomienda que la ejecución de la obra se realice en armonía con el PMA que se elaboró en este estudio, para así lograr que el medio ambiente sea conservado a plenitud.
- La empresa ejecutora deberá disponer de un establecimiento de salud (Tópico), con el propósito de evitar la proliferación de enfermedades.

Tabla N° 50: Impactos negativos versus Impactos positivos.

IMPACTOS NEGATIVOS	IMPACTOS POSITIVOS
<ul style="list-style-type: none"> - Desequilibrio del terreno producido por los cortes que se hacen para construir la vía. - Ausencia temporal de la poca fauna por ruidos generados en los trabajos. - Afectación de la atmosfera por el material particulado o polvo generados por los trabajos de construcción tanto materiales y maquinarias. - Afectación del suelo por los lubricantes de las maquinarias, en la etapa de construcción. - Afectación acústica por el exceso del ruido generado por las maquinarias y equipos de construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de trabajos en la etapa de construcción de la carretera. - Mejora de la calidad de vida para el habitante de la zona. - Aumento comercial por acceso vial. - Integración de pueblos Rayambal, Ingacorral, Calorco y Tambillo. - Regenera el bienestar de los conductores y el traslado de todos los transeúntes.

Fuente: Elaboración del autor

3.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El Manual de “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” es de naturaleza general y argumenta la necesidad de fomentar la igualdad y solidez de las partidas y materiales que son habituales en proyectos y obras viales.

Se puede destacar aspectos importantes en las presentes especificaciones, al considerar la importancia que tiene el factor humano y su entorno socio ambiental en la ejecución de la obra vial, tomando las acciones y previsiones necesarias con la finalidad de mitigar los impactos socio ambientales, con la finalidad de permitir un adecuado nivel de seguimiento e inspección para la protección de los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

3.6.1. OBRAS PRELIMINARES

1.01. Campamento y oficina provisional de obra.

Descripción

Esta obra es construida provisionalmente para el alojamiento de los materiales, equipos, maquinarias y personal obrero y empleado. También considerado para mantenimiento de maquinarias, almacenes y oficinas para capacitación del personal. Una vez concluida la obra vial debe hacerse lo siguiente:

- Eliminación de desechos

Los desechos productos del desmantelamiento serán trasladados para su disposición final adecuado. De tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción.

- Eliminación de pisos

Deben ser levantados los restos de pisos que fueron construidos, y estos se trasladan a alguno de los depósitos de materiales excedentes habilitados. De esta forma se garantiza que el ambiente utilizado para este propósito quede libre de desmontes.

- Recuperación de la morfología

Se procede a realizar el renivelado del terreno. Asimismo, las zonas que hayan sido compactadas en el área deben ser humedecidas y el suelo removido, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

- Revegetación de la zona ocupada

Una vez escarificado el suelo compactado, se procede a la colocación de una capa de suelo orgánico (inicialmente retirada) y luego se procede a la revegetación del terreno, con las especies típicas del lugar (eucaliptos globulus) con el fin de lograr integrar nuevamente el área al paisaje original.

La revegetación se realizará bajo el siguiente procedimiento:

- Preparación de la superficie donde se realizará la siembra, mediante el rastrillado manual.
- El material así suelto y sobre el que se colocará la planta, deberá estar constituido por suelo fino adecuado para tal efecto; los tamaños más gruesos serán retirados manualmente o con herramientas apropiadas, en el proceso del rastrillado.
- Colocación de la plántula y cubierta con el mismo material de la zona de siembra.
- Riego de la zona sembrada hasta que se produzca el prendimiento de las plantas.

Método de medición

La medición es por m². Cuando el campamento haya sido retirado y éste concluido el tratamiento ambiental del área.

Bases de pago

Se efectuará al importe del convenio, comprendiendo que dicho importe y abono constituirá compensación completa por toda la mano de obra, equipo y herramientas, incluidos los imprevistos para la ejecución de la partida.

01.02. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

Sirve para movilizar todo equipo mecánico designado para realizar los trabajos al lugar en que desarrollará la obra. La movilización incluye la adquisición y abono de permisos y seguros.

PROCEDIMIENTO

Existen dos opciones para trasladar los equipos livianos y pesados. El pesado mediante camiones de cama baja y el liviano en sus propias unidades, estos equipos livianos son las herramientas de peso ligero (martillos neumáticos vibradores, etc.).

El Ingeniero residente y el encargado de Mantenimiento deben de inspeccionar el equipo mecánico antes de ir a obra.

El supervisor debe dar autorización documentada al ingeniero residente para retirar el equipo.

METODO DE MEDICION

La medición se debe efectuar mediante para el equipo pesado y el liviano. La mediación de movilización se realizará de acuerdo al tiempo que demora el traslado. Solo la del expediente técnico debe considerarse la movilización y esta debe ser global.

BASE DE PAGO

El abono total de la movilización de equipos y herramientas debe realizarse de la siguiente manera:

El 50 % del total se pagará al terminar el trabajo de movilización y que haya empezado la ejecución el menos del 5% del total.

El resto que es el otro 50% de la monto de movilización será abonado al concluir la ejecución de la obra en su totalidad (100%), también que se haya transportado o retirado todo los equipos de la obra, con autorización escrita del supervisor.

Item de Pago	Unidad de Pago
01.01 Movilización y desmovilización	Global (GB)

01.03. TOPOGRAFIA, TRAZO Y REPLANTEO INICIAL Y FINAL

El objetivo del presente ítem es el levantamiento topográfico de la obra, a nivel de estudio definitivo, replanteo y posterior control de obra en sus diferentes etapas y partidas considerando todos los elementos de curvas, peralte, bombeo, gradientes, rellenos, para las explanaciones y pavimentos así como pendientes y relieves del terreno para las obras de drenaje.

PROCEDIMIENTO

Descripción

El que ejecuta la obra deberá replantear para hacer los ajustes reales a lo que está en terrero, apoyándose de los planos, las referencias topográficas del levantamiento como estaciones y BM. El responsable del replanteo topográfico debe ser el ejecutor de la obra, este trabajo debe ser revisado y aprobado por el ingeniero supervisor. De la misma manera el ejecutor debe cuidar de los puntos, estacas y monumentación.

Estos trabajos de replanteo debe ser realizada por personal calificado, también deben contar con materiales y equipos adecuados.

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Personal: Debe implementarse cuadrillas para trabajos topográficos especializados en replanteo con personal suficiente y calificado para realizar operaciones planificadas y de acuerdo al cronograma establecido. Deben cumplir con el tiempo fijado.

La cuadrilla estará bajo responsabilidad del Ingeniero Residente.

Equipo: Los equipos que se deben requerir deben ser los que tengan rangos de tolerancias y deben implementar equipos para el cálculo de datos y procesamientos del dibujo.

Materiales: Estos materiales son indispensables para un levantamiento topográfico, que se requiere ser proveídos en el planeamiento, como estacas, pintura, lápices, concreto para cimentación y herramientas adecuadas.

Consideraciones Generales

Se debe coordinar con el supervisor de la obra antes de inicio de la ejecución de la obra, el sistema de trabajo en campo, referencias, puntos de control y todo lo necesario para un trabajo eficaz.

El supervisor deberá aprobar todos los formatos que se utilice en el replanteo.

El supervisor dará la orden de inicio de los trabajos mediante un documento escrito.

Los trabajos de topografía que no cumplan con las tolerancias establecidas deberán ser rechazados.

Requerimientos para los trabajos

Las tareas de Topografía y Georeferenciación abarcan los aspectos que se mencionan:

Puntos de Control.- Las obras que se realizan podrían afectar a los puntos de control (horizontales y verticales) por lo que se debe reubicar a donde no deban ser alteradas por la construcción.

Sección.- El eje de la carretera es la referencia de las secciones transversales cuyo espaciamiento debe ser como máximo 20 metros, en tramos en tangente.

El supervisor indicará los puntos que deben tomarse en las secciones transversales para determinar los taludes de corte y relleno.

Frontera de Limpieza y Roce.- Para realizar la limpieza debe tomarse como referencia el eje de la sección y delimitar en ambos lados de las labores de limpieza.

Componentes de drenaje.- Los componentes de desagüe o descarga deben ser incrustados para hacerlos fijos en el terreno.

Se debe apreciar lo que a continuación se detalla:

Se debe analizar el perfil para determinar en el terreno natural y el curso de drenaje y delimitar la estructura.

La longitud de las estructuras de drenaje deben ser determinados con los puntos necesarios al hacer el levantamiento topográfico.

Monumentación.- Es la que nos debe indicar los kilómetros mediante hitos sobre el terreno permanente. Esto es materia de referenciarían en las vías. Esto es materia de referenciarían en las vías.

Trabajos topográficos intermedios.- Son aquellos trabajos de replanteo en los terrenos, registrar datos y realizar cálculos, realizar planillas para la ejecución de la obra, la medición e inspección de cantidades de obra, en cualquier momento.

Aceptación de los trabajos

Todo lo que se indicó en las especificaciones sobre los trabajos de replanteo y el levantamiento topográfico del terreno deben ser evaluadas y aceptadas de acuerdo a lo que se menciona líneas abajo:

El supervisor con la experiencia y sus buenas prácticas que posee, será el que dará la aceptación de las labores mediante una inspección visual.

Los resultados deberán cumplir con las tolerancias establecidas y los límites acordados, en concordancia de con las mediciones de control para que se ejecuten los trabajos.

Medición

Los trabajos de Trazo y Replanteo se medirán por kilómetro (km).

Bases de pago

El pago por km del trazo y replanteo incluyendo el control topográfico está dispuesta de la forma siguiente:

El 40 % del importe total de esta partida se abonará cuando terminen las tareas de referenciación, replanteo de los PCs, Pls, PTs, BMs, y estén debidamente monumentados y protegidos.

El 60 % del importe total de la partida se abonará en forma repartida y uniforme en los meses que dure esta actividad del control topográfico.

Item de Pago	Unidad de Pago
01.02 Trazo y replanteo	Kilómetro (km)

01.04. CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA 2.40 m x 3.60 m

Se refiere a la confección de un cartel de obra de las siguientes dimensiones 2.40 m x 3.60 m en el que se indicará la información básica siguiente:

- Entidad Contratista (con su logotipo correspondiente).
- Nombre de la obra a ser ejecutada.
- Monto de obra.
- Tiempo de ejecución.
- Fuente de financiamiento.
- Nombre del Consultor Proyectista.
- Nombre del Contratista Constructor.

El letrero deberá ser colocado sobre soportes adecuadamente dimensionados para que soporten su peso propio y cargas de viento.

Materiales

Los letreros serán hechos de planchas de Triplay de E=12 mm, sobre marcos de madera y/o por plancha metálica sobre marcos de perfiles de acero. La pintura a usarse será tipo esmalte sintético. En general se emplearán todos los materiales necesarios que cumplan con los requisitos generales de calidad incluidas en las especificaciones técnicas.

Medición

La medición se hará por unidad (Unid), se considera como la unidad la habilitación, confección y colocación del cartel de obra en el lugar descrito, siendo aprobado por el Contratista o Ingeniero Supervisor. Así como también comprende la mano de obra, los materiales y herramientas necesarios para la confección del cartel de obra.

Pago

Se valorizará una vez colocado el cartel de obra en su ubicación definitiva, representando dicha valorización la mano de obra, materiales, herramientas e imprevistos utilizados para su confección.

Item de Pago	Unidad de Pago
01.04 Cartel de Identificación de Obra	Unidad (und)

01.05. Limpieza y deforestación

Descripción:

Este trabajo consiste en la limpieza del terreno y el desbroce de la vegetación, es decir eliminar todos los árboles, arbustos, matorrales, otra vegetación, tacones, raíces y cualquier elemento o instalación que pueda obstaculizar el normal desarrollo de los trabajos, en concordancia con el Estudio de Impacto Ambiental elaborado. Las áreas serán previamente delimitadas por el Ingeniero Supervisor.

Método de construcción:

Previo al inicio de los Trabajos, el Contratista solicitará por escrito autorización al Supervisor, el mismo que deberá verificar si efectivamente su ejecución resulta imprescindible para permitir el libre desplazamiento en la zona de trabajo.

El material procedente de la limpieza y deforestación será colocado dentro de los límites del derecho de vía, cuidando de no interrumpir vías, senderos, accesos a viviendas, canales, zanjas, etc. En caso de excesiva acumulación o cuando el Ingeniero Supervisor lo autorice, los desechos podrán eliminarse colocándose en los botaderos establecidos para tal fin o en lugares que indique el Supervisor según convenga.

Se incluye también la limpieza y deforestación necesarias en las canteras para la explotación del material.

Método de medición:

El área que se medirá será el número de hectáreas de terreno contenido en la superficie limpiada, deforestada y con el material de desmonte, debidamente

dispuesto, realmente ejecutadas en los sectores descritos en “Método de Construcción” y a satisfacción del Ingeniero Supervisor. No se medirán las áreas limpiadas en canteras o en zonas de préstamo.

Bases de pago:

El número de hectáreas medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del Contrato para roce y limpieza, entendiéndose que dicho pago constituye compensación completa por toda la mano de obra, equipo, herramientas y demás conceptos necesarios para completar esta partida.

3.6.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

02.01 DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS

Este trabajo consiste en friccionar y purificar el terreno de la zona o área donde se construirá la carretera, para limpiar la maleza, rastrojos, residuos de basuras de tal forma que el terreno quede limpio y libre de cualquier obstáculo y así resulte una superficie apta para iniciar los trabajos:

Desbroce y limpieza en zonas no boscosas

Como la carretera en estudio es para mejoramiento solo comprende la limpieza en zonas cubiertas de rastrojo y escombros. Se debe proteger la escasa flora y fauna que se encuentra en el territorio de trabajo y siendo esta muy carente también se debe tener en cuenta su protección conforme lo menciona el plan de manejo ambiental.

Equipo

El supervisor deberá aprobar el uso de los equipos, las cuales deben ser compatibles con las actividades de los procesos de ejecución adoptados. Todo equipo debe contar silenciadores para evitar molestias a los pobladores de la zona.

Demanda de construcción

Realización de las labores

Las tareas de limpieza deberán realizarse en todas las zonas que indican los planos y que fueron revisados y aprobados por el ingeniero supervisor, de la misma manera con los procedimientos que él lo acepto y en condiciones de seguridad.

Remover troncos y raíces

Se debe remover todo tronco y raíces que se encuentren en el área donde se a limitado el pase de la carretera de la misma manera otros materiales adjuntos a estos tocones. Estas raíces y tocones deben ser removidos hasta

una profundidad no menor a 60 cm de la subrasante, propuesta en el proyecto.

En donde se colocaran terraplenes o estructuras de drenaje se removerá el suelo a una profundidad no menor de 30 cm por debajo de la superficie, se deberán eliminar los tocones y raíces.

Si existiera troncos que se encuentren en la zona del proyecto pero fuera de después de terraplenes, áreas de excavación y estructuras, estos deben cortarse a ras de la superficie (suelo).

Remoción y disposición de materiales

Todo desbroce de se originó en la limpieza de los terrenos y que pueden ser utilizados deben ser acopiados por la entidad contratante por ser de su propiedad. Pero el contratista debe hacer la gestión de estos desbroces para que no sean utilizados tampoco transpórtalos a un vertedero.

El resto de materiales de desbroce que no sean almacenados, deberán ser depositados en lugares que se establecen en el proyecto o que pueda indicar el supervisor, para ser enterrados para no dejar al descubierto estos elementos naturales.

Relación de los procesos

Antes de comenzar los trabajos de explanación y todos los procedimientos que lleva mover la tierra para dejarla correctamente para la ejecución de la obra vial, deben realizarse las tareas de desbroce y limpieza. De la misma manera antes de remover con maquinaria la superficie vegetal deben levantarse las secciones transversales del terreno para determinar los volúmenes de movimiento de tierra y el volumen de carga.

El contratista debe realizar nuevamente un desbroce si la vegetación vuelve a crecer y limpiar si esto aparece antes de la ejecución de la obra.

Consideración de aprobación de los trabajos

El supervisor deberá realizar los controles durante la ejecución, para ello se detalla lo siguiente:

- ✓ Inspeccionar los permisos actualizados del contratista.
- ✓ Validar los equipos que utilizará el contratista, debe estar en muy estado de conservación para su funcionamiento.
- ✓ También inspeccionará las operaciones que será realizada por el contratista para que sean eficientes y seguros.
- ✓ Hacer un seguimiento a los trabajos programados realizados por el contratista.

- ✓ Debe validarlos materiales de las tareas que se realizaron en la limpieza y desbroce, para que se adapte a todas las exigencias de las normativas vigentes colocadas en el proyecto,
- ✓ Calcular las medidas de áreas especificadas donde se realizaran la ejecución.
- ✓ Se debe identificar todos los árboles que no se derribaran y protegerlos para no dañarlos, marcándolos con tinta o pintura.

Se aplicará todo lo escrito en las evaluaciones, planes ambientales y normas vigentes de medio ambiente, por el contratista, quien velará su cumplimiento el ingeniero supervisor.

Una vez terminada la actividad de desbroce y limpia, el terreno debe tener una perspectiva despejada para dar acción a los trabajos siguientes de ejecución de la construcción de la carretera.

Medición

La hectárea debe ser la unidad de medida que se debe utilizar en la medición de desbroce y limpia, las carreteras que existen no se tomará en cuenta su medición, así mismo las áreas de donde servirá como cantera no se tendrá en cuenta su medición.

La hectárea debe ser la unidad de medida que se debe utilizar en la medición de desbroce y limpia, las carreteras que existen no se tomará en cuenta su medición, así mismo las áreas de donde servirá como cantera no se tendrá en cuenta su medición.

Pago

En el contrato debe especificar la unidad de precio unitario que se debe pagar por el desbroce y limpia. La cual debe ser evaluado y aprobado por el ingeniero supervisor.

Este pago debe ser en forma independiente del pago a la remoción de la superficie vegetal.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
02.01 Desbroce y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (Ha)

02.02 EXCAVACION Y CORTE EN MATERIAL SUELTO

Descripción

(a) Relacionado al tema de excavación y corte – material suelto

Se refiere al trabajo que se realiza de excavar y cortar el suelo para luego transportarlo a los sitios de relleno y de desechos, provenientes de los

lugares de nivelación, estos lugares deben estar indicados en los planos del proyecto. Toda modificación de excavación y corte debe darse a conocer y debe ser aprobado por el supervisor de obra.

Debe considerarse los residuos y las estructuras que se encuentren en las zonas donde se realizarán las excavaciones. Debe considerarse los residuos y las estructuras que se encuentren en las zonas donde se realizarán las excavaciones.

(b) Excavación para la nivelación y desmonte

Este trabajo tiene un aserie de actividades de explanación, desmonte en las zonas donde debe establecerse la vía terrestre, a la que se le debe incluir las cunetas y taludes que son las que forman la plataforma de la carreta. En este trabajo debe considerarse los trabajos de compactación el nivel de la subrasante.

Se debe considerar los cortes, excavaciones cuando exista una modificación o ensanchamiento de las rutas ya existentes.

(c) Clasificación: “Excavación Clasificada”

1. Roca Fija

“Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos” (docslide.us, 2015).

2. Roca Suelta

“Comprende la excavación de masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cementación y consolidación, permitan el uso de maquinaria y/o requieran explosivos, siendo el empleo de este último en menor proporción que para el caso de roca fija” (docslide.us, 2015).

3. Tierra Suelta

Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales (1) y (2) de esta Subsección (Excavación en roca fija y suelta), cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente las mediciones previas de los niveles de la napa freática o tener registros específicos, para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales (myslide.es, 2015).

Si el material se encontrase en orden de desfase para clasificarlo, esta selección no debe alterar el costo de la extracción de material de

cantera, para ello el supervisor debe ponderar el precio la excavación con una visita previa al cálculo del precio unitario.

Se debe apoyar de los registros históricos o específicos determinados en los estudios previos (calicatas) para conocer las medidas a que distancia se encuentra la napa freática y así prevenir una contaminación al agua.

Materiales

El supervisor determina los materiales a utilizar para la nivelación, quien supervisará la calidad de estas, exigidas en las especificaciones, que serán utilizadas en la construcción.

Ningún material puede desecharse por el contratista sin conocimiento del supervisor.

Todo lo existente de materiales que se obtendrá de las excavaciones y se encuentren en buenas condiciones deberán ser conservados para uso de la misma vía.

Y las que no sean usadas debe trasladarse al área donde indica el proyecto y esta acción también debe conocer el supervisor para ser aprobadas.

Se colocará recipientes para materiales, pero estos no deben estar en sitios que interrumpan el acceso al área local.

Equipo

El supervisor deberá aprobar el uso de los equipos, las cuales deben ser compatibles con las actividades de los procesos de ejecución adoptados. Todo equipo debe contar silenciadores para evitar molestias a los pobladores de la zona.

Requerimientos de Construcción

a.- Excavación

Se refiere al trabajo que se realiza de excavar y cortar el suelo para luego transportarlo a los sitios de relleno y de desechos, provenientes de los lugares de nivelación, estos lugares deben estar indicados en los planos del proyecto. Toda modificación de excavación y corte debe darse a conocer y debe ser aprobado por el supervisor de obra.

Debe considerarse los residuos y las estructuras que se encuentren en las zonas donde se realizarán las excavaciones. Debe considerarse los residuos y las estructuras que se encuentren en las zonas donde se realizarán las excavaciones.

b.- Ensanche del alineamiento de plataformas existentes

Toda conservación de la plataforma existente debe ser estudiada, analizada para realizar el ensanchamiento, siempre con consentimiento del supervisor antes de una modificación a la carretera actual.

Para el ensanchamiento se debe evitar grandes desbroces de la vegetación y cuidar la carretera existente si el trabajo fue aprobado por el ingeniero supervisor.

c.- Taludes

Se debe cuidar la estética y forma del talud cuando se realiza la excavación y así evitar la descomprensión y complicar la estabilidad de su cuerpo.

Los taludes deben estar en perfectas condiciones antes de la entrega de la obra, si esto no sucediera y hubiera un deterioro o desbordamiento, debe repararse de inmediato y la responsabilidad será del contratista. Toda corrección debe hacerse en forma urgente y con consentimiento del supervisor.

d.- Excavación Complementaria

Estas están referidas al espacio en donde irán las estructuras de cunetas, alcantarillas, badenes y cauces naturales, cuyas excavaciones deben realizarse bajo el alineamiento plasmado en los perfiles, secciones que se encuentran en planos del proyecto o que puede ser determinado por el ingeniero supervisor.

e.- Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Deben ser utilizados los materiales que salen de las excavaciones, que sean necesarios y estén conforme a su necesidad de la obra vial. Estos materiales no pueden usados ni desechados sin consentimiento del ingeniero supervisor

Todo sobrante de material de las excavaciones debe ser colocado en las áreas destinadas al almacenamiento para colocarse en los terraplenes o para nivelar zonas de la vía y también de las canteras.

Y las que no sean usadas debe trasladarse al área donde indica el proyecto y esta acción también debe conocer el supervisor para ser aprobadas.

Se colocará recipientes para materiales, pero estos no deben estar en sitios que interrumpan el acceso al área local.

f.- Hallazgos arqueológicos, paleontológicos, ruinas y sitios históricos

Si se encontrase nuevos descubrimientos arqueológicos el contratista seguirá las indicaciones de la normativa que menciona preservar el patrimonio cultural de la nación, en la Ley N° 27972 “Ley Orgánica de Municipalidades” que indica que deben participar los gobiernos locales y regionales y Código Penal.

g.- Manejo del agua superficial

Debe tener cuidado para que el escurrimiento de las aguas superficiales siga su flujo normal sin interrupción, cuando se efectúen las excavaciones en las zonas de trabajo. Procurar evitar estos desvíos para no exponer al terreno a un hundimiento y depresiones en el futuro o durante la construcción de la carretera.

No alterar los cursos de agua, cuando realice una excavación.

h.- Limpieza final

El responsable de que la zona de trabajo después de una excavación des el contratista. También del área de préstamo para almacenar, la disposición de sobrantes. Todo con indicaciones y aprobación del ingeniero supervisor.

i.- Referencias topográficas

No deben alterarse las referencias topográficas cuando se realice las excavaciones. Estaciones de control, BM, estaciones, etc.

j.- Aceptación de los Trabajos

El supervisor debe hacer los controles que se indican durante la ejecución de las tareas:

- ✓ Inspeccionar los permisos actualizados del contratista.
- ✓ Validar los equipos que utilizará el contratista, debe estar en muy estado de conservación para su funcionamiento.
- ✓ También inspeccionará las operaciones que será realizada por el contratista para que sean eficientes y seguros.
- ✓ Hacer un seguimiento a los trabajos programados realizados por el contratista.
- ✓ Debe validarlos materiales de las tareas que se realizaron en la limpieza y desbroce, para que se adapte a todas las exigencias de las normativas vigentes colocadas en el proyecto,
- ✓ Calcular las medidas de áreas especificadas donde se realizaran la ejecución.

- ✓ Se debe identificar todos los árboles que no se derribaran y protegerlos para no dañarlos, marcándolos con tinta o pintura.

Se da por terminado los trabajos de excavación cuando estos estén conforme lo indican en el plano y la aprobación del ingeniero supervisor.

k.- Compactación de la subrasante para las áreas de abertura de suelo

La compactación de la subrasante, se inspeccionará de acuerdo a los siguientes criterios:

- Cada 250 m² se elegirá un sitio para sacar la densidad de la subrasante. Y será elegida al azar.
- Las densidades individuales del lote (Li) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo proctor modificado de referencia (Le).

$$Li \geq 0.95Le$$

Medición

El metro cúbico (m³) será la medida reglamentaria para las excavaciones. Si el contratista realizó una excavación por conveniencia o por error no serán medidas, salvo autorización del supervisor de obra.

Si hubiese material por derrumbes de los taludes causados por mal trabajo del contratista o error, tampoco deberá ser medido ni pagado.

Pago

En el contrato debe especificar la unidad de precio unitario que se debe pagar por excavación. La cual debe ser evaluado y aprobado por el ingeniero supervisor.

Este pago debe ser en forma independiente del pago a la excavación de la superficie.

Los materiales que fueron utilizados para la construcción de la carretera, rellenos, afirmados, etc., se descontarán de los volúmenes de excavación para hacer uso del pago

Todo transporte de material que provenga de excavaciones será medido y pagado.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
02.02 Corte en Material suelto	Metro cúbico (m ³)
02.03 Corte en Roca suelta	Metro cúbico (m ³)
02.04 Corte en Roca fija	Metro cúbico (m ³)

02.03. PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE

Descripción:

El Contratista, bajo ésta partida, realizará los trabajos necesarios de modo que la superficie de la subrasante en toda su superficie presente los niveles, alineamiento, dimensiones y grado de compactación indicados, tanto en los planos del proyecto, como en las presentes especificaciones.

Se denomina subrasante a la capa superior de la explanación que sirve como superficie de sustentación de la capa de afirmado. Su nivel es paralelo al de la rasante y se logrará conformando el terreno natural después de ejecutar los trabajos de corte en material suelto.

La superficie de la subrasante estará libre de raíces, hierbas, desmonte o material suelto.

Método Constructivo:

Una vez concluidos los cortes, se procederá al perfilado de la superficie del camino mediante el uso de una motoniveladora, los agregados pétreos mayores a 3" que se encuentren serán retirados.

Posteriormente, se procederá al riego y compactación, con el empleo repetido y alternativo de un camión cisterna (provisto de dispositivos que garanticen un riego uniforme) y un rodillo liso vibratorio.

La operación será continua hasta lograr un material homogéneo, de humedad lo más cercana a la óptima definida por el ensayo de compactación proctor modificado que se indica en el estudio de suelos del proyecto.

Enseguida, empleando un rodillo liso vibratorio autopropulsado, se efectuará la compactación del material hasta conformar una superficie de acuerdo a los perfiles y geometría de la rasante proyectada, una vez compactada. La cota de cualquier punto de la subrasante, conformada y compactada, no debe variar en más de 20 milímetros (20mm) de la cota proyectada.

La compactación se realizará de los bordes hacia el centro y se efectuará hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado (AASHTOT-180. MÉTODO D) en suelos cohesivos y en suelos granulares hasta alcanzar el 100% de la máxima densidad seca del mismo ensayo.

El Ingeniero Supervisor solicitará la ejecución de las pruebas de densidad de campo que determinen los porcentajes de compactación alcanzados.

Se tomará por lo menos 2 muestras por cada 500 metros lineales de superficie perfilada y compactada.

En caso que los suelos encontrados a nivel de subrasante, están constituidos por materiales inestables, deberán realizarse trabajos de mejoramiento, de manera de garantizar la estabilidad de la subrasante.

Método de medición

El área a pagar será el número de metros cuadrados (m²) de superficie perfilada y compactada, de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones indicadas en los planos y en las presentes especificaciones, medida en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

No se medirán aquellas áreas de zonas de corte, en donde se hayan realizado trabajos de mejoramiento de subrasante, ni aquellas áreas de subrasante en zonas de relleno.

Bases de pago

La superficie medida en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para la partida PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB-RASANTE, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

02.03.1. NIVELACION Y COMPACTACIÓN DE RASANTE

Descripción:

El Contratista, bajo ésta partida, realizará los trabajos necesarios de modo que la superficie de la subrasante en toda su superficie presente los niveles, alineamiento, dimensiones y grado de compactación indicados, tanto en los planos del proyecto, como en las presentes especificaciones.

Se denomina subrasante a la capa superior de la explanación que sirve como superficie de sustentación de la capa de afirmado. Su nivel es paralelo al de la rasante y se logrará conformando el terreno natural después de ejecutar los trabajos de corte en material suelto.

La superficie de la subrasante estará libre de raíces, hierbas, desmonte o material suelto.

Método Constructivo:

Una vez concluidos los cortes, se procederá al perfilado de la superficie del camino mediante el uso de una motoniveladora, los agregados pétreos mayores a 3" que se encuentren serán retirados.

Posteriormente, se procederá al riego y compactación, con el empleo repetido y alternativo de un camión cisterna (provisto de dispositivos que garanticen un riego uniforme) y un rodillo liso vibratorio.

La operación será continua hasta lograr un material homogéneo, de humedad lo más cercana a la óptima definida por el ensayo de compactación proctor modificado que se indica en el estudio de suelos del proyecto.

Enseguida, empleando un rodillo liso vibratorio autopulsado, se efectuará la compactación del material hasta conformar una superficie de acuerdo a los perfiles y geometría de la rasante proyectada, una vez compactada. La cota de cualquier punto de la subrasante, conformada y compactada, no debe variar en más de 20 milímetros (20mm) de la cota proyectada.

La compactación se realizará de los bordes hacia el centro y se efectuará hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado (AASHTOT-180. MÉTODO D) en suelos cohesivos y en suelos granulares hasta alcanzar el 100% de la máxima densidad seca del mismo ensayo.

El Ingeniero Supervisor solicitará la ejecución de las pruebas de densidad de campo que determinen los porcentajes de compactación alcanzados. Se tomará por lo menos 2 muestras por cada 500 metros lineales de superficie perfilada y compactada.

En caso que los suelos encontrados a nivel de subrasante, están constituidos por materiales inestables, deberán realizarse trabajos de mejoramiento, de manera de garantizar la estabilidad de la subrasante.

Método de medición

El área a pagar será el número de metros cuadrados (m²) de superficie perfilada y compactada, de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones indicadas en los planos y en las presentes especificaciones, medida en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

No se medirán aquellas áreas de zonas de corte, en donde se hayan realizado trabajos de mejoramiento de subrasante, ni aquellas áreas de subrasante en zonas de relleno.

Bases de pago

La superficie medida en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para la partida NIVELACION Y COMPACTACION DE RASANTE, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

3.6.3. AFIRMADO

a) Descripción

Afirmado es la tarea de dejar firme el suelo del tramo de la vía, involucra todo el procedimiento de su ejecución, desde el abastecimiento de materia prima, transporte, colocación y asentamiento del material para nivelarlo a nivel de subrasante a un espesor y dimensiones indicado en el proyecto.

Materiales

Los agregados para la construcción para el afirmado tienen requisitos de calidad que deben satisfacer:

Desgaste Los Ángeles	: 50% máx. (MTC E 207)
Límite Líquido	: 35% máx. (MTC E 110)
CBR ¹ (1)	: 40% mín. (MTC E 132)

Equipo

El supervisor deberá aprobar el uso de los equipos, las cuales deben ser compatibles con las actividades de los procesos de ejecución adoptados. Todo equipo debe ser aprobado previamente por el ingeniero supervisor.

El material triturado para el afirmado debe ser lavado si es necesario, los equipos deben tener la suficiente eficiencia y apropiado para explotar los materiales de la cantera. No se triturará todo el material sino lo amerita.

b) Requerimientos de construcción

Obtención de materiales y transformación de agregados

Toda actividad de explotación de material, incluyendo a los equipos a utilizarse para la elaboración de agregados (transformación), deberá ser aprobada por el ingeniero

¹ CBR al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 2.5mm (0.1")

supervisor. Lo que implica que al utilizar este material como suministro lo libre de responsabilidades futuras.

Antes de explotar la cantera deberá hacerse un cálculo estimado para establecer un volumen que se extraerá, a este procedimiento se llama evaluación de cantera. Y luego se procederá a limitar y obtener la licencia para su explotación.

Los equipos, las actividades, la selección, la trituración si es necesaria, el lavado si lo requiere, del mismo modo su almacenaje por tamaño deben prestar todas las garantías para que el material tenga un estilo uniforme

La selección del material por el tamaño así como la trituración deberá realizarse en el sitio de explotación, salvo decisión o contraria del supervisor que dará la aprobación.

Una vez terminada la explotación del material, esta debe ser renovada con material de corte o superficie vegetal de acuerdo a la morfología de la zona, para recuperar sus características similares de la naturaleza local.

Si al comienzo de la identificación de la cantera, existió vegetación en la superficie, esta debe cortarse y guardarse, almacenando en un lugar seguro para su conservación con la intención de colocarlo al término de la explotación de la cantera y así conservar el medio ecológico. El responsable de esta actividad para renovar la superficie natural de la cantera es el contratista.

Durante la explotación del material en las canteras deberá realizarse un control en los taludes en la cantera para evitar su derrumbe, del mismo modo humedecer el área del sitio donde estarán las maquinarias para la explotación del material con el fin de evitar que el polvo se levante, cuando se esté extrayendo el material para el afirmado. (Evitar emisiones de partículas).

También se aprovechará el material de corte de cantera si la calidad es adecuada para rellenos y para hacer construcciones como las estructuras u obras de arte.

Durante la explotación de material existirá desechos, estos no deben ser arrojados en las laderas tampoco en los cursos de agua. Estos materiales tienen su lugar según indicaciones en el proyecto, como lugares para disposición de material excedente seleccionado para reutilización en zonas afectadas.

La sobre explotación de material de cantera no está permitida, por lo que se debe llevar un control en registros preparados para este fin y debe ser revisado por el supervisor al ser presentado. Si se requiriera un adicional de material de la cantera está estaría entrando en una sobre explotación por lo que debe ser aprobado por el supervisor.

Como se mencionó anteriormente, el material no seleccionado para uso de afirmado debe ser apartado y apilado o acumulado para ser reusado en rellenos o nivelación de la vía, siempre con el visto bueno del supervisor.

Acondicionamiento del terreno vial existente

Antes de colocar el material de la cantera que actuará como afirmado, se deberá preparar la subrasante comprobando la densidad sea la adecuada en la superficie, además debe cumplir con los lineamientos y cotas plasmadas en los planos de diseño. Si existiesen irregularidades por las tolerancias permitidas, estas deben ser corregidas de inmediato, haciendo conocimiento al ingeniero supervisor.

Acarreo y distribución del material

El colocar el material de cantera en la vía existente no significa que deba realizarse sin la debida reglamentación porque podría separarse agrietarse las partículas del suelo, del mismo modo causar deterioro en la superficie. Para ello el contratista debe seguir las instrucciones y recomendaciones de transporte y depósito de material.

El manual de especificaciones técnicas indica que colocar el material sobre la subrasante, debe ser a una longitud de 1,500 metros de las actividades de mezcla, de compactación del sector donde se realizan los trabajos.

En el transcurso de este trabajo de transporte y colocación del material para afirmado, se dispondrá de un buen manejo de material de afirmado, cuidando no se esparzan el material propagándose en los cursos, fuentes de agua, flora y suelos porque los contaminarán.

Expansión, mezcla y conformación del material

Todo el material se organizará en un orden uniforme, para inspeccionar su uniformidad ósea que sea homogéneo. Se dispondrá de una selección de material por separado para verificar su homogeneidad y luego unirlo mezclando formando una material compacto y así facilitar su trabajo de afirmado.

Si es necesario debe humedecerse el material para una buena compactación, se empleará el equipo que dispone las especificaciones e inspeccionado por el supervisor para su aprobación. El espesor debe tener la uniformidad y grado de compactación que exige la norma.

Todo el material se organizará en un orden uniforme, para inspeccionar su uniformidad u homogeneidad. Se dispondrá de una selección de material por separado para hacer verificar su homogeneidad y luego unirlo mezclando formando una material compacto y así facilitar su trabajo de afirmado

Compactación

La compactación se realizará de los bordes hacia el centro y se efectuará hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado (AASHTOT-180. MÉTODO D) en suelos cohesivos y en suelos granulares hasta alcanzar el 100% de la máxima densidad seca del mismo ensayo.

Posteriormente, se procederá al riego y compactación, con el empleo repetido y alternativo de un camión cisterna (provisto de dispositivos que garanticen un riego uniforme) y un rodillo liso vibratorio.

La operación será continua hasta lograr un material homogéneo, de humedad lo más cercana a la óptima definida por el ensayo de compactación proctor modificado que se indica en el estudio de suelos del proyecto.

Enseguida, empleando un rodillo liso vibratorio autopropulsado, se efectuará la compactación del material hasta conformar una superficie de acuerdo a los perfiles y geometría de la rasante proyectada, una vez compactada. La cota de cualquier punto de la subrasante, conformada y compactada, no debe variar en más de 20 milímetros (20mm) de la cota proyectada.

En caso que los suelos encontrados a nivel de subrasante, están constituidos por materiales inestables, deberán realizarse trabajos de mejoramiento, de manera de garantizar la estabilidad de la subrasante

El Ingeniero Supervisor solicitará la ejecución de las pruebas de densidad de campo que determinen los porcentajes de compactación alcanzados. Se tomará por lo menos 2 muestras por cada 500 metros lineales de superficie perfilada y compactada.

Debe evitarse derrames del material o evitar que se expanda porque contaminaría los flujos de agua, suelo y flora que estén aledañas a los trabajos de ejecución. Los residuos trasladar a los sitios designados para su posterior tratado con ellos, de esto debe conocer el supervisor de área.

La compactación se iniciará longitudinalmente.

c) Visto bueno para aceptar los trabajos

Realizar los controles

El ingeniero supervisor debe realizar los controles durante la etapa de ejecución de las actividades de la obra:

- Verificar los requisitos de los materiales que deben ser señalados por las normas que clasifican los suelos tanto de AASHTO como SUCS para estudios de suelos.
- Las clasificaciones mencionadas permiten pronosticar con un 99% de exactitud sobre el comportamiento del suelo, viéndolo de manera geológica.
- Poner en práctica los resultados de análisis de suelos (ensayos) para realizar trabajos de compactación.
- Debe estar en continuo control inspeccionando la aplicación de los trabajos y en los tramos designados.
- Hacer un seguimiento a los trabajos programados realizados por el contratista.
- Inspeccionar las densidades de los suelos por tramo.
- También verificar el espesor del afirmado, de acuerdo al proceso.
- Calcular las medidas de espesores en las áreas especificadas donde se realizaran la ejecución.
- Hacer un seguimiento a los trabajos de loa agregados que sean programados en los trabajos para la superficie, realizados por el contratista.

Condiciones específicas para el recibo y tolerancias.

Se deben tener en cuenta las especificaciones y tolerancias en las obras ejecutadas. El supervisor estará encargado de la verificación de medidas para realizar los pagos correspondientes.

El supervisor será el que realice las correcciones e irregularidades que pasen las tolerancias exigida en el área.

Compactación

Se determinará la densidad sobre la superficie compactada como lo indica el proyecto y en los tramos correspondientes, con no menor a seis (6) determinaciones de densidad de compactación.

La compactación de la subrasante, se inspeccionará de acuerdo a los siguientes criterios:

Cada 250 m² se elegirá un sitio para sacar la densidad de la subrasante. Y será elegida al azar.

Las densidades individuales del lote (Li) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo proctor modificado de referencia (Le).

$$Li \geq 0.95 Le$$

En $\pm 2\%$ debe variar la humedad respecto al óptimo.

Las densidades deben calcularse teniendo en cuenta la norma de ensayo que se acota MTC E 117 y MTC E 124.

Espesor

Se determinará la capa de espesor en los tamos escogidos compactados que servirán de control, el espesor medio se simbolizará como (em) y el espesor de diseño se simbolizará como (ed), siendo este siempre menor:

$$em \geq ed$$

Así mismo se siempre el valor obtenido individualmente simbolizado como (ei) será igual o menor al noventa y cinco por ciento del espesor que servirá para el diseño

$$ei \geq 0.95 ed$$

El contratista corregirá todo daño de error y lo que sobrepasen a la tolerancia de las especificaciones. La corrección será a costo por él.

d) Método de medición

El área a pagar será el número de metros cúbicos (m^3) de superficie perfilada y compactada, de acuerdo a los alineamientos, rasantes y secciones indicadas en los planos y en las presentes especificaciones, medida en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

Se medirán a lo largo de la vía en longitud real

No se medirán aquel exceso de especificaciones de las áreas de zonas de corte, en donde se hayan realizado trabajos de mejoramiento de subrasante, ni aquellas áreas de subrasante en zonas de relleno

Si hubiese material por derrumbes de los taludes causados por mal trabajo del contratista o error, tampoco deberá ser medido ni pagado.

e) Base de pago

El metro cuadrado (m^2) será la unidad de pago

Los costos de adquisición será cubierto por los precios unitarios, los mismos que estarán incluirán costos de ejecución de los trabajos terminados.

La superficie medida en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, para la partida AFIRMADO, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales, e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

3.6.4.OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

4. 00 DRENAJE

04.01 ALCANTARILLA TMC Ø 36”

04.01.01 EXCAVACIÓN PARA LAS ESTRUCTURAS DE ALCANTARILLAS

DESCRIPCIÓN

Las tareas de excavación para realizar los trabajos de las estructuras de alcantarillas son para cimiento y coronación

La descarga de agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio (desagüe de la cuneta). Servirán para drenar las aguas de las cunetas distanciadas cada 250 m.

En el tramo de estudio existen este tipo de alcantarillas que aparte de captar aguas de las precipitaciones pluviales captan aguas de los drenajes aledaños y algunos que sirven como alcantarillas de paso para regadío de parcelas. Para el dimensionamiento de las alcantarillas de alivio se calcula considerando el trazo que se dio al evacuar el caudal de las cunetas.

Los tipos de alcantarillas de alivio comúnmente utilizadas en proyectos de carreteras en nuestro país son: marco de concreto, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de polietileno de alta densidad. En este proyecto se utilizaran alcantarillas de acero corrugado tipo TMC de sección circular por la eficiencia en el drenaje de las aguas pluviales, buen comportamiento estructural y facilidad constructiva que poseen.

Se incluyen el transporte de carga y descarga de material excavado sobrante, esto está indicado en las especificaciones, de igual manera esta plasmado en los planos.

Existen excavaciones para diferentes obras de arte por lo que se clasifican tomando en cuenta el nivel freático.

Excavaciones para estructuras en roca: Las rocas que se encuentra en el sitio de trabajo y de origen ígneo son las que pertenecen a esta clase para excavación en roca, manifestándose bloques grandes de roca y de gran volumen, se encuentran agrupados y sedimentados muy firmemente, es decir son rocas sumamente sólidas, es por eso que se recomienda excavar con la ayuda de explosivos, y con personal calificado para este tipo de trabajos.

Excavaciones para estructuras en material común: Para este tipo de suelo común no incluye lo anterior o por las excavaciones para estructuras en roca, porque los materiales no están solidificados.

□ Excavaciones para estructura en roca bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierto por "Excavaciones para estructuras en Roca", pues en estos casos el agua lo hace difícil la excavación, por lo que se tendría que trabajar con geomebranas y explosivo a la vez.

□ Excavaciones para estructura en material común bajo agua: Para este tipo de suelos el agua también dificulta el proceso de excavación, se procederá com en "Excavaciones para estructura en material común" utilizando geo membranas, placas de concreto y aditivos.

MATERIALES

Los trabajos de excavación no necesitan materiales por lo que no es necesario.

EQUIPO

El supervisor deberá aprobar el uso de los equipos, las cuales deben ser compatibles con las actividades de los procesos de ejecución adoptados. Todo equipo debe contar silenciadores para evitar molestias a los pobladores de la zona.

REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Se refiere al trabajo que se realiza de excavar y cortar el suelo para luego transportarlo a los sitios de relleno y de desechos, provenientes de los lugares de nivelación, estos lugares deben estar indicados en los planos del proyecto. Toda modificación de excavación y corte debe darse a conocer y debe ser aprobado por el supervisor de obra.

Debe considerarse los residuos y las estructuras que se encuentren en las zonas donde se realizarán las excavaciones. Debe considerarse los residuos y las estructuras que se encuentren en las zonas donde se realizarán las excavaciones.

Estas están referidas al espacio en donde irán las estructuras de cunetas, alcantarillas, badenes y cauces naturales, cuyas excavaciones deben realizarse bajo el alineamiento indicados en los perfiles, secciones que se encuentran en planos del proyecto o que puede ser determinado por el ingeniero supervisor

Cuando sea necesaria encofrados, las excavaciones pueden extenderse hasta cuarenta y cinco centímetros (45 cm) aparte de las caras verticales y de las zapatas.

El contratista es el responsable de que las excavaciones no sean derrumbadas y todo error será consignado a él con el pago según medición del daño.

Si existieran fallas en la superficie de excavación esta será reemplazada por concreto pobre con pleno conocimiento del supervisor.

La excavación se considera terminada cuando se mida el nivel de cimentación que se indica en planos. Y lista para vaciar el concreto de la cimentación.

Es responsabilidad del supervisor inspeccionar la profundidad de las excavaciones para la estructura de las alcantarillas.

Si existiera sobre excavación por error el contratista será el responsable y medido para el pago por él.

Las construcciones temporales para facilitar el trabajo de excavación de las obras de arte de alcantarillas deben ser ejecutadas por el contratista. Con los equipos y herramientas adecuadas de la construcción. Siendo este el responsable de todos los procedimientos de las buenas prácticas de construcción para los cimientos sean estables y seguros.

El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para garantizar que sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos que transiten cerca de las excavaciones, no sufran accidentes. Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse a mano y en lo posible, inmediatamente antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin la autorización de éste último.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud del hombre y ocasionar impactos ambientales al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en algún lugar adecuado de la plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al depósito de desechos aprobado.
- En el caso de la construcción de cunetas, subdrenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben hacerse en lugares seleccionados, hacia el interior del camino, para que no produzcan daños ambientales en espera
- de que sea removidos al depósito desechos aprobados.
- Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados al depósito de desechos aprobado.

Uso de Explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor.

Utilización de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior alrededor de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin. Los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser retirados por El Contratista de la zona de las obras, hasta el depósito de desecho aprobado.

Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar. Se recomienda usar los sitios donde se ha tomado el material de préstamo (canteras), sin ningún tipo de cobertura vegetal y sin uso aparente. Se debe evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua, para asegurar que el nivel de agua, durante el tiempo de lluvias, no sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. No se colocara el material en lechos de ríos, ni a 30 metros de las orillas.

Tolerancias

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 centímetros en cota, ni más de 5 centímetros en la localización en planta.

Aceptación de los trabajos

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación.
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales.

MEDICIÓN

Las medidas de las excavaciones para estructuras será el volumen en metros cúbicos, aproximado al décimo de metro cúbico en su posición original determinado dentro de las líneas indicadas en los planos y en esta especificación.

En las excavaciones para estructuras y alcantarillas toda medida se hará con base en caras verticales. Las excavaciones ejecutadas fuera de estos límites y los derrumbes no se medirán para los fines del pago.

La medida de la excavación de acequias, zanjas u obras similares se hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de ejecutar el trabajo respectivo.

PAGO

El pago se hará por metro cúbico, al precio unitario del Contrato, por toda obra ejecutada conforme a esta especificación y que cuente con la aceptación del Supervisor, para los diferentes tipos de excavación para estructuras.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de excavación, eventual perforación y voladura, y la remoción de los materiales excavados, hasta los sitios de utilización o desecho; las obras provisionales y complementarias, tales como accesos, ataguías, andamios, entibados y desagües, bombeos, transportes, explosivos, la limpieza final de la zona de construcción y, en

general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Partidas de pago	Unidad de pago
04.01.01 excavación para estructuras	Metro cubico (m3)

04.2 CUNETAS

04.02.01 CONFORMACIÓN Y PERFILADO DE CUNETAS

(a) Generalidades

Esta partida consiste en realizar todas las excavaciones necesarias para conformar las cunetas laterales de la carretera de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los lineamientos, rasantes y dimensiones indicados en los planos o como lo haya indicado el ingeniero supervisor. La partida incluirá, igualmente, la remoción y el retiro de estructuras que interfieran con el trabajo o lo obstruyan.

Esta partida consistirá en la conformación de cunetas laterales en aquellas zonas, en corte a media ladera o corte cerrado, que actualmente carecen de estas estructuras.

(b) Clasificación: "Conformación No Clasificada"

Se refiere a una definición de clasificación de materiales de conformación de cunetas de tipo ponderado según una evaluación de metrados en todo el presupuesto de la obra, con el resultado de un precio ponderado, justificado en el expediente técnico. En consecuencia, la Conformación de Cunetas en Material No Clasificado, se refiere a un criterio de ponderación de longitudes de cunetas que da por resultado un precio ponderado de conformación en "material no clasificado" entre:

- (1) Roca Fija
- (2) Roca Suelta
- (3) Tierra Suelta

Consecuentemente no se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado, razón por la que, el contratista, para efectos de calcular su costo unitario, deberá visitar la zona de obras y ponderar el precio de conformación de cunetas tomando en cuenta sus metrados respectivos.

Equipos

El contratista propondrá, para consideración del supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir

daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de conformación de cunetas deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del supervisor.

Cuando se trabaje cerca de zonas ambientalmente sensibles, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el supervisor, aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental, los trabajos se harán manualmente si es que los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Requerimientos de Construcción

Antes de iniciar la conformación de cunetas se debe haber concluido a satisfacción con la ejecución de los Movimientos de Tierra (excavación y terraplenes).

Las cunetas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o aprobadas por el supervisor.

Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por el contratista, debe ser subsanado por éste, sin costo alguno para la entidad contratante.

Las cunetas se conformarán siguiendo el alineamiento de la calzada, salvo situaciones inevitables que obliguen a modificar dicho alineamiento. En todo caso, será el supervisor el que apruebe el alineamiento y demás características de las cunetas.

Los trabajos se ejecutarán exclusivamente mediante el empleo de equipos, de mano de obra no calificada local, explosivos y uso de herramientas manuales, tales como: palas, picos, barretas y carretillas.

Para la conformación de cunetas en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el supervisor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de las dimensiones proyectadas. El contratista garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca.

La superficie final de la conformación de cunetas en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además,

pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

Todos los materiales provenientes de la conformación de cunetas sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del supervisor, necesarios para la construcción de otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El contratista no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos del contrato, sin autorización previa del supervisor.

Los residuos y excedentes de la conformación de cunetas que no hayan sido utilizados según estas disposiciones, se colocarán en los depósitos de desechos del proyecto o lugares autorizados por el supervisor.

Al terminar los trabajos de conformación de cunetas, el contratista deberá limpiar dichas cunetas y las zonas adyacentes a la misma, las de disposición de sobrantes, las laderas adyacentes, infraestructuras existentes afectadas, terrenos agrícolas afectados, etc., de acuerdo con las indicaciones del supervisor.

Durante la ejecución de los trabajos, el supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las cunetas conformadas.
- Verificar que se haya cumplido con los trabajos de limpieza.
- Medir las longitudes de cunetas ejecutado por el contratista en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de conformación de cunetas se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección de estas obras estén de acuerdo con los planos del proyecto, con éstas especificaciones y las aprobaciones del supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde interior de la cuneta, no será menor que la distancia señalada en los planos o lo aprobado por el supervisor.

Todas las deficiencias deberán ser corregidas por el contratista, a su costo, a plena satisfacción del supervisor.

Medición

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales de cunetas conformadas, independientemente de la naturaleza del material excavado, medidas en su posición final; aceptadas y aprobadas por el supervisor.

Pago

La longitud medida en la forma descrita anteriormente, será pagada al precio unitario del contrato, por metro lineal, para la partida **CONFORMACIÓN DE CUNETAS EN MATERIAL NO CLASIFICADO**. El precio unitario incluye todo costo relacionado con la correcta ejecución la cuneta respectiva.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
04.02.01 Conformación de cunetas en material no clasificado	Metro cúbico (m ³)

3.6.5. SEÑALIZACION

05.01 SEÑALES INFORMATIVAS

Descripción

Las señales informativas constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

La forma, dimensiones, colocación y ubicación a utilizar en la fabricación de las señales informativas se halla en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras de la Entidad y la relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del expediente técnico.

La fabricación, materiales, exigencias de calidad, pruebas, ensayos e instalación son los que se indican en estas especificaciones.

Materiales

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del expediente técnico. Los materiales serán concordantes con algunos de los siguientes:

Paneles:

Los paneles que servirán de sustento para los diferentes tipos de señales serán uniformes para un proyecto, es decir todos los paneles serán del mismo tipo de material y de una sola pieza para las señales preventivas y reglamentarias. Los paneles de señales con dimensión horizontal mayor que dos metros cincuenta (2,50 m.) podrán estar formados por varias piezas modulares uniformes de acuerdo al diseño que se indique en los planos y documentos del proyecto. No se permitirá en ningún caso traslapes, uniones, soldaduras ni añadiduras en cada panel individual.

Para proyectos ubicados por debajo de 3,000 m.s.n.m. y en zonas aledañas a áreas marinas se utilizarán paneles de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio.

El sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte será diseñado en función al tipo de panel y de poste o sistema de soporte, lo que debe ser definido en los planos y documentos del proyecto.

(a) Paneles de Resina Poliéster

Los paneles de resina poliéster serán reforzados con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta. El panel deberá ser plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva. El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere las dimensiones del panel o afecte su nivel de servicio.

La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio. Los paneles de acuerdo al diseño, forma y refuerzo que se indique en los planos y documentos del proyecto deberán cumplir los siguientes requisitos:

(1) Espesor. Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas con una tolerancia de más o menos 0,4 mm paneles con área total menor de 1,2 m², para áreas mayores el panel tendrá un espesor de seis milímetros con una tolerancia de más o menos 0,4 m.

El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

(2) Color, El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5. / N.8.5. Escala Munsel).

(3) Resistencia al Impacto, Paneles cuadrados de 750 mm. de lado serán apoyados en sus extremos a una altura de doscientos milímetros (200 mm.) del piso, el panel deberá resistir el impacto de una esfera de cuatro mil quinientos

gramos (4 500 g.) liberado en caída libre desde dos metros (2 m.) de altura sin resquebrajarse.

(4) Pandeo, El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm.). Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750 mm. de lado. Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta veinte milímetros (20 mm.) de deflexión. Todas las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

Material Retroreflectivo:

El material retroreflectivo debe responder a los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y a los que se dan en esta especificación. Este tipo de material es el que va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectivas deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante.

No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

(a) Tipos de material retroreflectivo

Los tipos de material retroreflectivo que se utilizarán para uso en las señales de tránsito y otros dispositivos de señalización son los siguientes:

(1) Tipo I, Conformado por una lámina retroreflectiva de mediana intensidad que contiene micro-esferas de vidrio dentro de su estructura. Este tipo generalmente es conocido como "Grado Ingeniería".

Elementos de Soporte

Las estructuras se utilizarán generalmente para servir de soporte a las señales informativas que tengan un área mayor de 1,2 m² con la mayor dimensión medida en forma horizontal.

Las estructuras serán diseñadas de acuerdo a la dimensión, ubicación y tipo de los paneles de las señales, así como los sistemas de sujeción a la estructura, cimentación y montaje, todo lo que debe ser indicado en los planos y documentos del proyecto.

Las estructuras serán metálicas conformadas por tubos y perfiles de fierro negro. Los tubos tendrán un diámetro exterior no menor de setenta y cinco milímetros (75 mm.), y un espesor de paredes no menor de dos milímetros (2mm.) serán limpiados, desengrasados y no presentarán ningún óxido antes de aplicar dos capas de pintura anticorrosiva y dos capas de esmalte color gris, similar tratamiento se dará a los perfiles metálicos u otros elementos que se utilicen en la conformación de la estructura.

Cimentación:

Excavación y Cimentación

El contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada, sobre todo cuando se instala en taludes de rellenos, la profundidad de la excavación deberá ser también indicada en los planos y documentos del proyecto, pudiendo sobreelevarse la cimentación con encofrados de altura necesaria para que al vaciar el concreto la señal quede correctamente cimentada, estabilizada y presente la altura especificada.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará con un concreto ciclópeo de $F_c=140 \text{ kg/cm}^2$ y la sobre-elevación para estructuras de soporte será con concreto $F_c=175 \text{ kg/cm}^2$.

Para dar verticalidad y rigidez a los postes y soportes que se usen en la cimentación, se pondrá dos capas de piedra de diez centímetros (10 cm.) de tamaño máximo, antes de vaciar el concreto.

Equipo

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Requerimientos de Construcción

Generalidades

La fabricación de las señales de tránsito deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados en los párrafos anteriores.

Antes de iniciar la fabricación de las señales, el supervisor deberá definir, de acuerdo a los planos y documentos del proyecto, la ubicación definitiva de cada una de las señales, de tal forma que se respeten las distancias con respecto al pavimento que se hallan en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito

Automotor para calles y carreteras de la Entidad y se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.

El contratista entregará al supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retroreflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición solo los marcos y el fondo de las señales de información.

Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre setenta y cinco grados (75°) y noventa grados (90°).

Las señales por lo general se instalarán en el lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito. Excepcionalmente, en el caso de señales informativas, podrán tener otra ubicación justificada por la imposibilidad material de instalarla a la derecha de la vía.

Adicionalmente a las distancias del borde y altura con respecto al borde de calzada indicado en el numeral 2.1.11 del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras de la Entidad, los postes y estructuras de soporte de las señales serán diseñadas de tal forma que la altura de las señales medidas desde la cota del borde de la calzada hasta el borde inferior de la señal no sea menor de 1,20 m. ni mayor de 1,80 m. para el caso de señales colocadas lateralmente.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50 m.), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles.

Medición

El método de medición es por metro cuadrado (m²) de señal informativa colocada y aceptada por el supervisor.

Base de pago

El pago se hará por la unidad de medición al respectivo precio unitario del expediente por toda fabricación e instalación ejecutada de acuerdo con esta especificación, planos y documentos del proyecto y aceptados por el supervisor. El precio unitario cubrirá todos los costos de adquisición de

materiales, fabricación e instalación de los dispositivos, postes, estructuras de soporte y señales de tránsito incluyendo las placas, sus refuerzos y el material retroreflectivo.

El pago constituirá compensación total por todos los trabajos correctamente ejecutados y prescritos en esta sección.

Item de Pago	Unidad de Pago
05.01 Señal informativa	Metro cuadrado (m ²)

05.02 SEÑALES PREVENTIVA

Descripción

El contratista debe implementar la señalización ambiental del tipo preventivo e informativo; las cuales se deben colocar en sitios visibles del área de obras e instalaciones auxiliares (cantera, depósito de material excedente y fuente de agua).

Método de construcción

- Las señales preventivas serán confeccionadas en planchas de triplay de 12 mm de espesor, de dimensiones L = 1,20 m x 0,60 m y pintado con esmalte sobre base de madera.
- Las señales serán fijados a un poste de concreto y éste al terreno con una cimentación de 0,40 m x 0,40 m x 0,60 m de concreto, de $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$. Estos postes serán cubiertos con alquitrán hasta una altura de 0,80 m.
- El símbolo y el borde del marco serán pintados en color negro con el sistema de serigrafía.
- Todas las señales deberán fijarse a los postes con clavos.

Método de medición

La medición es unidad de señal und cuando encuentran todas las señales colocadas en las ubicaciones indicadas y aprobadas por el supervisor.

Base de Pago

La señalización ambiental, se pagará al precio unitario del expediente de dicha partida, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa, incluidos, mano de obra, materiales, herramientas y los imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

Item de Pago	Unidad de Pago
07.04 Señalización ambiental	Unidad (und)

3.6.6. TRANSPORTE DE MATERIAL

Para el traslado de estos materiales los vehículos deberán estar cubiertos con una lona de protección, con la seguridad respectiva, a fin de que éstas no se dispersen accidentalmente durante el trayecto a la zona de disposición de

desechos previamente establecido por la autoridad competente, así como también es necesario aplicar las normas y disposiciones legales vigentes. Los materiales excedentes por ningún motivo deben ser dispuestos sobre cursos de agua (escorrentía o freática), debido a la contaminación de las aguas, seres vivos e inclusive puede modificar el microclima. Por otro lado, tampoco deben ser dispuestos de manera que altere el paisaje natural.

La materia vegetal inservible y los demás desechos del desbroce y limpieza deberán ser transportados a depósitos de materiales excedentes o plantas de tratamiento, que deberán estar indicados en el Proyecto o, en su defecto, aprobados por el Supervisor.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

3.6.7. MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

07.00 IMPACTO AMBIENTAL

07.01 Reconformación de depósitos de material excedente

Descripción y ejecución

Comprenderá el tratamiento del depósito de material excedente, una vez concluidas las obras de ingeniería indicadas en los planos.

Esta partida considera la ejecución de las siguientes acciones:

Compactación del material dispuesto: El material excedente a eliminar destinado a los depósitos de material excedente (DME), previa autorización y aprobación del supervisor para su ubicación, será extendido y compactado convenientemente por medios mecánicos y/o manuales, para evitar su dispersión; la compactación se realizará por capas de espesores variables entre 0,50 m y 1,00 m, procurando que la compactación alcance una densidad de 60% a 80%.

Colocado de una capa superficial de suelo orgánico: Consiste en efectuar el recubrimiento del DME, una vez compactado, con una capa superficial de suelo orgánico, que inicialmente fue retirado y almacenado antes de inicio de la eliminación, acorde con el paisaje circundante.

Método de medición

La medición para el caso de la compactación del material excedente será por m³ y por Ha. para el caso de la colocación de la capa superficial de suelo orgánico.

Base de Pago

Se efectuará al precio del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda la mano de obra, equipo y herramientas, incluidos los imprevistos para la ejecución de la partida.

Item de Pago	Unidad de Pago
07.01 Reconformación depósitos de material excedente	Metro cubico (m ³)

07.02 Restauración área afectada por campamentos y patio de maquinas

1. Campamento

Descripción y ejecución

Consistirá en restaurar el área ocupada por el campamento levantado, siendo obligación del contratista llevarlo a cabo una vez concluida la obra, mediante las siguientes acciones:

Eliminación de desechos

Los desechos productos del desmantelamiento serán trasladados al depósito de material excedente acondicionado para tal fin, de tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción.

Clausura del silo

Una vez concluidas las obras, se procederá también al cierre del silo, utilizando para ello el material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

Eliminación de pisos

Deben ser levantados los restos de pisos que fueron contruidos, y estos se trasladan al depósito de material excedente habilitado. De esta forma se garantiza que el ambiente utilizado para este propósito quede libre de desmontes.

Recuperación de la morfología

Se procede a realizar el renivelado del terreno. Asimismo, las zonas que hayan sido compactadas en el área deben ser humedecidas y el suelo removido, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

2. Patio de Maquinas

Descripción y Ejecución

Consiste en la ejecución de las actividades de reacondicionamiento del área intervenida. Comprende las siguientes tareas:

Limpieza de desechos

Con una cuadrilla de trabajadores, se procederá a limpiar todos los materiales desechados en el patio de máquinas, tales como: restos de aceites, grasas y combustibles, suelos contaminados y otros residuos producto del mantenimiento de las máquinas.

Eliminación de pisos

Esta tarea se realiza con una cuadrilla de trabajadores y equipos, que efectuarán el levantamiento del piso del taller y el ripio del área de circulación de los vehículos, los cuales deben ser trasladados al depósito de material excedente habilitado.

Recuperación de la morfología

Se procede al renivelado del terreno alterado, acondicionándolo de acuerdo al entorno circundante.

Almacenaje de aceites usados

Los aceites usados producto del mantenimiento de la maquinaria y demás vehículos de obra, deben ser almacenados en recipientes herméticos tan pronto sean generados.

Eliminación de aceites usados

Los aceites usados almacenados previamente deben ser trasladados a lugares adecuados para su disposición final o su comercialización a terceros.

Método de medición

La medición es por metro cuadrado cuando el campamento y patio de máquinas hayan sido retirados y esté concluido el tratamiento ambiental de las áreas.

Base de Pago

Se efectuará al precio del expediente, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda la mano de obra, equipo y herramientas, incluidos los imprevistos para la ejecución de la partida.

Ítem de Pago	Unidad de Pago
07.02 Restauración campamento y patio de máquinas	Metro cuadrado (m2)

3.7. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS

Para determinar el Presupuesto General del **mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado, tramo desvío a Comarsa – Intersección carretera Calorco - Ingacorral**, distrito de Cachicadán, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, se ha considerado el Resumen de Metrados, el Análisis de Precios Unitarios y Relación de Insumos y Cantidades.

3.7.1. RESUMEN DE METRADOS:

PARTIDA 01.00 OBRAS PRELIMINARES

PARTIDA 01.00 OBRAS PRELIMINARES			
Sub Partidas			Total
1.01	CAMPAMENTO Y OFICINA PROVISIONAL DE OBRA		380.00 m ²
1.02	CARTEL DE OBRA		2.00 Unid.
1.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA		1.00 Glb.
1.04	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO		7.60 Km
1.05	LIMPIEZA Y DESFORESTACIÓN		1.90 ha

PARTIDA 02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

PARTIDA 02.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS		
Sub partidas		Total
02.01	Corte en material suelto	26,753.98 m ³
02.02	Relleno con material propio	4,568.37 m ³
02.03	Perfilado y compactación de subrasante	45,600.00 m ³
02.04	Transporte de material a eliminar	22,185.61 m ³

PARTIDA 03.00 PAVIMENTOS

PARTIDA 03.00 PAVIMENTOS					
Sub partida Afirmado de plataforma					
Progresiva		Ancho de Rasante	Distancia	Espesor	m ³
03.01	0+000.00 a 7+600.00	6.0	7,600.00	0.2	9,120.00
TOTAL					9,120.00

PARTIDA 04.00 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE

PARTIDA 04.00 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				
SUB PARTIDAS			Metrado	Unid
4.01	ALCANTARILLAS HDPE D= 36"			
04.01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS		63.85	m3
04.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO		16.36	m3
04.01.03	CONCRETO f'c=175 kg/cm ²		14.18	m3
04.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS		79.97	m2
04.01.05	ALCANTARILLA HDPE D =36"		336.00	m
04.01.06	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR		43.59	m3
4.02	CUNETAS			
04.02.01	CONFORMACION DE CUNETAS		8,914.79	m
04.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO		358.63	m3
04.02.03	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO		1.29	m3
04.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		194.28	m2
04.02.05	REVESTIMIENTO		8,208.50	m3
4.03	BADENES			
04.03.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO		44.00	m3
04.03.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO		22.00	m3
04.03.03	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR COMPACTADO		22.00	m3
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		28.75	m2
04.03.05	MAMPOSTERIA DE PIEDRA ASENTADA EN MORTERO		162.00	m3
04.03.06	REVESTIMIENTO CON PIEDRA EMBOQUILLADA		44.00	m3

PARTIDA 05.00 TRANSPORTE

PARTIDA 05.00 TRANSPORTE			
SUBPARTIDAS		Unid	Metrado
5.01	TRANSPORTE DE AFIRMADO d < 1 KM	m3	1,200.00
5.02	TRANSPORTE DE AFIRMADO d > 1 KM	m3	9,120.00
5.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROS d = 1 KM	m3	22,233.10

PARTIDA 06.00 SEÑALIZACION

PARTIDA 06.00 SEÑALIZACION			
SUBPARTIDAS		Unidad	Metrado
06.01	SEÑAL INFORMATIVA	u	6.00
06.02	SEÑAL PREVENTIVA	u	48.00
06.03	SEÑAL REGULADORA	u	3.00
06.04	HITOS KILOMETRICOS	u	8.00

PARTIDA 07.00 MEDIO AMBIENTE

PARTIDA 07.00 MEDIO AMBIENTE			
SUBPARTIDAS		Unid	Metrado
07.01	RESTAURACION DE AREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS	ha	1.3
07.02	RESTAURACION DE AREAS ASIGNADAS COMO BOTADERO	ha	2.5
07.03	RESTAURACION DE AREAS ASIGNADAS COMO CANTERA	ha	0.3
07.04	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	glb	1

3.7.2. PRESUPUESTO GENERAL

El presupuesto de obra es diseño de costos que por medio de mediciones de los metrados y valorizaciones proporciona un alcance económico de la obra a construir, la valoración económica de la obra, acerca a la realidad, aunque el costo final puede variar del presupuesto de obra inicial

PRESUPUESTO GENERAL

Proyecto **“DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADÁN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD”**

Costo al **25/11/2017**

Lugar **LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - CACHICADÁN**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				65,934.49
01.01	CAMPAMENTO Y OFICINA PROVISIONAL DE OBRA	m2	380.00	84.14	31,974.28
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60 x 2.40 m.	Und	2.00	1,273.15	2,546.30
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	Glb	1.00	27,528.88	27,528.88
01.04	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	Km	7.60	379.18	2,881.79
01.05	LIMPIEZA Y DESFORESTACION	Ha	1.90	528.02	1,003.24
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				214,303.57
02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	26,753.98	3.11	83,253.14

02.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	4,568.37	2.08	9,499.40
02.03	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE	m2	45,600.00	1.15	52,553.78
02.04	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR	m3	22,185.61	3.11	68,097.25
03	PAVIMENTOS				145,493.18
03.01	AFIRMADO E=0.20 M. (NO INCLUYE TRANSPORTE)	m3	9,120.00	15.95	145,493.18
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				1,878,163.18
4.01	ALCANTARILLAS HDPE D= 36"				57,565.90
04.01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	m3	63.85	7.10	453.60
04.01.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	16.36	13.21	216.13
04.01.03	CONCRETO f 'c=175 kg/cm2	m3	14.18	215.91	3,061.94
04.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PARA ESTRUCTURAS	m2	79.97	27.40	2,190.85
04.01.05	ALCANTARILLA HDPE D =36"	m	336.00	153.30	51,507.81
04.01.06	TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR		43.59	3.11	135.56
4.02	CUNETAS				1,785,280.69
04.02.01	CONFORMACIÓN DE CUNETAS	m	8,914.79	0.68	4,693.01
04.02.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO	m3	358.63	7.10	2,547.78
04.02.03	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	1.29	13.21	17.04
04.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	m2	194.28	29.64	5,758.46
04.02.06	REVESTIMIENTO	m3	8208.50	215.91	1,772,264.40
4.03	BADENES				35,316.60
04.03.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SUELTO	m3	44.00	7.10	312.58
04.03.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL PROPIO	m3	22.00	13.21	290.57
04.03.03	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR COMPACTADO	m3	22.00	13.21	290.57
04.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFADO	m2	28.75	29.64	852.15
04.03.05	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA ASENTADA EN MORTERO	m3	162.00	202.62	32,823.78
04.03.06	REVESTIMIENTO CON PIEDRA EMBOQUILLADA	m3	44.00	16.98	746.93
05	TRANSPORTES				126,843.30
05.01	TRANSPORTE DE AFIRMADO d < 1 KM	m3	1,200.00	2.06	2,471.97
05.02	TRANSPORTE DE AFIRMADO d < 1 KM	m3	9,120.00	3.81	34,754.52
05.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROS d = 1 KM	m3	22,233.10	4.03	89,616.80
06	SEÑALIZACION				42,249.47
06.01	SEÑAL INFORMATIVA	Und	6.00	2,278.55	13,671.28
06.02	SEÑAL PREVENTIVA	Und	48.00	549.33	26,367.90
06.03	SEÑAL REGULADORA	Und	3.00	540.43	1,621.28
06.04	HITOS KILOMETRICOS	Und	8.00	73.63	589.01
07	MEDIO AMBIENTE				32,705.95
07.01	RESTAURACION DE AREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS	ha	1.32	10,837.71	14,305.77
07.02	RESTAURACION DE AREAS ASIGNADAS COMO BOTADERO	ha	2.53	5,259.96	13,320.84
07.03	RESTAURACION DE AREAS ASIGNADAS COMO CANTERA	ha	0.25	2,690.05	672.51
07.04	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL	glb	1.00	4,406.83	4,406.83
	COSTO DIRECTO				2,505,693.15
	GASTOS GENERALES			4.88%	122,355.75
	UTILIDAD (6.0%)			6.0%	150,341.59
	SUB TOTAL				2,778,390.48
	IMPUESTO IGV (18%)			18%	500,110.29
	TOTAL PRESUPUESTO				3,278,500.77

SON : TRES MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS Y 77 / 100 NUEVOS SOLES

HOJA RESUMEN DE PRESUPUESTO

		S/.	SOLES
COSTO DIRECTO			2,505,693.15
GASTOS GENERALES TOTALES		1.48%	122,325.75
UTILIDAD	6%		150,341.59
SUBTOTAL IMPUESTO IGV (18%)	18%		2,778,390.48 500,110.29
TOTAL PRESUPUESTO			3,278,500.77

SON : TRES MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO MIL QUINIENTOS Y 77 / 100 SOLES

3.7.3. CÁLCULO DE PARTIDA COSTO DE MOVILIZACIÓN

ANÁLISIS DE MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

OBRA: "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVÍO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADÁN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

N°	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CANTIDAD	PESO UNIT. (TN)		OBSERVACIÓN
1	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	1.00	0.00	0.80	MOVILIZACION EN BLOQUE CON VOLQUETE
2	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	1.00	15.00	0.00	UNIDAD AUTOTRANSPORTADO
3	CAMION VOLQUETE 10 M3.	1.00	28.00	0.00	UNIDAD AUTOTRANSPORTADO
4	COMPRESORA NEUMATICA 87 HP 250-330 PCM	1.00	0.00	3.20	MOVILIZACIÓN EN BLOQUE CON VOLQUETE
5	COMPACTADOR VIBR. TIPO PLANCHA 4 HP	1.00	0.00	0.60	MOVILIZACIÓN EN BLOQUE CON VOLQUETE
6	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	1.00	0.00	9.40	MOVILIZACION CON CAMION PLATAFORMA
7	CARGADOR S/LLANTAS 80-95 HP 1.5-1.75 YD3	1.00	0.00	19.50	MOVILIZACIÓN CON CAMIÓN PLATAFORMA
8	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	1.00	20.50	0.00	UNIDAD AUTOTRANSPORTADO
9	MOTONIVELADORA DE 125 HP	1.00	0.00	11.52	MOVILIZACIÓN CON CAMIÓN PLATAFORMA

PESTO TOTAL DE LA MAQUINARIA A MOVILIZAR: 63.50 45.02

DESCRIPCIÓN	TIPO DE VÍA	Longitud (km)	Velocidad (km/h)	TIEMPO (hrs)
Curva del diablo - Int.. CALORCO (de cantera)	AFIRMADO	5.20	20.00	0.26
Curva diablo al Centro de Rayambal (de cantera)	AFIRMADO	9.00	20.00	0.45
Curva del diablo a Desvío a Comarsa (cantera)	AFIRMADO	12.80	20.00	0.64
Movilización de máquinas y herramientas	AFIRMADO	50.00	20.00	2.50
Movilización material a rellenar	AFIRMADO	7.00	20.00	0.35
Movilidad de material a eliminar	AFIRMADO	5.00	20.00	0.25
TIEMPO TOTAL DE MOVILIZACIÓN POR VIAJE				4.45

Costo de alquiler horario de un camion plataforma :	S/. 249.03	S/. 145.00
Número de viajes requeridos (ida) =Peso Total/21	11	4
IDA Y VUELTA	15	15

COSTOS

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN:	159	4.45	S/. 249.03	S/. 175,927.52
MOVILIZACIÓN Y DEMOVILIZACIÓN AUTOTRANSPORTADO:	65	4.45	S/. 165.00	S/. 47,577.47
COSTO TOTAL =				S/. 223,504.99

Para movilizar la maquinaria se usará un camión plataforma 6 x 4, de 300 HP, con capacidad de carga de 21 Toneladas, así como la tarifa de alquiler horario para la zona 3. En este análisis no se ha considerado el costo por horas muertas, ni la automovilización del camión cisterna y del camión volquete.

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	27,528.88
TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR Y RELLENAR	68,997.25
TRANSPORTE DE MATERIAL A ELIMINAR EXCAVACION DE OBRAS DE ARTE	135.56
TRANSPORTE DE AFIRMADO d < 1 KM	2,471.97
TRANSPORTE DE AFIRMADO d > 1 KM	34,754.52
ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROS d = 1 KM	89,616.80
	223,504.99

3.7.4. DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES

Gastos generales es un término contable que se refiere a todos los gastos de la obra proyectada la cual no incluye lo relacionado a la actividad productiva de la obra (mano de obra directa – capataz- operario – oficial -peón-, materiales directos de la obra o los gastos de terceros que se facturan directamente a los subcontratas).

DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES				25/11/2017
1.00 GASTOS GENERALES FIJOS				(No Relacionados Directamente con el Tiempo de Ejecución de la Obra)
1.01 <u>Gastos de Adjudicación y Contratación :</u>				
Visita a zona de Ejecución de la obra				1,900.00
1.02 <u>Gastos Indirectos Varios :</u>				
Seguro de las Instalaciones de la Empresa				1,500.00
Obligaciones Fiscales				649.79
TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS :				4,049.79
2.00 <u>GASTOS GENERALES VARIABLES</u>				(Relacionados Directamente con el Tiempo de Ejecución de la Obra)
2.01 <u>GASTOS DE ADMINISTRACION EN OBRA:</u>				
	CANTIDAD	MES	MONTO	
Ingeniero Residente	1	4	4,500.00	18,000.00
Ingeniero especialista en mecanica de suelos	1	4	3,500.00	14,000.00
Ingeniero Asistente de campo	1	4	2,500.00	10,000.00
Administrador	1	4	1,800.00	7,200.00
Técnico - Auxiliar - Almacén	1	4	1,350.00	5,400.00
Guardianía	1	4	800.00	3,200.00
Sub Total				57,800.00
Leyes sociales de los trabajadores 30%				17,340.00
				75,140.00
<i>Viáticos del personal</i>				
Ingeniero Residente	1	4	150.00	600.00
Ingeniero especialista en mecanica de suelos	1	4	130.00	520.00
Ingeniero Asistente	1	4	110.00	440.00
Técnico - Auxiliar - Almacén	1	4	110.00	440.00
Guardianía	1	4	110.00	440.00
				2,440.00
<i>Útiles y Amortización de Equipos de Oficina :</i>				
Monto Estimado	1	4	1,500.00	6,000.00
<i>Servicio : Electricidad, baños portátiles, comunicación</i>				
Monto Estimado	1	4	1,380.00	5,520.00
<i>Vehículos para Movilidad</i>				
Camioneta incluido combustible y chofer	1	4	4,200.00	16,800.00
2.02 <u>GASTOS DE ADMINISTRACION EN OFICINA :</u>				
Personal Directivo de la Empresa				
Jefatura	0.2	4	4,000.00	3,200.00

Sueldos, Bonif. Y Benef. Personal Administrativo :				
Contador	0.2	4	2,000.00	1,600.00
Auxiliar Administrativo	0.2	4	1,600.00	1.280.00
Secretaria	0.2	4	1,000.00	800.00
Pólizas de seguro	1	4	1,381.49	5,525.96
TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES :				118,305.96
TOTAL GASTOS GENERALES (FIJOS Y VARIABLES) :				122,355.75

3.7.5. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Presupuesto "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADÁN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

Fecha presupuesto **25/11/2017**

Partida **01.01** **CAMPAMENTO Y OFICINA PROVISIONAL DE OBRA**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : **84.14**
m2

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	8.66	0.35
OPERARIO	hh	1.0000	0.400000	5.91	2.36
PEON	hh	1.0000	0.400000	3.35	1.34
					4.05
Materiales					
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		1.000000	4.98	4.98
CLAVOS PARA MADERA 2"	kg		0.250000	4.98	1.25
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		3.000000	17.65	52.95
TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pl		0.150000	35.00	5.25
MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.292200	3.55	11.69
CALAMINA GALVANIZADA ZINC 28 CANALES 1.83 X 0.830 m X 0.4 mm	pl		0.240000	15.74	3.78
					79.89
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	4.05	0.20
					0.20

Partida **01.02** **CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA DE 3.60 x 2.40 m**

Rendimiento **u/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : **1,273.15**
u

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.800000	8.66	6.93
OPERARIO	hh	2.0000	16.000000	5.91	94.56
PEON	hh	2.0000	16.000000	3.35	53.60
					155.09
Materiales					

CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	2.000000	3.22	6.44
PERNOS DE 3/4" X 3 1/2" CON TUERCA Y HUACHA	pza	12.000000	1.90	22.80
MADERA TORNILLO	p2	180.000000	3.40	612.00
TRIPLAY DE 4" X 8" X 12 mm	pl	7.090000	56.25	398.81
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	1.200000	45.00	54.00
				1,094.05

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	4.000000	155.09	6.20
				6.20

Subpartidas

CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3	0.080000	209.95	16.80
PIEDRA SELECCIONADA	m3	0.030000	33.74	1.01
				17.81

Partida **01.03** **MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA**

Rendimiento glb/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : glb	27,528.88
----------------------------	-------------------	-------------------	----------------------------------	------------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales					
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	glb		1.000000	27,528.88	27,528.88
					27,528.88

Partida **01.04** **TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO**

Rendimiento km/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : km	379.18
---------------------------	-------------------	-------------------	---------------------------------	---------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
TOPOGRAFO	hh	1.0000	1.000000	6.00	6.00
PEON	hh	1.0000	4.000000	3.35	13.40
					19.40
Materiales					
YESO EN BOLSAS DE 25 kg	bls		5.000000	4.50	22.50
ESTACA DE MADERA	p2		50.000000	5.52	276.00
PINTURA ESMALTE	gal		0.100000	29.73	2.97
					301.47
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	19.40	0.58
JALONES	he	2.0000	3.000000	1.00	3.00
MIRA TOPOGRAFICA	he	2.0000	3.000000	1.50	4.50
NIVEL	he	1.0000	1.000000	7.74	7.74
TEODOLITO	hm	1.0000	1.000000	10.12	10.12
					25.94
Subpartidas					
CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3		0.150000	215.79	32.37
					32.37

Partida **01.05** **LIMPIEZA Y DESFORESTACION**

Rendimiento ha/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : ha	528.02
---------------------------	---------------	-------------------	---------------------------------	---------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
---------------------	--------	-----------	----------	-------------	--------------

		Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	2.666667	4.54	12.11	
	OPERARIO	hh	1.0000	2.666667	5.91	15.76	
	PEON	hh	2.0000	5.333333	3.35	17.87	
						45.73	
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	45.73	2.29	
	TRACTORD7	hm	1.0000	2.666667	180.00	480.00	
						482.29	
Partida	02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO					
Rendimiento	m3/DIA	530.0000	EQ.	530.0000	Costo unitario directo por : m3	3.11	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.2000	0.003019	8.66	0.03	
	OFICIAL	hh	0.2000	0.003019	4.54	0.01	
	PEON	hh	2.0000	0.030189	3.35	0.10	
						0.14	
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	0.14	0.01	
	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.015094	196.35	2.96	
						2.97	
Partida	2.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	980.0000	EQ.	980.0000	Costo unitario directo por : m3	2.08	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	3.0000	0.024490	5.91	0.14	
	CAPATAZ	hh	0.2000	0.001633	8.66	0.01	
	PEON	hh	6.0000	0.048980	3.35	0.16	
						0.32	
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	0.32	0.01	
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	0.008163	95.20	0.78	
						0.79	
		Subpartidas					
	AGUA	m3		0.120000	8.08	0.97	
						0.97	
Partida	2.03	PERFILADO Y COMPACTACION DE SUBRASANTE					
Rendimiento	m2/DIA	2,500.0000	EQ.	2,500.0000	Costo unitario directo por : m2	1.15	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	0.003200	8.66	0.03	

	PEON		hh	6.0000	0.019200	3.35	0.06
							0.09
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		10.000000	0.09	0.01
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton		hm	1.0000	0.003200	95.20	0.30
	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.003200	142.80	0.46
							0.77
	Subpartidas						
	AGUA		m ³		0.032000	8.08	0.26
							0.26
	Transporte de material a eliminar						
	Material a transportar para relleno o eliminar		m3		1.000000	3.11	0.03
							0.03
Partida	03.01	AFIRMADO E=0.20 M. (NO INCLUYE TRANSPORTE)					
Rendimiento	m3/DIA	330.0000	EQ.	330.0000	Costo unitario directo por : m ³	15.95	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.002424	8.66	0.02
	OFICIAL		hh	1.0000	0.024242	4.54	0.11
	PEON		hh	4.0000	0.096970	3.35	0.32
							0.46
	Equipos						
	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton		hm	1.0000	0.024242	95.20	2.31
	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.024242	142.80	3.46
							5.77
	Subpartidas						
	ZARANDEO		m3		1.000000	5.11	5.11
	AGUA		m3		0.120000	8.08	0.97
	EXTRACCION Y APILAMIENTO (AGREGADOS)		m3		1.200000	3.04	3.65
							9.73
Partida	04.01.01	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m3	7.10	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.004000	8.66	0.03
	OPERARIO		hh	1.0000	0.040000	5.91	0.24
	PEON		hh	6.0000	0.240000	3.35	0.80
							1.08
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.000000	1.08	0.05
	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP		hm	1.0000	0.040000	22.83	0.91
	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110HP 0.5-1.3 Y		hm	1.0000	0.040000	125.00	5.00
							5.97
	Transporte de material a eliminar						
	Material corte		m3		1.000000	3.11	0.03
	Material de relleno		m3		1.000000	3.11	0.03

Partida **04.01.02****RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO**

Rendimiento **m3/DIA** **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario
directo por : **13.21**
m3

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.032000	8.66	0.28
OFICIAL	hh	1.0000	0.320000	4.54	1.45
PEON	hh	3.0000	0.960000	3.35	3.22
					4.95
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	4.95	0.15
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.320000	22.83	7.31
					7.45
Subpartidas					
AGUA	m3		0.100000	8.08	0.81
					0.81

Partida **04.01.03****CONCRETO f'c=175 kg/cm2**

Rendimiento **m3/DIA** **18.0000** EQ. **18.0000** Costo unitario
directo por : **215.91**
m3

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.044444	8.66	0.38
OPERARIO	hh	2.0000	0.888889	5.91	5.25
OFICIAL	hh	2.0000	0.888889	4.54	4.04
PEON	hh	8.0000	3.555556	3.35	11.91
					21.58
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.580000	50.00	29.00
ARENA GRUESA	m3		0.350000	35.00	12.25
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		7.500000	17.65	132.38
GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.220000	12.13	2.67
					176.29
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	21.58	0.65
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.444444	9.52	4.23
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.444444	17.85	7.93
					12.81
Subpartidas					
AGUA	m3		0.194000	8.08	1.57
EXTRACCION Y APILAMIENTO (AGREGADOS)	m3		1.200000	3.04	3.65
					5.22

Partida **04.01.04****ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS**

Rendimiento **m2/DIA** **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario
directo por : **27.40**
m2

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

		Mano de Obra					
	PEON	hh	1.0000	0.400000	3.35	1.34	
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	8.66	0.35	
	OFICIAL	hh	1.0000	0.400000	4.54	1.82	
							3.50
		Materiales					
	LACA DESMOLDEADORA	gal		0.060000	40.15	2.41	
	TRIPLAY DE 4 X 8 X 19 mm	pl		0.086800	85.14	7.39	
	MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.000000	3.75	11.25	
	ALAMBRE NEGRORECOCIDO # 16	kg		0.250000	4.98	1.25	
	CLAVOS PARA MADERA	kg		0.300000	4.98	1.49	
							23.79
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	3.50	0.11	
							0.11
Partida	04.01.05	ALCANTARILLA T.M.C D =16"					
Rendimiento	m/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m	153.30	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.080000	8.66	0.69	
	OFICIAL	hh	1.0000	0.800000	4.54	3.63	
	PEON	hh	4.0000	3.200000	3.35	10.72	
							15.04
		Materiales					
	ALCANTARILLA HDPE diam=36"	m		1.100000	125.00	137.50	
							137.50
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	15.04	0.75	
							0.75
Partida	04.02.01	CONFORMACION DE CUNETAS					
Rendimiento	m/DIA	2,000.0000	EQ. 2,000.0000		Costo unitario directo por : m	0.68	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.5000	0.002000	8.66	0.02	
	PEON	hh	6.0000	0.024000	3.35	0.08	
							0.10
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		10.000000	0.10	0.01	
	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.004000	142.80	0.57	
							0.58
Partida	04.02.02	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ. 200.0000		Costo unitario directo por : m3	9.98	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					

CAPATAZ	hh	0.1000	0.004000	0.32	0.00
OPERARIO	hh	1.0000	0.040000	95.20	3.81
PEON	hh	6.0000	0.240000	0.00	0.00
					3.81

Equipos

HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.000000	3.81	0.19
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.040000	22.83	0.91
RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110HP 0.5-1.3 Y	hm	1.0000	0.040000	125.00	5.00
					6.10

Transporte de material a eliminar

Material corte	m3		1.000000	3.11	0.03
Material de relleno	m3		1.000000	3.11	0.03
					0.06

Partida **04.02.03 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO**

Rendimiento m3/DIA	25.0000	EQ.	25.0000	Costo unitario directo por : m3	8.12
--------------------	---------	-----	---------	---------------------------------	-------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.032000	0.32	0.01
OFICIAL	hh	1.0000	0.320000	0.00	0.00
PEON	hh	3.0000	0.960000	0.00	0.00
					0.01
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	0.01	0.00
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	1.0000	0.320000	22.83	7.31
					7.31
Subpartidas					
AGUA	m3		0.100000	8.08	0.81
					0.81

Partida **04.02.04 ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS**

Rendimiento m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	27.40
--------------------	---------	-----	---------	---------------------------------	--------------

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
PEON	hh	1.0000	0.400000	3.35	1.34
CAPATAZ	hh	0.1000	0.040000	8.66	0.35
OFICIAL	hh	1.0000	0.400000	4.54	1.82
					3.50
Materiales					
LACA DESMOLDEADORA	gal		0.060000	40.15	2.41
TRIPLAY DE 4 X 8 X 19 mm	pl		0.086800	85.14	7.39
MADERA TORNILLO INCLUYE CORTE PARA ENCOFRADO	p2		3.000000	3.75	11.25
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.250000	4.98	1.25
CLAVOS PARA MADERA	kg		0.300000	4.98	1.49
					23.79
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	3.50	0.11
					0.11

Partida **04.02.05 REVESTIMIENTO DE CONCRETO**

Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m3	215.91	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.044444	8.66	0.38
OPERARIO			hh	2.0000	0.888889	5.91	5.25
OFICIAL			hh	2.0000	0.888889	4.54	4.04
PEON			hh	8.0000	3.555556	3.35	11.91
							21.58
Materiales							
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0.580000	50.00	29.00
ARENA GRUESA			m3		0.350000	35.00	12.25
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		7.500000	17.65	132.38
GASOLINA 84 OCTANOS			gal		0.220000	12.13	2.67
							176.29
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.000000	21.58	0.65
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"			hm	1.0000	0.444444	9.52	4.23
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3			hm	1.0000	0.444444	17.85	7.93
							12.81
Subpartidas							
AGUA			m3		0.194000	8.08	1.57
EXTRACCION Y APILAMIENTO (AGREGADOS)			m3		1.200000	3.04	3.65
							5.22

Partida **04.03.01 CONFORMACION DE BADENES**

Rendimiento	m/DIA	1,500.0000	EQ.	1,500.00 00	Costo unitario directo por : m	0.90	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.5000	0.002667	8.66	0.02
PEON			hh	6.0000	0.032000	3.35	0.11
							0.13
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		10.000000	0.13	0.01
MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.0000	0.005333	142.80	0.76
							0.77

Partida **04.03.05 MAMPOSTERÍA DE PIEDRA ASENTADA EN MORTERO**

Rendimiento	m3/DIA	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m3	202.62	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.1000	0.044444	8.66	0.38
OFICIAL			hh	2.0000	0.888889	4.54	4.04
PEON			hh	8.0000	3.555556	3.35	11.91
							16.33
Materiales							
PIEDRA GRANDE APLANADA DE 3"			m3		0.580000	50.00	29.00
ARENA GRUESA			m3		0.350000	35.00	12.25
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		7.500000	17.65	132.38

	GASOLINA 84 OCTANOS		gal		0.220000	12.13	2.67
							176.29
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.000000	16.33	0.49
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm	1.0000	0.444444	17.85	7.93
							8.42
		Subpartidas					
	AGUA		m3		0.194000	8.08	1.57
							1.57
Partida	04.03.06	REVESTIMIENTO CON PIEDRA EMBOQUILLADA					
	m3/DIA	18.0000		EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3	16.98	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.044444	8.66	0.38
	OFICIAL		hh	2.0000	0.888889	4.54	4.04
	PEON		hh	8.0000	3.555556	3.35	11.91
							16.33
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.000000	21.47	0.64
							0.64
Partida	05.01	TRANSPORTE DE AFIRMADO d < 1 KM					
Rendimiento	m3/DIA	939.0000		EQ. 939.0000	Costo unitario directo por : m3	2.06	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
	OFICIAL		hh	0.5000	0.004260	4.54	0.02
							0.02
		Equipos					
	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3		hm	1.0000	0.008520	156.10	1.33
	CARGADOR S/ LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3		hm	0.4000	0.003408	208.55	0.71
							2.04
Partida	05.02	TRANSPORTE DE AFIRMADO d > 1 KM					
Rendimiento	m3/DIA	939.0000		EQ. 939.0000	Costo unitario directo por : m3	3.81	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
	OFICIAL		hh	0.5000	0.004260	215.91	0.92
							0.92
		Equipos					
	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3		hm	1.0000	0.008520	156.10	1.33
	CARGADOR S/ LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3		hm	0.4000	0.003408	208.55	0.71
	CAMION VOLQUETE 10 M3.		hm	0.4000	0.003408	249.55	0.85
							2.89

Partida **5.03** **ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE A BOTADEROS d = 1 KM**

Rendimiento **m3/DIA** **513.0000** EQ. **513.0000** Costo unitario directo por : **4.03**
m3

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
OFICIAL	hh	0.5000	0.007797	4.54	0.04
0.04					
Equipos					
CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	1.0000	0.015595	156.10	2.43
CARGADOR S/ LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.4800	0.007485	208.55	1.56
4.00					

Partida **06.01** **SEÑAL INFORMATIVA**

Rendimiento **u/DIA** **4.0000** EQ. **4.0000** Costo unitario directo por : **2,278.55**
u

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	2.000000	8.66	17.32
OFICIAL	hh	2.0000	4.000000	4.54	18.16
PEON	hh	1.0000	2.000000	3.35	6.70
42.18					
Materiales					
PLANCHA FE LAC 3/8"	m2		0.080000	87.96	7.04
PLANCHA GALVANIZADA DE 3/8"	m2		0.007000	58.60	0.41
PLATINA DE FIERRO 1/8" X 1"	m		1.700000	29.70	50.49
PINTURA ESMALTE SUPER SINTETICO	gal		0.243000	59.62	14.49
PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal		0.518400	72.17	37.41
PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO e=6mm	m2		1.620100	156.26	253.16
LAMINA REFLECTORIZANTE	p2		17.439900	24.00	418.56
TINTA PARA SERIGRAFICA TIPO 3M	gal		0.028800	1,464.61	42.18
PERNOS 3/8" X 4 "	pza		8.000000	2.20	17.60
PERNOS 5/8" X 14"	pza		8.000000	7.52	60.16
SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.121500	13.00	1.58
903.07					
Equipos					
EQUIPO DE SOLDAR	hm	1.0000	2.000000	10.00	20.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	38.34	1.15
21.15					
Subpartidas					
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	m2		2.400000	29.64	71.14
CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3		0.900000	215.79	194.21
TUBO F° G° D-3"	m		10.300000	87.66	902.90
EXCAVACION PARA ESTRUCTURA EN ROCA	m3		0.792000	14.77	11.70
ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg		26.600000	4.97	132.20
1,312.14					

Partida **06.02** **SEÑAL PREVENTIVA**

Rendimiento **u/DIA** **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : **549.33**
u

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.800000	8.66	6.93
OFICIAL	hh	2.0000	1.600000	4.54	7.26
PEON	hh	1.0000	0.800000	3.35	2.68
					16.87
Materiales					
PERNOS 1/4" X 4"	pza		2.000000	2.10	4.20
SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.075000	13.00	0.98
PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO e=4mm	m2		0.360000	107.54	38.71
LAMINA REFLECTORIZANTE	p2		3.875400	24.00	93.01
TINTA PARA SERIGRAFICA TIPO 3M	gal		0.017800	1,464.61	26.07
PLATINA DE FIERRO 1/8" X 1"	m		1.700000	29.70	50.49
PINTURA ESMALTE SUPER SINTETICO	gal		0.150000	59.62	8.94
PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal		0.320000	72.17	23.09
					245.50
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	15.33	0.46
EQUIPO DE SOLDAR	hm	1.0000	0.800000	10.00	8.00
					8.46
Subpartidas					
CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3		0.027000	215.79	5.83
TUBO F° G° D-3"	m		3.100000	87.66	271.75
EXCAVACION PARA ESTRUCTURA EN ROCA	m3		0.063000	14.77	0.93
					278.50

Partida **06.03** **SEÑAL REGULADORAS**

Rendimiento **u/DIA** **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : u **540.43**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.800000	0.00	0.00
OFICIAL	hh	2.0000	1.600000	4.98	7.97
PEON	hh	1.0000	0.800000	0.00	0.00
					7.97
Materiales					
PERNOS 1/4" X 4"	pza		2.000000	2.10	4.20
SOLDADURA CELLOCORD	kg		0.075000	13.00	0.98
PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO e=4mm	m2		0.360000	107.54	38.71
LAMINA REFLECTORIZANTE	p2		3.875400	24.00	93.01
TINTA PARA SERIGRAFICA TIPO 3M	gal		0.017800	1,464.61	26.07
PLATINA DE FIERRO 1/8" X 1"	m		1.700000	29.70	50.49
PINTURA ESMALTE SUPER SINTETICO	gal		0.150000	59.62	8.94
PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal		0.320000	72.17	23.09
					245.50
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	15.33	0.46
EQUIPO DE SOLDAR	hm	1.0000	0.800000	10.00	8.00
					8.46
Subpartidas					
CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3		0.027000	215.79	5.83
TUBO F° G° D-3"	m		3.100000	87.66	271.75
EXCAVACION PARA ESTRUCTURA EN ROCA	m3		0.063000	14.77	0.93
					278.50

Partida **06.04** **HITOS KILOMETRICOS**

Rendimiento **u/DIA** **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : u **73.63**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	0.080000	8.66	0.69
OFICIAL	hh	1.0000	0.800000	4.54	3.63
PEON	hh	1.0000	0.800000	3.35	2.68
					7.00
Materiales					
THINNER	gal		0.015000	24.30	0.36
PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal		0.060000	29.73	1.78
					2.15
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	6.90	0.21
					0.21
Subpartidas					
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	m2		0.763200	29.64	22.62
ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg		2.610000	4.97	12.97
CONCRETO f'c=175 kg/cm2	m3		0.125600	215.79	27.10
EXCAVACION PARA ESTRUCTURA EN ROCA	m3		0.106300	14.77	1.57
					64.27

Partida **07.01** **RESTAURACION DE AREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINAS**

Rendimiento **ha/DIA** **0.5000** EQ. **0.5000** Costo unitario directo por : ha **10,837.71**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.1000	1.600000	8.66	13.86
PEON	hh	4.0000	64.000000	3.35	214.40
					228.26
Materiales					
PLANTONES FORESTALES	u		1,600.000000	0.60	960.00
					960.00
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.000000	230.18	6.91
CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10 m3	hm	1.0000	16.000000	156.10	2,497.60
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	1.0000	16.000000	95.20	1,523.20
CARGADOR S/ LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	16.000000	208.55	3,336.80
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	16.000000	142.80	2,284.80
					9,649.31
Subpartidas					
AGUA	m3		0.018000	8.08	0.15
					0.15

Partida **07.02** **RESTAURACION DE AREAS ASIGNADAS COMO BOTADERO**

Rendimiento **ha/DIA** **0.5000** EQ. **0.5000** Costo unitario directo por : ha **5,259.96** **5,259.32**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

		Mano de Obra					
	OPERARIO		hh	1.0000	16.000000	5.91	94.56
	PEON		hh	4.0000	64.000000	3.35	214.40
							308.96
		Materiales					
	PLANTONES FORESTALES		u		3,000.000000	0.60	1,800.00
							1,800.00
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.000000	308.32	9.25
	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	16.000000	196.35	3,141.60
							3,150.85
		Subpartidas					
	AGUA		m3		0.018000	8.08	0.15
							0.15
Partida	07.03	RESTAURACION DE AREAS ASIGNADAS COMO CANTERA					
Rendimiento	ha/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : ha	2,690.05	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
	OPERARIO		hh	1.0000	8.000000	5.91	47.28
	PEON		hh	4.0000	32.000000	3.35	107.20
							154.48
		Materiales					
	PLANTONES FORESTALES		u		1,600.000000	0.60	960.00
							960.00
		Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.000000	154.16	4.62
	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	8.000000	196.35	1,570.80
							1,575.42
		Subpartidas					
	AGUA		m3		0.018000	8.08	0.15
							0.15
Partida	07.04						
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	4,406.83	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Subcontratos					
	PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL		glb		1.000000	4,406.83	4,406.83
							4,406.83

3.7.6. RELACIÓN DE INSUMOS

LISTADO DE INSUMOS

N°	MANO DE OBRA	Unid.	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
1	CAPATAZ	hh	1,030.85	8.66	8,927.16
2	OPERARIO	hh	2,457.84	5.91	14,525.83
3	PEON	hh	92,305.67	3.35	309,223.99
4	OFICIAL	hh	18,255.10	4.54	82,878.15
5	TOPOGRAFO	hh	800.00	6.00	4,800.00
6	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1,504.34	5.91	8,890.65
					429,245.79

MATERIALES

7	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	62.45	4.98	311.00
8	CLAVOS PARA MADERA 1 1/2"	kg	1,010.50	4.98	5,032.29
9	CLAVOS PARA MADERA 2"	kg	225.00	4.98	1,120.50
10	CLAVOS PARA MADERA 2 1/2"	kg	10.50	4.98	52.29
11	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	19,891.77	17.65	351,089.74
12	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	p1	14.12	45.14	637.38
13	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADO	p2	43,314.64	3.55	153,766.97
14	CALAMINA GALVANIZADA ZINC 28 CANALES 1.83 X 0.830 m X 0.4 mm	p1	415.50	15.74	6,539.97
15	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	7.46	4.98	37.15
16	PERNOS DE 3/4" X 3 1/2" CON TUERCA Y HUACHA	pza	32.00	1.90	60.80
17	MADERA TORNILLO	p2	3,472.55	3.40	11,806.67
18	TRIPLAY DE 4" X 8" X 19 mm	p1	416.81	56.25	23,445.56
19	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	43.86	45.00	1,973.70
20	PIEDRA SELECCIONADA	m3	128.24	33.74	4,326.82
21	YESO EN BOLSAS DE 25 kg	bls	506.66	4.5	2,279.97
22	ESTACA DE MADERA	p2	600.00	5.52	3,312.00
23	PINTURA ESMALTE	gal	1.08	29.73	32.11
24	AGUA	m3	3,086.66	8.08	24,940.21
25	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	128.24	50.00	6,412.00
26	PIEDRA GRANDE APLANADA DE 3"	m3	6.66	180.00	1,198.80
27	ARENA GRUESA	m3	956.26	35.00	33,469.10
28	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	0.50	12.13	6.07
29	LACA DESMOLDEADORA	gal	0.25	40.15	10.04
30	TRIPLAY DE 4 X 8 X 6 mm	p1	1,449	35.00	50,715.00
31	ALCANTARILLA HDPE diam=36"	m	573.33	125.00	71,666.25
32	PLANCHA FE LAC 3/8"	m2	1.50	87.96	131.94
33	PLANCHA GALVANIZADA DE 3/8"	m2	3.50	58.60	205.10
34	PLATINA DE FIERRO 1/8" X 1"	m	0.53	29.70	15.74
35	PINTURA ESMALTE SUPER SINTETICO	gal	1.08	59.62	64.39
36	PINTURA ANTICORROSIVA EPOXICA	gal	0.43	72.17	31.03
37	PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO e=6mm	m2	49.44	156.26	7,725.49
38	LAMINA REFLECTORIZANTE	p2	47.20	24.00	1,132.80
39	TINTA PARA SERIGRAFICA TIPO COLOR 3M	gal	0.024	1,464.61	35.15
40	PERNOS 3/8" X 4 "	pza	160.00	2.20	352.00
41	PERNOS 5/8" X 14"	pza	2.00	7.52	15.04
42	SOLDADURA CELLOCORD	kg	3.73	13.00	48.49
43	ACERO DE REFUERZO fy=4200 kg/cm2	kg	61.09	4.97	303.62
44	PERNOS 1/4" X 4"	pza	14.00	2.10	29.40
45	PLANCHA DE FIBRA DE VIDRIO e=4mm	m2	38.21	107.54	4,109.10
46	LAMINA REFLECTORIZANTE	p2	46.80	24.00	1,123.20
47	TINTA PARA SERIGRAFICA TIPO NEGRA 3M	gal	0.04	1,464.61	58.58
48	TUBO Fº Gº D-3"	m	51.00	87.66	4,470.66

49	THINNER	gal	0.33	24.30	8.02
50	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	43.86	29.73	1,303.96
51	CONCRETO f'c=175 kg/cm2 (Hitos)	Unid	8.00	215.79	1,726.32
					777,132.43

EQUIPOS

52	MIRA TOPOGRAFICA	he	25.04	1.50	37.56
53	NIVEL	he	123.15	7.74	953.18
54	TEODOLITO	hm	123.15	10.12	1,246.28
55	JALONES	he	25.04	1.00	25.04
56	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	429,245.79	13.00	55,801.95
57	TRACTOR D7	hm	2,642.74	180.00	475,693.20
58	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	69.44	196.35	13,634.54
59	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	220.42	95.20	20,983.98
60	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	776.51	142.80	110,885.63
61	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	hm	121.61	22.83	2,776.36
62	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110HP 0.5-1.3 Y	hm	2,042.12	125.00	255,265.00
63	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	87.89	9.52	836.71
64	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1,096.86	17.85	19,578.95
65	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 10m3	hm	0.17	156.10	26.54
66	CARGADOR S/ LLANTAS 160-195 HP 3.5 yd3	hm	216.98	208.55	45,251.18
67	EQUIPO DE SOLDAR	hm	18.67	10.00	186.70
					1,003,182.80

TOTAL S/.

3,209,561.02

3.7.7. FORMULA POLINÓMICA

Presupuesto "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADÁN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

Fecha Presupuesto 25/11/2017

Moneda Soles

Ubicación Geográfica LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - CACHICADAN

$$K = 0.054*(Jr / Jo) + 0.063*(CAgr / CAgo) + 0.706*(MAQr / MAQo) + 0.053*(Dor / Doo) + 0.124*(GGUr / GGUo)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.054	100.000	J	47	MANO DE OBRA
2	0.063	100.000	CAg	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.706	100.000	MAQ	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
4	0.053	100.000	Do	30	DOLAR MAS INFLACION DEL MERCASO USA
5	0.124	100.000	GGU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

IV. DISCUSIÓN

Los resultados en el desarrollo del levantamiento topográfico ha permitido determinar que la orografía para el terreno en estudio le corresponde a un **terreno accidentado**, debido a que el promedio de las pendientes longitudinales es de 7% y el promedio de las pendientes transversales es de 28.14 %; si bien es cierto el promedio de la pendiente transversal no se encuentra dentro del rango establecido, pero debido a que el análisis es integral, se tiene en consideración también al estudio de tráfico, mediante el cual se determinó que corresponde a una **carretera de tercera clase**, debido que el Índice Medio Diario Anual (IMDa) es muy bajo, es decir de 6 veh/día y además por pertenecer a una zona de la sierra, dado la experiencia técnica ya desarrollada para este tipo de terrenos. En caso contrario, de considerarse como un terreno ondulado, se emplearía radios de curva muy grandes y sería dificultoso su diseño por las hondonadas que existen en la naturaleza propia de los terrenos de la sierra.

En el siguiente cuadro comparativo se detalla lo descrito:

TOPOGRAFÍA / DISEÑO GEOMETRICO	RESULTADO	MANUAL DE CARRETERAS DG 2014 / Bajo Vol. de tránsito
Carretera de tercera clase (Muy bajo IMDa y serranía)	IMDa = 6 veh/día 2 carriles de 3.0 m	Presenta un IMDA < 400 veh/día y 2 carril de 3 m
Terreno Accidentado (Por ser de tercera clase y ubicarse en la sierra, se considera accidentada porque se emplearía radios de curva muy grandes si se considera terreno ondulado)	P _t = 28.14 % P _L = 7%	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pendientes transversales (entre 51% y 100%) y ▪ Pendientes longitudinales (entre 6% y 8%)

Habiendo determinado que la orografía de la zona de estudio corresponde a un terreno accidentado y teniendo con resultado, un muy bajo **Índice Medio Diario Anual**, mediante el cual se estableció que corresponde a una carretera de tercera clase, por lo tanto con tales condiciones se determinó la velocidad de diseño en 30 km/h, es decir se eligió el extremo más bajo. En ese mismo sentido, conocido la velocidad de diseño y la clase de la carretera, se determinó una pendiente máxima de 10 %. Sin embargo en ciertos tramos, dado las características del terreno de la zona y que no exceden los 180 m. se excedería en 1%, con la finalidad de no perjudicarse en los costos por el desarrollo de trabajos de corte.

Para ancho de la vía en tangente, se ha determinado como referencia el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño, que para el presente proyecto es de 10 años, que según el Manual de Carreteras correspondería a 6.00 m.

Dado que el diseño de ha determinado para una carretera de tercera, los radios mínimos de acuerdo al Manual de Carreteras le corresponde 15 m. para curvas de vuelta, 25 m para otras curvas y 55 m para curvas de transición.

V. CONCLUSIONES

1. La carretera donde se desarrollará el proyecto, de acuerdo al análisis y desarrollo del levantamiento topográfico, el resultado es de una topografía accidentada, con pendientes longitudinales entre 1.95% y 14.36%. Para el diseño se ha considerado una pendiente máxima menor a 10%.
2. El estudio de análisis de suelos realizado mediante los métodos de SUCS y AASHTO, que permite la clasificación del tipo de suelo, el resultado es de un suelo de bueno a regular, dato que permite los cálculos de la estructura de la base y el afirmado, siendo un espesor de 20 cm.
3. De acuerdo al estudio hidrológico y los resultados obtenidos, se realizó el dimensionamiento de las obras de arte, entre ellas: 31 cunetas, 28 alcantarillas de alivio y 3 badenes.
4. Efectuado los cálculos del IMDa, se determina que es una carretera de tercera clase, considerándose para este tipo de carretera, una velocidad de directriz de 30 Km/h, tal como lo establece el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014.
5. El estudio de Impacto Ambiental, durante las ejecución de construcción de mejoras y mantenimiento, determina la presencia de impactos negativos (desestabilización del suelo, aislamiento de fauna, sustancias tóxicas, cambios de ecosistema y otros), implementando para ello medidas de prevención, corrección y mitigación. Así mismo con tales actividades se genera impactos positivos (empleos, mejora de servicio en el transporte, integración de los caseríos).

VI. RECOMENDACIONES

1. Hacer uso adecuado de los Manuales y Normas Técnicas expedidas por MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), vigentes y aplicables a este tipo de carreteras.
2. Las muestras de suelos, debe ser de la zona correcta, distancias establecidas, cantidad adecuada y representativa, recogidas en bolsas herméticas, debidamente identificadas, cuya entrega al laboratorio para su análisis debe ser inmediata, con la finalidad que no se afecten los resultados, respecto a las características físicas, químicas y estratigráficas, cumpliendo estrictamente con los manuales y guías.
3. Hacer uso como material de relleno al suelo procedente del corte, cuyo contenido no poseer residuos orgánicos.
4. Efectuar el mantenimiento preventivamente y habitual en el tiempo necesario con la finalidad de impedir averías en la carretera.
5. Ejecutar los planes de manejo para la protección ambiental en la zona de influencia del proyecto.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS:

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014. Lima : s.n., 2014.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones: Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial. Lima : s.n., 2014.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones: Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, mediante Decreto Supremo N° 034 – 2008 – MTC

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones: Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, RD N° 05-2013-MTC/14, Lima 18 de febrero 2013.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones: Manual de diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito, Lima – marzo 2008.

RESOLUCIÓN Directoral N° 18-2013-MTC/14, “Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial”. Versión Actualizada, del Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Lima 14 de junio 2013.

VELASQUEZ Ynca, Ángel Fidel. Monografía “La Tierra de Cachicadán”. Primera Edición. Industria Gráfica Libertad S.A.C., Año 2009.

VILLANUEVA B., Antonio M. Cachicadán: Geohistoria y sus Riquezas. Ediciones Amauta – Primera Edición Año 2005.

GEOINGENIERIA LTDA: Estudio de Mecánica de Suelos elaborado por la empresa consultora Geoingeniería Ltda. Entregable N°02-Agosto-2014. (Anexo B)

MUELAS Rodríguez, Ángel Muelas; Manual de mecánica de suelos y cimentaciones - UNED- Lima – 2010.

TEZAGHI Kart y RALP B. Peck, Mecanica de Suelos en la Ingenieria - Practica 2 - edicion editorial de ateneo Argentina. Año 1991.

INDECI: Estudio del Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (INDECI), Producto 03-Lima –Setiembre-2013. (Anexo A)

AGUDELO Ospina John Jairo; Diseño Geométrico de Vías; Universidad Nacional de Colombia – 2002

AGUILERA Navarro, María Alejandra. Estimación de funciones de distribución de probabilidad, para caudales máximos; Universidad de TALCA – Chile, 2007

VILLÓN Béjar, Máximo. Hidrología, Segunda Edición 2007.

CHOW Ven Te, et al. “Hidrologia Aplicadas”, Editorial Mac Grall Hill, Colombia, 1994

BERVIS Elmer para Programa de Apoyo al Sector Transporte - PAST-DANIDA, Guía Hidráulica para el diseño de estructuras de drenaje en caminos rurales, setiembre 2004

UNIVERSIDAD de Valladolid, Libro Hidrología de Conservación de Aguas, 2009.

INSTITUTO de construcción y gerencia – ICG, Manual de ensayo de materiales (EM2000); Análisis granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107-2000, Guía para muestreo de suelos y rocas MTC E 101-2000

REGLAMENTO Nacional de edificaciones, norma E.050 Suelos y Cimentaciones, viernes 09 de junio de 2006.

ANEXOS

Anexo 1.- Estudio de suelos: Recolección, análisis y perfil estratigráfico de suelos

Anexo 2.- Panel fotográfico

Anexo 3.- Planos

Anexo 1.- Estudio de suelos: Recolección, análisis y perfil estratigráfico de suelos



VISTA DE LA CANTERA “LA CURVA DEL DIABLO”



RECOGIENDO LA MUESTRA DE LA CARRETERA PARA EL ANALISIS DE SUELOS



HACIENDO ENTREGA DE LA NUESTRAS DE SUELO EN EL LABORATORIO DE LA UCV



EN EL LABORATORIO DE LA UCV CON LOS EQUIPOS PARA REALIZAR LOS ANALISIS DE SUELOS DE LAS NUESTRAS DE LA CARRETERA



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

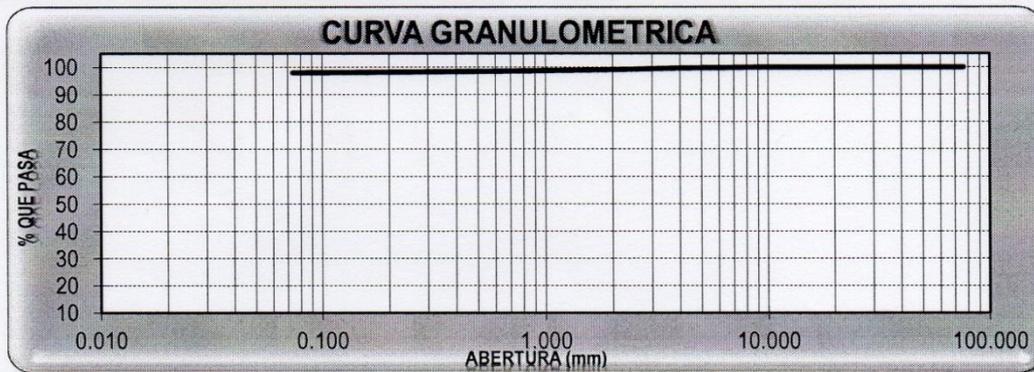
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1700.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 34.38

Peso perdido por lavado : 1665.62

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	12.16 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 28
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 18
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : 10
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	3.54	0.21	0.21	99.79	
No4	4.178	2.13	0.13	0.33	99.67	Clas. SUCS : CL
8	2.360	8.11	0.48	0.81	99.19	Clas. AASHTO : A-4 (9)
10	2.000	1.55	0.09	0.90	99.10	Descripción de la Muestra
16	1.180	4.93	0.29	1.19	98.81	
20	0.850	2.49	0.15	1.34	98.66	SUCS: Arcilla ligera. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 97.98% de finos.
30	0.600	2.19	0.13	1.47	98.53	
40	0.420	2.05	0.12	1.59	98.41	
50	0.300	1.82	0.11	1.69	98.31	
60	0.250	0.84	0.05	1.74	98.26	
80	0.180	1.39	0.08	1.83	98.17	
100	0.150	0.92	0.05	1.88	98.12	Descripción de la Calicata
200	0.074	2.42	0.14	2.02	97.98	
< 200		1665.62	97.98	100.00	0.00	C-1 E-1
Total		1700.00	100.00			Profundidad : 0 - 1.5 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



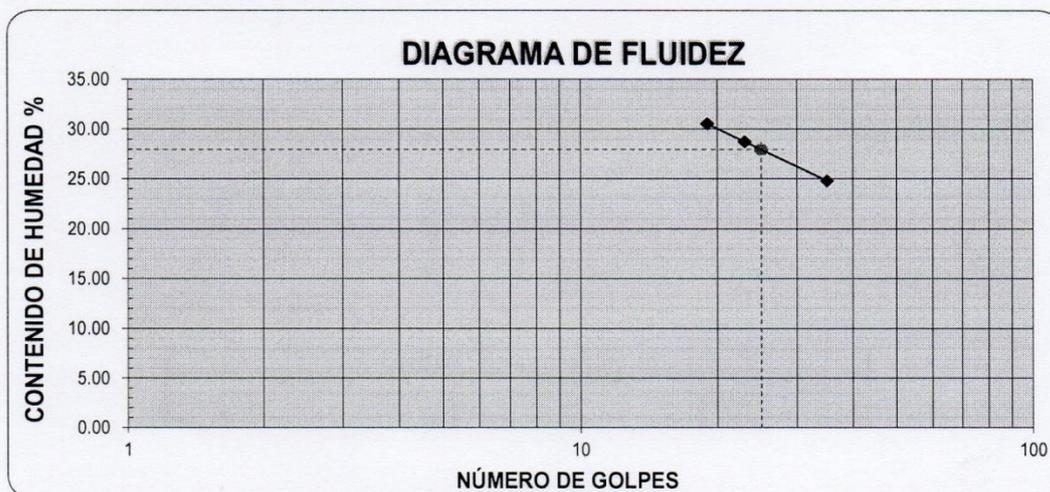
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	19	23	35	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	13.84	8.83	8.82	8.55	8.63
Peso de tara + suelo húmedo (g)	22.52	17.81	18.08	9.14	9.35
Peso tara + suelo seco (g)	20.49	15.81	16.24	9.05	9.24
Contenido de Humedad %	30.53	28.72	24.80	18.01	18.03
Límites %	28			18	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$E_c: -21.59126 \log(x) + 58.13621$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	33.50	32.71	33.99
Peso del tarro + suelo humedo (g)	174.43	172.19	200.23
Peso del tarro + suelo seco (g)	159.22	157.08	182.12
Peso del suelo seco (g)	125.72	124.37	148.13
Peso del agua (g)	15.21	15.11	18.11
% de humedad (%)	12.10	12.15	12.23
% de humedad promedio (%)	12.16		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO A
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

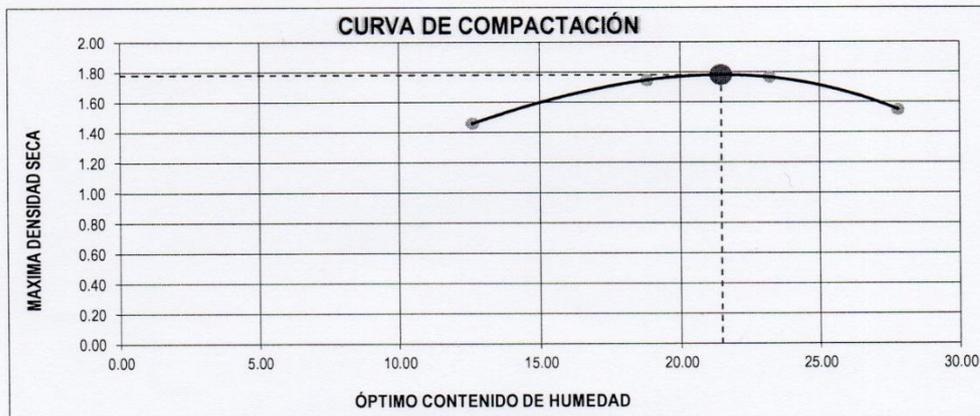
UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5810	6215	6310	6125		
Peso del molde (g)	4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)	1530	1935	2030	1845		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.64	2.07	2.17	1.98		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	98.47	110.98	97.08	125.00		
Peso del suelo seco + tara (g)	88.55	95.06	80.82	100.12		
Peso del agua (g)	9.92	15.92	16.26	24.88		
Peso de la tara (g)	9.78	10.38	10.75	10.63		
Peso del suelo seco (g)	78.77	84.69	70.07	89.49		
% de humedad (%)	12.60	18.80	23.20	27.80		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.46	1.75	1.76	1.55		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.780
Óptimo contenido de humedad (%)	21.46

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

ASTM D-1883

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	12210		11920		11715	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4655		4365		4160	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.197		2.060		1.962	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	97.68		103.65		91.52	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.74		87.38		76.92	
Peso del agua (g)	15.94		16.27		14.61	
Peso de la cápsula (g)	10.85		10.60		10.41	
Peso del suelo seco (g)	70.88		76.78		66.50	
% de humedad (%)	22.49		21.19		21.96	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.794		1.700		1.609	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	3.385	3.385	2.665	3.039	3.039	2.393	2.639	2.639	2.078
48 hrs	3.572	3.572	2.812	3.172	3.172	2.498	2.772	2.772	2.183
72 hrs	3.598	3.598	2.833	3.199	3.199	2.519	2.799	2.799	2.204
96 hrs	3.598	3.598	2.833	3.199	3.199	2.519	2.799	2.799	2.204

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.025	12	128.3	42.8	7	86.4	28.8	4	61.2	20.4
0.050	22	212.2	70.7	14	145.1	48.4	7	86.4	28.8
0.075	29	270.9	90.3	20	195.4	65.1	11	119.9	40.0
0.100	38	344.6	114.9	27	254.2	84.7	17	170.2	56.7
0.125	47	422.1	140.7	33	304.5	101.5	22	212.2	70.7
0.150	54	480.9	160.3	39	354.9	118.3	28	262.6	87.5
0.200	66	581.7	193.9	50	447.3	149.1	38	346.5	115.5
0.300	81	707.9	236.0	64	564.9	188.3	53	472.5	157.5
0.400	90	783.6	261.2	72	632.2	210.7	61	539.7	179.9
0.500	95	825.6	275.2	76	665.8	221.9	64	564.9	188.3

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

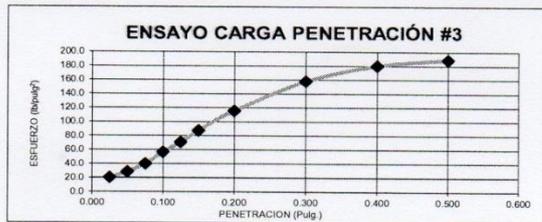
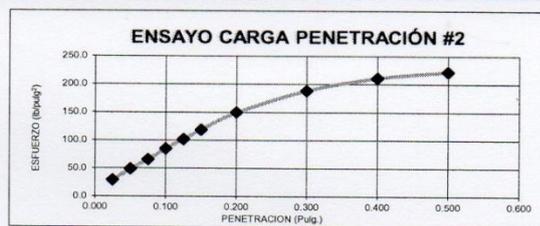
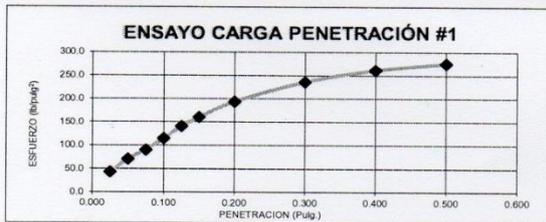
SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

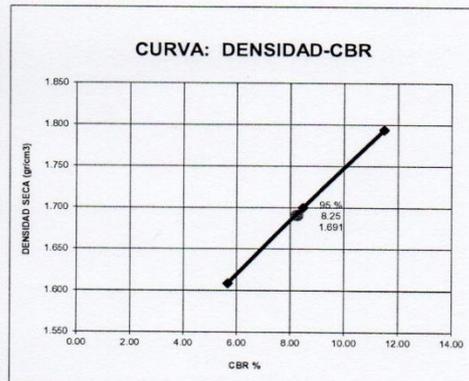
MUESTRA : C-1 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	114.9	1000	11.49	1.794
2	0.100	84.7	1000	8.47	1.700
3	0.100	56.7	1000	5.67	1.609

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	193.9	1500	12.93	1.794
2	0.200	149.1	1500	9.94	1.700
3	0.200	115.5	1500	7.70	1.609



PROCTOR MODIFICADO: MÉTODO A: ASTM D-1557

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.780
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.691
Óptimo contenido de humedad	(%)	21.46
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	11.49
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	8.25

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADAN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

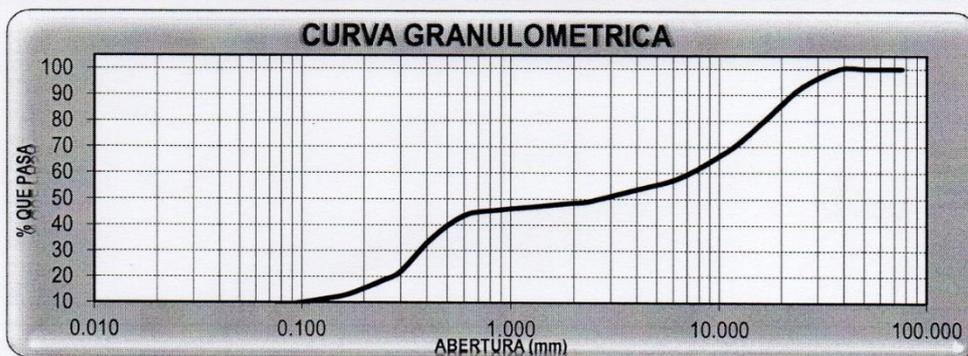
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1832.70

Peso perdido por lavado : 167.30

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	4.2 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	136.11	6.81	6.81	93.19	
3/4"	19.050	171.37	8.57	15.37	84.63	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	250.72	12.54	27.91	72.09	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	134.33	6.72	34.63	65.37	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	149.54	7.48	42.10	57.90	
No4	4.178	76.64	3.83	45.94	54.06	Clas. AASHTO : A-1-b (0)
8	2.360	99.98	5.00	50.93	49.07	Descripción de la Muestra
10	2.000	10.69	0.53	51.47	48.53	
16	1.180	35.98	1.80	53.27	46.73	
20	0.850	21.03	1.05	54.32	45.68	
30	0.600	40.18	2.01	56.33	43.67	
40	0.420	178.85	8.94	65.27	34.73	
50	0.300	255.01	12.75	78.02	21.98	
60	0.250	63.99	3.20	81.22	18.78	
80	0.180	95.09	4.75	85.98	14.02	
100	0.150	36.82	1.84	87.82	12.18	
200	0.074	76.37	3.82	91.64	8.36	Descripción de la Calicata
< 200		167.30	8.37	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0 - 1.5 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



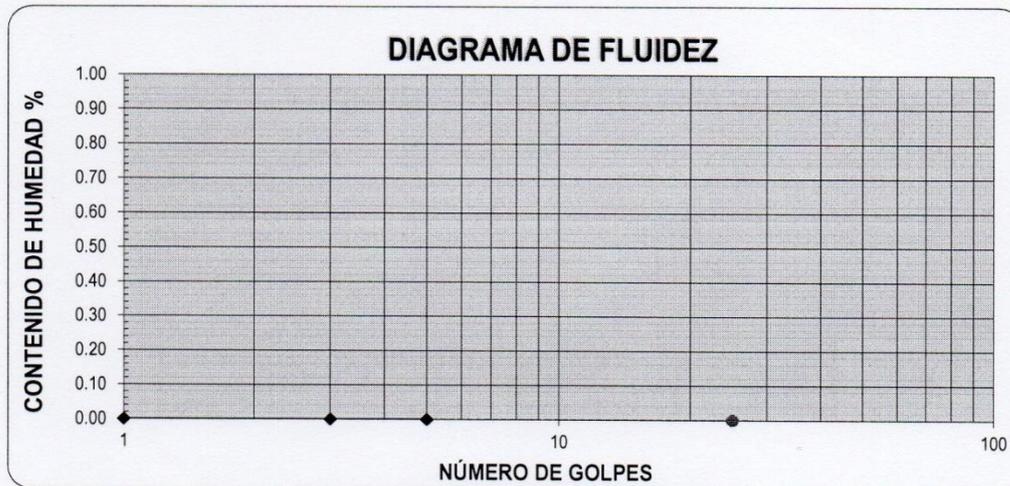
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	-	-	-	-	-
Peso de tara (g)	-	-	-	-	-
Peso de tara + suelo húmedo (g)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (g)	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	

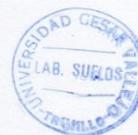


ECUACIÓN DE LA RECTA
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-2 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro	(g)	41.04	36.68	41.64
Peso del tarro + suelo humedo	(g)	164.94	173.69	189.33
Peso del tarro + suelo seco	(g)	159.91	168.15	183.43
Peso del suelo seco	(g)	118.87	131.47	141.79
Peso del agua	(g)	5.03	5.54	5.90
% de humedad	(%)	4.23	4.21	4.16
% de humedad promedio	(%)	4.20		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

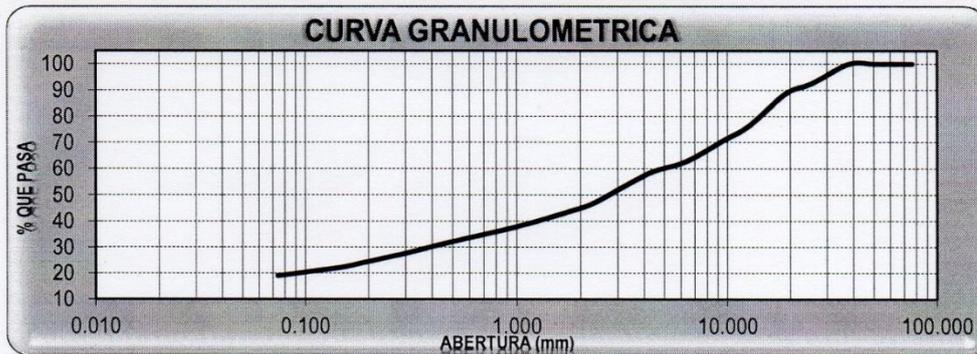
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1619.83

Peso perdido por lavado : 380.17

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	16.49 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	148.93	7.45	7.45	92.55	
3/4"	19.050	77.39	3.87	11.32	88.68	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	247.66	12.38	23.70	76.30	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	112.50	5.63	29.32	70.68	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	159.61	7.98	37.30	62.70	
No4	4.178	92.54	4.63	41.93	58.07	Clas. AASHTO : A-1-b (0)
8	2.360	216.65	10.83	52.76	47.24	Descripción de la Muestra
10	2.000	45.01	2.25	55.01	44.99	
16	1.180	111.47	5.57	60.59	39.41	
20	0.850	59.82	2.99	63.58	36.42	
30	0.600	55.23	2.76	66.34	33.66	
40	0.420	59.68	2.98	69.32	30.68	
50	0.300	61.17	3.06	72.38	27.62	
60	0.250	27.72	1.39	73.77	26.23	
80	0.180	50.88	2.54	76.31	23.69	
100	0.150	28.21	1.41	77.72	22.28	
200	0.074	65.36	3.27	80.99	19.01	Descripción de la Calicata
< 200		380.17	19.01	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			Profundidad : 0 - 1.5 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



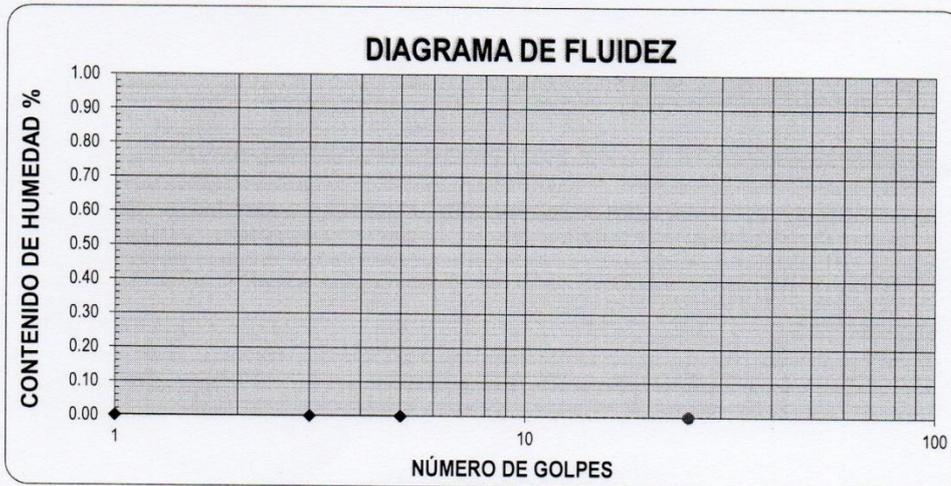
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA						
Descripción		Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes		-	-	-	-	-
Peso de tara (g)		-	-	-	-	-
Peso de tara + suelo húmedo (g)		-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (g)		-	-	-	-	-
Contenido de Humedad %		NP	NP	NP	NP	NP
Límites %		NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

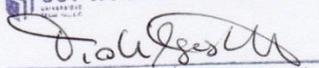
CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-3 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	36.55	32.92	37.08
Peso del tarro + suelo humedo (g)	114.01	138.94	130.87
Peso del tarro + suelo seco (g)	103.00	123.90	117.67
Peso del suelo seco (g)	66.45	90.98	80.59
Peso del agua (g)	11.01	15.04	13.20
% de humedad (%)	16.58	16.53	16.38
% de humedad promedio (%)	16.49		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

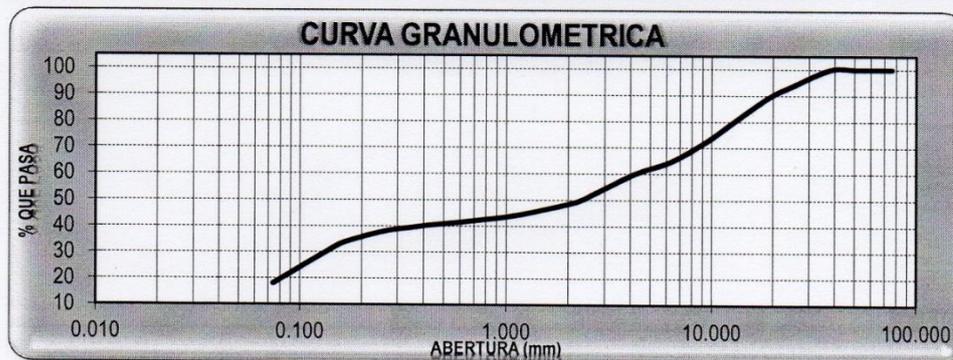
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1640.45

Peso perdido por lavado : 359.55

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	11.02 %	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	120.02	6.00	6.00	94.00		L. Líquido : 20
3/4"	19.050	94.29	4.71	10.72	89.28		L. Plástico : NP
1/2"	12.700	191.98	9.60	20.31	79.69	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.525	141.10	7.06	27.37	72.63	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	156.86	7.84	35.21	64.79		Clas. SUCS : SC
No4	4.178	97.11	4.86	40.07	59.93		Clas. AASHTO : A-2-6 (0)
8	2.360	193.02	9.65	49.72	50.28	Descripción de la Muestra	
10	2.000	36.34	1.82	51.54	48.46		SUCS: Arena arcillosa con grava. AASHTO: Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subgrado. Con un 17.98% de finos.
16	1.180	79.85	3.99	55.53	44.47		
20	0.850	31.87	1.59	57.12	42.88		
30	0.600	26.96	1.35	58.47	41.53	Descripción de la Calicata	
40	0.420	24.00	1.20	59.67	40.33		C-4 E-1 Profundidad : 0 - 1.5 m
50	0.300	30.23	1.51	61.18	38.82		
60	0.250	20.94	1.05	62.23	37.77		
80	0.180	60.61	3.03	65.26	34.74		
100	0.150	48.97	2.45	67.71	32.29		
200	0.074	286.30	14.32	82.02	17.98		
< 200		359.55	17.98	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

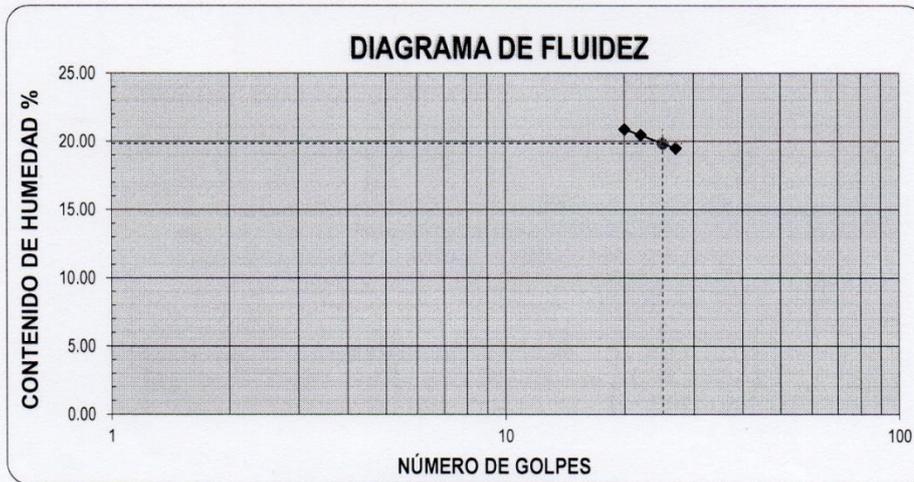
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
Nº de golpes	20	22	27	-	-
Peso de tara (g)	10.02	10.44	10.43	-	-
Peso de tara + suelo húmedo (g)	19.69	20.17	20.06	-	-
Peso tara + suelo seco (g)	18.02	18.52	18.49	-	-
Contenido de Humedad %	20.88	20.46	19.48	NP	NP
Límites %	20			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-10.71167 \log(x) + 34.8112$

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

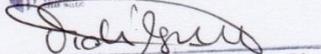
PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción		Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro	(g)	36.12	31.59	36.65
Peso del tarro + suelo humedo	(g)	160.07	122.99	183.74
Peso del tarro + suelo seco	(g)	147.70	113.90	169.25
Peso del suelo seco	(g)	111.58	82.31	132.60
Peso del agua	(g)	12.37	9.09	14.49
% de humedad	(%)	11.09	11.05	10.93
% de humedad promedio	(%)	11.02		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO


Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

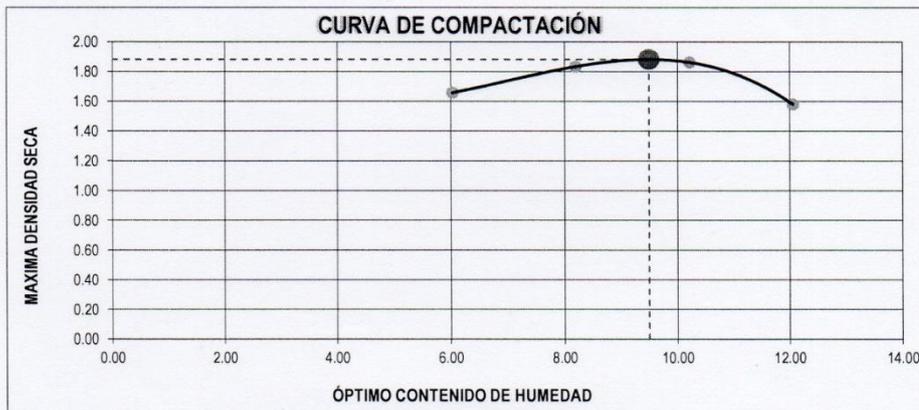
UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm ³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9485	9960	10105	9515		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3685	4160	4305	3715		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.76	1.98	2.05	1.77		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	160.76	177.86	155.46	194.18		
Peso del suelo seco + tara (g)	152.53	165.65	142.65	175.06		
Peso del agua (g)	8.23	12.21	12.81	19.12		
Peso de la tara (g)	15.97	16.63	17.21	16.52		
Peso del suelo seco (g)	136.56	149.02	125.43	158.54		
% de humedad (%)	6.03	8.19	10.22	12.06		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.66	1.83	1.86	1.58		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.882
Óptimo contenido de humedad (%)	9.50

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

ASTM D-1883

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11920		11670		11425	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4365		4115		3870	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.060		1.941		1.825	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	95.36		101.48		89.26	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	87.89		93.48		82.39	
Peso del agua (g)	7.47		8.00		6.87	
Peso de la cápsula (g)	10.60		10.37		10.16	
Peso del suelo seco (g)	77.29		83.10		72.24	
% de humedad (%)	9.67		9.63		9.51	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.878		1.771		1.667	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	2.078	2.078	1.637	1.851	1.851	1.458	1.700	1.700	1.338
48 hrs	2.273	2.273	1.790	1.970	1.970	1.551	1.851	1.851	1.458
72 hrs	2.371	2.371	1.867	2.100	2.100	1.654	1.981	1.981	1.560
96 hrs	2.371	2.371	1.867	2.100	2.100	1.654	1.981	1.981	1.560

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1 56		LECTURA DIAL	MOLDE 2 25		LECTURA DIAL	MOLDE 3 10	
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.025	19	187.0	62.3	12	128.3	42.8	7	86.4	28.8
0.050	34	312.9	104.3	22	212.2	70.7	11	119.9	40.0
0.075	46	413.7	137.9	31	287.7	95.9	18	178.6	59.5
0.100	59	518.8	172.9	42	380.1	126.7	26	245.8	81.9
0.125	72	632.2	210.7	51	455.7	151.9	34	312.9	104.3
0.150	83	724.7	241.6	61	539.7	179.9	43	388.5	129.5
0.200	102	884.6	294.9	76	665.8	221.9	59	522.9	174.3
0.300	125	1078.2	359.4	98	850.9	283.6	81	707.9	236.0
0.400	139	1196.2	398.7	111	960.3	320.1	94	817.2	272.4
0.500	145	1246.8	415.6	116	1002.4	334.1	97	842.5	280.8

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

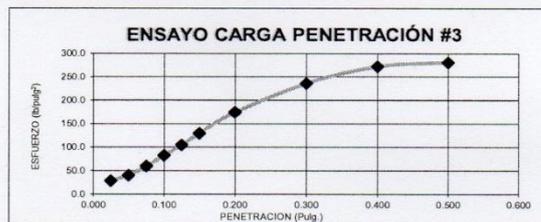
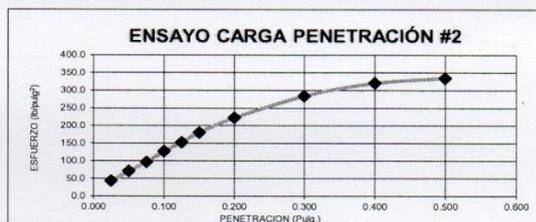
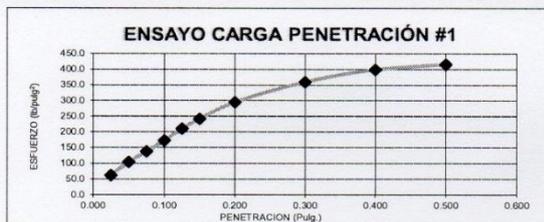
SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



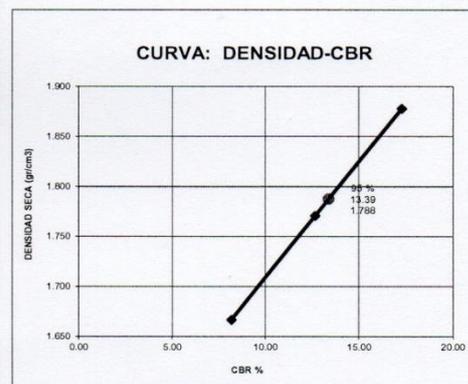
VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	172.9	1000	17.29	1.878
2	0.100	126.7	1000	12.67	1.771
3	0.100	81.9	1000	8.19	1.667

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	294.9	1500	19.66	1.878
2	0.200	221.9	1500	14.80	1.771
3	0.200	174.3	1500	11.62	1.667

PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.882
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.788
Óptimo contenido de humedad	(%)	9.50
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	17.29
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	13.39



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz

Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

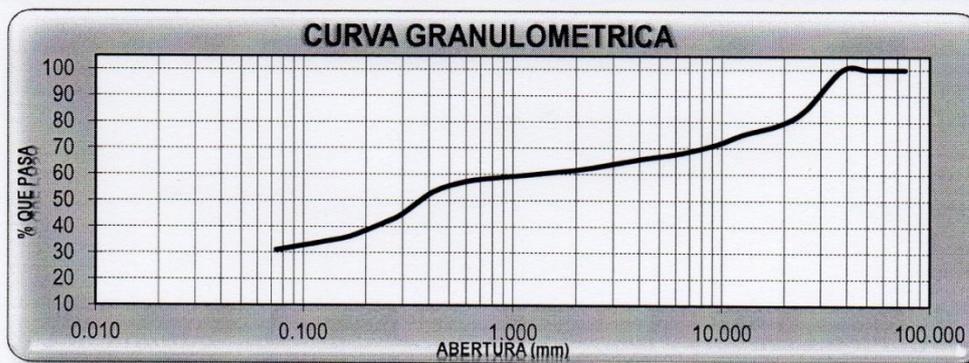
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1378.78

Peso perdido por lavado : 621.22

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	15.44 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1"	25.400	306.48	15.32	15.32	84.68	
3/4"	19.050	113.12	5.66	20.98	79.02	L. Plástico : 18
1/2"	12.700	74.43	3.72	24.70	75.30	Ind. Plasticidad : 5
3/8"	9.525	75.82	3.79	28.49	71.51	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	69.56	3.48	31.97	68.03	
No4	4.178	42.28	2.11	34.08	65.92	Clas. AASHTO : A-2-4 (0)
8	2.360	69.75	3.49	37.57	62.43	Descripción de la Muestra
10	2.000	15.90	0.80	38.37	61.63	
16	1.180	38.35	1.92	40.28	59.72	AASHTO: Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subgrado. Con un 31.06% de finos.
20	0.850	21.43	1.07	41.36	58.64	Descripción de la Calicata
30	0.600	28.77	1.44	42.79	57.21	
40	0.420	78.22	3.91	46.71	53.29	Profundidad : 0 - 1.5 m
50	0.300	167.66	8.38	55.09	44.91	
60	0.250	61.30	3.07	58.15	41.85	
80	0.180	94.28	4.71	62.87	37.13	
100	0.150	36.34	1.82	64.68	35.32	
200	0.074	85.09	4.25	68.94	31.06	
< 200		621.22	31.06	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



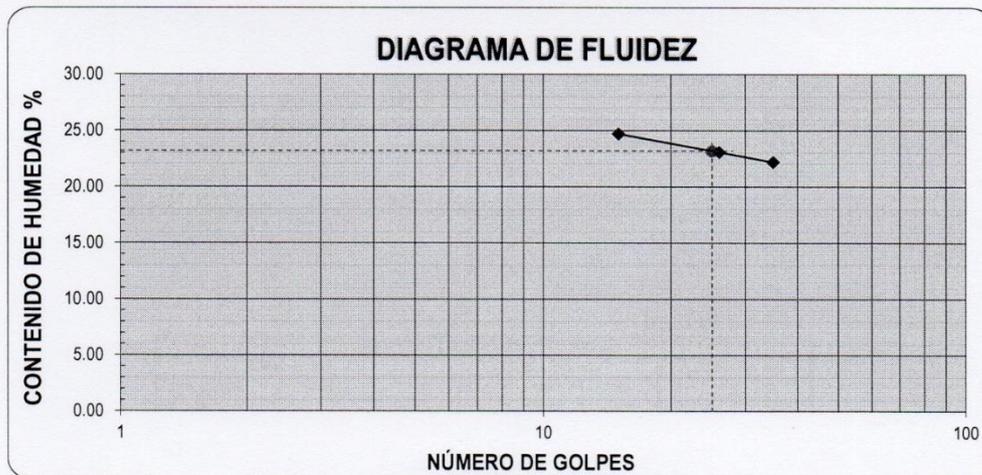
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVÍO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	15	26	35	-	-
N° de golpes	15	26	35	-	-
Peso de tara (g)	12.66	13.73	10.96	12.62	7.97
Peso de tara + suelo húmedo (g)	21.90	21.92	19.11	13.92	8.82
Peso tara + suelo seco (g)	20.07	20.38	17.63	13.72	8.69
Contenido de Humedad %	24.70	23.09	22.19	18.14	18.12
Límites %	23			18	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

$$E_c: -6.81415 \log(x) + 32.71042$$

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-5 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	31.75	37.59	32.21
Peso del tarro + suelo humedo (g)	123.90	120.85	142.22
Peso del tarro + suelo seco (g)	111.55	109.70	127.55
Peso del suelo seco (g)	79.80	72.11	95.34
Peso del agua (g)	12.35	11.15	14.67
% de humedad (%)	15.47	15.46	15.39
% de humedad promedio (%)	15.44		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

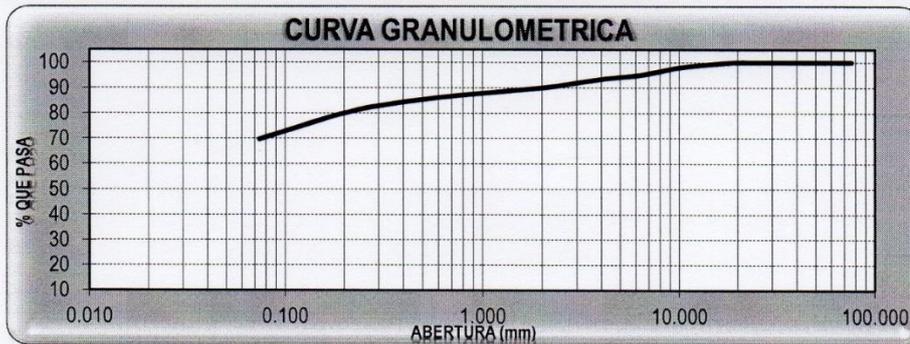
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 606.78

Peso perdido por lavado : 1393.22

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	23.98 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 35
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 26
1/2"	12.700	21.89	1.09	1.09	98.91	Ind. Plasticidad : 9
3/8"	9.525	24.13	1.21	2.30	97.70	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	53.50	2.68	4.98	95.02	
No4	4.178	27.81	1.39	6.37	93.63	Clas. SUCS : ML
8	2.360	59.80	2.99	9.36	90.64	Clas. AASHTO : A-4 (6)
10	2.000	13.36	0.67	10.02	89.98	Descripción de la Muestra
16	1.180	32.51	1.63	11.65	88.35	
20	0.850	19.74	0.99	12.64	87.36	SUCS: Limo arenoso. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 69.66% de finos.
30	0.600	24.14	1.21	13.84	86.16	
40	0.420	30.94	1.55	15.39	84.61	
50	0.300	35.02	1.75	17.14	82.86	
60	0.250	21.14	1.06	18.20	81.80	
80	0.180	54.74	2.74	20.94	79.06	
100	0.150	38.24	1.91	22.85	77.15	
200	0.074	149.82	7.49	30.34	69.66	
< 200		1393.22	69.66	100.00	0.00	Descripción de la Calicata
Total		2000.00	100.00			
						C-6 E-1
						Profundidad : 0 - 1.5 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

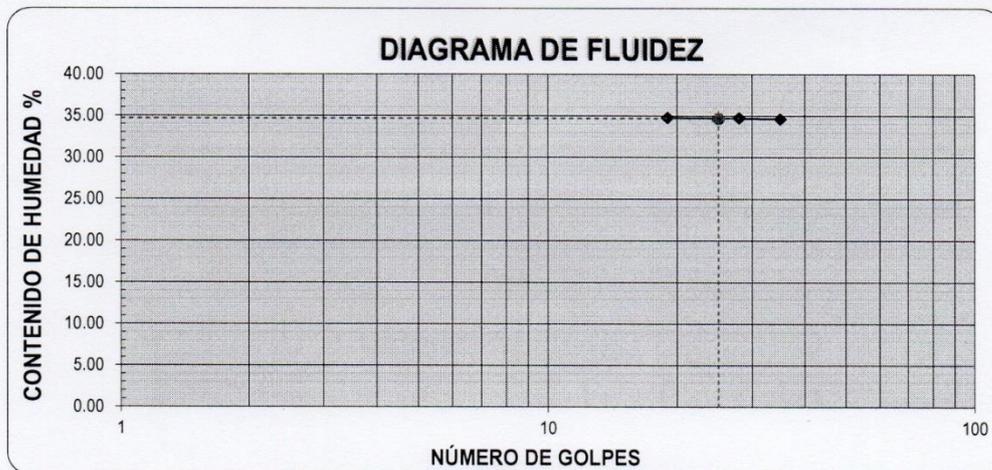
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	19	28	35	-	-
Nº de golpes					
Peso de tara (g)	8.52	8.56	8.45	10.82	12.05
Peso de tara + suelo húmedo (g)	16.74	16.87	15.53	11.88	12.82
Peso tara + suelo seco (g)	14.62	14.73	13.71	11.66	12.66
Contenido de Humedad %	34.75	34.72	34.60	26.13	26.03
Límites %	35			26	



ECUACIÓN DE LA RECTA
(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-0.57795 \log(x) + 35.49315$

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Victoria Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-6 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	33.99	30.59	34.49
Peso del tarro + suelo humedo (g)	120.58	112.81	138.41
Peso del tarro + suelo seco (g)	103.74	96.87	118.47
Peso del suelo seco (g)	69.75	66.28	83.98
Peso del agua (g)	16.84	15.94	19.94
% de humedad (%)	24.15	24.04	23.75
% de humedad promedio (%)	23.98		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

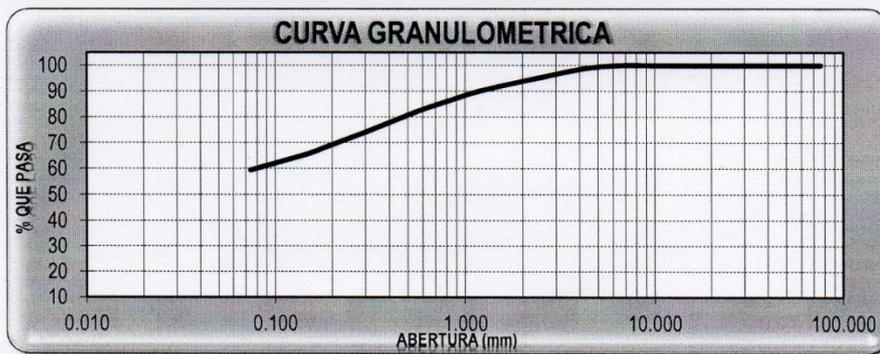
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 811.64

Peso perdido por lavado : 1188.36

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	30.33 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.178	24.90	1.25	1.25	98.76	Clas. SUCS : ML
8	2.360	75.49	3.77	5.02	94.98	Clas. AASHTO : A-4 (0)
10	2.000	22.17	1.11	6.13	93.87	Descripción de la Muestra
16	1.180	78.01	3.90	10.03	89.97	
20	0.850	66.72	3.34	13.36	86.64	SUCS: Limo arenoso. AASHTO: Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subgrado. Con un 59.42% de finos.
30	0.600	73.50	3.68	17.04	82.96	
40	0.420	91.28	4.56	21.60	78.40	
50	0.300	87.00	4.35	25.95	74.05	
60	0.250	42.98	2.15	28.10	71.90	
80	0.180	78.29	3.91	32.02	67.98	
100	0.150	44.14	2.21	34.22	65.78	
200	0.074	127.16	6.36	40.58	59.42	
< 200		1188.36	59.42	100.00	0.00	Descripción de la Calicata
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

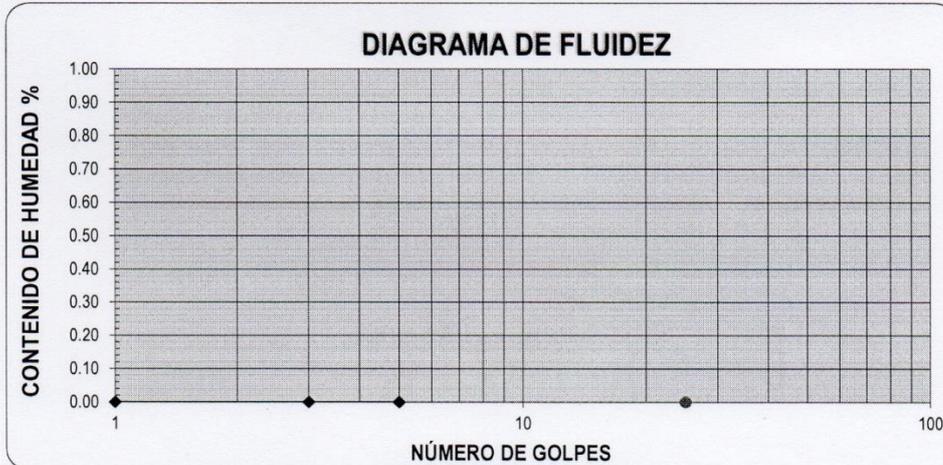
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVÍO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
N° de golpes	-	-	-	-	-
Peso de tara (g)	-	-	-	-	-
Peso de tara + suelo húmedo (g)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (g)	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

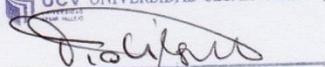
ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	38.71	37.61	39.27
Peso del tarro + suelo humedo (g)	128.45	123.88	147.45
Peso del tarro + suelo seco (g)	107.55	103.79	122.31
Peso del suelo seco (g)	68.84	66.18	83.04
Peso del agua (g)	20.90	20.09	25.14
% de humedad (%)	30.36	30.36	30.27
% de humedad promedio (%)	30.33		

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe



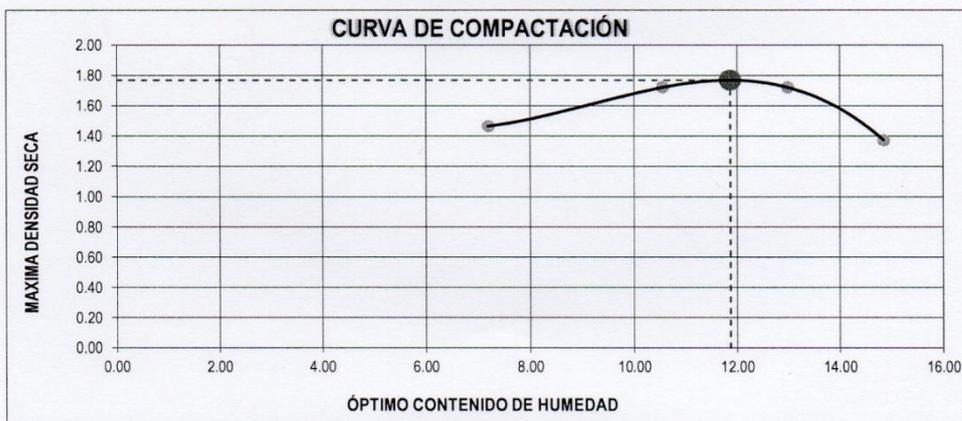
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO A
ASTM D-1557

PROYECTO	: "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	: VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	: ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	: CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	: JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	4280
Volumen del molde (cm ³)	933
N° de capas	5
N° de golpes por capa	25

MUESTRA N°		# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)		5745	6055	6095	5750		
Peso del molde (g)		4280	4280	4280	4280		
Peso del suelo húmedo (g)		1465	1775	1815	1470		
Densidad húmeda (g/cm ³)		1.57	1.90	1.94	1.58		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso del suelo húmedo + tara (g)		97.37	108.13	93.77	117.35		
Peso del suelo seco + tara (g)		91.49	98.77	84.18	103.47		
Peso del agua (g)		5.88	9.36	9.59	13.88		
Peso de la tara (g)		9.67	10.11	10.38	9.98		
Peso del suelo seco (g)		81.82	88.66	73.80	93.48		
% de humedad (%)		7.19	10.56	12.99	14.85		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)		1.46	1.72	1.72	1.37		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.767
Óptimo contenido de humedad (%)	11.87

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION
ASTM D-1883

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11695		11500		11325	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4140		3945		3770	
Volumen del molde (cm ³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm ³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.953		1.862		1.778	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	93.56		100.00		88.48	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	84.83		90.35		79.80	
Peso del agua (g)	8.73		9.65		8.67	
Peso de la cápsula (g)	10.40		10.22		10.07	
Peso del suelo seco (g)	74.43		80.13		69.74	
% de humedad (%)	11.74		12.04		12.43	
Densidad de Suelo Seco (g/cm ³)	1.748		1.662		1.581	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	3.161	3.161	2.489	2.741	2.741	2.159	2.350	2.350	1.850
48 hrs	3.301	3.301	2.599	2.881	2.881	2.269	2.574	2.574	2.026
72 hrs	3.329	3.329	2.621	2.909	2.909	2.291	2.602	2.602	2.049
96 hrs	3.329	3.329	2.621	2.909	2.909	2.291	2.602	2.602	2.049

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		56	56		25	25		10	10
		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²		lbs	lbs/pulg ²
0.025	13	136.7	45.6	8	94.8	31.6	4	61.2	20.4
0.050	22	212.2	70.7	14	145.1	48.4	7	86.4	28.8
0.075	30	279.3	93.1	20	195.4	65.1	11	119.9	40.0
0.100	38	346.5	115.5	27	254.2	84.7	17	170.2	56.7
0.125	46	413.7	137.9	33	304.5	101.5	22	212.2	70.7
0.150	53	472.5	157.5	39	354.9	118.3	27	254.2	84.7
0.200	65	573.3	191.1	49	438.9	146.3	37	338.1	112.7
0.300	80	699.5	233.2	62	548.1	182.7	52	464.1	154.7
0.400	89	775.2	258.4	71	623.8	207.9	60	531.3	177.1
0.500	93	808.8	269.6	74	649.0	216.3	62	548.1	182.7

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

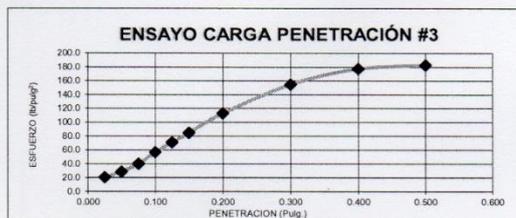
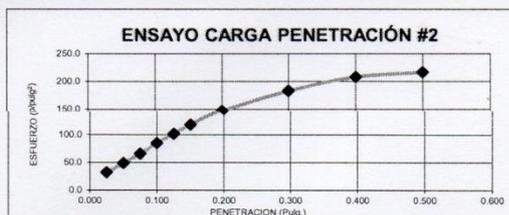
SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-7 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

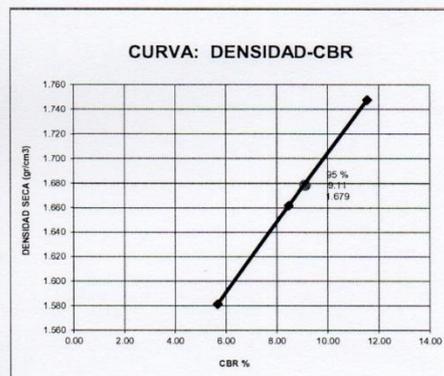


VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	115.5	1000	11.55	1.748
2	0.100	84.7	1000	8.47	1.662
3	0.100	56.7	1000	5.67	1.581

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	191.1	1500	12.74	1.748
2	0.200	146.3	1500	9.75	1.662
3	0.200	112.7	1500	7.51	1.581

PROCTOR MODIFICADO: METODO A: ASTM D-1557	
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³) 1.767
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³) 1.679
Óptimo contenido de humedad	(%) 11.87
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%) 11.55
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%) 9.11



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
LAB. SUELOS
Ing. Victoria de los Ángeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

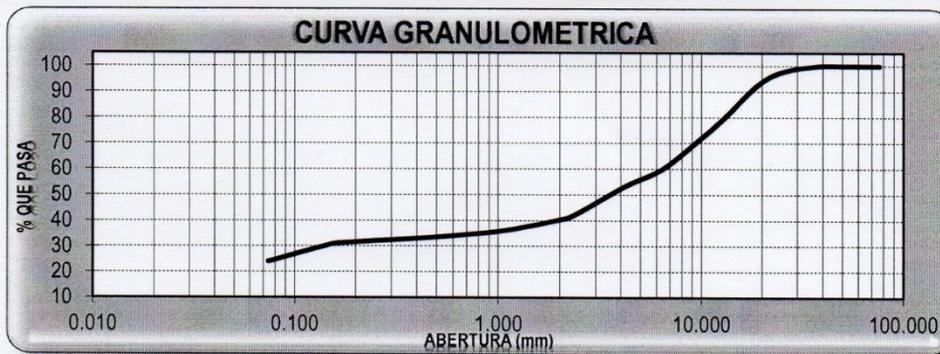
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1520.56

Peso perdido por lavado : 479.44

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	7.91 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	44.60	2.23	2.23	97.77	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
3/4"	19.050	104.01	5.20	7.43	92.57	
1/2"	12.700	269.72	13.49	20.92	79.08	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
3/8"	9.525	169.63	8.48	29.40	70.60	
1/4"	6.350	217.17	10.86	40.26	59.74	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
No4	4.178	129.39	6.47	46.73	53.27	
8	2.360	221.29	11.06	57.79	42.21	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
10	2.000	37.06	1.85	59.64	40.36	
16	1.180	74.58	3.73	63.37	36.63	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
20	0.850	29.42	1.47	64.84	35.16	
30	0.600	22.00	1.10	65.94	34.06	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
40	0.420	17.87	0.89	66.84	33.16	
50	0.300	14.55	0.73	67.56	32.44	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
60	0.250	6.71	0.34	67.90	32.10	
80	0.180	14.64	0.73	68.63	31.37	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
100	0.150	13.96	0.70	69.33	30.67	
200	0.074	133.96	6.70	76.03	23.97	Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6
< 200		479.44	23.97	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			Líquido : 28 Plástico : 22 Ind. Plasticidad : 6



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



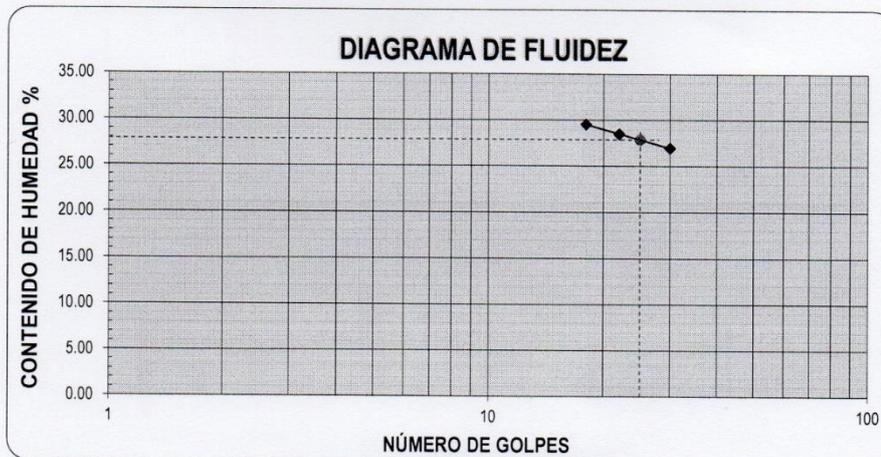
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-8 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	18	22	30	-	-
N° de golpes					
Peso de tara (g)	10.44	10.29	10.31	10.33	10.34
Peso de tara + suelo húmedo (g)	19.61	20.40	19.45	11.56	11.52
Peso tara + suelo seco (g)	17.52	18.16	17.51	11.34	11.31
Contenido de Humedad %	29.52	28.48	26.94	21.70	21.74
Límites %	28			22	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

Ec: $-11.60849 \log(x) + 44.0916$

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVÍO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-8 / E-1 / / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	38.15	29.64	38.71
Peso del tarro + suelo humedo (g)	170.00	159.44	195.14
Peso del tarro + suelo seco (g)	160.40	149.94	183.58
Peso del suelo seco (g)	122.25	120.30	144.87
Peso del agua (g)	9.60	9.50	11.56
% de humedad (%)	7.85	7.90	7.98
% de humedad promedio (%)	7.91		

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 3946.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 3939.18

Peso perdido por lavado : 6.82

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	0.24 %
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	473.10	11.99	11.99	88.01	Líquido : NP Plástico : NP Ind. Plasticidad : NP
1"	25.400	1088.30	27.58	39.57	60.43	
3/4"	19.050	920.30	23.32	62.89	37.11	
1/2"	12.700	1008.40	25.55	88.45	11.55	Clas. SUCS : GP Clas. AASHTO : A-1-a (0)
3/8"	9.525	254.30	6.44	94.89	5.11	
1/4"	6.350	142.90	3.62	98.51	1.49	
No4	4.75	25.64	0.65	99.16	0.84	Descripción de la Muestra SUCS: Grava mal graduada. AASHTO: Material granular. Fragmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subgrado. Con un 0.17% de finos.
8	2.360	14.15	0.36	99.52	0.48	
10	2.000	1.33	0.03	99.55	0.45	
16	1.180	2.34	0.06	99.61	0.39	
20	0.850	0.97	0.02	99.64	0.36	
30	0.600	0.82	0.02	99.66	0.34	
40	0.420	1.07	0.03	99.69	0.31	
50	0.300	0.59	0.01	99.70	0.30	
60	0.250	0.99	0.03	99.73	0.27	
80	0.180	0.69	0.02	99.74	0.26	
100	0.150	2.19	0.06	99.80	0.20	Descripción de la Calicata C-X E-X Profundidad : 0 - 0 m
200	0.074	1.10	0.03	99.83	0.17	
< 200		6.82	0.17	100.00	0.00	
Total		3946.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



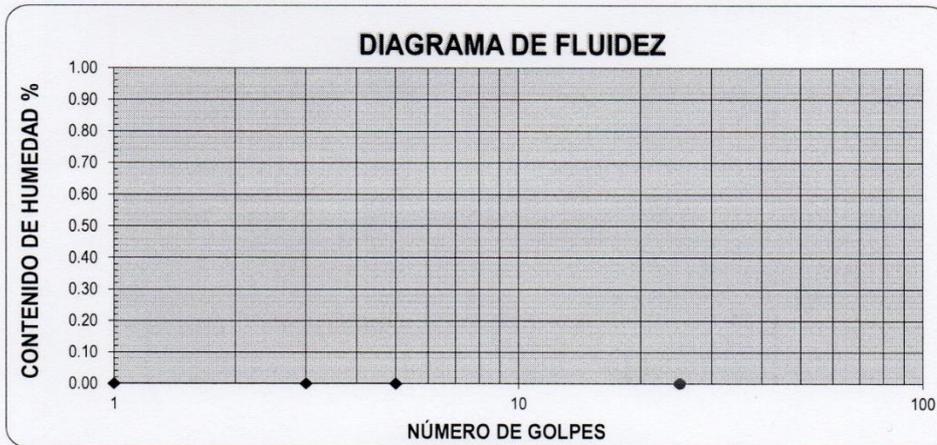
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM D-4318

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LIMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
N° de golpes	-	-	-	-	-
Peso de tara (g)	-	-	-	-	-
Peso de tara + suelo húmedo (g)	-	-	-	-	-
Peso tara + suelo seco (g)	-	-	-	-	-
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Limites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

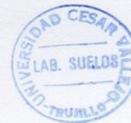
CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	8.88	8.41	9.01
Peso del tarro + suelo humedo (g)	98.21	78.03	112.73
Peso del tarro + suelo seco (g)	98.00	77.86	112.48
Peso del suelo seco (g)	89.12	69.45	103.47
Peso del agua (g)	0.21	0.17	0.25
% de humedad (%)	0.24	0.24	0.24
% de humedad promedio (%)	0.24		

UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO: METODO C
ASTM D-1557

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

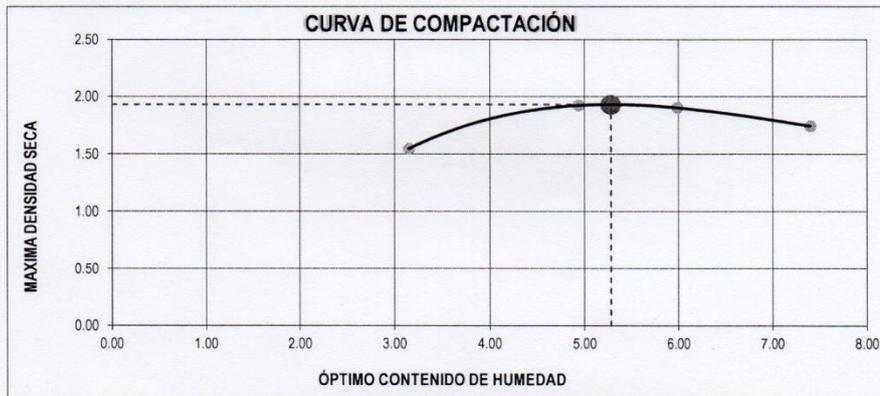
UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-456
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm ³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9140	10030	10025	9725		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3340	4230	4225	3925		
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.59	2.02	2.01	1.87		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	154.92	179.11	154.23	198.47		
Peso del suelo seco + tara (g)	150.65	171.47	146.49	185.95		
Peso del agua (g)	4.26	7.64	7.75	12.52		
Peso de la tara (g)	15.39	16.74	17.08	16.88		
Peso del suelo seco (g)	135.27	154.73	129.41	169.07		
% de humedad (%)	3.15	4.94	5.99	7.40		
Densidad del suelo seco (g/cm ³)	1.54	1.92	1.90	1.74		



Máxima densidad seca (g/cm ³)	1.929
Óptimo contenido de humedad (%)	5.28

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
LAB. SUELOS
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

ASTM D-1883

PROYECTO	:	"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVIO A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"
SOLICITANTE	:	VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX
RESPONSABLE	:	ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ
UBICACIÓN	:	CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD
FECHA	:	JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	:	C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		10	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11805		11485		11160	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	4250		3930		3605	
Volumen del molde (cm³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm³)	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.005		1.854		1.702	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	94.44		99.87		87.19	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	90.32		95.17		83.30	
Peso del agua (g)	4.12		4.70		3.89	
Peso de la cápsula (g)	10.49		10.21		9.92	
Peso del suelo seco (g)	79.82		84.96		73.38	
% de humedad (%)	5.17		5.54		5.30	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.906		1.756		1.616	

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.697	0.697	0.548	0.615	0.615	0.485	0.548	0.548	0.431
48 hrs	0.737	0.737	0.580	0.669	0.669	0.527	0.629	0.629	0.495
72 hrs	0.744	0.744	0.586	0.676	0.676	0.532	0.676	0.676	0.532
96 hrs	0.744	0.744	0.586	0.676	0.676	0.532	0.676	0.676	0.532

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		56	25		25	10			
		lbs	lbs/pulg²		lbs	lbs/pulg²		lbs	lbs/pulg²
0.025	78	682.6	227.5	47	422.1	140.7	27	254.2	84.7
0.050	138	1187.8	395.9	88	766.7	255.6	46	413.7	137.9
0.075	186	1592.8	530.9	125	1078.2	359.4	72	632.2	210.7
0.100	238	2031.8	677.3	170	1457.7	485.9	105	909.8	303.3
0.125	290	2472.7	824.2	207	1770.2	590.1	139	1196.2	398.7
0.150	335	2854.6	951.5	244	2083.1	694.4	172	1474.6	491.5
0.200	409	3484.0	1161.3	307	2616.9	872.3	235	2006.9	669.0
0.300	502	4277.4	1425.8	392	3339.2	1113.1	324	2761.2	920.4
0.400	557	4748.0	1582.7	444	3782.2	1260.7	376	3203.1	1067.7
0.500	583	4970.8	1656.9	466	3969.9	1323.3	391	3330.7	1110.2

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN
ASTM D-1883

PROYECTO : "DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO, TRAMO DESVÍO A COMARSA - INTERSECCIÓN CARRETERA CALORCO - INGACORRAL, DISTRITO DE CACHICADAN, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO, LA LIBERTAD"

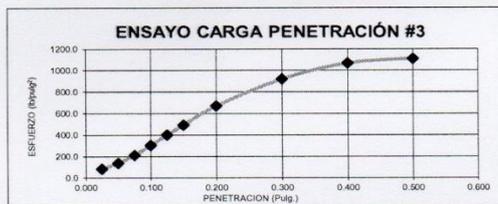
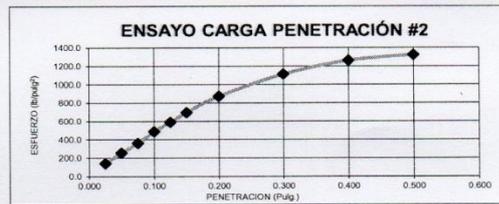
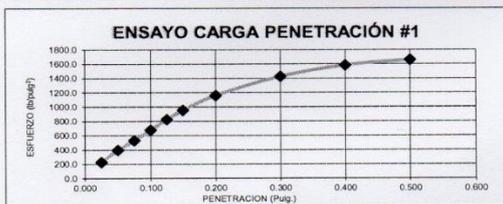
SOLICITANTE : VALVERDE LLAJARUNA JOSÉ FELIX

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ÁNGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : CACHICADÁN - SANTIAGODECHUCO - LALIBERTAD

FECHA : JULIO DEL 2017 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-X / E-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

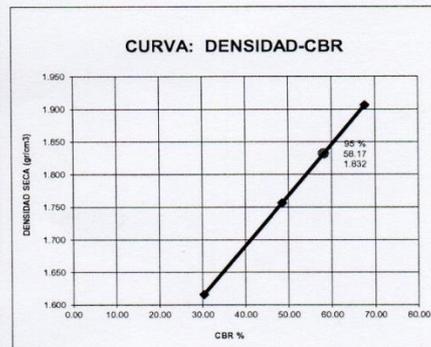


VALORES CORREGIDOS

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	677.3	1000	67.73	1.906
2	0.100	485.9	1000	48.59	1.756
3	0.100	303.3	1000	30.33	1.616

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	1161.3	1500	77.42	1.906
2	0.200	872.3	1500	58.15	1.756
3	0.200	669.0	1500	44.60	1.616

PROCTOR MODIFICADO: METODO C: ASTM D-1557	
Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³) 1.929
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³) 1.832
Óptimo contenido de humedad	(%) 5.28
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%) 67.73
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%) 58.17



CAMPUS TRUJILLO

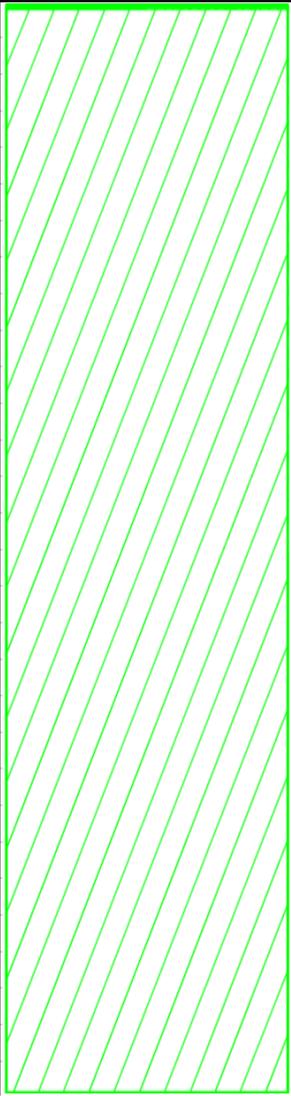
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.

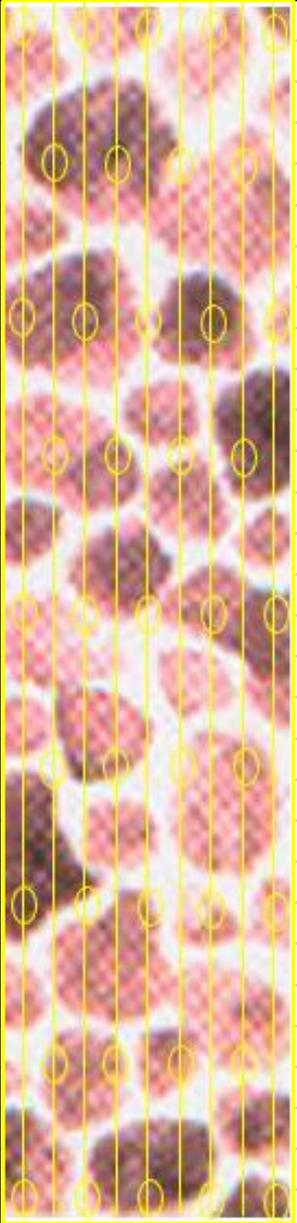
UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

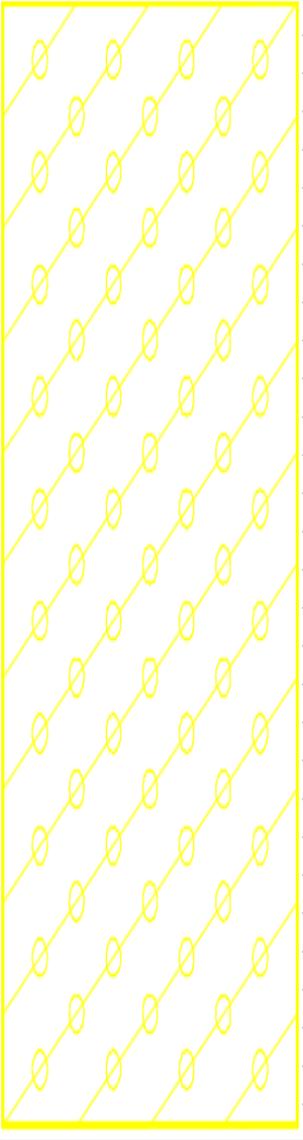


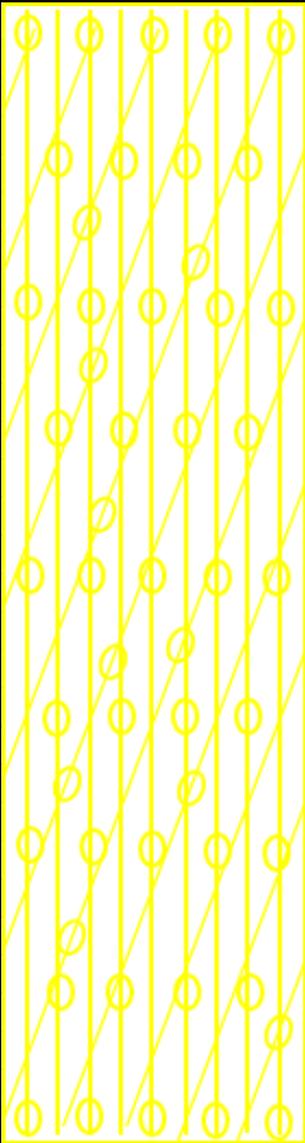
fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-1	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			CL – Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras (pulpa); un 97.98 % del material pasa la malla N° 200	CL	A - 4 (9)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-2	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			GP-GM, Grava mal gradada, mezclas grava – arena, poco o ningún fino y Grava limosa, mezclas grava, arena, limo. Excelente a bueno como subgrado. Con finos de 8.36% del material pasa la malla N° 200.	GP-GM	A - 1 - b (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
CALICATA N° 02		E1				

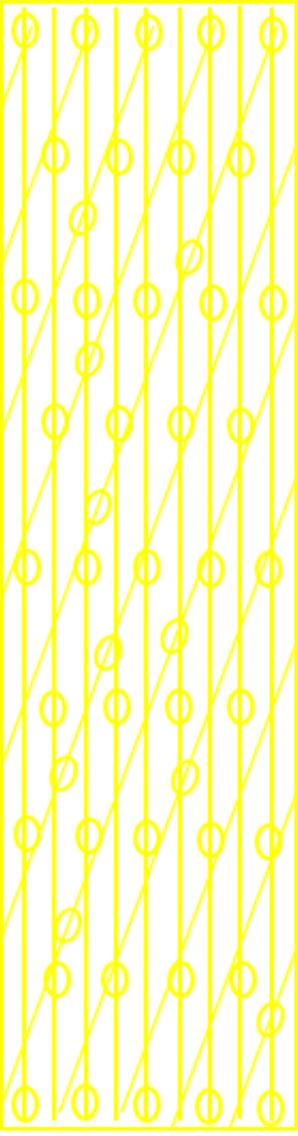
PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-3	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			GM – Grava limosa, mezclas grava, arena, limo. Excelente a bueno como subgrado. Con finos de 19.01% del material pasa la malla N° 200.	GM	A - 1 - b (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-4	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			SC – Arenas arcillosas, mezclas arena – arcilla. De malo a aceptable, como subgrado. Con finos de 17.98% del material pasa la malla N° 200.	SC	A - 2 - 6 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
CALICATA N° 04		E1				

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-5	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			SC-SM, arena arcillosa y arenas limosas, mezclas arena – limo – arcilla, con un 31.06% de finos que pasa la malla N°200	SC - SM	A - 2 - 4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-6	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			ML – Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas; un 69.66 % del material pasa la malla N° 200	ML	A - 4 (6)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-7	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			ML – Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, limo arcilloso, poco plástico, arenas finas limosas, arenas finas arcillosas; un 59.42 % del material pasa la malla N° 200	ML	A - 4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Muestra		Descripción del Material	Clasificación		Símbolo convencional (SUCS)
	C-8	Estrato		SUCS	AASHTO	
0.10			GC - GM, Grava arcillosa, Grava limosa, mezclas grava – arena arcillosas - arena, limo, con un 23.97% de finos que pasa la malla N°200	GC - GM	A - 1 - b (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10						
1.20						
1.30						
1.40						
1.50						
CALICATA N° 08		E1				

Anexo 2.- Panel fotográfico





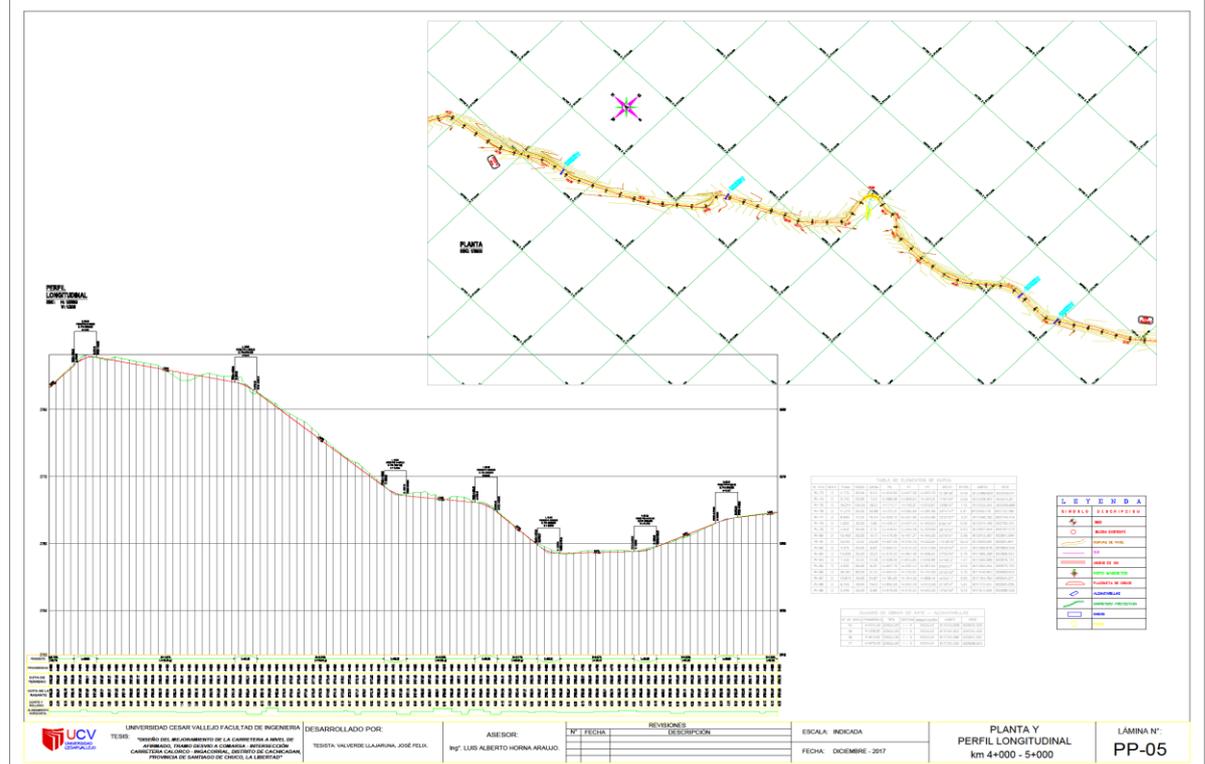
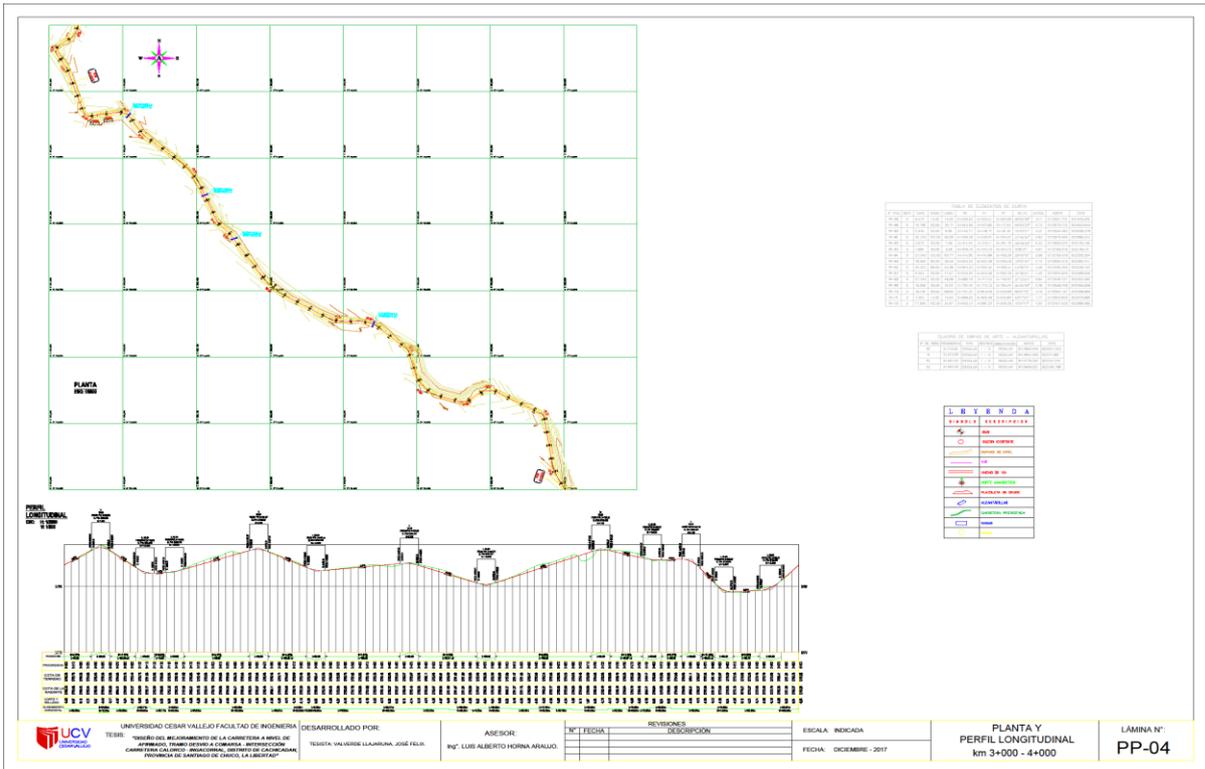


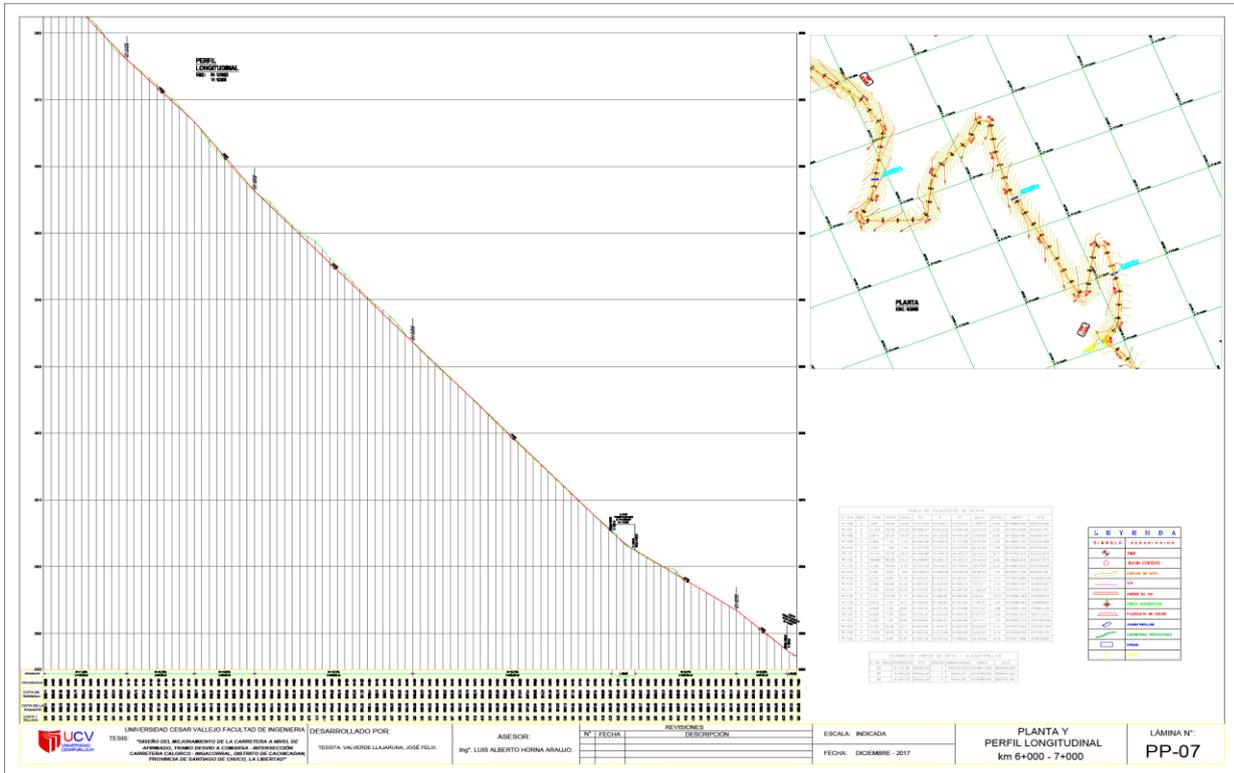
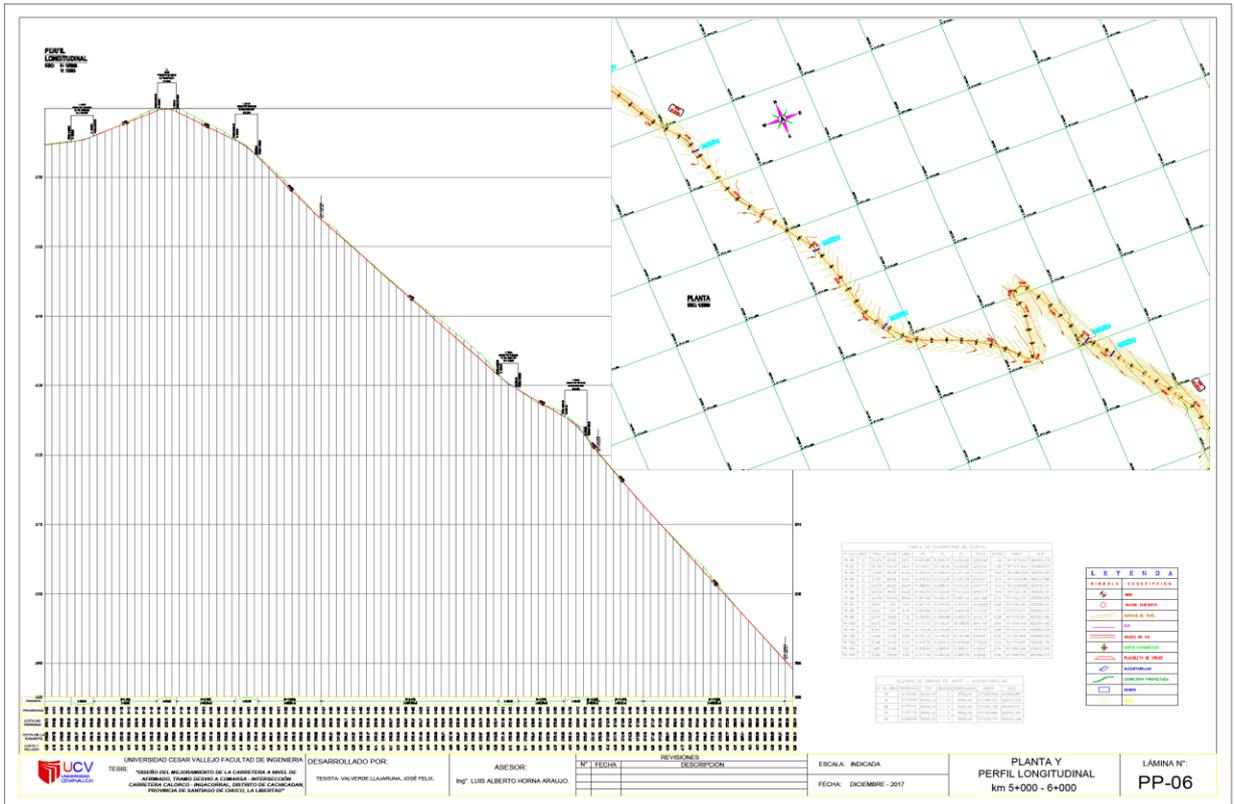


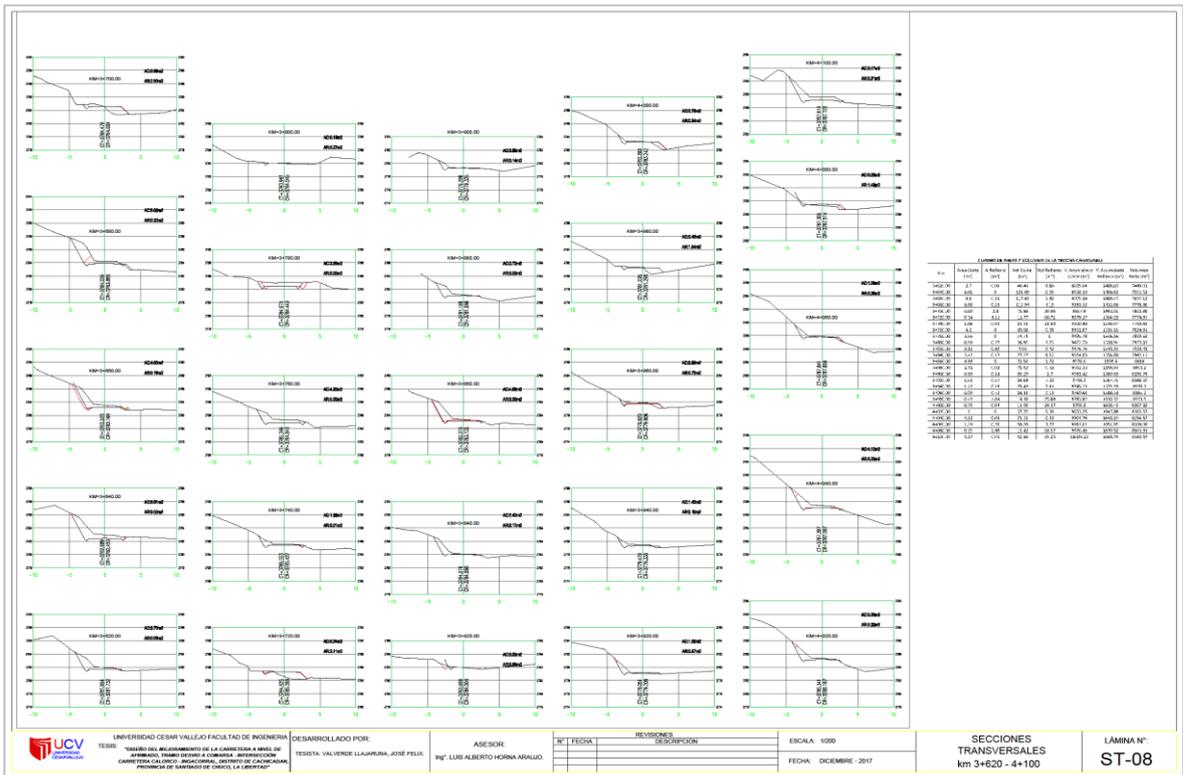












UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE
 APROXIMADO TIPO III EN LA COMUNA INTERSECCION
 CARRETERA CALLEJO - MANACAYAN, DISTRITO DE CACACAYAN,
 PROVINCIA DE SANTIAGO DE CARLOS LA LIBERTAD"

DESARROLLADO POR:
 TESIS: VALVERDE LLAMARANA, JOSÉ FELIX

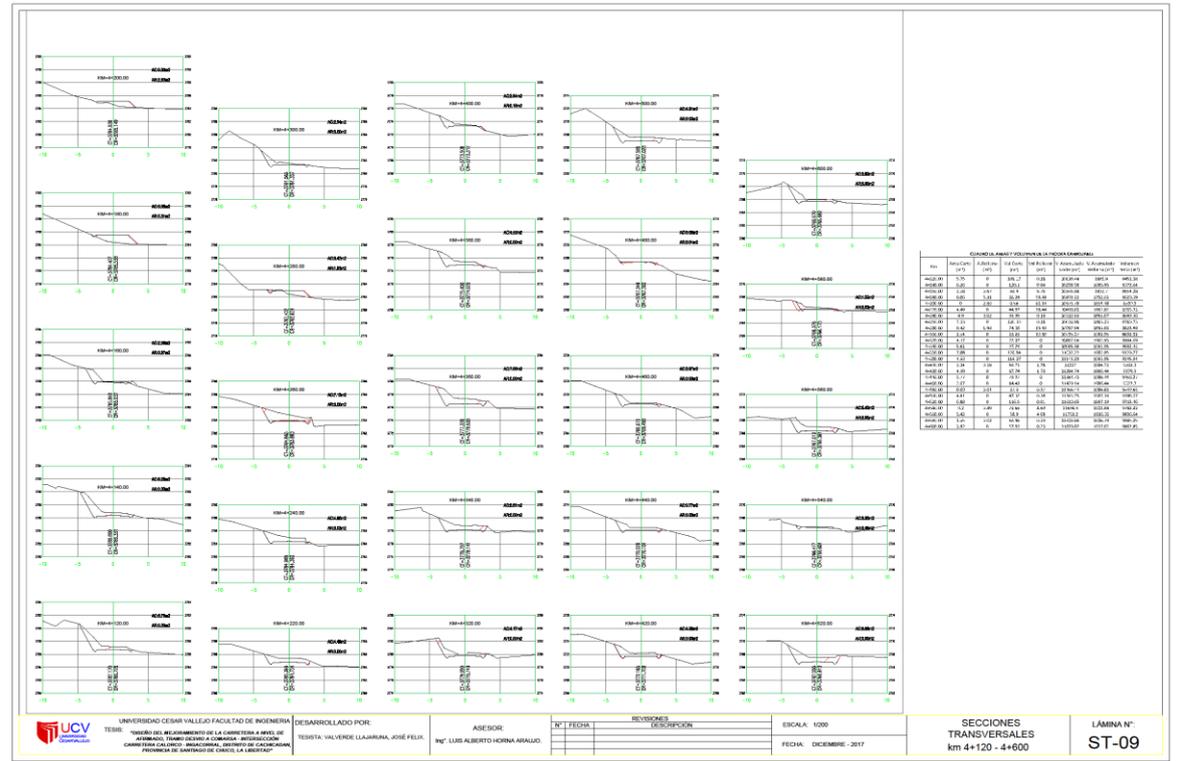
ASESOR:
 ING. LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO

REVISIONES	
N°	FECHA

ESCALA: 1:200
 FECHA: DICIEMBRE - 2017

SECCIONES
 TRANSVERSALES
 km 3+620 - 4+100

LÁMINA N°
 ST-08



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE
 APROXIMADO TIPO III EN LA COMUNA INTERSECCION
 CARRETERA CALLEJO - MANACAYAN, DISTRITO DE CACACAYAN,
 PROVINCIA DE SANTIAGO DE CARLOS LA LIBERTAD"

DESARROLLADO POR:
 TESIS: VALVERDE LLAMARANA, JOSÉ FELIX

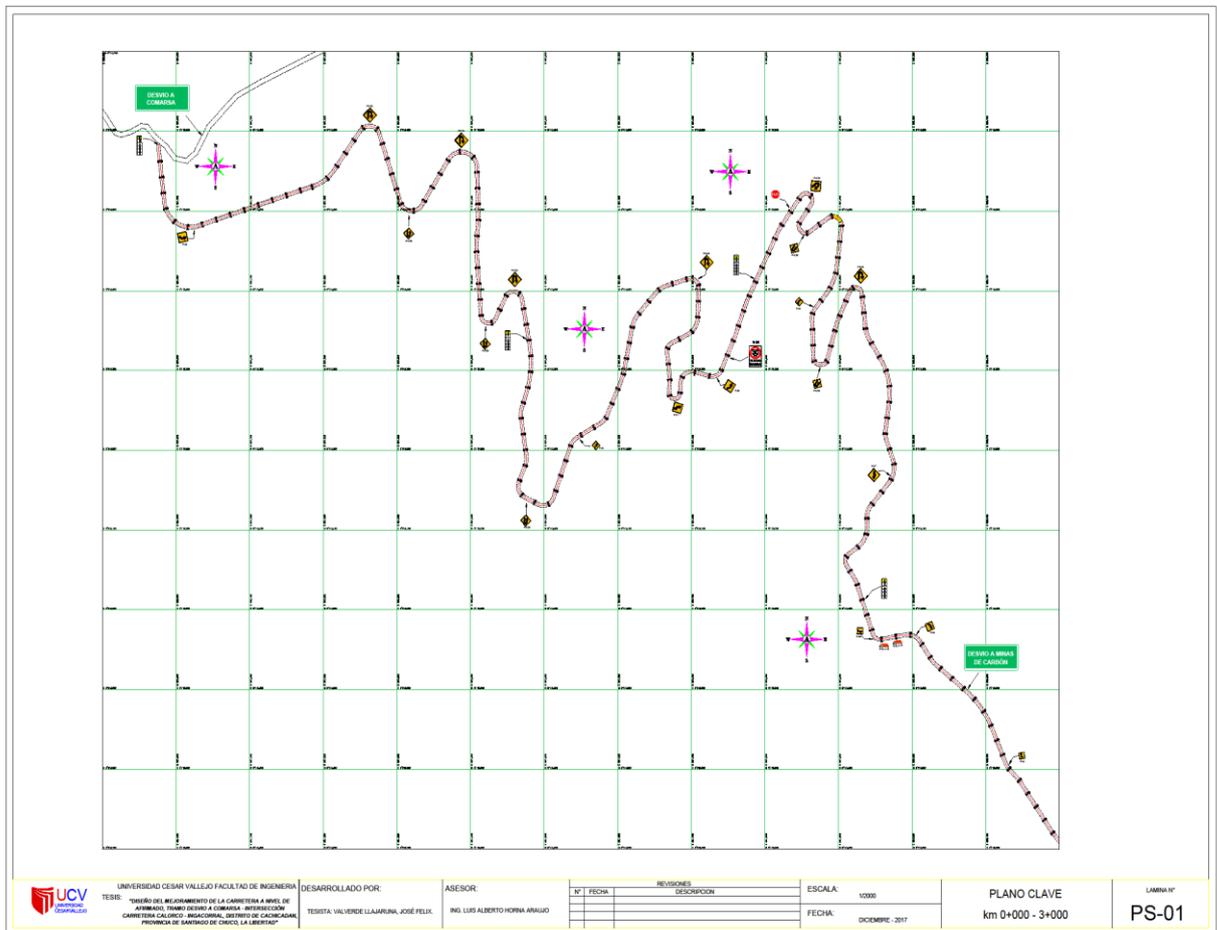
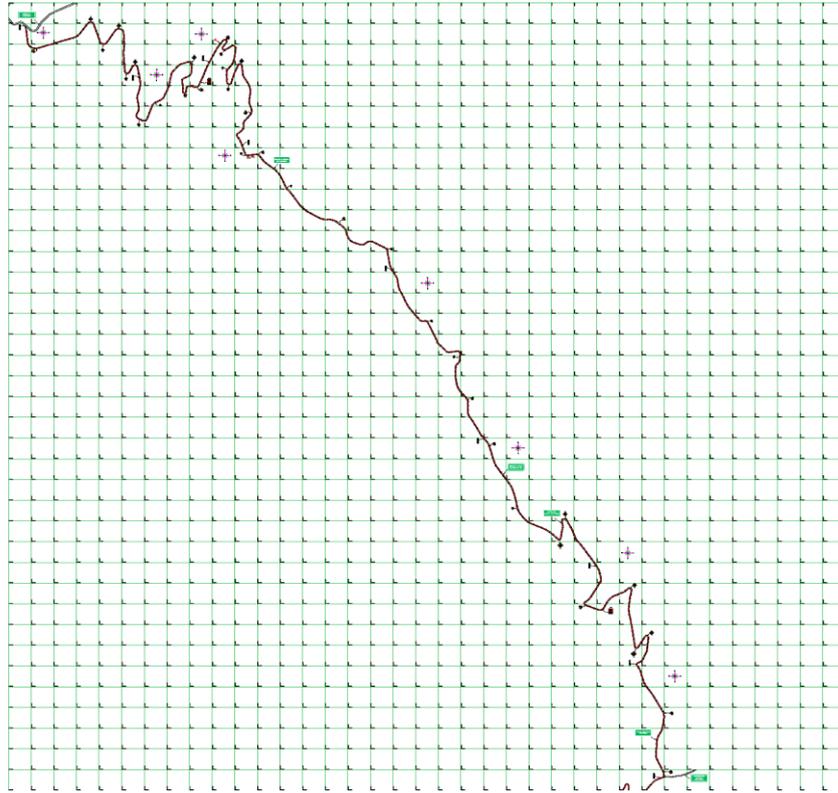
ASESOR:
 ING. LUIS ALBERTO HORNA ARAUJO

REVISIONES	
N°	FECHA

ESCALA: 1:200
 FECHA: DICIEMBRE - 2017

SECCIONES
 TRANSVERSALES
 km 4+120 - 4+600

LÁMINA N°
 ST-09



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA
 TESIS: DISEÑO DEL REAJUSTAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE APRENDIZAJE TUNEL (SECTOR A COMARSA - INTERSECCION CARRETERA CALIBRO - ANAQUASAL, DISTRITO DE CACHACABAN, PROVINCIA DE SAN MARTÍN DE CHILIS, LA LINDERA)

DESARROLLADO POR:
 TESIS: VALVERDE LLAMARUNA, JOSÉ FELIX

ASESOR:
 ING. LUIS ALBERTO HORNA ANGLAD

REVISIONES	
N°	FECHA

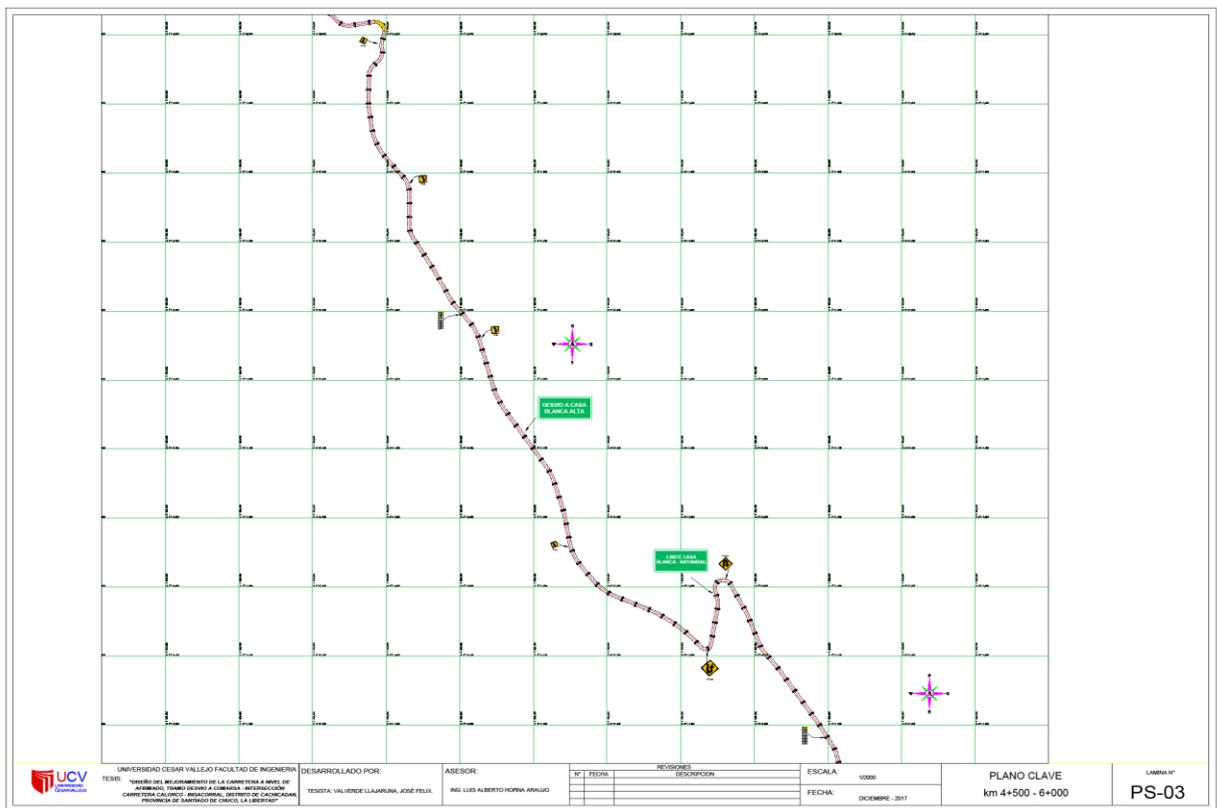
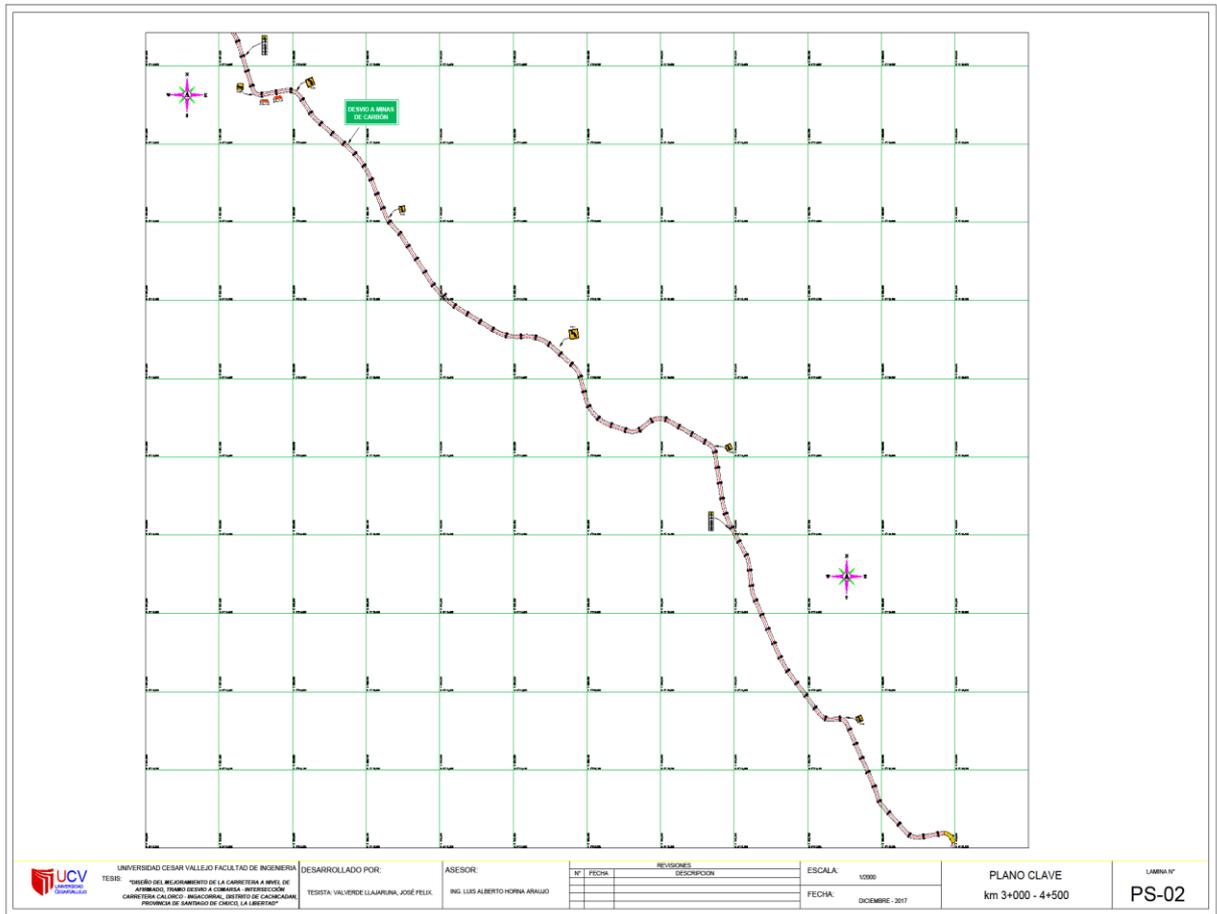
DESCRIPCION

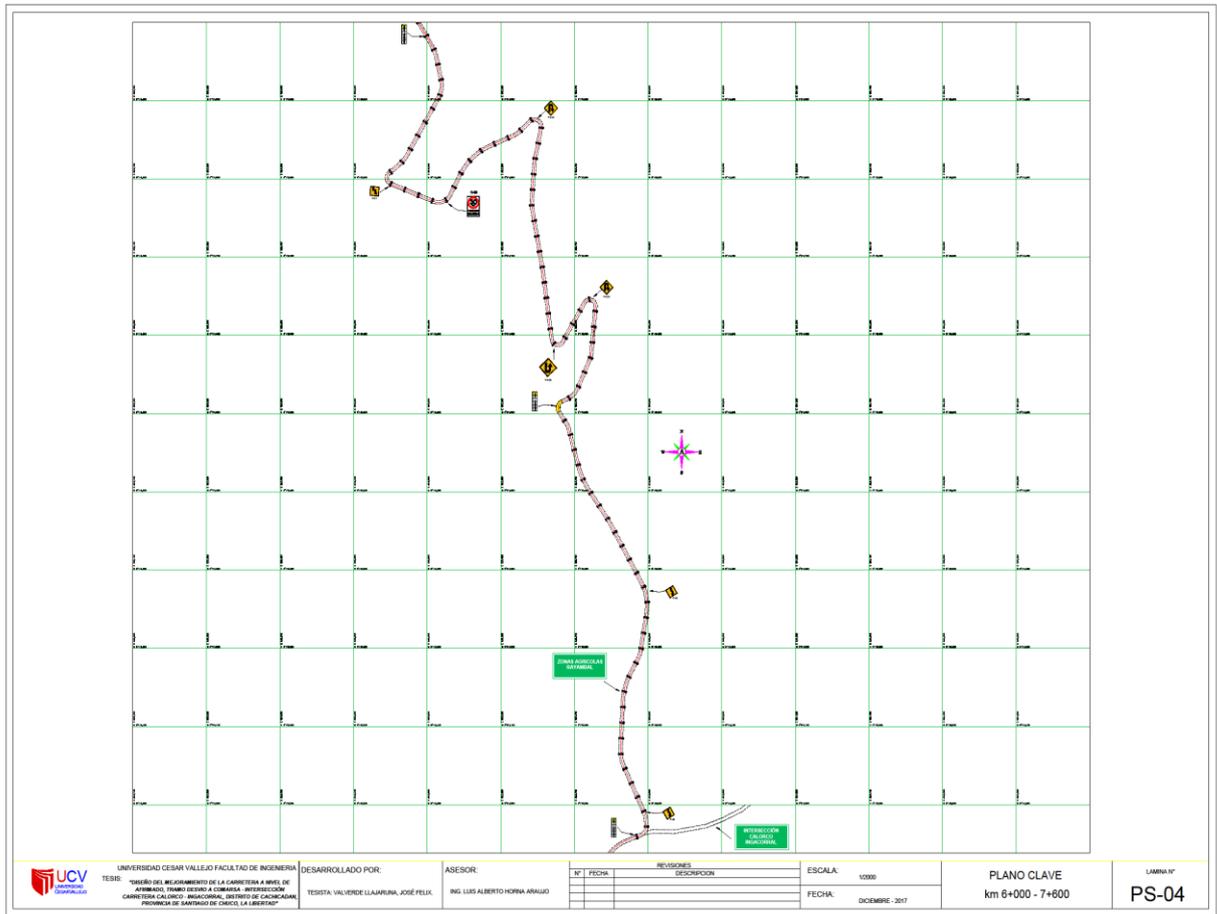
ESCALA: 1:10000

FECHA: DICIEMBRE, 2017

PLANO CLAVE
 km 0+000 - 3+000

LÁMINA N°
 PS-01





UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERIA
 TESIS: "ANÁLISIS DEL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL DE
 AFREDDO, TRAMO DESINO A CORNELA. INTERSECCIÓN
 CARRETERA CALLECILLO, ANAHCORRAL, DISTRITO DE CACHACAYAN,
 PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHACO, LA LIBERTAD"

DESARROLLADO POR:

TESISTA: VALVERDE LLAMARUM, JOSÉ FELIX

ASESOR:

ING. LUIS ALBERTO HERRERA ANAULO

REVISIONES	
N°	FECHA

DESCRIPCION

ESCALA: 1:10000

FECHA: DICIEMBRE 2017

PLANO CLAVE
 km 6+000 - 7+600

LAMINA N°
 PS-04