

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Diseño de la carretera Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse, distrito de Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Cajamarca, 2021

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

AUTOR

Luis Fernando Guerrero Irene

ASESOR

Lino Alcibiades Gayoso Santacruz

<https://orcid.org/0000-0001-6419-2986>

Chiclayo, 2024

**Diseño de la carretera Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse,
distrito de Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Cajamarca,
2021**

PRESENTADA POR

Luis Fernando Guerrero Irene

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Luis Quiroz Quiñones

PRESIDENTE

Hector Augusto Gamarra Uceda

SECRETARIO

Lino Alcibiades Gayoso Santacruz

VOCAL

DEDICATORIA

A mis queridos padres, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido los cimientos de mi educación.

A mi amada abuelita Hermelinda, cuya sabiduría, cariño y ejemplo han dejado una huella imborrable en mi vida.

A mi querida hermana Paola, por la maravillosa vida compartida y las gratas experiencias.

A Susan, cuyo apoyo incondicional, paciencia y aliento constante han sido mi fuente de fortaleza durante cada etapa de esta travesía académica.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor, Ing. Lino Alcibiades Gayoso Santacruz, por su orientación experta, paciencia y valiosos aportes que han enriquecido significativamente este trabajo.

A todos mis profesores y mentores, cuyos conocimientos y guía han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal.

A mis amigos, cuyo apoyo y estímulo han sido una fuente constante de motivación a lo largo de este viaje. A todos aquellos que participaron en el desarrollo de esta investigación, cuya colaboración y aportes han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

INFORME

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%	22%	4%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	9%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	doczz.biz.tr Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego	<1%

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	12
2.	REVISIÓN DE LA LITERATURA	17
2.1.	Antecedentes del problema	17
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	17
2.1.2.	Antecedentes nacionales	18
2.1.3.	Antecedentes locales	20
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	21
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	51
3.3.	Tipo y nivel de investigación	51
3.4.	Población y muestra	51
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
3.6.	Procedimiento	53
3.6.1.	Estudio de tráfico.....	53
3.6.2.	Estudio de rutas	55
3.6.3.	Estudio topográfico.....	60
3.6.4.	Diseño geométrico.....	62
3.6.5.	Estudio de Mecánica de suelos.....	62
3.6.6.	Estudio de canteras.....	64
3.6.7.	Estudio Hidrológico.....	64
3.6.9.	Estudio de impacto ambiental.....	69
4.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	70
4.3.	Estudio de tráfico.....	70
4.4.	Estudio de rutas	73
4.5.	Estudio topográfico	80
4.6.	Diseño geométrico.....	81
4.7.	Estudio hidrológico.....	106
4.8.	Estudio de impacto ambiental	128
4.9.	Metrados	138
4.10.	Análisis de costos unitarios	141
4.11.	Presupuesto	141
4.12.	Fórmula polinómica	145
4.13.	Cronograma de obra	145
4.14.	Evaluación económica	146
5.	CONCLUSIONES.....	147
6.	RECOMENDACIONES	150
7.	REFERENCIAS	151
8.	ANEXOS	154

ANEXO N° 1: Información de la zona del proyecto	154
ANEXO N° 4: Estudio hidrológico.....	173
ANEXO N° 6: Estudio de suelos y canteras.....	187
ANEXO N° 7: Estudio de rutas	195
ANEXO N° 8: Memoria de cálculo estructural.....	205
ANEXO N° 9: Metrados, ACU y presupuesto.....	244
ANEXO N° 10: Cronograma de obra (<i>diagrama Gantt</i>).....	299
ANEXO N° 11: Cronograma de obra (<i>diagrama Pert</i>)	300
ANEXO N° 12: Evaluación económica	301
ANEXO N° 13: Plan de manejo ambiental.....	303
ANEXO N° 14: Especificaciones Técnicas.....	311
ANEXO N° 15: Fotos	354

Lista de figuras

Figura N°1.	Tipos de terreno en carretera	25
Figura N°2.	Trazado en planta de la carretera	26
Figura N°3.	Trazado en alzado de la carretera	27
Figura N°4.	Simbología de las curvas horizontales.....	30
Figura N°5.	Trazado directo en una carretera	36
Figura N°6.	Conteo vehicular en estación E2.....	54
Figura N°7.	Estaciones de conteo vehicular.....	54
Figura N°8.	Participación en la sesión de ronda	55
Figura N°9.	Reconocimiento de la zona del proyecto	56
Figura N°10.	Camino de herradura y zonas de cultivo	57
Figura N°11.	Puntos de control	58
Figura N°12.	Carta nacional para el trazo de rutas.....	59
Figura N°13.	Instalación del punto de control al inicio del proyecto.....	61
Figura N°14.	Alineamiento horizontal ruta 1.....	74
Figura N°15.	Alineamiento horizontal ruta 2.....	75
Figura N°16.	Alineamiento horizontal ruta 1 y 2.....	75
Figura N°17.	Ubicación de la cantera de afirmado.....	100
Figura N°18.	Delimitación de cuencas	107
Figura N°19.	Sección típica cunetas	118
Figura N°20.	Caudal de aporte de cuentas	118
Figura N°21.	Terrazyme en trochas.....	128
Figura N°22.	Áreas verdes del lugar de estudio	130

Índice de tablas

Tabla N°1.	Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras	28
Tabla N°2.	Deflexión máxima sin curva circular	29
Tabla N°3.	Fricción transversal máxima en curvas	29
Tabla N°4.	Radios que permiten prescindir de curva de transición	30
Tabla N°5.	Longitudes de tramos en tangente	31
Tabla N°6.	Longitudes de tramos en tangente	33
Tabla N°7.	Valores de bombeo	35
Tabla N°8.	Valores de peralta máximo	35
Tabla N°9.	Periodos de retorno obras de arte	41
Tabla N°10.	Valores de rugosidad de Manning	42
Tabla N°11.	Número de calicatas para la exploración de suelos	43
Tabla N°12.	Simbología Clasificación AASHTO	43
Tabla N°13.	Simbología Clasificación SUCS	44
Tabla N°14.	Características de la muestra patrón (CBR)	46
Tabla N°15.	Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía	57
<i>Tabla N°16.</i>	<i>Pendientes máximas (%)</i>	<i>58</i>
Tabla N°17.	Muestreo de suelos	63
Tabla N°18.	IMDA de la estación de conteo E1	71
Tabla N°19.	IMDA de la estación de conteo E2	71
Tabla N°20.	Proyección de tráfico con proyecto E1	73
Tabla N°21.	Proyección de tráfico con proyecto E2	73
Tabla N°22.	Evaluación de viabilidad técnica de las alternativas	76
Tabla N°23.	Evaluación de viabilidad ambiental de las alternativas	76
Tabla N°24.	Rentabilidad, VAN y TIR de los beneficios de la alternativa de ruta 1	77
Tabla N°25.	Rentabilidad, VAN y TIR de los beneficios de la alternativa de ruta 2	77
Tabla N°26.	Resumen de criterios de evaluación de las alternativas de rutas	78
Tabla N°27.	Resultados Método de Bruce	79
Tabla N°28.	Puntos obtenidos en campo	81
Tabla N°29.	Parámetros de diseño	82
<i>Tabla N°30.</i>	<i>Tabla de características vehículo C2</i>	<i>82</i>
<i>Tabla N°31.</i>	<i>Elementos de curvas horizontales</i>	<i>84</i>
Tabla N°32.	Verificación de pendientes longitudinales	85
Tabla N°33.	Resumen del diseño de espirales	86
<i>Tabla N°34.</i>	<i>Replanteo de elementos de curva horizontal</i>	<i>88</i>
<i>Tabla N°35.</i>	<i>Parámetros para el diseño de curvas verticales</i>	<i>89</i>

Tabla N°36.	Parámetros de diseño de curvas verticales.....	89
Tabla N°37.	Diseño de curvas verticales	90
Tabla N°38.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-1	93
Tabla N°39.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-2	93
Tabla N°40.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-3	94
Tabla N°41.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-4	94
Tabla N°42.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-5	95
Tabla N°43.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-6	95
Tabla N°44.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-7	96
Tabla N°45.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-8	96
Tabla N°46.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-9	97
Tabla N°47.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-10	97
Tabla N°48.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-11	98
Tabla N°49.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-12	98
Tabla N°50.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-13	99
Tabla N°51.	Resumen de estudios de mecánica de suelos C-14	99
Tabla N°52.	Resumen de resultados cantera de afirmado	100
Tabla N°53.	Resumen de resultados cantera de arena	101
Tabla N°54.	Resumen de resultados cantera de piedra chancada.....	102
Tabla N°55.	Resumen de resultados fuente de agua (Río La Capilla)	103
Tabla N°56.	Resumen de resultados fuente de agua (El Verde)	103
Tabla N°57.	Dosificación de concreto (obras hidráulicas)	104
Tabla N°58.	Dosificación de concreto (muros de contención).....	105
Tabla N°59.	Dosificación de concreto (mampostería)	105
Tabla N°60.	Coordenadas de quebradas.....	106
Tabla N°61.	Coefficientes de escorrentía.....	107
Tabla N°62.	Características de las subcuencas	108
Tabla N°63.	Tiempo de concentración de cada subcuenca	109
Tabla N°64.	Tiempo de retorno seleccionado	110
Tabla N°65.	Precipitaciones máximas en la estación Querocotillo	110
Tabla N°66.	Resultado de precipitaciones programa Hidroesta2	112
Tabla N°67.	Resultados pruebas de bondad de ajuste	112
Tabla N°68.	Precipitaciones máximas por tiempo de duración.....	113
Tabla N°69.	Intensidades- Tiempo de duración	113
Tabla N°70.	Caudales para cada subcuenca	115
Tabla N°71.	Caudales de aporte	119
Tabla N°72.	Ubicación de obras de arte	120

Tabla N°73.	Diseño hidráulico de alcantarillas	121
Tabla N°74.	Diseño hidráulico de badenes.....	122
Tabla N°75.	Cálculo ESAL de diseño	124
Tabla N°76.	Cálculo del Módulo Resiliente	125
Tabla N°77.	Cálculo del espesor de reemplazo	126
Tabla N°78.	Cálculo de espesor de a firmado	127
Tabla N°79.	Acceso al lugar	129
Tabla N°80.	Flora nativa del lugar	131
Tabla N°81.	Fauna silvestre existente.....	133
Tabla N°82.	Fauna doméstica existente.....	134
<i>Tabla N°83.</i>	<i>Matriz de identificación de impactos ambientales</i>	<i>136</i>
<i>Tabla N°84.</i>	<i>Matriz de Leopold</i>	<i>137</i>
Tabla N°85.	Resumen de metrados.....	138
Tabla N°86.	Presupuesto	141
Tabla N°87.	Fórmula polinómica.....	145
Tabla N°88.	Evaluación económica	146

Lista de gráficas

Gráfico N°1. Número de vehículos por día de la semana en la estación de conteo E1	71
Gráfico N°2. Número de vehículos por día de la semana en la estación de conteo E2	71
Gráfico N°3. Distribución del tráfico E1	72
Gráfico N°4. Distribución del tráfico E2	72
<i>Gráfico N°5. Sección transversal típica</i>	<i>91</i>
Gráfico N°6. Resumen de estudios de mecánica de suelos	92
Gráfico N°7. Curvas I-D-F Estación Querocotillo.....	114

RESUMEN

Con el transcurso de los años, la población a nivel mundial se ha ido incrementando lo que ha traído como consecuencia la necesidad del desarrollo en infraestructura de transporte. El desarrollo de un país va estrechamente relacionado con sus vías de comunicación debido a que facilitan el acceso a áreas remotas y contribuyen al progreso económico y social. Este trabajo de investigación muestra el diseño de una carretera de 12.446 km la cual servirá de unión entre los centros poblados de Chaupe Cruz y Santa Clara de Camse, dichos poblados en la actualidad están en crecimiento y necesitan de una carretera para transportar sus productos agropecuarios. En la vía en mención se utilizará un aditivo ecológico en la estabilización de la superficie de rodadura con el fin de aumentar su durabilidad en el tiempo. Para lograr un buen desarrollo del proyecto se realizaron estudios y análisis que permitieron tener una idea general y específica de todos los componentes que conformaran la vía. Los parámetros y criterios del diseño vial se ciñeron a los dados por la normativa peruana vigente DG-2018.

PALABRAS CLAVE: Carretera, Terrazyme, Diseño Geométrico, superficie de rodadura.

ABSTRACT

Over the years, the global population has been increasing, which has resulted in the need for transportation infrastructure development. The development of a country is closely related to its communication routes as they facilitate access to remote areas and contribute to economic and social progress. This research work presents the design of a 12,446 km road that will serve as a connection between the populated centers of Chaupe Cruz and Santa Clara de Camse. These settlements are currently experiencing growth and require a road to transport their agricultural products. An ecological additive will be used in the mentioned road to stabilize the road surface in order to increase its durability over time. To achieve a successful project development, studies and analyses were conducted to obtain a general and specific understanding of all the components that will make up the road. The parameters and criteria for road design adhere to the current Peruvian regulations DG-2018.

KEYWORDS: Road, Terrazyme, Geometric Design, road surface.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de toda la historia del ser humano, las vías de comunicación han logrado que las civilizaciones se desarrollen de la mejor manera[1]. Gracias a los caminos el hombre antiguo podía comercializar sus productos, comunicarse con otros pueblos e incluso fueron de trascendental importancia para las conquistas de nuevos territorios ya que gracias a ellos se podían transportar las tropas y suministros que los soldados requerían. En los tiempos actuales como consecuencia del avance el transporte por carretera se ha transformado en el modo predominante entre los viajeros[2]. La carretera se ha convertido en un factor sustancial para el adelanto y progreso de un pueblo creando riqueza y optimando el estilo en el que las personas viven y se desarrollan[1].

El Perú en la época del Tahuantinsuyo contaba con la denominada red vial incaica la cual consistía en un sistema de caminos que conectaban las ciudades más importantes del imperio. Esta red de caminos impulsó el desarrollo y contribuyó a la unificación del imperio, facilitando la comunicación entre comunidades[3]; desde el año 2014 la UNESCO considera que la red vial incaica es patrimonio del mundo. En la actualidad, el conjunto de vías interconectadas en el país se compone de seis tipos de carretera según la demanda de vehículos[4] de las cuales el 12% se encuentran en estado malo y el 18% en un estado regular.

La economía de la provincia de Cutervo está constituida principalmente por la agricultura y ganadería, actualmente es uno de los importantes productores del cultivo de papa a lo largo del departamento de Cajamarca, asimismo cultiva maíz, caña de azúcar, café, cacao, legumbres y diversidad de frutas. La provincia de Cutervo en la actualidad posee restricciones en lo que refiere a su interconexión vial sin embargo pese a sus condiciones es la primera alacena en productos agropecuarios en el norte peruano, a través de las vías como Cutervo - Chiple, Cutervo - Malleta y Cutervo - Cuyca, por lo tanto, tiene conexión con una carretera importante en la zona la cual es la carretera Fernando Belaunde Terry[5].

Santo Domingo de la Capilla es un distrito perteneciente a la provincia de Cutervo el cual colinda con los distritos de Callayuc y Cutervo, por el noreste y suroeste respectivamente, el distrito se encuentra situado a una altura de 1761 m.s.n.m. El sustancial progreso económico del distrito es debido al sector agropecuario siendo la siembra de café, caña de azúcar y papa los principales sembríos que produce la zona. Cuenta con una población que se encuentra entre los 4,701 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el Padrón

Nacional de Población y Vivienda divulgado el año 2017 y en la actualidad contiene la cantidad de habitantes de 45 personas por cada km². Este distrito cuenta con un total de 27 centros poblados en los cuales se hace difícil el comercio de sus productos debido a la falta de redes de comunicación o al mal estado en las que estas se encuentran, ello se puede observar en el índice de pobreza del distrito ya que es considerado como uno de los más pobres dentro de la provincia de Cutervo, con un indicador de 90.31% de necesidad.

El caserío Chaupe Cruz se conecta con el distrito de Santo Domingo de la Capilla mediante la trocha existente de 5.2 km de longitud y tiene una población de 312 habitantes, con respecto a la producción agropecuaria en Chaupe Cruz se cuenta con 45 hectáreas de pastos naturales donde el 33.33% de los pobladores se dedican a la ganadería y 120 hectáreas donde el 66.67% se dedican a la agricultura, con el 100% de agricultores sembrando café y caña de azúcar siendo estos los principales productos cosechados en la zona. El caserío cuenta con un área total de 290 hectáreas de las cuales 60 hectáreas no se utilizan en ninguna actividad productiva generando pérdidas de S/ 54,075.00 nuevos soles anuales. Por otra parte, el 66.67% de los habitantes van a Santa Clara de Camse con motivos comerciales y el 41.67% con motivos de trabajo.

El caserío de Santa Clara de Camse está ubicado en el extremo oeste del distrito de Cutervo, está conformada por una población de 517 habitantes, del cual el 57.14% está dedicada a la ganadería y el 42.86% a la agricultura, se produce principalmente papa ya que el 92.83% de los agricultores la cosechan. El 78.57% de los pobladores de Santa Clara de Camse van a Chaupe Cruz los fines de semana con la finalidad de hacer un intercambio comercial y dado que la única salida que tienen al caserío vecino es un camino de herradura cuyo tiempo de traslado es de 3 horas, teniendo en cuenta que en tiempos de lluvia se vuelve intransitable para llevar sus productos en acémilas, lo que provoca que, en Santa Clara de Camse se desaprovecha 50 hectáreas de terreno la cual se traduce en S/ 52,867.50 nuevos soles anuales de pérdida, generando un malestar en la población.

Por otro lado, para los proyectos de construcción civil, en ambos caseríos el 100% de la arena que utilizan es traída en acémilas desde una cantera que se encuentra entre los dos pueblos, esto con la finalidad de reducir los costos de traslado del material desde canteras pertenecientes a Cutervo. Por esto se ve necesaria la implementación de una carretera que facilite el acceso a las canteras de arena y facilite el comercio favoreciendo al desarrollo de los

pueblos y reduciendo los índices de pobreza del distrito. Por lo anteriormente expuesto el trabajo se halla justificado por los subsiguientes motivos:

El actual proyecto se enfoca en proponer una solución viable al problema de transporte que existe entre las comunidades de Chaupe Cruz y Santa Clara de Camse aplicando conocimientos adquiridos en la universidad y respetando lo estipulado en la normativa actual del Manual de Carreteras DG-2018 publicado por el MTC.

El proyecto beneficia de manera directa a los pobladores tanto de Santa Clara de Camse como de Chaupe cruz puesto que son lugares con bastante potencial agropecuario se vería un incremento en la producción aumentando el flujo comercial, el cual se vería reflejado en el adelanto económico de la zona, dando mejor calidad de vida a las personas, esto se da gracias a que la carretera disminuye el tiempo de traslado y da la posibilidad a los pobladores de llevar más mercancía en menor tiempo. De esta manera el agricultor y ganadero realizarían su trabajo con mayor eficiencia. El proyecto además de estimular la economía también genera integración y comunicación entre los caseríos debido a que la carretera facilita el acceso a las personas a mejores condiciones de vida.

El presente proyecto considerará como objetivo general realizar el diseño de la carretera Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse, Distrito de Santo Domingo de la Capilla, Provincia de Cutervo, Departamento de Cajamarca.

Para el cumplimiento se presentan los objetivos específicos como: Determinar las particularidades del terreno existente en la zona por medio de actividades de estudios de mecánica de suelos y levantamiento topográfico, efectuar el estudio de tráfico de la zona del proyecto, evaluar dos opciones de ruta con el propósito de elegir la más adecuada, realizar el estudio hidrológico e hidráulico, elaborar el diseño geométrico y diseño de obras de arte necesarias, elaborar los planos correspondientes, determinar y diseñar el tipo de estructura y superficie de rodadura, determinar costos y presupuesto como también realizar el cronograma de la obra y realizar la evaluación económica del proyecto.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes Internacionales

TESIS DE PREGRADO: “PROPUESTA DE UN DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN UN SECTOR PERIFÉRICO DEL OCCIDENTE DE BOGOTÁ”[6]

Este informe de investigación realizado en la Universidad Católica de Colombia pretende dar una alternativa para resolver las dificultades de transitabilidad de vehículos que se da en el Departamento de Cundinamarca ya que se identificó que los vehículos se desplazaban a velocidades bajas debido a que el diseño existente está en operación por encima del aforo que ofrece, lo cual genera una saturación en el tránsito y como derivación una ampliación en el gasto de combustible, principalmente en los camiones que llegan a esa zona para cargar y descargar productos. Para esto los autores identifican los principales problemas que conllevan a este estado y en base a eso realizan su propuesta y el diseño que se requiere, utilizando la normativa colombiana en este caso son normas propuestas por el INVAS. La conclusión es que la proposición de la implementación de una variante es una solución efectiva donde los vehículos ahora conseguirán circular a una velocidad de 120 km/h como tope y la congestión generada por los camiones se verá reducida.

TESIS DE PREGRADO: “REDISEÑO GEOMÉTRICO Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL GUALEA CRUZ – URCUTAMBO”[7]

Este trabajo se presenta con el fin de servir de ayuda a la sociedad mejorando el comercio de productos agropecuarios entre los poblados de Gualea Cruz y Urcutambo debido a que es una zona con potencial agrícola y ganadero, para ello plantea un cambio a la carretera que existe de tal manera que se produzca mejora en sus elementos de diseño. El autor se plantea la meta general de volver a hacer el diseño y mejoramiento de la vía que une estos dos pueblos. Para ello hace un exhaustivo estudio del estado en el que encontró la vía y compara las características con las estipuladas en la norma NEVI 2012 _VOLUMEN 2^a. En la investigación se tiene como resultado que la vía es de gran importancia porque además de unir a los dos pueblos se trata de una vía que une dos provincias que podrán hacer intercambio comercial de manera más rápida y eficaz.

TESIS DE PREGRADO: “DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO COMPRENDIDO DE LA COMUNIDAD ZET AL KM 38 CARRETERA RN-5, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA”[8]

Ésta tesis realizada en la Universidad de San Carlos del país de Guatemala quiere solucionar varios problemas económicos como también sociales asociados a la comunidad Zet con la implementación de una vía de comunicación pavimentada, para lo cual el autor realiza un acercamiento detallado a las condiciones presentes de la localidad la cual es presentada en el primer capítulo de la tesis; por otro lado, yendo a la parte número dos nos encontramos plasmados los estudios ineludibles para el diseño como es el estudio geológico, se presenta el cálculo de todas las partes que componen una vía, dando como solución que se trata de un pavimento rígido que se utilizará a lo largo de toda la carretera, todo ello teniendo en cuenta la normativa de su país. Al final de la investigación el autor concluye que el espesor del pavimento será de 15 cm con una dosificación 1:2.32:3.20. Además, por las necesidades que pasa la comunidad Zet es de suma importancia la construcción de esta carretera.

2.1.2. Antecedentes nacionales

TESIS DE PREGRADO: “DISEÑO DEL TRAMO VIAL ENTRE LOS CASERÍOS CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE, DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO, REGIÓN LA LIBERTAD “ [9]

Este trabajo propone unir tres caseríos con el objetivo de priorizar los estilos de vida de los vecindarios actuales y futuros del lugar debido a que se ve perjudicado la comercialización de las cosechas del sector, así como la falta de postas médicas impactan negativamente el bienestar y salud de las personas dando una baja situación de vida. El trabajo tiene como objetivos: realizar investigación de las propiedades de los suelos, trabajo de investigación con el fin de obtener datos para hallar el IMDA el cual se utiliza en la realización del diseño, de igual manera realizar estudios hidrológicos e hidráulicos y se determinaron los espesores de pavimentación a nivel de afirmado. Las autoras llegan a la conclusión de que el IMDA tiene un valor de 209 veh/día, por lo que, la vía se considera de tercera clase y se trazó con una distancia en total de 6.7 km. Por otra parte, se realizó el presupuesto de obra para su posterior construcción llegando a un costo directo en soles de S/. 3’ 592, 616.98.

TESIS DE PREGRADO: “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA TROCHA CARROZABLE SACCSAMARCA Y CHACANA, DISTRITO DE CIRCA, APURÍMAC, 2020”[10]

Esta referencia propone la implementación de una vía que conecte los pueblos de Saccsamarca con Chacana debido a que en la actualidad están unidas por un camino de herradura de 2.8 km de distancia en malas condiciones por el cual los pobladores transportan sus mercancías mediante acémilas y en épocas de lluvia es intransitable. Para ello el autor realiza once calicatas en total para la inspección de suelos y realiza investigaciones hidrológicas para el diseño de las labores de arte. El autor se apoya en los softwares AutoCAD y Civil 3D para el trabajo en gabinete, además utiliza las pautas del manual DG 2018 como normativa para efectuar los diseños correspondientes. Como respuesta a la pregunta inicial se obtiene como resultado que la vía se considera de tercera clase y tiene una extensión total de 4.7 km con un carril de 3.50 m y el presupuesto para la ejecución de la infraestructura tiene un costo de S/. 1, 289,745.48.

TESIS DE PREGRADO: “PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEÑALIZACIÓN DEL TRAMO 5 DE LA RED VIAL VECINAL EMPALME RUTA AN-111 – TINGO CHICO, PROVINCIAS DE HUAMALÍES Y DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO”[11]

El autor en la siguiente referencia se propone trazar una carretera de 10 Km con superficie de rodadura pavimentada y con la señalización correspondiente para la unión de unir tres centros poblados en el departamento de Huánuco debido a que se ve necesaria esta carretera para el desarrollo de los pueblos del sector que se dedican a la agricultura. Para el diseño utiliza la normativa que brinda el MTC para el trazado de vías (DG 2014), así mismo, toma en cuenta criterios y técnicas internacionales para de esa manera presentar un diseño cómodo para los usuarios y económico en su construcción. Se llega a la conclusión de que entre los muchos beneficiados por la carretera los beneficiarios inmediatos del proyecto llegan a los 24500 habitantes y la extensión total de la vía es de 10.6 km. La infraestructura de transporte se tiene las características de una vía de tercera clase y el pavimento es una carpeta asfáltica.

2.1.3. Antecedentes locales

TESIS DE PREGRADO: “DISEÑO DE LA CARRETERA KM 73+900 ANTIGUA PANAMERICANA NORTE – CP. PUEBLO NUEVO, DISTIRTO DE MOTUPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE”[12]

En esta investigación el autor se plantea hacer el trazo de la vía del km 73+900 de la vieja Panamericana Norte al centro poblado denominado “Pueblo” debido a que no existe este proyecto y los pobladores necesitan de una carretera que los comunique y puedan transitar con mayor facilidad, además se presenta este trabajo para que se tenga un estudio que conlleve a un expediente técnico para la realización de la obra. Para ello el autor se propone como objetivo general elaborar el diseño geométrico y como objetivos generales realizar diversos estudios como: topografía, geotécnicos e impacto del medio ambiente. Como conclusión se tiene que la vía en proyecto tendrá un ancho de calzada de 6.60 m y la distancia total de 4.3 km además no se debe superar el valor de 50 m para los radios de curvatura en el diseño en planta. Por otro lado, la inspección geológica indica que el suelo es arena limosa SM.

TESIS DE PREGRADO: “DISEÑO DE LA CARRETERA BUENOS AIRES – UNIÓN QUILAGAN – SUCCHA ALTA – LA PALMA, DISTRITO DE QUEROCOTILLO, PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018”[13]

Este trabajo se traza como meta general el diseño vial donde se unan los caseríos de Buenos Aires – La palma perteneciente al distrito de Querocotillo, debido a que el distrito está clasificado como muy pobre, además los pobladores tienen muchas carencias las cuales dificultan el adelanto de los caseríos y la falta de la vía alarga el tiempo de traslado porque tienen que ir a pie o en acémilas. La autora se propone realizar dos opciones de trazo y estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos, estudios de suelos, etc. Con la finalidad de que le sea de ayuda al momento de realizar el diseño. En esta tesis se llega a la conclusión de que la ruta de trazo número N°1 es la óptima en un sentido de costo beneficio. Con la inspección topográfica se obtuvieron datos necesarios en la clasificación de la vía, y se identificó un terreno escarpado debido a la pendiente mayor a 10%.

TESIS DE PREGRADO: “DISEÑO DE LA CARRETERA HUAYRABAMBA – CHIPLE BAJO, DISTRITO DE COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018”[14]

Esta tesis se plantea realizar los trabajos de campo y ejecutar el desarrollo del trazado para la construcción de la infraestructura de transportes que una las localidades de Huayrabamba – Chiple Bajo, ambos se encuentran dentro del distrito de Cochabamba debido a que los habitantes necesitan de la edificación de dicha vía para el traslado de su producción agropecuaria la cual se ve muy afectada porque para vender sus productos tienen que utilizar acémilas para su traslado lo que se ve reflejado en una pérdida productiva de 170 hectáreas de terreno en el caserío de Huayrabamba y 70 hectáreas de terreno en el caserío de Chiple Bajo de. El autor realiza estudios que le permitan tener una idea de la zona de estudio y de esa manera realizar un buen diseño. Se realizaron dos propuestas de ruta y el proyecto tuvo cuatro fases para su desarrollo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Análisis de tránsito vehicular

El uso de la hoja para anotar el tráfico de vehículos será utilizado como apoyo para estimar y luego analizar los resultados y con ello completar uno de los requisitos para el diseño de la sección de la carretera y, más adelante, determinar la cantidad de Cargas Equivalentes de Eje (EE). Lo anterior nos proporcionará datos certeros y obligatorios para seleccionar los grosores apropiados de los diferentes estratos que conforman la superficie de la calzada.

2.2.2. Índice medio diario anual (IMDA)

El IMDA constituye la cuantificación o estimación que se realiza a la cantidad de carros que transitan en una determinada parte de la vía en un año determinado. Este indicador es el resultado del trabajo de campo donde se toma nota del número de vehículos en el lapso de una semana, y el trabajo de oficina donde se identifica el componente que corrige la conducta de los pasajeros[15].

$$IMDA = IMDS \times FC$$

Dónde:

IMDS: Índice Medio Diario Semanal

FC: Factor de Corrección Estacional

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se consigue del promedio del conteo realizado en una semana.

$$IMDS = \frac{\sum V_i}{7}$$

Dónde:

V_i : Volumen vehicular en un día.

2.2.3. Incremento del tránsito

En la vida útil del proyecto existirá un volumen de tránsito determinado que irá aumentando en el tiempo, por ello, la carretera debe estar diseñada de tal manera que soporte dicho volumen. Dicho de otra forma, la carretera deberá diseñarse en proyección al tráfico futuro que esta tenga, mayormente se diseña para un periodo de 10 años[15].

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

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

Tráfico normal: Se refiere al flujo vehicular que aumenta de manera orgánica a medida que la economía del país crece, sin experimentar incrementos abruptos debido a intervenciones artificiales[4].

$$P_f = P_0(1 + T_c)^n$$

Dónde:

P_f : tránsito final

P_0 : tránsito inicial (año base)

T_c : tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo

n : año a estimarse

Tráfico generado: se refiere al tráfico adicional que surgirá como resultado de mejoras en las condiciones de tránsito. Basándonos en la realidad de distintos proyectos de construcción

de un camino, este tráfico adicional será resultado de un aumento en el intercambio comercial, así mismo, esta obra conllevará a una reducción del tiempo y la distancia de transporte, beneficiando así a los residentes de la zona[4].

2.2.4. Definición de carreteras

Se conoce como carretera a aquella construcción de transporte ubicada a lo largo de una fracción de territorio la cual es nombrada derecho de vía, y tiene el objetivo ceder el paso de vehículos de forma eficaz y cómoda[15]. Una carretera es utilizada en el tránsito de los vehículos que son motorizados y que están compuestos por dos ejes por lo menos, la carretera tiene características geométricas entre las cuales se encuentran la planta y el alzado, dichas características también tienen elementos en particular los cuales deben respetar la reglamentación moderna dada por cada país, en este caso el manual publicado por el MTC[4].

2.2.5. Clasificación de carreteras

2.2.5.1. Clasificación por la demanda de vehículos

Autopistas de Primera Clase

El IMDA de estas carreteras es de más de 6000 carros por día, las calzadas están fraccionadas por un separador en el centro el cual debe tener 6 m como mínimo y cada una de las calzadas debe estar compuesta por dos o más de dos carriles donde el ancho mínimo es de 3.6 m. Los accesos deben tener un control total para que el flujo vehicular sea de manera continua. Se debe realizar la pavimentación de la calzada [4].

Autopistas de Segunda Clase

El IMDA de estas carreteras está comprendido entre los valores de 6000 y 4001 vehículos por día, las calzadas están fraccionadas por un separador en el centro el cual debe tener entre 6 m hasta 1 m y cada una de las calzadas debe estar compuesta por dos o más de dos carriles donde el ancho mínimo es de 3.6 m. Los accesos deben tener un control parcial para que el flujo vehicular sea de manera continua. Se debe realizar la pavimentación del área en contacto con los vehículos[4].

Carreteras de Primera Clase

El IMDA nos muestra que estas carreteras están comprendidas entre los valores de 4000 y 2001 vehículos por día, las calzadas deben estar compuestas por doble carril cuyo ancho de menor longitud debería ser 3.6 m. En estas carreteras se puede usar cruces, puentes para peatones o dispositivos de seguridad vial los cuales resguardan la integridad de peatones y conductores. Se debe pavimentar las calzadas [4].

Carreteras de Segunda Clase

El IMDA de estas carreteras está comprendido entre los valores de 2000 y 400 vehículos por día, la calzada debe estar compuesta por doble carril cuya longitud más desfavorable es de 3.3 m. En estas carreteras se puede usar los denominados cruces, pasos para peatones o elementos de seguridad vial los cuales resguardan la integridad de peatones y conductores. Se debe realizar la pavimentación de la calzada[4].

Carreteras de Tercera Clase

El IMDA es de menos de 400 vehículos por día, la calzada debe estar compuesta por dos carriles cuyo ancho mínimo es de 3 m y en algunos casos excepcionales pueden tener un ancho de 2.5 m, siempre y cuando tengan un soporte técnico adecuado. Pueden poseer una superficie de rodadura económica empleando técnicas de estabilización de suelos, la utilización de emulsión asfáltica o afirmado. Si este tipo de carreteras se pavimentan deben ceñirse a lo estipulado en el párrafo anterior[4].

Trochas Carrozables

El IMDA de estas vías de comunicación es de menos de 200 vehículos por día. La amplitud mínima de la calzada es de 4 m, donde es necesario la construcción de ensanches como mínimo cada 500 m. Para la superficie de rodadura se puede optar por utilizar afirmado[4].

2.2.5.2. Clasificación según orografía

Terreno Plano (tipo 1)

Contiene una pendiente longitudinal que no excede el valor de 3% y en lo que refiere a las pendientes transversales, están por debajo o máximo llegan al 10%. El trazo de la vía en terreno

plano no demanda de muchas complicaciones debido a que el movimiento de tierras es escaso[4].

Terreno Ondulado (tipo 2)

Contiene una pendiente longitudinal la cual está entre los valores de 3% a 6%, en lo que respecta a las pendientes de la sección transversal, se encuentran entre los valores de 11% a 50%. El trazo de la vía en terreno ondulado no demanda de muchas complicaciones debido a que el movimiento de tierras es moderado[4].

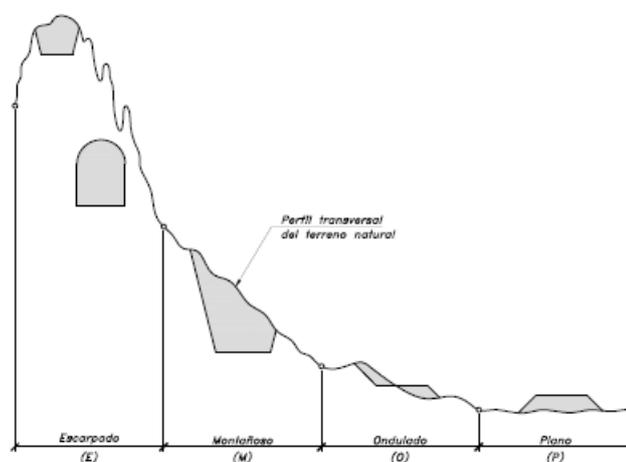
Terreno Accidentado (tipo 3)

Contiene una pendiente longitudinal la cual está entre los valores de 6% a 8%, en lo que respecta a las pendientes transversales, se encuentran entre los valores de 51% a 100%. El trazo de la vía en un terreno accidentado es un poco dificultoso debido a que el movimiento de tierras es significativo[4].

Terreno Escarpado (tipo 4)

Contiene una pendiente longitudinal que es mayor al 8% y en lo que refiere a las pendientes transversales, están por arriba del 100%. El trazo vial en un terreno escarpado es muy complicado debido a que el movimiento de tierras es muy significativo[4].

Figura N°1. Tipos de terreno en carretera



Fuente: Diseño geométrico de carreteras. Cárdenas James, 2002[4], [15].

2.2.5.3. Clasificación por su función

Red vial nacional

Constituye a todas las carreteras que están a cargo del Gobierno Central mediante el organismo del MTC. Esta red se compone en la cantidad res ejes longitudinales y veinte ejes transversales[16].

Red vial regional

Estas carreteras están a cargo de los gobiernos regionales[16].

Red vial local

A cargo de los gobiernos locales, comprende las carreteras denominadas vecinales[16].

2.2.6. Elementos que componen las carreteras

Planta y alzado

La carretera constituye una franja longitudinal la cual es representada mediante la proyección en planta del eje de la franja longitudinal y el alzado en una serie de secciones transversales. Por consiguiente, la planta se establece como una continuación de líneas rectas las cuales están enlazadas por líneas encorvas de arcos circulares de diversos radios, y las llamadas curvas de transición las cuales permiten una variación gradual de la curvatura (Fig. N° 2). Por otra parte, el alzado forma una línea poligonal con vértices parabólicos (Fig. N° 3)[2].

Figura N°2. Trazado en planta de la carretera



Fuente: Ingeniería de carreteras. Kraemer, et al. 2004[2].

Figura N°3. Trazado en alzado de la carretera



Fuente: Ingeniería de carreteras. Kraemer, et al. 2004[2].

Diseño de carreteras

En la aspiración a la construcción de una carretera, la parte del diseño es una de las más importantes ya que gracias a ello se puede establecer la distribución geométrica con la finalidad de conseguir una vía eficaz, que cumpla con estándares de seguridad, sea cómoda, la construcción reduzca costos, en otras palabras, sea barata y no repercuta significativamente al medio ambiente[15]. Para asegurarse de ello, el vehículo se debe tener muy en cuenta, debido a que hoy en día circulan diferentes tipos de vehículos con características diferentes[2].

Para un buen diseño exacto de la vía, este se debe realizar en coherencia a la tipología vehicular que transitara a través de la nueva obra, es por eso que es necesario identificar características como[4]:

- El ancho del vehículo adoptado ya que este tiene influencia en el ancho que tendrán los elementos de la carretera como la calzada.
- El trecho entre los ejes ya que esto repercute en el ancho y los radios mínimos tanto interiores como exteriores de las calzadas.
- La correlación existente entre en la masa bruta general y la fuerza está vinculada al nivel de pendientes aceptables.

2.2.7. Tipos de vehículos de diseño

Vehículos ligeros

Un vehículo ligero es aquel donde el peso no es muy importante o en otras palabras no es considerable, así mismo, la extensión y el grosor se considera que no condicionan los parámetros de diseño. Sin embargo, un vehículo ligero desarrolla una velocidad mayor a la de otro tipo de vehículo y el piloto tiene una visibilidad baja debido a la altura del vehículo, por consiguiente, esas características influyen las distintas distancias de visibilidad que existen y elevación mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes[4].

Vehículos pesados

El vehículo pesado a diferencia del ligero tiene un peso mayor y sus medidas son muy importantes a la hora de trazar una vía ya que con ellas se plantea el diseño tanto en planta como en alzado[4].

Tabla N°1. Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

2.2.8. Velocidad de diseño

Todas las vías de comunicación en general tienen un límite de velocidad a la que el conductor consigue maniobrar de manera segura y cómoda, sobre una parte cualquiera en la vía. Se debe tener en cuenta rutas donde la velocidad de diseño priorice la seguridad de las personas, es por ello que el proyectista debe seleccionar los tramos homogéneos donde la rapidez de diseño debe ser la misma con la finalidad de garantizar la homogeneidad de la velocidad[4].

2.2.9. Diseño geométrico horizontal

2.2.9.1. Consideraciones de diseño

Durante la configuración geométrica en planta la cual incluye tramos en tangente, curvas circulares y curvas con diferentes valores de inflexión. Estas características deben facilitar el transporte continuo de los vehículos, procurando mantener una rapidez constante en la máxima distancia posible de la vía[4]. Para que esto sea factible se debe obedecer lo siguiente:

Se debe prescindir de utilizar curvas circulares cuya deflexión tiene un valor insignificante:

Tabla N°2. Deflexión máxima sin curva circular

Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2º 30´
40	2º 15´
50	1º 50´
60	1º 30´
70	1º 20´
80	1º 10´

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

2.2.9.2. Radio mínimo

La normativa indica la existencia de valores mínimos en radios de curvatura donde no existe riesgo si se circula con la rapidez de diseño[4].

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

Donde:

R_{min}: Radio Mínimo

V: Velocidad de diseno

P_{máx}: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{máx}: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Tabla N°3. Fricción transversal máxima en curvas

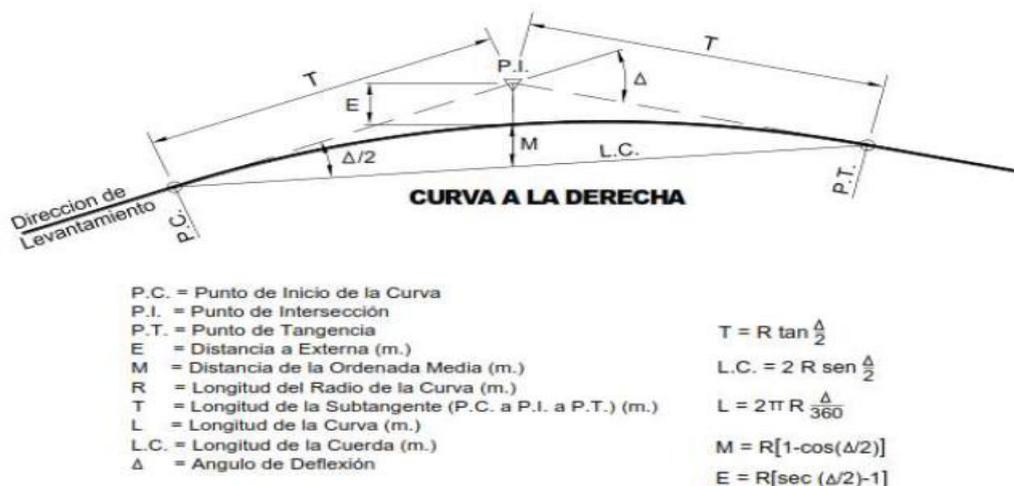
Velocidad de diseno Km/h	<i>f_{máx}</i>
30 (o menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

2.2.9.3. Elementos Geométricos de la curva circular

A continuación, se presentan los componentes geométricos de las curvas circulares en planta y sus correspondientes términos técnicos.

Figura N°4. Simbología de las curvas horizontales



Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

2.2.9.4. Curvas de transición

Son curvaturas cuya forma es la de una espiral y se utilizan para impedir cambios abruptos en la curvatura de una vía. Su diseño debe garantizar circunstancias de seguridad, bienestar y estética similares a las de los demás elementos de la vía[17].

En todas las situaciones, se elige la clotoide a modo de curva de transición debido a su capacidad para adaptarse a la orografía sin interrumpir la continuación. Se presenta la siguiente ecuación:

$$R \times L = A^2$$

Donde:

R: radio de curvatura en un punto cualquiera

L: longitud de la curva entre su punto de inflexión y el punto de radio R

A: parámetro de la clotoide, característico de la misma

Adicionalmente, es posible eliminar u omitir el uso de las curvas espirales si el radio de la curva circular en planta es mayor que los valores estipulados en la tabla siguiente.

Tabla N°4. Radios que permiten prescindir de curva de transición

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

2.2.9.5. Longitud de tramos en tangente

Al igual que el apartado anterior se presenta normativa dada para estas longitudes[4]:

Tabla N°5. Longitudes de tramos en tangente

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

2.2.9.6. Transición de peralte

Con el término peralte hacemos referencia al incremento ubicado transversalmente si cortamos la calzada de la carretera en las secciones de curva, diseñada con el propósito de compensar el impulso centrífugo del vehículo. Se refiere a la trayectoria de la orilla de la calzada donde ocurre el cambio de forma lenta de una parte recta hasta la curvatura inclinada[17].

2.2.9.7. Sobreancho

El ensanche suplementario en los tramos curvos es necesario para subsanar la amplitud adicional solicitada por los vehículos al voltear[17]. En las curvas circulares, el aumento de ancho se aplica de forma lineal en la parte interna de la carretera, abarcando similar distancia que la distancia de transición del peralte. En cuanto a las curvas espirales se refiere, el ensanche adicional se aplica de forma lineal a lo extenso de la espiral. Se presenta la siguiente formulación:

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

Donde:

S_α: Sobreancho (m)

n: número de carriles

R: radio de curvatura circular

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

V: velocidad de diseño (km/h)

2.2.9.8. Distancia de visibilidad

En el diseño existe una distancia denominada longitud de visibilidad la cual se infiere al recorrido necesario para que el chofer pueda realizar maniobras de manera segura durante su viaje. A su vez se subdivide en tres tipos los cuales se detallan en los siguientes párrafos[4].

Distancia de visibilidad de parada

Se denomina así al recorrido mínimo obligatorio donde un carro que se desplaza a una rapidez igual a la velocidad con la cual se ha diseñado la vía y aun así cumpla el objetivo de parar antes de chocar con un ente estático que se encuentra en su recorrido[4]. Se utiliza la consecutiva formulación:

$$D_p = 0.278xVxt_p + \frac{V^2}{2.54(f \pm i)}$$

Donde:

D_p : Distancia de Visibilidad de parada

V : Velocidad de diseño en km/h

t_p : tiempo de percepción + reacción, se recomienda 2.5 segundos

f : coeficiente de fricción longitudinal

i : pendiente longitudinal (+ subida o - bajada)

Distancia de visibilidad de adelantamiento

Está definida como una longitud necesaria para que el chofer realice el adelantamiento seguro y cómodo, a un vehículo el cual recorre con una rapidez mínima sin afectar la rapidez con la que viene o se aproxima un conductor en sentido opuesto[17].

2.2.10. Diseño Geométrico Vertical

2.2.10.1. Pendiente mínima y máxima

Se recomienda incluir una inclinación mínima de aproximadamente 0.5% en la calzada, para asegurar el adecuado desagüe de las aguas de toda el área en todos los puntos[17].

Tabla N°6. Longitudes de tramos en tangente

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					5.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	7.00			
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4]

2.2.10.2. Curvas verticales

En el alzado, se utilizan curvaturas que siguen una forma de parábola, las cuales están definitivas por el parámetro de curvatura K. Este parámetro representa la correlación entre la distancia de la curvatura vertical y la diferencia absoluta de pendientes entre el inicio y el final de la curva. Estas curvas pueden tener una forma cóncava o convexa. En la normativa de Perú, la implementación de estos elementos convexos se realiza calculando la distancia de la curva de manera que proporcione la visibilidad adecuada para realizar paradas o adelantamientos seguros. En el caso de los elementos cóncavos, es ineludible que se garantice un trecho de visibilidad suficiente para realizar paradas de manera segura[17].

- **Criterio de seguridad**

$$D_p > L$$

$$L = 2D_p - \left(\frac{120 + 3.50D_p}{A} \right)$$

$$D_p < L$$

$$L = \left(\frac{Ax D_p^2}{120 + 3.50D_p} \right)$$

Donde:

L: Longitud de la curva vertical (m)

D_p: Distancia de visibilidad de parada (m)

V: Velocidad de Diseño (Km/h)

A: Diferencia Algebraica de Pendientes

- **Criterio de comodidad en marcha**

$$L = \frac{AxV^2}{395}$$

Dónde:

V: Velocidad de proyecto (km/h)

L: Longitud de la curva vertical (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes

- **Criterio de operación:** Este criterio es utilizado cuando se obtiene un valor negativo en el caso de $D_p > L$, lo que indica que el elemento no es preciso. Pero, para impedir cambios abruptos en la pendiente se recomienda establecer una distancia mínima para el elemento en alzado[4].

$$L = 0.6xV$$

Dónde:

L: Longitud de la curva vertical (m)

V: Velocidad de proyecto (km/h)

2.2.11. Diseño Geométrico Transversal

Para el presente diseño el cual implica la vista seccionada de los componentes de una calzada, explicado de otro modo, se refiere al trazo vertical que corta perpendicularmente la alineación en planta. Se debe presentar la disposición y extensiones de dichos componentes en cada lugar de la sección y su relación con la superficie natural. Dentro de los componentes transversales, el más notorio es la franja predestinada al plano de rodamiento o denominado como calzada, donde las medidas, se sugiere puedan alcanzar el horizonte de prestación establecido en el proyecto. No obstante, también se deben considerar terceros componentes imprescindibles para el correcto funcionamiento de la carretera.[4].

2.2.11.1. Calzada o superficie de rodadura

La pista comprende a la sección del camino esbozada, con la intención de servir al transporte vehicular y consta de uno o varios carriles, descartando la berma. Los carriles son utilizados para admitir el tráfico de autos en una misma dirección de tráfico y en filas separadas[17].

2.2.11.2. Bermas

Se refiere a un espacio continuo y contiguo a la calzada. Tiene como labor principal la de limitar la capa de rodamiento y también se maneja o se destina a utilizarse como lugar seguro para estacionar vehículos en situaciones de emergencia[17].

2.2.11.3. Bombeo

En distancias rectas o curvas en contra peralte, es necesario establecer una ligera pendiente transversal en las calzadas conocida como bombeo, la mencionada pendiente tiene como objetivo principal facilitar el desagüe efectivo de las lluvias superficiales. La magnitud del bombeo requerido puede variar en función de la tipología en la que se encuentra la capa de rodamiento utilizada y de la intensidad de lluvias del lugar[17].

Tabla N°7. Valores de bombeo

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4]

2.2.11.4. Peralte

Está definido como una pendiente perpendicular a la calzada en los trechos donde existen curvatura[4].

Tabla N°8. Valores de peralta máximo

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4]

2.3. Facilidades para los peatones

Es importante que los peatones transiten con facilidad y con seguridad, es por eso que existen obras complementarias a la carretera las cuales favorecen el tránsito de peatones. En la zona urbana y rural se cuenta con estructuras diseñadas en específico para cumplir ese objetivo. A diferencia de la zona rural, la zona urbana cuenta con veredas las cuales son muy importantes en tema de seguridad peatonal[4].

2.3.1. Estudios preliminares al diseño geométrico

2.3.1.1. Geodesia y topografía

El plano topográfico presenta las características gráficas del terreno, tanto de sus características propias como de las construcciones realizadas por la mano del hombre. Este plano plasma las longitudes horizontales y cotas de las diversas alturas de los elementos, las cuales se representan como curvas de nivel, lo que facilita al ingeniero su interpretación y de esa manera pueda realizar un apropiado trazo de la vía y de todas las labores de las cuales está compuesta[16]. En los trabajos de topografía que se realizan en nuestro país se aplica el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú por sus siglas SLUMP, el cual toma las unidades del Sistema Internacional[4].

Trazo directo

Una vez que la ruta está definida se realiza un estacado el cual va señalando toda la ruta, el topógrafo ubicado en cada estaca va midiendo las elevaciones con el eclímetro y con la utilización de aparatos para este fin se ejecuta la investigación topográfica de la porción de terreno que va a ocupar la carretera[16].

Figura N°5. Trazado directo en una carretera



Fuente: Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[4].

Trazo indirecto

El trazo indirecto a diferencia del anterior es el procedimiento donde primero se efectúa el levantamiento de información topográfica de una porción extensa del terreno del proyecto y el trazo de la carretera es ejecutado en gabinete[16].

2.3.1.2. Hidrología, hidráulica y drenaje

Las investigaciones de hidrológicas le permiten al ingeniero que está a cargo de la obra estimar los escurrimientos superficiales en las partes donde la vía se interseca con quebradas, pantanos, ríos, etc. Con el propósito de conseguir antecedentes que nos admitan predecir su comportamiento futuro. Así mismo el estudio de hidrología nos permite conocer el escurrimiento de las precipitaciones sobre una determinada franja de la vía[4].

La hidráulica nos da la facilidad de cumplir con el diseño de las labores de arte requeridas para superar posibles dificultades que puedan surgir en la carretera de no contarse con ello. Esto es el diseño de todos los componentes los cuales conforman el sistema de recolección y disposición de aguas[4].

El drenaje en la carretera se utiliza con el propósito de resguardar la firmeza de la capa de rodamiento y devolver las peculiaridades de los sistemas de desagüe existentes las cuales se modifican por la construcción de la carretera[16].

2.3.1.2.1. Delimitación de las cuencas hidrográficas

La investigación de una cuenca tiene como objetivo analizar y comprender sus peculiaridades hidrológicas y geomorfológicas, incluyendo su contribución de agua y comportamiento hidráulico. Mediante la comprensión de la dinámica de las cuencas, se consiguen ejecutar disposiciones más informadas con relación al diseño de labores viales. Es fundamental fijar nuestras peculiaridades mecánicas de las cuencas, como su área y realce, entre otros aspectos, ya que estos datos son necesarios para estimar los caudales de agua. Estos elementos físicos brindan la oportunidad de comprender la variación espacial de los elementos relacionados con el agua en la cuenca[18].

2.3.1.2.2. Selección del periodo de retorno

Este apartado se refiere al tiempo promedio, en años, en el cual la cantidad volumétrica de agua pico de una crecida específica es igualado o sobrepasado por lo menos una vez. Al identificar el ciclo de reincidencia de cualquier suceso, en el diseño de cualquier estructura, es fundamental estimar la correlación entre la posibilidad de que vuelva a acontecer dicho suceso, el periodo de servicio de la construcción y el nivel de riesgo aceptable que se está dispuesto a correr. Este último depende de elementos financieros, sindicales, técnico, etc. El nivel de riesgo comprende establecer de antemano el rango de peligro al cual se está exponiendo la estructura, para evitar que esta colapse en su tiempo de uso o tiempo de servicio. Esto en supuesto caso de no acontecer algún suceso con mayor escala al de diseño [18]. Se presenta la ecuación del riesgo admisible:

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

Donde:

R: Riesgo de falla admisible

T: Período de retorno

n: Período de vida útil (años)

2.3.1.2.3. Análisis estadístico de los datos hidrológicos

Modelos de distribución

El propósito del estudio de repeticiones es determinar los datos máximos estimados para disímiles ciclos de regreso, utilizando pruebas probabilísticas. Dichas pruebas pueden ser de tipo discreto o continuo. Dentro del campo estadístico, existen muchas funciones disponibles para realizar los análisis pertinentes. De acuerdo con la referencia[4] nos presenta una lista de funciones para realizar el estudio de distribuciones.

Prueba de bondad de ajuste

Se refiere a las herramientas estadísticas empleadas en el análisis de datos de cualquier distribución elegida de manera independiente. Estas pruebas de suposición se utilizan para evaluar si los datos recopilados se ajustan adecuadamente a la distribución teórica seleccionada, lo que indica que los datos no están sesgados o influenciados por otros factores y son representativos de la distribución subyacente[18].

Prueba Kolmogorov – Smirnov

Se define como un procedimiento mediante el que se evidencia la distribución que más se ajusta al estudio en cuestión[18].

Este procedimiento consiste en realizar una comparación que se muestra a continuación:

$$D = \text{máx}/F_o(xm) - F(xm)/$$

Dónde:

D: máximo valor absoluto de la diferencia

Fo(xm): función de distribución de probabilidad observada

F(xm): función de distribución de probabilidad estimada

Se encuentra una dependencia de la cantidad total de datos. Si $D < d$, se acepta la suposición revocada[18].

Intensidad

Se refiere a la cantidad de la lluvia precipitada entre un tiempo determinado, por lo que tiene unidades de (mm/h). Este valor puede estar referenciado a varios tipos de intensidad [18]. Está expresada como:

$$i = \frac{P}{Td}$$

Dónde:

P: profundidad de la lluvia (mm)

Td: duración dada usualmente en horas

En nuestro país, existe disponibilidad limitada de datos pluviográficos y ello dificulta los estudios propuestos en temas hidrológicos. Por lo general, solo se encuentran registros de lluvias máximas en un periodo de 24 horas. Para estimar la cuantía de la máxima precipitación, se utiliza un coeficiente de duración que se multiplica por la precipitación máxima en un día[18].

Curvas de intensidad- duración- frecuencia

Se cuenta con una ecuación con la que se pueden obtener dichas curvas:

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Dónde:

I: intensidad máxima (mm/hr)

K, m, n: factores característicos de la zona de estudio

T: periodo de retorno en años

t: duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Cálculo de los caudales máximos que arrastran las subcuencas en estudio

Se ha empleado el método racional, estipulado en la referencia[18], para estimar los caudales máximos. Este método se utiliza como enfoque para calcular los flujos de agua máximos, y se instituye en elementos tales como la precipitación, el área de drenaje y los factores de escorrentía. Dicho procedimiento es ampliamente reconocido y utilizado en el campo de la hidrología para determinar los caudales máximos en diversas situaciones. Hay que tener en cuenta que el lapso en donde la precipitación es igual a tc[18]. Finalmente se obtiene una formulación para el cálculo requerido:

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

Dónde

Q: Descarga máxima de diseño (m3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

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

A: Área de la cuenca (km2)

2.3.1.2.4. Periodo de retorno

Se muestra una tabla proporcionada por el MTC para las distintas obras hidráulicas:

Tabla N°9. Periodos de retorno obras de arte

Tipo de obra	Periodo de retorno (años)
Puentes y pontones	100
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarillas de Alivio	10 - 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[18]

2.3.1.3. Drenaje transversal

El propósito central del drenaje transversal en una carretera es asegurar la eliminación o desagüe apropiado del agua superficial, la cual entra en contacto con la infraestructura vial. La unidad básica utilizada en el drenaje transversal es conocida como alcantarilla, la cual se considera una estructura de menor tamaño. Se realiza un diseño hidráulico con el único fin de obtener las dimensiones adecuadas para cada obra a construir, de manera que funcione eficientemente. El objetivo adicional es conducir estos flujos de manera adecuada, impidiendo originar daños tanto a la vía como a las propiedades contiguas[18].

Diseño hidráulico

Para establecer las dimensiones mínimas de toda obra hidráulica en general, se realiza mediante el cálculo hidráulico, utilizando la formulación propuesta por Manning para conductos al aire libre y tuberías. Este método es ampliamente utilizado y sencillo de emplear, y nos da la opción de calcular la rapidez del fluido y su respectivo caudal para una situación de régimen uniforme. La fórmula establece una correlación que facilita la estimación precisa de estos parámetros hidráulicos necesarios en el diseño[18].

2.3.1.4. Drenaje longitudinal

Es necesario canalizar y desaguar apropiadamente el agua superficial de nuestro proyecto, tanto la generada por la propia calzada como la proveniente de los taludes limítrofes[18].

Caudal de aporte de cunetas

Se conoce que las aguas deben desfogar por los costados de la calzada, es por esto por lo que, en el diseño se debe calcular el área que aporta flujo a las cunetas, el aporte tanto de las laderas como también el aporte del agua contenida en las calzadas.

Capacidad de las cunetas

Para nuestro proyecto manejaremos la formulación de Manning antes mencionada.

Tabla N°10. Valores de rugosidad de Manning

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre
0.013	Concreto en condiciones normales
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación
0.040	Arrojos de montaña con muchas piedras

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[18]

2.3.1.3. Geología y geotecnia

El análisis de los estratos de suelo sobre el cual se construirá la estructura de un proyecto vial es de mucho valor, puesto que, consiste en conocer las particularidades específicas del suelo para ejecutar los diseños adecuados de la construcción del pavimento. Es necesario llevar a cabo un reconocimiento detallado del terreno para analizar los suelos contenidos en el área de la obra[19]. Para la toma de muestras se realizan calicatas de las cuales se obtiene una muestra representativa, donde el peso de muestreo está relacionado con los ensayos previstos[19].

Tabla N°11. Número de calicatas para la exploración de suelos

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

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[19]

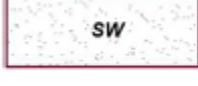
La categorización de los suelos para los proyectos viales se lleva a cabo utilizando la metodología establecida por AASHTO (Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y de Transporte) y SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) [19].

Tabla N°12. Simbología Clasificación AASHTO

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

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[19]

Tabla N°13. Simbología Clasificación SUCS

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico		
	Turba, suelo considerablemente orgánico		

Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones[19]

2.3.1.4. Ensayos de laboratorio

Humedad

En la determinación de la porción de agua contenida un suelo natural, se realiza un proceso conocido como secado en horno, donde se somete el suelo directamente de campo a un secado en un fogón inspeccionado a una temperatura de 110 ± 5 °C. La parte resultante de la muestra luego de la deshidratación en el fogón se considera el contenido de sólidos. Durante el proceso se ha perdido peso el cual está referido al peso de la fase líquida[19].

Análisis granulométrico

El propósito de la prueba es comprobar de manera cuantitativa la distribución de dimensiones de las diversas partículas que contiene el espécimen. El ensayo representa el procedimiento utilizado para establecer las proporciones de suelo las cuales atraviesan los

diferentes tamices de la sucesión utilizados en el procedimiento, hasta el tamiz de 74 mm (N°200). En este proceso, se va pasando la muestra por todos los tamices correspondientes y se anota la masa de muestra que queda suspendido en cada uno de ellos[19].

Determinación del límite líquido de los suelos

Este procedimiento o prueba se utiliza en la caracterización de las fracciones finas contenidas en la muestra y para calcular su límite líquido mediante la representación gráfica de la correspondencia que existe entre el porcentaje de la parte líquida y la cantidad de golpazos de la copa de Casagrande[19].

Tomar la cantidad de humedad correspondiente al encuentro de la vertical con la horizontal de 25 golpes como el límite líquido del suelo[9], [19].

Determinación del límite plástico de los suelos u índice de plasticidad

El límite plástico es la cantidad mínima de agua en la que un suelo puede formar barritas sin desmoronarse al ser rodado entre la palma de la mano y una superficie lisa. Este procedimiento al ensayar se utiliza para clasificar los suelos y caracterizar sus fracciones de grano fino en diversos proyectos de ingeniería[9], [19]. Como es explicado en el Manual de Ensayo de Materiales[20] del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Gravedad específica

El procedimiento envuelve la cuantificación de la gravedad específica de sólidos de la muestra los cuales pasan el tamiz de 4,75 mm (N° 4).

Esta propiedad está expresada como una unidad adimensional, representa la relación de la masa unitaria de los sólidos del suelo y la masa unitaria de la parte líquida[9], [19].

Proctor modificado

En laboratorio se realiza un procedimiento con el cual se compacta el suelo con la finalidad de establecer una relación de la cantidad de la fase líquida y densidad seca de los suelos, se utilizan materiales como moldes y pistones los cuales siguen su normativa dependiendo el tipo de suelo y el tipo de compactación requerida en campo[19], [20].

CBR de suelos

El método de prueba utilizado en la determinación de la resistencia del suelo expresada en porcentaje, también acreditado como California Bearing Ratio (CBR), es ampliamente

reconocido. El ensayo se realiza típicamente en muestras de suelo preparadas en un espacio controlado, es decir, en contextos controlados de humedad y densidad. Este procedimiento es realizado con el fin de valorar la firmeza viable de la subrasante, la subbase y el material de base en una estructura vial[19].

Tabla N° 14. Características de la muestra patrón (CBR)

Tipo de Carretera	N° M _n y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_n cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_n cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_n cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 1 M_n cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 1 M_n cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 1 M_n cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> 1 M_n cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 1.5 km se realizará un CBR (*)
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 2 km se realizará un CBR (*)
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: *Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, MTC*[19]

2.3.1.5. Evaluación de rutas

Línea gradiente

Si tomamos en cuenta dos puntos ubicados entre las curvas de nivel consecutivas, la inclinación de la raya que los conecta se calcula como una correlación entre el desnivel y la distancia horizontal.

Entonces, si se requiere determinar el trayecto horizontal requerido en ir de una zona ubicada en una curva de nivel a otra zona en la curva de nivel sucesiva, podemos utilizar la relación entre el intervalo de curvas y la pendiente.

Método de Bruce

Entre las diversas metodologías para identificar y seleccionar una alternativa de ruta se encuentra el método de la longitud resistente o denominado como el método de Bruce. Dicho procedimiento se encarga de comparar la distancia o longitud real de la vía con la longitud equivalente en un terreno plano, en esta metodología se tiene muy en cuenta los esfuerzos que

realizan los vehículos en el acceso a lugares con pendientes exageradas o demasiado inclinadas, también se tiene en cuenta el desgaste de los frenos al bajar dicha pendiente.

Evaluación económica de las posibles rutas

El análisis de la viabilidad de un proyecto implica evaluar sus aspectos sociales y considerar diferentes criterios al cotejar las estimaciones de costo y beneficio asociados tanto al contexto con el proyecto como al contexto sin el proyecto.

Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

Es considerado como uno de los principales criterios bancarios en el proceso de evaluación y con el fin de establecer la posibilidad y rentabilidad de un proyecto de inversión, siendo ampliamente reconocido y utilizado. Su cálculo implica la cuantificación de los flujos de ingresos y gastos futuros del proyecto, teniendo en cuenta todo el gasto inicial. De ser el caso en el que la conclusión de este cálculo es positiva, esto nos indica la existencia de ganancias, se puede deducir que el proyecto tiene viabilidad económica y es prometedor desde el punto de vista financiero[4].

Mediante esta metodología, la empresa (el estado) puede realizar una evaluación exhaustiva y prospectiva de la rentabilidad de su infraestructura y los resultados de sus gastos. El Valor Actual Neto (VAN) proporciona información sobre la potencial rentabilidad utilizando un procedimiento matemático. Esta formulación emplea los valores de los flujos de efectivo (ingresos y gastos) actualizados al tiempo presente, descontándolos a una tasa de interés específica. Los resultados del VAN se expresan en términos monetarios para facilitar la interpretación.

$$VAN = \text{Beneficio Neto Actualizado (BNA)} - \text{Inversión Inicial (Io)}$$

El BNA es el cálculo del importe presente del flujo de efectivo al establecer un importe de venta en el futuro y aplicar una tasa de descuento para ajustarlo al coste actual. Dicho de otra manera, se determina el coste al cual se podría transferir en el futuro y se utiliza una tasa de beneficio inversa para estimar ese valor en el día de hoy.

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

El TIR es ampliamente reconocido como uno de los enfoques más recomendados para evaluar proyectos de inversión. Su principal objetivo es estudiar la viabilidad de una obra y establecer la tasa de beneficio o rentabilidad que puede obtenerse de la inversión. El TIR se relaciona cercanamente con el VAN, ya que su definición dice que es la tasa de rebaja que hace que el VAN sea igual a cero, en referencia a una obra específica. El resultado del cálculo se expresa en forma de porcentaje[4].

El cálculo de la TIR implica un proceso algo laborioso, aunque sigue el mismo enfoque que el VAN, pero se busca igualarlo a cero. Es importante recordar que la TIR siempre se expresa en forma de tanto por ciento. La intención de la TIR es mostrar el beneficio de la inversión realizada en comparación con una tasa de interés, y se expresa en términos porcentuales.

2.3.1.6. Aspectos ambientales

Actualmente con el avance de la tecnología que tenemos hoy en día, las carreteras se diseñan de tal forma que son más amplias, todo ello se debe a la ampliación de la demanda de vehículos como resultado del crecimiento de la población. Debido a ello, para la construcción se ve presente la modificación de las circunstancias del medio ambiente de la zona. En la EIA se deberá revisar todos los aspectos que estarán presentes en todo momento y que de alguna manera realizan un impacto en el ambiente[4].

Un aspecto por considerar es la flora que se pierde o deforesta en la franja de la carretera, la cual es removida y sustituida por el pavimento y puede perturbar o cambiar el ecosistema natural. Otro aspecto que se toma en cuenta son las características socioeconómicas del lugar, en donde se debe estudiar el efecto que trae consigo la infraestructura vial, en las actividades humanas en el sector[4].

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una investigación relevante cuyo objetivo es comprender y aminorar los posibles impactos ocasionados por proyectos de construcción, ya sean positivos o negativos. La EIA ofrece una serie de pasos que permiten identificar de manera anticipada los impactos que puede traer consigo la construcción de cualquier infraestructura, garantizando así el cumplimiento de las normativas y la implementación de un plan de manejo ambiental adecuado[21].

2.4. BASES TEÓRICO - CIENTÍFICAS

Manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018)[4].

Se trata de un manual divulgado por el MTC debido a que es la autoridad competente a la cual le corresponde dictar las normas de la infraestructura vial de nuestro país para su debido acato[4].

El manual de carreteras compone los procedimientos de carácter técnico que se utilizan a la hora de diseñar la infraestructura vial conforme a rotundas dimensiones. Está compuesto por toda aquella información de mucha importancia a la hora de ejecutar el boceto geométrico de la vía. El manual está organizado en seis capítulos y cada capítulo se divide en unidades que abarcan aspectos referidos a un tema determinado[4].

Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito[16].

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) al tener un rol tanto normativo como fiscalizador, tiene la función de formular las normas que tienen relación con la utilización y el progreso del sector de la construcción vial, de igual manera debe publicar las referentes guías de diseño y especificaciones técnicas referentes al tema[16].

Debido a que en nuestro país las vías no pavimentadas y de servicio para tránsito bajo son el eje fundamental que favorece al progreso de las localidades más alejadas en todo el Perú, ya que el mayor número de las vías se encuentran en esta condición, el MTC elabora el manual para su diseño. El cumplimiento de dichas pautas es de índole forzoso en todo el país y está dirigido al público que está relacionado con el tema de proyectos viales de uso estatal y por razones de seguridad también están incluidos los proyectos privados, ambos deberán ceñirse a esta norma. El objetivo es brindar un manual de alcance amplio que proporcione criterios para la construcción de vías eficientes abaratando costos[7].

Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013)[17].

Es necesario que en el país se cuente con un documento que uniformice las actividades que tienen relación con la construcción de vías, con el propósito de evitar problemas en la dirección

de contratos. Este manual de carácter normativo es un documento técnico el cual es de cumplimiento obligatorio a nivel Nacional. El manual está compuesto por capítulos[17].

Manual de ensayo de materiales[20].

Es importante que en el país la metodología de muestreo y caracterización de la materia prima que se usara en la edificación de alguna obra de carretera, este estandarizado para asegurar que su comportamiento sea conforme al estándar de calidad que se proponen en los estudios. Por ello este manual técnico normativo debe obedecerse a nivel nacional. Este manual tiene referencia de normativa internacional[20].

Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos[19].

La intención de este manuscrito es servir como una herramienta guía para ingenieros especializados en el cálculo de pavimentaciones. Su objetivo principal es promover la uniformidad en los diseños, teniendo como base la práctica y los estudios sobre las peculiaridades y conducta de la materia prima, así como las circunstancias y elementos que repercuten en el rendimiento de los pavimentos, como el tráfico y el clima. Además, el manual proporciona directrices relacionadas con suelos y pavimentos, facilitando su uso en el diseño de estratos superficiales de carreteras pavimentadas y no pavimentadas, con el fin de lograr un buen rendimiento en beneficio de la sociedad[19].

Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje[18].

El manuscrito rescata lo más importante o fundamental en materia de hidrología e hidráulica, y nos da una serie de pautas a la hora de realizar el cálculo de las diferentes labores de drenaje de la obra de una carretera, de acuerdo con el lugar donde se encuentra el proyecto. El objetivo es tener un instrumento que sirva de guía tanto en materia de concepto como metodológicamente en la cuantificación de los parámetros de hidrología e hidráulica de diseño de obras viales[18].

Ley general del Ambiente (Ley N° 26811)[21].

Mediante la Ley General del Ambiente se reglamentan aspectos con relación a la materia ambiental en el Perú. Ya que es importante contar con una ley que se encargue de dictar

normativas para su cuidado, favoreciendo el desarrollo de las personas en un ambiente adecuado[21].

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo con la técnica de contrastación el trabajo es **Descriptivo**, puesto que se necesita describir y comprender a fondo el contexto presente, para ello se obtienen datos referentes al sector de estudio.

De acuerdo con la orientación o finalidad es **Aplicada** porque con la identificación del problema se pretende solucionarlo por medio de los objetivos trazados.

3.4. Población y muestra

- El objeto de análisis es el trayecto de la carretera y no existe una población a nivel de selección estadística.
- Las muestras que se utilizaran son las siguientes:

Calicatas para estudios de mecánica de suelos cada 1 km

Seccionamiento topográfico de 10 m en curvas y en tramos rectos de 20 m.

Estudio de tráfico en 7 días en lugares cercanos al proyecto

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

3.5.1.3. Estudio de Tráfico

Se empleó el formato de conteo vehicular establecido por el MTC para ejecutar el análisis de tráfico y establecer IMDA. El objetivo fue obtener información precisa sobre el flujo de vehículos en la franja analizada

3.5.1.4. Levantamiento topográfico

El propósito de este análisis fue obtener información detallada sobre las características topográficas, tanto en términos de planimetría como de altimetría, de la franja que abarca el

proyecto. El objetivo era adquirir un conocimiento completo y preciso de la disposición y las elevaciones del terreno en la zona de interés.

3.5.1.5. Estudio de Suelos

Con esta exploración se llegará a conocer las características del suelo sobre el cual se diseñará la carretera.

- Granulometría: determinación de los tamaños que tienen las partículas del suelo en estudio.
- Límites de Atterberg: se evalúa el comportamiento de las partículas finas del suelo.
- Contenido de humedad: cantidad de agua que posee un material expresado en %.
- Ensayo de Proctor: este ensayo determina la correlación que existe con el contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo compactado.
- Ensayo CBR (California Bearing Ratio): capacidad de soporte del suelo, el cual es medido por la penetración de una determinada fuerza sobre la masa de suelo compactado y saturado.
- Ensayo de Resistencia a la Abrasión: ensayo que resulta del impacto y la fricción que recibe el agregado.

3.5.1.6. Estudio Hidrológico

La investigación hidrológica facilitara el diseño de las labores de arte que necesitara la vía para funcionar de manera óptima y duradera.

3.5.2. Instrumentos

Programa Informático (Software):

- AutoCad
- Civil 3D
- Microsoft Office
- S10 programa

Equipos de topografía

- GPS diferencial
- GPS navegador
- Eclímetro
- Wincha

Laboratorio

- Tamices
- Horno
- Máquina de los Ángeles
- Moldes para el ensayo Proctor
- Moldes del ensayo de CBR
- Equipo de corte directo
- Equipo Limite de Atterberg

3.6. Procedimiento

3.6.1. Estudio de tráfico

Para garantizar una construcción adecuada de una carretera, es esencial llevar a cabo estudios preliminares que proporcionen datos necesarios para el correcto y óptimo diseño de la vía. Un aspecto crucial en estos estudios es el análisis del tráfico, el cual se fundamenta en establecer las particularidades actuales del flujo vehicular, como el tipo de vehículo y el Índice Medio Diario Anual (IMDA). Estos datos recopilados permiten proyectar el comportamiento futuro del tráfico de acuerdo con el ciclo de diseño determinado. Con el propósito de determinar el IMDA esperado para la carretera Chaupe Cruz - Santa Clara de Camse.

Estaciones de conteo

Debido a la escasa data disponible sobre el flujo vehicular en la zona, se procedió a realizar estimaciones utilizando aforos de circulación en partes cercanas a la ruta propuesta. Se establecieron dos estaciones de conteo vehicular en dichas ubicaciones, donde se realizó un conteo continuo durante un período de siete días, las 24 horas del día. Se registraron tanto los vehículos que circulaban en ambos sentidos como sus peculiaridades relevantes. Para llevar a cabo este registro, se utilizó un formato de aforo vehicular (Ver anexo N° 2).

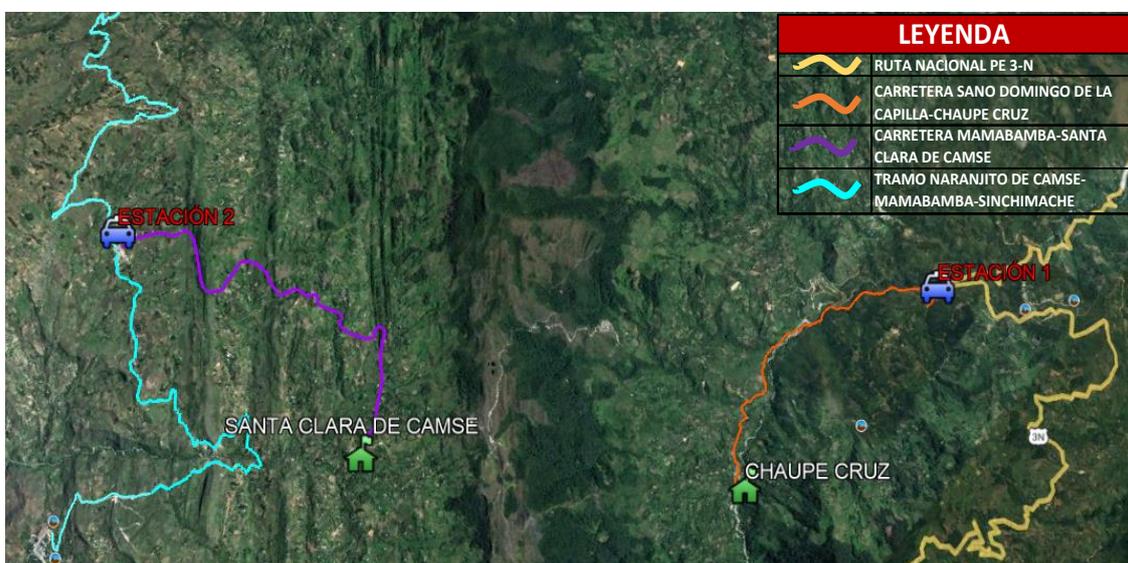
Figura N°6. Conteo vehicular en estación E2



Fuente: Elaboración propia.

Siempre es importante buscar una ubicación adecuada que permita una buena visibilidad para facilitar la captación precisa de información. También se debe tener en mente la presencia de demás carreteras con el fin de sortear que el tráfico se descarríe donde ellos y repercuta en el conteo. La primera estación (E1) se estableció en el encuentro de las carreteras Santo Domingo de la Capilla-Chaupe Cruz y la vía Longitudinal de la Sierra (Ruta 3N). Esta ubicación fue seleccionada debido a que allí se encuentra el desvío hacia la zona de estudio. Por otro lado, la segunda estación (E2) se localizó en el Centro Poblado Mamabamba, que es la entrada al caserío Santa Clara de Camse.

Figura N°7. Estaciones de conteo vehicular



Fuente: Google Earth-Elaboración propia.

3.6.2. Estudio de rutas

En la planificación del diseño geométrico de nuevas vías, se realiza un detallado estudio o análisis de rutas con el fin de establecer o fijar la mejor opción técnica y económicamente para la vía proyectada. Dado que existen numerosas rutas posibles, el objetivo del estudio es elegir con la que desempeñe con las circunstancias insuperables para la elaboración del proyecto. Para el caso específico, se realizó un estudio de rutas con el propósito de valorar y delimitar la ruta más conveniente y factible.

Reconocimiento topográfico del terreno

El día 22 de agosto de 2022 se tuvo lugar una inspección preliminar del territorio, durante la cual se transitó el camino de herradura que actualmente conecta los pueblos. Posteriormente, se organizó una asamblea con los tenientes gobernadores de la zona y los habitantes locales con el objetivo de recopilar información relevante, en dicha reunión se recabaron datos sobre las peculiaridades geológicas de la zona, las estaciones de precipitaciones, las particularidades de los arroyos y quebradas, los caseríos cercanos al proyecto que también pueden ser beneficiados, etc.

Figura N°8. Participación en la sesión de ronda



Fuente: Elaboración propia.

Prontamente se llevó a cabo una observación más detallada del espacio de estudio con la finalidad de verificar los detalles proporcionados por los residentes. Durante este levantamiento, se realizaron observaciones y recopilación de datos sobre las características geológicas, hidrológicas, topográficas y complementarias del área. Los lugareños

desempeñaron un papel importante como guías, proporcionando información local clave. Durante el estudio, se evaluaron diversas rutas exploradas con criterio. Se consideró que las rutas seleccionadas debían tener una pendiente máxima menor a 12%, evitar grandes extensiones de propiedades privadas y minimizar el impacto ambiental al evitar atravesar áreas boscosas extensas.

Figura N°9. Reconocimiento de la zona del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de familiarizarse con el área del proyecto, se realizó una inspección detallada del camino de herradura. Durante esta visita, se tomaron fotografías en un día soleado para capturar el estado actual del camino. Es importante destacar que, durante la temporada de invierno, el camino se torna intransitable por la generación de lodo, lo que dificulta el paso de peatones y el transporte de productos agrícolas utilizando animales de carga.

Figura N°10. Camino de herradura y zonas de cultivo



Fuente: Elaboración propia.

Definición del tipo de terreno y máxima pendiente

Con la observación en campo se recurrió al manual para determinar algunos aspectos primarios de la carretera [4].

Tabla N°15. Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

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

Fuente: Manual de Carreteras – Diseño Geométrico (DG – 2018[4]).

Tabla N°16. Pendientes máximas (%)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00		
50 km/h										7.00	7.00				8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00		
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00	8.00			
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00				
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00				
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00				
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00									
110 km/h	4.00	4.00			4.00																	
120 km/h	4.00	4.00			4.00																	
130 km/h	3.50																					

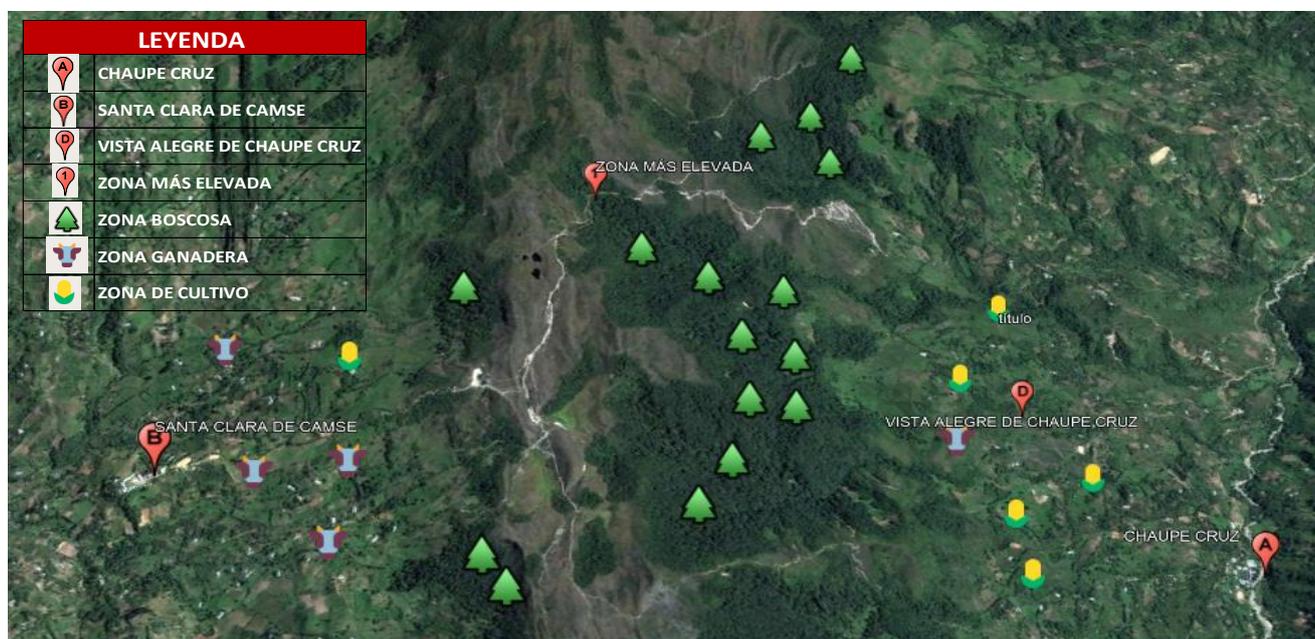
Fuente: Manual de Carreteras – Diseño Geométrico (DG – 2018)[4]

De las tablas se obtuvo la pendiente máxima, la cual es del 10% para una rapidez de diseño de 30 km/h y tipo de orografía escarpado o accidentado.

Identificación de puntos obligatorios del alineamiento

Con ayuda del recorrido en campo se identificaron zonas de producción agropecuaria y zonas de densa vegetación (bosques). Con esa información se procedió a identificar los sitios de paso principales y los sitios de paso intermedios.

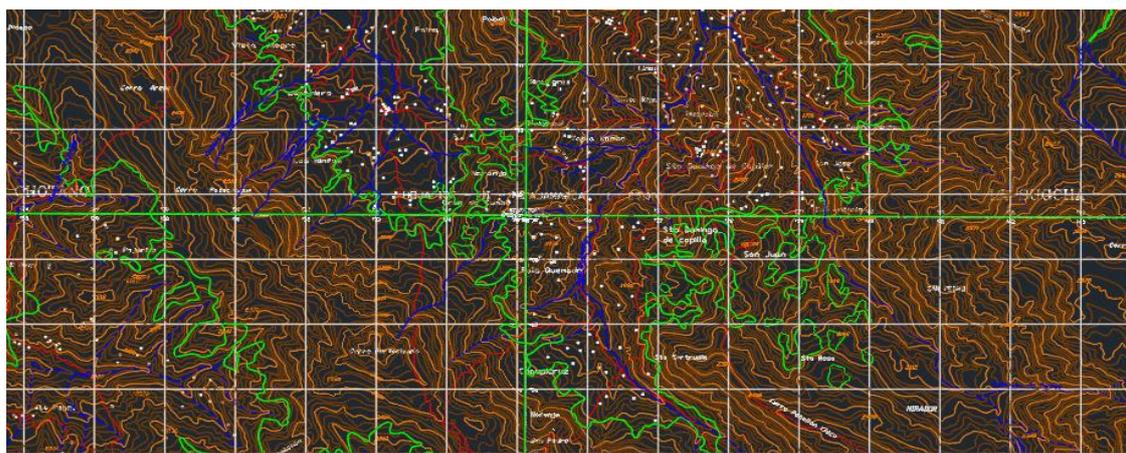
Figura N°11. Puntos de control



Fuente: Google Earth - Propia.

Tal como se ilustra en la imagen previa, tanto Chaupe Cruz como Santa Clara de Camse son comunidades clave en el proyecto, ya que la carretera debe conectar ambas localidades. Se ha identificado un punto estratégico en la parte más accesible para bordear el cerro, así como un asentamiento cercano a Chaupe Cruz llamado Vista Alegre de Chaupe Cruz, el cual se encuentra rodeado por áreas agrícolas. A medida que se asignan los puntos, se utilizó el código de la carta nacional 13f-iv conseguidas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), para los bosquejos preliminares (trazos) de dos rutas alternativas propuestas.

Figura N°12. Carta nacional para el trazo de rutas



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Las rutas fueron sometidas a un proceso de evaluación y comparación utilizando el Método de Bruce, abarcando los aspectos de ingeniería, económicos, sociales y ambientales. Estas evaluaciones fueron fundamentales para optar por la ruta más apropiada. En la apreciación técnica se tuvieron en cuenta algunas de las dimensiones establecidas por la norma DG-2018, considerando tanto los valores mínimos como los máximos. Se evaluó cual rumbo cumplía con dichas dimensiones y cuál no. En el análisis económico se elaboraron los costos detallados de las principales partes que componen la edificación de la vía, con el fin de establecer cuál ruta resultaba más rentable para el proyecto.

En cuanto al análisis social, se tuvo en cuenta la vía que cubre mayor cantidad de beneficiarios (población) optimizando su calidad de vida. Finalmente, la evaluación ambiental proporcionó una noción de los impactos ambientales tanto nocivos como positivos, lo que nos permitió elegir el trazo con menor impacto ambiental. Cabe señalar que estas evaluaciones se realizaron en dos rutas propuestas.

3.6.3. Estudio topográfico

En el caso específico del diseño de la vía mencionada, la topografía desempeña un papel fundamental al permitirnos visualizar virtualmente el terreno en cuestión. Esto se logra mediante la medición de distancias horizontales y alturas referidas al nivel del mar. Las curvas de nivel es un resultado visual clave que se obtiene a partir de la topografía. Con la intención de alcanzar la información topográfica que se necesita para el proyecto, se llevaron a cabo las siguientes acciones:

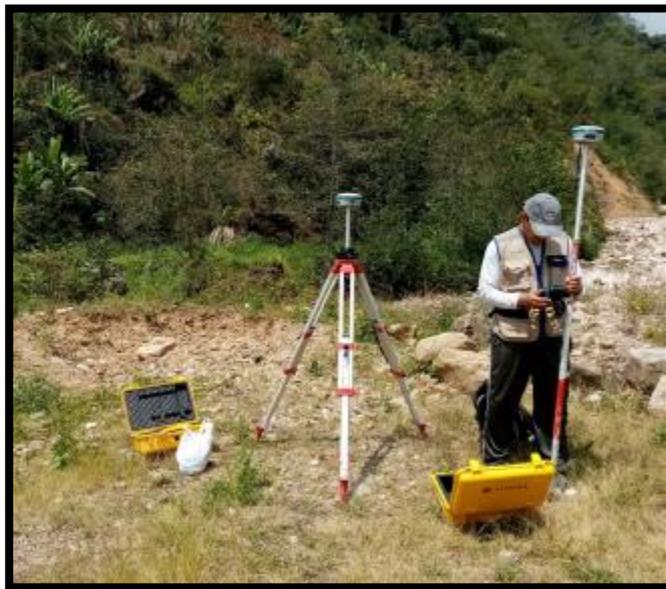
Trabajo de campo

Se llevaron a cabo diversas actividades que abarcaron el levantamiento del trazado de la carretera propuesta, con la finalidad de recopilar datos precisos para la producción de los planos inevitables en el proceso de diseño. El trabajo de campo elaborado en el lugar que abarca el proyecto se ejecutó utilizando un GPS Diferencial, lo que permitió obtener resultados más precisos y realizar el trabajo de manera eficiente. Las mediciones se llevaron a cabo en el sistema de referencia geodésico WGS84 y se enlazaron con la red geodésica SIRGAS del Instituto Geográfico Nacional (IGN) para garantizar la coherencia y la compatibilidad de los datos.

Con la información brindada y luego de realizar un reconocimiento del área de estudio, se procedió a la producción de la información topográfica de la siguiente forma:

- Colocación de estaciones a lo largo de todo el tramo para el GPS de orden C, se busca cubrir toda el área del proyecto.
- Trabajo de campo de la zona de estudio, por el método de RTK, utilizando el GPS diferencial.
- Ubicar Bm's cada 500 m en la zona de trabajo.

Figura N°13. Instalación del punto de control al inicio del proyecto



Fuente: Elaboración propia.

Recursos

En la realización de las mediciones de campo se tuvo la colaboración de personal capacitado y se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:

Equipos

Para la colocación de puntos geodésicos

- 01 GPS de doble frecuencia marca Stonex – orden C
- 02 baterías
- 01 cargador
- 02 trípodes
- 01 huincha de 3m

Para el levantamiento topográfico

- 01 GPS de doble frecuencia marca Stonex – orden C
- 01 trípode
- 02 baterías para GPS diferencial

- 01 cargador para baterías
- 02 radios Motorola
- 01 huincha metálica de 3m

Materiales

- Pintura roja y blanca
- Brocha
- Espray
- Clavos
- Estacas
- Comba

3.6.4. Diseño geométrico

Con el fin de realizar el boceto geométrico de la vía, tanto en su componente vertical, horizontal y transversal, se emplearon los datos previamente calculados y determinados en los estudios de tráfico, rutas y topografía. Estos estudios proporcionaron la información necesaria para clasificar la vía en estudio y obtener las dimensiones de diseño determinados en el Manual[4]. Para la producción de los planos correspondientes de planta, perfil y secciones transversales, se utilizó el programa Autocad Civil 3D. Dicho programa permitió plasmar de manera precisa y detallada las características geométricas de la vía, teniendo en cuenta las particularidades y parámetros determinados en los estudios previos.

3.6.5. Estudio de Mecánica de suelos

El uso de pavimento es común en la edificación y, en diversas regiones, es el único material aprovechable localmente. Es crucial realizar un adecuado muestreo del suelo, el cual debe llevarse a cabo bajo la orientación y vigilancia firme de un ingeniero de geotécnico profesional. Una vez que se ha establecido y comprendido el perfil topográfico de la zona donde se planea construir la carretera, es fundamental obtener información sobre el contorno del subsuelo. En otras palabras, es necesario estar al tanto de los diversos tipos de materia prima que conforman el subsuelo a desiguales profundidades.

Investigación de campo

Con el objetivo de ubicar los sitios de excavación de las calicatas, como inicio se realizó una inspección visual del tramo de viabilidad con inicio en el km 0+000 ascendiendo en forma sinuosa hasta el caserío Santa Clara de Camse, realizándose un total de 14 calicatas en modalidad de “calicata a cielo abierto” como las pautas dadas por ASTM D420; distribuidas aproximadamente cada 1000 m.

Tabla N°17. Muestreo de suelos

CALICATA	Progresiva Km	Muestra	Profundidad (m)	COORDENADA E	COORDENADA N
C-1	0+000	M-1	1.50	736277.606	9305838.189
C-2	1+000	M-1	1.50	735622.072	9305755.998
C-3	2+000	M-1	1.50	734853.178	9305975.212
C-4	3+000	M-1	1.50	734486.493	9306056.271
C-5	3+974	M-1	1.50	734191.954	9306808.405
C-6	5+000	M-1	1.50	733888.308	9306843.118
C-7	6+000	M-1	1.50	733737.826	9306662.105
C-8	7+000	M-1	1.50	733837.035	9305713.941
C-9	8+000	M-1	1.50	734355.803	9305035.254
C-10	9+000	M-1	1.50	734338.029	9304248.623
C-11	10+000	M-1	1.50	733583.275	9304780.066
C-12	10+970	M-1	1.50	733478.472	9304408.27
C-13	12+000	M-1	1.50	733360.981	9304175.983
C-14	12+446	M-1	1.50	733376.000	9303968.000

Fuente: Elaboración propia.

Se realizaron muestreos en distintos puntos estratégicos de toda el área destinada para el proyecto vial, cubriendo una profundidad de 1.50 metros desde la superficie del suelo. Este enfoque nos permitió obtener información precisa sobre la composición litológica de los suelos. Durante los muestreos, no se halló el nivel freático hasta alcanzar una hondura de 1.50 metros.

Al ejecutar las (14) perforaciones se tomaron muestras consideradas representativas de naturaleza alterada tipo Mab. Por cada estrato de dichas calicatas se obtuvieron muestras suficientes las que fueron identificadas de acuerdo con la progresiva correspondiente y preparadas para ser enviadas al laboratorio para sus ensayos pertinentes. Así mismo, se obtuvieron especímenes generales para los ensayos de C.B.R.

Con la exploración hecha en campo y el trabajo de laboratorio se han obtenido resultados de cada uno de los ensayos propuestos para cada calicata, dichos resultados nos permitieron conocer las peculiaridades geomecánicas del suelo al que nos enfrentamos en obra y de los materiales que conforman las obras complementarias y de pavimento.

Investigación de laboratorio

Los especímenes alterados conseguidos de las catorce excavaciones realizadas en el trabajo de campo con relación a la distancia geométrica del tramo en análisis, el cual es de 12+446.05 km., se analizaron en el laboratorio ciñéndose a las Normas determinadas por la AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS (ASTM), alcanzando los parámetros que nos permitan identificar las circunstancias del proyecto.

3.6.6. Estudio de canteras

La intención de esta investigación es recaudar información que nos permita comprender las características físicas, mecánicas y químicas de las muestras de agregado utilizados en los espesores de relleno, sub-base, base granular y concreto de la carretera. Nuestro enfoque será seleccionar únicamente aquellos materiales que manifiesten tener la calidad y cuantía adecuadas para la edificación vial, en concordancia con las Especificaciones Técnicas Generales establecidas para este tipo de construcciones.

Es importante encontrar canteras con las siguientes características:

- Cuentan con un trayecto mínimo para el envío del material al sitio del proyecto, para así reducir los precios.
- El material de la cantera no requiere ningún procesamiento adicional para ser usados, excepto el trabajo de tamizado.
- Las canteras deben ser usadas de tal forma que su aprovechamiento no cause muchos impactos sociales y ambientales a la población local.

Para el establecimiento de canteras, utilizamos la información proporcionada por la población local. Cuando ya se tubo noción de los lugares estratégicos, se procedió a ejecutar el muestreo y análisis.

3.6.7. Estudio Hidrológico

Los estudios hidrológicos desempeñan un papel fundamental debido a que el sistema de drenaje vial tiene dos objetivos principales: a) preservar la estabilidad del pavimento superficial; y b) restablecer las particularidades de los sistemas de desagüe y conducción de agua, tanto naturales como de estructuras previamente construidas, que puedan haber sido

afectados o alterados durante la construcción de las carreteras. Si no se presta la debida atención al diseño, podrían generarse daños ambientales, algunos de los cuales podrían ser permanentes.

Metodología de trabajo

Se concretó un exhaustivo análisis de la topografía del área del proyecto, así como del tramo de la carretera que cruza los cursos naturales de los arroyos. Para este propósito, se utilizaron planos cartográficos detallados y se empleó la herramienta Google Earth para calcular el área y la longitud de las cuencas hidrográficas. Además, se compiló datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) sobre las precipitaciones máximas registradas en un lapso de 24 horas, teniendo en cuenta la estación meteorológica situada en los alrededores de la obra (en este caso, la estación de Querocotillo).

Para mayor comprensión se ha decidido el estudio en tres partes o fases. El primero involucra la identificación de cuencas hidrográficas para su posterior estudio, el segundo es la investigación estadística de precipitaciones para establecer la lluvia proyectada para el proyecto y finalmente la curva IDF y caudal proyectado para las obras de drenaje correspondientes.

Identificación de puntos de estudio

Se procedió a realizar un reconocimiento detallado de la zona de estudio para identificar y ubicar los lugares donde los arroyos atraviesan la carretera. Estos puntos serán posteriormente ingresados, al igual que la ruta, al programa Google Earth. La elección de esta herramienta se debe a su capacidad para delinear las subcuencas de manera precisa, dado que la carta nacional disponible para esta zona tiene una escala amplia, resulta difícil obtener una representación fiel y precisa del área de las subcuencas a lo largo de todo el contorno de la carretera diseñada. Por lo tanto, se optó por utilizar Google Earth para obtener información detallada de cada subcuenca y su correspondiente ubicación geográfica.

Trazo de las subcuencas

Con el objetivo de mantener un orden en el trabajo, se fijó una cifra o código a cada quebrada reconocida. Posteriormente, se delimitó cada subcuenca utilizando el instrumento Google Earth y accionando la función de relieve del terreno. A continuación, se realizó el

trabajo correspondiente en cada subcuena utilizando todos los puntos de levantamiento ubicados en el campo de trabajo.

Análisis estadístico de lluvias

Se empleó el software Hodroesta2 para llevar a cabo el análisis estadístico de las precipitaciones en esta área específica. Esta herramienta resulta valiosa al momento de determinar las lluvias correspondientes a diferentes tiempos de regreso, y su aplicación se realiza siguiendo los métodos establecidos en las regulaciones hidrológicas proporcionadas por el MTC.

Cálculo de las curvas IDF

Regresión Potencial

El estudio de regresión potencial es una herramienta estadística versátil la cual se usa con el fin de analizar las relaciones entre variables en diferentes contextos. En nuestro caso, hemos aplicado esta técnica para calcular los parámetros característicos 'k', 'm' y 'n' del área de estudio. En resumen, la regresión potencial nos permite establecer una relación entre los datos dispersos del gráfico, en este caso la intensidad, y una función potencial. Mediante esta función, podemos calcular fácilmente los valores de intensidad para diversos periodos de retorno y duraciones, sin la obligación de referirnos constantemente al gráfico de la curva IDF.

Tenga en cuenta que convertir la curva IDF en una fórmula es muy útil para evadir la imparcialidad del gráfico. Se sabe que la representación matemática de la curva IDF es:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \text{-----1}$$

Realizando un cambio de variable:

$$d = k * T^m \text{-----2}$$

Aplicando 2 en 1:

$$I = d * t^{-n}$$

Una vez obtenidas las distintas intensidades máximas en función de la frecuencia y duración, procedemos a deducir los parámetros "d" y "n" correspondientes al lapso de retorno deseado. En este caso, consideramos "X" como el lapso de duración en minutos e "Y" como la intensidad máxima para el periodo de retorno que estamos analizando.

3.6.8. Estudio de hidráulica y drenaje

El diseño adecuado del desagüe de la superficie y la gestión de los cauces de agua presentes a lo largo de la carretera proyectada son elementos esenciales para garantizar la preservación y durabilidad de la infraestructura vial. Estas medidas aseguran una eficaz deposición de las aguas de la superficie, evitando así el desperfecto de los elementos del pavimento y prolongando su vida útil. Por consiguiente, el desagüe superficial desempeña un papel esencial en el proceso de diseño de carreteras y debe ser debidamente considerado.

3.6.8.3. Drenaje superficial

En el diseño de cualquier vía, es crucial considerar el desagüe de la superficie como una medida preventiva para evitar posibles daños estructurales del pavimento, así como socavaciones o erosiones. Para abordar este aspecto, se construyen cunetas que permiten el desagüe adecuado del agua proveniente de las precipitaciones, teniendo en consideración el área de influencia de estas precipitaciones. Además, se implementa el bombeo en las calzadas con el propósito de dirigir el agua hacia los costados de la carretera, facilitando su evacuación. Estas medidas contribuyen a preservar la integridad de la infraestructura vial a lo largo del tiempo.

Peralte Hacia Afuera

El drenaje superficial ofrece ventajas como una mejor dispersión del agua, reducción del ancho de la carretera y prescindir de la necesidad de una cuneta interior, lo cual ayuda a minimizar costos. No obstante, en algunos casos, puede requerir la construcción de un talud de relleno como parte del sistema de drenaje.

Peralte Hacia Adentro

El control de la infiltración superficial en la carretera se puede lograr de manera más efectiva, pero como resultado, el agua tiende a concentrarse, lo cual requiere la implementación

de un conjunto de cunetas y drenes en la sección transversal. Además, se debe destinar un espacio adicional en la carretera para acomodar la presencia de las cunetas.

Cunetas

Las cunetas se emplearon para facilitar la eliminación del agua derivada de las precipitaciones de la superficie de la carretera, así como del talud y las áreas cercanas a este, con el fin de proteger la integridad de la estructura vial evitando la erosión y el socavamiento.

Caudal de diseño

Los caudales necesarios en el diseño se cuantificaron con el método explicado en las bases teóricas, se consideró el área que abarca la calzada o la mitad de la calzada de la vía, junto con la influencia del talud de corte.

La fórmula utilizada para calcular la intensidad se basa en los parámetros proporcionados por el manual de hidrología. Estos parámetros fueron determinados en el análisis de hidrología, el cual permitió suponer las curvas de IDF específicas de la vía. Se tomaron en cuenta un ciclo de retorno establecido y el tiempo de concentración.

El parámetro de escorrentía se determinó utilizando el cuadro proporcionado por el método racional, el cual expresa los coeficientes correspondientes según el tipo de terreno. En este caso, se consideró que el suelo es poroso porque gran parte del agua de lluvia se infiltra en el suelo natural y no toda llega a las cunetas.

Tipos de sección

Se utilizó la sección triangular para las cunetas debido a que tienen un fácil ajuste con el ambiente de la calzada y talud.

Revestimiento

Para hacer mínima la filtración de agua en las cunetas y evitar o prevenir que la estructura se llene de plantas, además de promover la durabilidad de nuestras cunetas se propone la implementación de una protección superficial denominada enrocado.

3.6.8.4. Drenaje transversal

Alcantarillas

En el diseño de las alcantarillas, se buscó establecer el diámetro adecuado, que trabaje de manera eficiente y sea económicamente viable, al tiempo que permita desaguar la cantidad de agua proveniente de las obras complementarias como las cunetas, y en caso sea necesario, desaguar el caudal de los arroyos naturales los cuales atraviesan el terraplén. Las alcantarillas se compusieron principalmente de la caja receptora, cabezales, tuberías de cruce y obras de encauzamiento, que generalmente incluyeron el emboquillado de piedra.

Caudal de diseño

La cantidad de agua debe ser transportado por la tubería o estructura se determina según el diseño establecido. En el caso de una alcantarilla ubicada en el encuentro de un arroyo, el caudal de diseño se refiere a la cantidad de agua del arroyo adicionando la cantidad de agua que aportan las cunetas.

Badenes

Cuando el nivel de la carretera se encuentra al mismo nivel que la cota de fondo del cauce de agua que atraviesa a su paso, este tipo de elementos denominados badenes se convierten en recursos altamente eficientes. Estas estructuras son capaces de permitir el paso ocasional de flujos con sedimentos, los cuales se muestran con gran intensidad cuando se presenta un lapso de precipitaciones fuerte.

Caudal de diseño

Para el dimensionamiento de la sección, se toma la idealización de canales, en nuestro caso canales trapezoidales, los caudales utilizados fueron los de las quebradas correspondientes y en el caso sea necesario la cantidad de agua de aporte de las cunetas.

3.6.9. Estudio de impacto ambiental

Con la implementación de este análisis se puede realizar y cuantificar el daño de las acciones sobre los factores ambientales, es importante no dejar de lado dicho estudio ya que es

una herramienta que nos permitirá aminorar y mitigar el impacto ambiental que pueda generar nuestra obra.

Línea base ambiental

En la sección en la cual se elaboró la evaluación del área de influencia de la obra, se realizaron análisis exhaustivos de aquellos espacios y elementos que podrían verse perjudicados, ya sea de manera positiva o negativa, por las acciones que dicho proyecto trae consigo. El fin principal de instituir la línea base es comprender el ambiente en el cual nos encontramos, lo que nos permite posteriormente identificar y evaluar los aspectos e impactos relevantes en los importantes medios ambientales: físico, biótico y socioeconómico.

Plan de manejo ambiental (PMA)

Se realizó el PMA con la finalidad de advertir, corregir o aminorar los impactos ocasionados por el proceso constructivo, el plan fue realizado acorde a los impactos analizados, para ello se empleó la matriz de Leopold y las partidas o acciones relevantes de la obra.

Matriz de Leopold

Dicha matriz fue empleada como un instrumento para evaluar los impactos ambientales de la obra. Se creó una matriz que estableció vínculos de origen y consecuencia, teniendo en cuenta las particularidades específicas de la construcción, partiendo de establecer los factores e impactos, así como un estudio cualitativo previo, que consideró las labores planteadas y los factores ambientales que podrían ser modificados por el proyecto.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.3. Estudio de tráfico

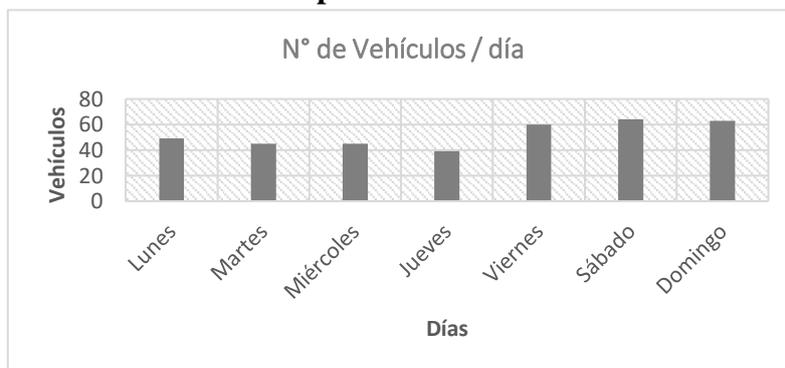
Resultado del conteo vehicular

Anteriormente en metodología se indicó que se utilizará una ficha propuesta, en campo se obtuvieron los resultados los cuales se plasmaron en las fichas impresas luego fueron transcritos a formatos Excel donde se realizó el análisis del tráfico vehicular.

Tabla N°18. IMDA de la estación de conteo E1

Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular											
Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total Semanal (TS)	IMDs (TS)/7	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automóvil	17	16	15	13	28	24	23	136	19.43	1.1909	24.00
Camioneta	11	12	11	10	12	18	15	89	12.71	1.1909	16.00
Combi	15	11	13	11	12	15	18	95	13.57	1.1909	17.00
Camión 2E	6	6	6	5	8	7	7	45	6.43	1.0829	7.00
TOTAL	49	45	45	39	60	64	63	365	52.14		64

Fuente: Elaboración propia

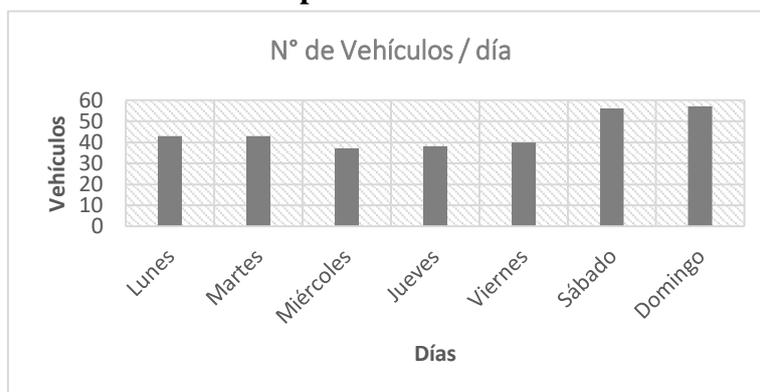
Gráfico N°1. Número de vehículos por día de la semana en la estación de conteo E1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°19. IMDA de la estación de conteo E2

Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular											
Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							Total Semanal (TS)	IMDs (TS)/7	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automóvil	15	17	11	11	15	23	23	115	16.43	1.1909	20.00
Camioneta	10	10	11	10	10	15	10	76	10.86	1.1909	13.00
Combi	13	8	9	11	9	12	17	79	11.29	1.1909	14.00
Camión 2E	5	8	6	6	6	6	7	44	6.29	1.0829	7.00
TOTAL	43	43	37	38	40	56	57	314	44.86		54

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°2. Número de vehículos por día de la semana en la estación de conteo E2

Fuente: Elaboración propia

Factor de correlación estacional

En el caso del mes de abril, se procedió a utilizar los datos del terminal de conteo más cercano a la zona en estudio, dado que la más aproximada es la Estación Pomahuaca, se optó por tomarla como referencia para determinar dicho factor de corrección.

FC vehículo ligero: 1.1909

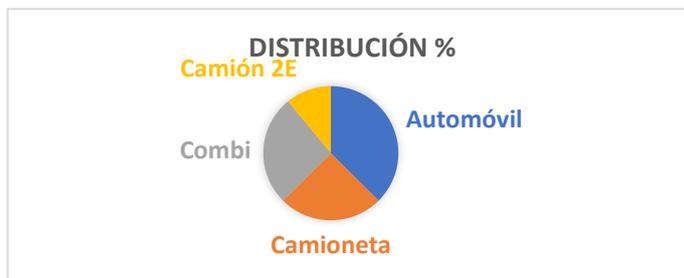
FC vehículo pesado: 1.0829

Con los factores anteriormente descritos se obtuvo el IMDA para ambas estaciones de aforo.

Distribución del tráfico

Se observa que en la estación número uno (E1), se tiene un IMDA de 64 Veh/día, con el automóvil destacando como el medio de transporte más usado seguido por la combi.

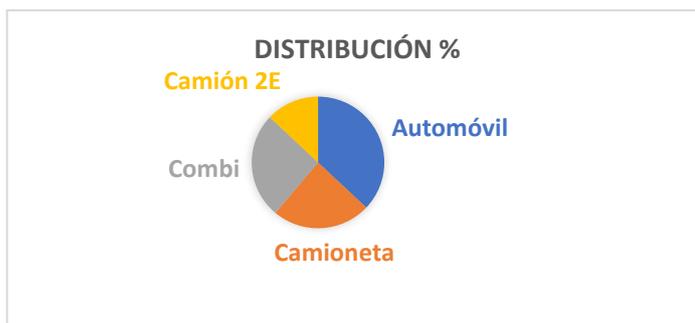
Gráfico N°3. Distribución del tráfico E1



Fuente: Elaboración propia

Los datos obtenidos en la estación número dos (E2), muestran un IMDA de 54 Veh/día, destacando de manera similar a la estación anterior que el automóvil es el medio de transporte más usado seguido por la combi.

Gráfico N°4. Distribución del tráfico E2



Fuente: Elaboración propia

Proyección de tráfico

Tráfico normal:

Como resultado tenemos factores que inciden en el cálculo del tráfico proyectado, se obtuvo para vehículos pesados un factor de 1.29% el cual está dado por el crecimiento departamental de PBI y un factor de crecimiento de la población para el caso 0.57% el cual incide en los vehículos de transporte ligeros.

Tráfico generado:

Según la ficha técnica obtenida, cuando una vía se va a aperturar se utiliza un porcentaje o factor de 20%, en otras palabras, ese factor se utiliza en carreteras nuevas.

Tabla N°20. Proyección de tráfico con proyecto E1

Tráfico Proyectado - Con Proyecto											
Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico normal	64.00	64	64	64	65	65	68	68	68	68	68
Automóvil	24.00	24.00	24.00	24.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Camioneta	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Combi	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Camión 2E	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Tráfico generado	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Automóvil	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Camioneta	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Combi	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Camión 2E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
TOTAL	79	79	79	79	80	80	83	83	83	83	83

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°21. Proyección de tráfico con proyecto E2

Tráfico Proyectado - Con Proyecto											
Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico normal	54.00	54	54	54	54	55	56	58	58	58	58
Automóvil	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Camioneta	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Combi	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Camión 2E	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Tráfico generado	12	12	12	12	12	13	13	13	13	13	13
Automóvil	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Camioneta	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Combi	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camión 2E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
TOTAL	66	66	66	66	66	68	69	71	71	71	71

Fuente: Elaboración propia

4.4. Estudio de rutas

La apertura del camino vecinal establece la unión entre las comunidades de Chaupe Cruz y Santa Clara de Camse las cuales se encuentran entre los 1800 y 2.200 msnm. Las rutas

propuestas pasan por los puntos obligatorios. El diseño se realizó habiendo elegido los lugares previamente identificados, como son los puntos intermedios, tierras de cultivo, área de ganadería, etc.

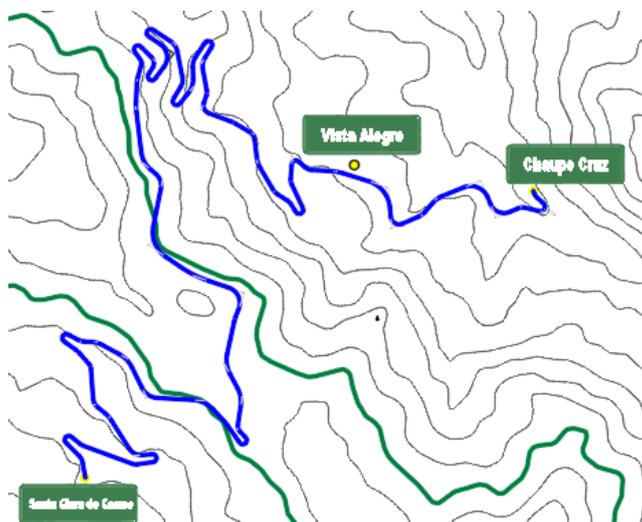
4.4.1. Evaluación técnica

Pendiente de diseño

Alternativa de ruta 1

Para esta alternativa la pendiente máxima es del 10.00%, sin embargo, durante el trazado en planta se utilizó pendientes de 8% siempre y cuando el terreno lo permitiera. Debido a la existencia de tramos donde el terreno es sinuoso, se usaron pendientes de 10%. Esta variación se debe a la presencia de curvas de nivel pronunciadas que fuerzan a realizar cambios de dirección bruscos debido a la topografía del terreno. Ver plano (PR-02).

Figura N°14. Alineamiento horizontal ruta 1

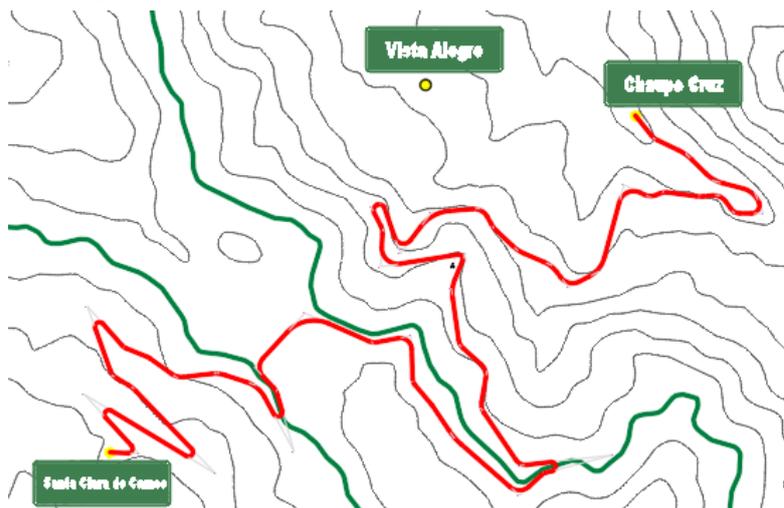


Fuente: Elaboración propia

Alternativa de ruta 2

Para esta alternativa se establece una pendiente máxima del 11.64%. Con fines prácticos, se intentó realizar el trazo previo de esta ruta considerando una inclinación del 8%, siempre y cuando el terreno lo permitiera. Sin embargo, en tramos accidentados y escarpados se optó por utilizar una pendiente de 10% y en tramos críticos incluso un poco mayor. Esta decisión se basa en la forma del relieve del terreno ya que hay lugares que requieren cambios de dirección bruscos debido a la orografía. Ver plano (PR-03).

Figura N°15. Alineamiento horizontal ruta 2

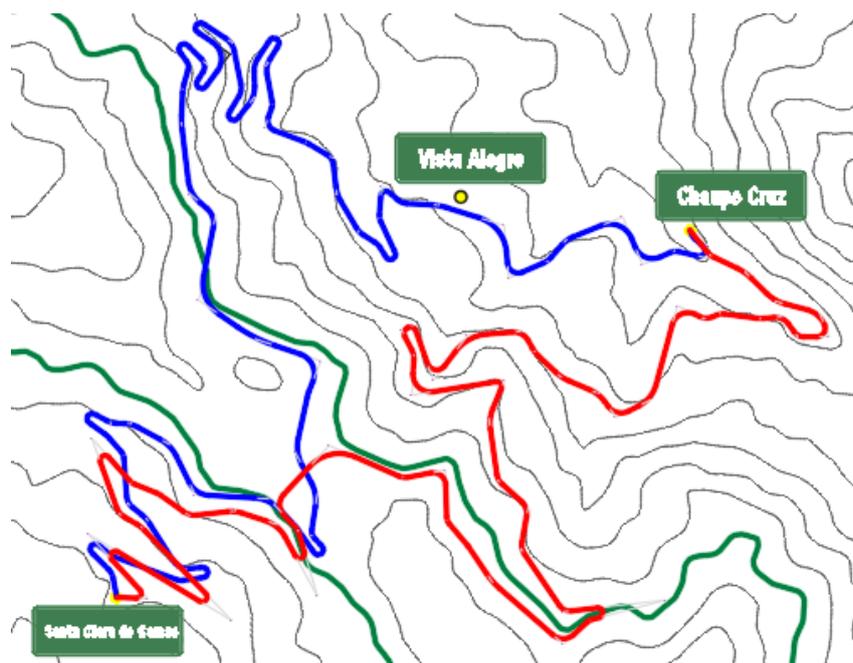


Fuente: Elaboración propia.

Alternativa 1 Y 2

Para mejor vista se ha superpuesto las dos rutas en un plano, se aprecia la ruta número uno de color azul y la dos de color verde, también se puede observar los caseríos por donde pasa cada ruta. Ver plano (PR-01).

Figura N°16. Alineamiento horizontal ruta 1 y 2



Fuente: Elaboración propia.

Longitud y tiempo de viaje

Se ha obtenido la distancia total medida en kilómetros de las alternativas, con el fin de compararlas, en la tabla se muestra el resumen. Se obtuvo la ruta 2 como la de menor longitud por lo tanto esta ruta requiere un menor tiempo de viaje para llegar del inicio al fin.

Tabla N°22. Evaluación de viabilidad técnica de las alternativas

CARRETERA	Ruta 1	Ruta 2
1.Características de la vía		
Longitud (km)	12.45	12.20
Velocidad de diseño (km/h)	30	30
Tiempo de viaje (min)	30.00	24.00
Tipo de material de superficie	Afirmado	Afirmado
Radio mínimo (m)	25	25
Tangente mínimo (m)	42	42
Pendiente máxima (%)	12	12
Numero de curvas horizontales	73	70
Señalización	SI	SI
Orografía	Accidentado	Accidentado
2.Drenaje		
Longitudinal	SI	SI
Transversal	SI	SI
3.Impacto ambiental	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

Evaluación Ambiental

Debido a que ambas rutas pretenden pasar por terrenos agrícolas, ganaderos y bosques, se ha considerado que ambas rutas tienen un impacto similar. Las dos alternativas generan impactos que benefician e impactos que afectan al medio ambiente y a los habitantes de la zona que está dentro del área de influencia directa e indirecta.

Tabla N°23. Evaluación de viabilidad ambiental de las alternativas

Ambiente territorial de la zona		
Variables	Ruta 1	Ruta 2
Hidrología superficial	Zona de clima lluvioso	Zona de clima lluvioso
Flora	Campos despejados con grandes bosques	Campos despejados con grandes bosques
Fauna	Existencia de animales silvestres	Existencia de animales silvestres
Viviendas	Viviendas de adobe	Viviendas de adobe
Aspectos económicos	Aumento de intercambio comercial	Aumento de intercambio comercial
Aspectos socioculturales	Conecta dos caseríos y un anexo	Conecta dos caseríos
Uso de suelo	Agrícola y ganadería	Agrícola y ganadería

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Evaluación económica

Se ejecutó una valorización aproximada del costo, considerando el desglose de las partidas que tienen mayor relevancia en la construcción de cada alternativa y el análisis correspondiente de los precios unitarios (consultar Anexo N°7). Para esta estimación se tomaron en cuenta las partidas señaladas en la evaluación económica proporcionada por la ficha técnica estándar del MTC. Estas partidas incluyen obras preliminares, movimiento de tierras, pavimentos, señalización e impacto ambiental. Además, se consideró el costo de mantenimiento de cada alternativa, así como el cálculo de la producción agrícola en la zona de estudio para calcular el flujo de caja.

Tabla N°24. Rentabilidad, VAN y TIR de los beneficios de la alternativa de ruta 1

EVALUACION ECONOMICA RUTA 1				
			Tasa Social de Descuento	8%
Año	Producción agrícola	Inversión	Mantenimiento*	Flujo neto
0		2,638,938.8		-2,638,938.8
1	836,950.0		280,663.1	556,286.9
2	836,950.0		280,663.1	556,286.9
3	836,950.0		280,663.1	556,286.9
4	836,950.0		280,663.1	556,286.9
5	836,950.0		280,663.1	556,286.9
6	836,950.0		280,663.1	556,286.9
7	836,950.0		280,663.1	556,286.9
8	836,950.0		280,663.1	556,286.9
9	836,950.0		280,663.1	556,286.9
10	836,950.0		280,663.1	556,286.9
			VAN	1,093,792
			TIR	16.50%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°25. Rentabilidad, VAN y TIR de los beneficios de la alternativa de ruta 2

EVALUACION ECONOMICA RUTA 2				
			Tasa Social de Descuento	8%
Año	Producción agrícola	Inversión	Mantenimiento*	Flujo neto
0		2,787,432.2		-2,787,432.2
1	836,950.0		273,445.2	563,504.8
2	836,950.0		273,445.2	563,504.8
3	836,950.0		273,445.2	563,504.8
4	836,950.0		273,445.2	563,504.8
5	836,950.0		273,445.2	563,504.8
6	836,950.0		273,445.2	563,504.8
7	836,950.0		273,445.2	563,504.8
8	836,950.0		273,445.2	563,504.8
9	836,950.0		273,445.2	563,504.8
10	836,950.0		273,445.2	563,504.8
			VAN	993,731
			TIR	15.38%

Fuente: Elaboración propia.

Comparación de las alternativas de ruta

Según lo evaluado anteriormente se obtiene como conclusión que la alternativa número uno es la más viable económica y socialmente, principalmente por beneficiar a más familias y generar un flujo de caja con una tasa interna de retorno mayor a la ruta número dos, esto quiere decir que la alternativa uno genera mayores ingresos en comparación a la inversión que se va a realizar.

Tabla N°26. Resumen de criterios de evaluación de las alternativas de rutas

ESTUDIO DE RUTAS				
VARIABLE	RUTA 1	PUNT	RUTA 2	PUNT
VIABILIDAD TÉCNICA				
Longitud (km)	12.45	0	12.20	1
Velocidad de diseño (km/h)	30	1	30	1
Tiempo de viaje (min)	30.00	0	24.00	1
Radio mínimo (m)	25	1	25	1
Tangente mínimo (m)	42	1	42	1
Pendiente máxima (%)	10.00	1	11.64	0
Numero de curvas horizontales	73	0	70	1
Alcantarillas de paso 36"	10	1	14	0
Badenes	3	1	4	0
VIABILIDAD ECONÓMICA				
Costo total de inversión	S/2,638,938.82	1	S/2,787,432.19	0
Tasa interna de retorno (TIR)	16.50%	1	15.38%	0
Valor actual neto (VAN)	1,093,792	1	993,731	0
Personas beneficiadas	829	1	725	0
VIABILIDAD AMBIENTAL				
Hidrología superficial	Zona de clima lluvioso	1	Zona de clima lluvioso	1
Flora	Campos despejados con grandes bosques	1	Campos despejados con grandes bosques	1
Fauna	Existencia de animales silvestres	1	Existencia de animales silvestres	1
Viviendas	Viviendas de adobe	1	Viviendas de adobe	1
Aspectos económicos	Aumento de intercambio comercial	1	Aumento de intercambio comercial	1
Aspectos socioculturales	Conecta dos caseríos y un anexo	1	Conecta dos caseríos	0
Uso de suelo	Agrícola y ganadería	1	Agrícola y ganadería	1
PUNTAJE TOTAL	RUTA 1	17	RUTA 2	12

Fuente: Elaboración propia.

4.4.3. Selección de ruta por el Método de los pesos absolutos y relativos

Mediante este procedimiento se compararon ambas rutas dando un peso o puntaje a cada característica de cada ruta como la longitud, pendientes, longitud de puentes, número de alcantarillas, numero de curvas de vuelta.

Tabla N°27. Resultados Método de Pesos Absolutos

ESTUDIO DE RUTAS POR EL MÉTODO DE LOS PESOS ABSOLUTOS				
CARACTERÍSTICAS	RUTA 1	PESO	RUTA 2	PESO
Longitud total (m)	12446.05	2	12200.00	1
Pendiente media (%)	7.03%	1	6.83%	2
Pendiente máxima (%)	10.00	1	11.64	2
Longitud de puentes	0	0	0	0
Número de alcantarillas	10	1	14	2
Número de curvas de vuelta	10	2	8	1
PUNTAJE TOTAL	RUTA 1	7	RUTA 2	8

Fuente: Elaboración propia.

Luego de realizar el análisis por el método de los pesos absolutos se llega a la conclusión de que la ruta favorable es la Ruta N°1 por tener un menor puntaje, en dicha ruta podremos encontrar una longitud de 12446.05 m en comparación a los 12200.00 m de la Ruta N° 2, sin embargo, esto no fue motivo para obtener un puntaje menor ya que otras características de la vía también influyeron en el análisis.

De manera similar que, en el método de los pesos absolutos, en el método de los pesos relativos se compararon ambas rutas dando un peso o puntaje a cada característica de cada ruta como la longitud, pendientes, longitud de puentes, número de alcantarillas, número de curvas de vuelta, cabe recalcar que en este método se obtienen resultados muy semejantes entre sí y es un método muy efectivo para determinar la ruta más favorable.

Tabla N°28. Resultados Método de Pesos Relativos

ESTUDIO DE RUTAS POR EL MÉTODO DE LOS PESOS RELATIVOS				
CARACTERÍSTICAS	RUTA 1	PESO	RUTA 2	PESO
Longitud total (m)	12446.05	1.02	12200.00	1.00
Pendiente media (%)	7.03%	1.03	6.83%	1.00
Pendiente máxima (%)	10.00	1.00	11.64	1.16
Longitud de puentes	0	0.00	0	0.00
Número de alcantarillas	10	1.00	14	1.40
Número de curvas de vuelta	10	1.25	8	1.00
PUNTAJE TOTAL	RUTA 1	5.30	RUTA 2	5.56

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo la Ruta N° 1 como la más favorable por obtener un peso menor al de la Ruta N° 2, lo cual indica que tal ruta tiene características apropiadas para ser elegida como la ruta ganadora para el proyecto.

4.4.4. Selección de ruta por el Método de Bruce

Para el análisis por el método de Bruce se realizó el perfil longitudinal de cada una de las rutas y se muestra la tabla de comparación de la longitud resistente de ida y vuelta obtenida con este método:

Tabla N°29. Resultados Método de Bruce

RUTA	LONGITUD RESISTENTE	
	IDA(m)	VUELTA(m)
Ruta 1	25056.25	18389.92
Ruta2	25106.13	18439.74

Fuente: Elaboración propia.

La ruta con menor longitud resistente en ambos casos es la alternativa de ruta número uno, lo cual indica que es la opción más favorable técnicamente para el proyecto.

4.5. Estudio topográfico

En el marco de esta indagación, se ha dado paso a la realización de un levantamiento topográfico exhaustivo, abarcando tanto el terreno en su totalidad y de igual manera todas las edificaciones y estructuras existentes dentro del espacio del proyecto. El método utilizado es el método RTK el cual nos permite obtener datos precisos con correcciones en campo y de manera rápida. Con dicho método se obtuvo información con la cual se han efectuado los planos correspondientes al ser exportados mediante programas computarizados específicos de ingeniería.

Exportación de datos de campo

En las labores realizadas en oficina se concretó la exportación de la información utilizando software especializado en temas viales. Se crearon superficies y se procedió a culminar el trazado del eje de la futura vía, todo ello respetando las dimensiones mínimas según el tipo de carretera estipuladas en la normativa vigente.

Datos topográficos

En los trabajos realizados en campo se obtuvieron los siguientes datos de BM's, en el anexo N° 5 se adjuntan todos los datos del trabajo de topografía.

Tabla N°30. Puntos obtenidos en campo

BM's (WGS-84)			
PTO	ESTE	NORTE	COTA
BM-1	736270.582	9305841.069	1849.790
BM-2	736006.427	9305727.752	1894.310
BM-3	735636.629	9305753.706	1935.573
BM-4	735321.724	9305822.243	1970.490
BM-5	734863.158	9305979.003	2010.490
BM-6	734792.759	9305715.796	2049.230
BM-7	734482.050	9306044.177	2093.400
BM-8	734156.139	9306352.262	2133.025
BM-9	734182.625	9306822.349	2174.080
BM-10	733949.550	9306401.442	2216.885
BM-11	733891.934	9306845.841	2249.850
BM-12	733848.313	9306594.345	2284.783
BM-13	733729.198	9306655.936	2331.030
BM-14	733723.260	9306173.858	2363.930
BM-15	733846.888	9305727.328	2395.770
BM-16	734024.251	9305317.087	2436.070
BM-17	734363.159	9305039.349	2446.920
BM-18	734352.647	9304555.651	2437.660
BM-19	734338.133	9304234.512	2412.683
BM-20	733940.210	9304489.201	2380.261
BM-21	733577.365	9304772.616	2332.740
BM-22	733295.037	9304810.509	2293.750
BM-23	733495.062	9304390.188	2257.650
BM-24	733826.878	9304067.945	2221.590
BM-25	733371.544	9304178.626	2188.760
BM-26	733369.316	9303975.397	2167.680

Fuente: Elaboración propia.

4.6. Diseño geométrico

Clasificación de la carretera

Clasificación por demanda

Como resultado de estudios previos se obtuvo que por la carretera transitaran 64 veh/día lo cual nos da la idea para poder clasificar nuestra vía. La futura infraestructura vial será una trocha carrozable, dado que ya sabemos el tipo de camino se seleccionaron los demás componentes o elementos como lo son las calzadas las cuales corresponden asumir una extensión mínima de 4 metros.

Clasificación por orografía

Anteriormente se ha clasificado por orografía, se tienen pendientes de la sección que van entre el 51% y 100% por lo que es considerado como terreno accidentado.

Clasificación general de los proyectos viales

El proyecto es un trazo nuevo, ya que implica la creación de una nueva carretera que se integrará a la red de infraestructura vial. Esta categoría también incluye vías de desvío o variantes de considerable longitud.

Se presenta la tabla resumen de las características de la vía siguiendo lo estipulado en la normativa (DG-2018)[4].

Tabla N°31. Parámetros de diseño

VARIABLES DE DISEÑO		
Descripción	Valor	Clasificación
Tipo de terreno	Accidentado, escarpado	
IMDA (veh/día)	85	Trocha carrozable
Velocidad de diseño (km/h)	30	
Longitud de tramo tangente S(m)	42	
Longitud de tramo tangente O(m)	84	
Radio que permite prescindir de curvas de transición(m)	55	
Pendiente máxima	10%	
Peralte máximo	12%	
Calzada(m)	5	
Berma (m)	0.5	
Bombeo	2.5%	

Fuente: Elaboración propia.

Vehículo de diseño

En el estudio que se hizo de la cuantificación del tráfico se identificó como el vehículo pesado de diseño al camión de dos ejes (C2). Debido a la falta de datos sobre dicho vehículo se realizó una consulta al Reglamento Nacional de Vehículos, de allí se obtuvo la siguiente tabla.

Tabla N°32. Tabla de características vehículo C2

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

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos- MTC.

Para obtener los parámetros adicionales necesarios del camión, se consultó la normativa AASHTO en su apartado "Minimum Turning Paths of Design Vehicles" se considera que el

camión es equivalente al Single-Unit Truck (SU-9), el cual posee una característica de fabricación específica: un radio de giro mínimo de 12.80 metros.

Diseño geométrico horizontal y vertical

Durante la planificación del alineamiento preliminar, se ha buscado seguir la configuración de las curvas de nivel para ubicar la vía a media ladera, con el objetivo de minimizar la necesidad de realizar excavaciones o terraplenes significativos. En este proceso, se aplicaron las fórmulas expuestas en el marco teórico para garantizar un diseño adecuado.

En la tabla N° 31, se presentan los elementos de la curva horizontal en el diseño del alineamiento definitivo. En total, se han identificado 73 curvas horizontales, y se han realizado las verificaciones correspondientes según las pautas determinadas en el manual de carreteras (DG-2018)[4]. A partir de estas verificaciones, se determinó que algunas curvas horizontales requieren la inclusión de curvas de transición, también conocidas como espirales, debido a que no cumplen con el radio mínimo de 55 metros que permitiría prescindir de ellas. En consecuencia, se ha realizado el diseño de 12 curvas espirales, el cual se detallará más adelante con mayor precisión.

Tabla N°33. Elementos de curvas horizontales

ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL CIRCULAR													VERIFICACIONES			
NÚMERO	SENT.	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	RADIO MÍNIMO	LONG. TRANSICIÓN	Tramos tangentes
PI:1	I	24.35	65.26	14.08	27.74	27.53	1.5	1.47	0+035.70	0+021.62	0+049.36	9305805.43	736291.8	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:2	D	99.35	28	32.99	48.55	42.69	15.27	9.88	0+152.31	0+119.32	0+167.88	9305682.96	736425.58	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:3	I	36.63	72.74	24.08	46.5	45.71	3.88	3.68	0+302.20	0+278.13	0+324.63	9305735.01	736199.85	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:4	D	91.16	95.8	97.76	152.43	136.85	41.08	28.75	0+477.69	0+379.92	0+532.35	9305663.97	736037.59	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:5	I	89.54	119.39	118.44	186.58	168.16	48.78	34.63	0+697.79	0+579.36	0+765.94	9305907.17	735936.94	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:6	I	27.21	155.67	37.67	73.92	73.22	4.49	4.37	0+953.15	0+915.48	0+989.40	9305792.56	735653.59	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:7	D	25.39	125.02	28.16	55.4	54.95	3.13	3.06	1+096.56	1+068.40	1+123.80	9305682.87	735559.01	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:8	D	108.6	55	76.54	104.25	89.33	39.25	22.9	1+311.99	1+235.46	1+339.70	9305595.41	735361.12	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:9	I	67.4	200	133.38	235.26	221.93	40.4	33.61	1+532.62	1+399.24	1+634.50	9305863.74	735336.49	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:10	I	14.28	324.7	40.68	80.93	80.73	2.54	2.52	1+847.21	1+806.53	1+887.47	9305966.99	735006.17	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:11	D	38.59	78.26	27.4	52.72	51.72	4.66	4.4	2+035.33	2+007.92	2+060.64	9305977.11	734817.9	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:12	I	72.51	25	18.34	31.64	29.57	6	4.84	2+146.88	2+128.54	2+160.18	9306067.43	734716.42	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:13	I	28.97	72.25	18.66	36.53	36.14	2.37	2.3	2+286.62	2+267.96	2+304.49	9305900.88	734704.32	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:14	D	63.98	25	15.62	27.92	26.49	4.48	3.8	2+505.69	2+490.08	2+517.99	9305698.8	734785.66	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:15	D	54.25	25	12.81	23.67	22.8	3.09	2.75	2+530.80	2+517.99	2+541.66	9305687.54	734759.56	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:16	I	25.69	86	19.61	38.57	38.24	2.21	2.15	2+630.23	2+610.62	2+649.19	9305767.13	734699.26	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:17	D	27.06	108.35	26.07	51.17	50.69	3.09	3.01	2+745.16	2+719.09	2+770.26	9305829.62	734602.01	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:18	D	23.34	200	41.31	81.47	80.91	4.22	4.13	2+965.36	2+924.05	3+005.52	9306020.73	734490.7	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:19	I	52.19	70.23	34.4	63.98	61.79	7.97	7.16	3+152.40	3+118.00	3+181.98	9306207.57	734468.17	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:20	I	10.27	200	17.98	35.86	35.81	0.81	0.8	3+301.95	3+283.97	3+319.83	9306286.91	734335.75	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:21	I	88.13	55	53.23	84.6	76.5	21.54	15.48	3+525.26	3+472.02	3+556.62	9306365.71	734126.7	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:22	D	29.13	63.96	16.62	32.51	32.16	2.12	2.05	3+622.96	3+606.34	3+638.85	9306478.91	734165.2	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:23	I	42	110.52	42.43	81.02	79.22	7.86	7.34	3+821.58	3+779.15	3+860.17	9306675.01	734129.43	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:24	D	62.48	25.07	15.21	27.34	26	4.25	3.63	3+968.09	3+952.88	3+980.22	9306806.71	734198	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:25	I	61.48	25.07	14.91	26.9	25.63	4.1	3.52	3+995.13	3+980.22	4+007.12	9306822.56	734172.39	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:26	I	34.5	110	34.16	66.24	65.24	5.18	4.95	4+165.47	4+131.32	4+197.55	9306684.65	734070.67	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:27	D	39.97	150.84	54.85	105.22	103.1	9.66	9.08	4+328.00	4+273.14	4+378.37	9306520.11	734075.4	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:28	D	57.39	25.06	13.72	25.1	24.06	3.51	3.08	4+490.65	4+476.93	4+502.03	9306396.88	733965.15	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:29	I	60.27	25.15	14.6	26.46	25.25	3.93	3.4	4+516.63	4+502.03	4+528.49	9306412.36	733941.44	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:30	D	41.97	90.43	34.69	66.25	64.78	6.43	6	4+669.71	4+635.02	4+701.27	9306549.75	734011.02	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:31	I	45.13	104.05	43.24	81.95	79.85	8.63	7.97	4+915.20	4+871.96	4+953.92	9306793.62	733962.66	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:32	I	56.98	25.04	13.59	24.9	23.89	3.45	3.03	5+115.06	5+101.48	5+126.38	9306897.38	733788.69	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:33	I	67.76	25.13	16.87	29.72	28.02	5.14	4.27	5+143.25	5+126.38	5+156.10	9306873.78	733769.43	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:34	D	92.34	104	108.33	167.61	150.05	46.17	31.98	5+366.84	5+258.51	5+426.11	9306737.98	733949.44	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:35	D	65.1	25.08	16.01	28.5	26.99	4.67	3.94	5+552.60	5+536.59	5+565.09	9306557.58	733802.39	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:36	I	56.17	25.08	13.38	24.59	23.62	3.35	2.95	5+787.47	5+565.09	5+589.68	9306576.06	733779.53	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:37	D	77.61	55	44.23	74.5	68.93	15.58	12.14	5+697.41	5+653.18	5+727.68	9306681.77	733835.21	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:38	I	56.09	25	13.32	24.47	23.51	3.33	2.94	5+851.16	5+837.85	5+862.32	9306791.79	733710.94	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:39	I	59.62	25	14.32	26.01	24.86	3.81	3.31	5+876.64	5+862.32	5+888.33	9306774.58	733689.31	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:40	D	51.33	55	26.43	49.28	47.65	6.02	5.43	5+983.81	5+957.38	6+006.66	9306681.05	733743.57	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:41	I	13.04	200	22.86	45.53	45.43	1.3	1.29	6+102.62	6+079.76	6+125.29	9306563.22	733710.44	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:42	I	9.49	440.17	36.55	72.93	72.84	1.51	1.51	6+275.56	6+239.02	6+311.94	9306390.27	733702.41	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:43	I	42.35	178.41	69.11	131.86	128.88	12.92	12.04	6+643.41	6+574.31	6+706.17	9306024.86	733746.21	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:44	D	60.34	103.32	60.06	108.81	103.85	16.19	14	6+808.86	6+748.79	6+857.61	9305912.57	733876.22	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:45	I	66.46	194.27	127.28	225.35	212.93	37.98	31.77	7+236.08	7+108.80	7+384.15	9305482.33	733791.34	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:46	I	15.86	764.36	106.45	211.53	210.86	7.38	7.31	7+550.74	7+444.29	7+655.82	9305286.58	734074.06	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:47	D	92.12	106.07	110.07	170.54	152.75	46.79	32.47	7+902.62	7+792.55	7+963.09	9305172.51	734408.37	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:48	I	8.76	200	15.33	30.59	30.56	0.59	0.58	8+033.86	8+018.53	8+049.13	9305003.63	734343.69	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:49	I	39.92	200	72.64	139.36	136.56	12.78	12.02	8+337.15	8+264.51	8+403.87	9304707.12	734279.62	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:50	D	36.31	200	65.59	126.76	124.65	10.48	9.96	8+571.01	8+505.42	8+632.18	9304494.88	734391.2	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:51	I	51.72	55	26.66	49.65	47.98	6.12	5.51	8+776.53	8+749.87	8+799.51	9304287.3	734359.87	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:52	D	63.2	25	15.38	27.58	26.2	4.35	3.71	8+880.94	8+865.56	8+893.14	9304202.65	734424.27	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:53	D	70.16	25	17.56	30.61	28.74	5.55	4.54	8+910.69	8+893.14	8+923.75	9304180.43	734399.96	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:54	I	7.57	200	13.23	26.43	26.41	0.44	0.44	9+091.13	9+077.90	9+104.33	9304323.48	734286.16	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:55	I	44.33	200	81.47	154.73	150.9	15.96	14.78	9+289.16	9+207.69	9+362.42	9304469.86	734152.74	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:56	D	60.59	120.29	70.28	127.21	121.36	19.03	16.43	9+661.12	9+590.84	9+718.05	9304491.91	733773.21	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:57	I	35.29	200	63.63	123.2	121.26	9.88	9.41	9+928.07	9+864.45	9+987.65	9304743.67	733649.97	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:58	I	26.69	147.19	34.91	68.56	67.94	4.08	3.97	10+150.84	10+115.92	10+184.48	9304852.32	733450.87	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:59	D	26.43	114.87	26.97	52.98	52.51	3.12	3.04	10+251.01	10+224.04	10+277.02	9304855.75	733349.49	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:60	I	57.99	25	13.86	25.3	24.24	3.58	3.13	10+373.80	10+359.94	10+385.24	9304904.57	733237.62	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:61	I	59.39	25	14.26	25.91	24.77	3.78	3.28	10+399.50	10+385.24	10+411.16	9304880.96	733222.37	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:62	D	12.99	150	17.08	34.01	33.94	0.97	0.96	10+536.34	10+519.26	10+553.28	9304791.93	733327.38	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:63	D	36.91	55	18.36	35.43	34.82	2.98	2.83	10+662.90	10+644.55	10+679.98	9304696.35	733410.56	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:64	I	46.37	84.24	36.08	68.18	66.33	7.4	6.8	10+909.01	10+872.93	10+941.10	9304449.61	733428.34	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:65	D	18.21	200	32.06	63.57	63.3	2.55	2.52	11+032.05	11+000.00	11+063.57	9304368.79	733526.35	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:66	I	62.93	93.25	57.07	102.42	97.35	16.08	13.71	11+337.85	11+280.78	11+383.20	9304109.8	733689.94	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE
PI:67	D	67.27	25	16.63	29.35	27.7	5.03	4.19	11+474.43	11+457.80	11+487.15	9304111.63	733836.24	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:68	D	54.82	25	12.96	23.92	23.02	3.16	2.81	11+500.11	11+487.15	11+511.07	9304082.03	733836.47	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE
PI:69	D	28.42														

Tabla N°34. Verificación de pendientes longitudinales

VERIFICACIÓN DE PENDIENTES				
TANGENTE	PENDIENTE	DISTANCIA	Pendiente máx 10%	Pendiente min 0.5%
1	1.56%	41.67	OK	CUMPLE
2	10.00%	195.45	OK	CUMPLE
3	8.20%	761.62	OK	CUMPLE
4	6.65%	185.89	OK	CUMPLE
5	8.24%	947.33	OK	CUMPLE
6	10.00%	164.19	OK	CUMPLE
7	6.98%	535.83	OK	CUMPLE
8	9.22%	167.57	OK	CUMPLE
9	7.76%	811.10	OK	CUMPLE
10	9.26%	267.45	OK	CUMPLE
11	5.90%	231.92	OK	CUMPLE
12	9.99%	351.33	OK	CUMPLE
13	6.77%	348.36	OK	CUMPLE
14	8.12%	255.15	OK	CUMPLE
15	5.91%	229.15	OK	CUMPLE
16	9.95%	137.54	OK	CUMPLE
17	4.86%	157.35	OK	CUMPLE
18	9.96%	201.56	OK	CUMPLE
19	4.43%	192.89	OK	CUMPLE
20	7.26%	634.57	OK	CUMPLE
21	10.00%	282.47	OK	CUMPLE
22	5.85%	675.98	OK	CUMPLE
23	-1.11%	408.02	OK	CUMPLE
24	-2.44%	521.43	OK	CUMPLE
25	-5.90%	292.86	OK	CUMPLE
26	-7.88%	1272.92	OK	CUMPLE
27	-9.75%	177.27	OK	CUMPLE
28	-6.07%	216.13	OK	CUMPLE
29	-7.92%	619.48	OK	CUMPLE
30	-4.97%	154.69	OK	CUMPLE
31	-9.37%	125.64	OK	CUMPLE
32	-5.69%	178.52	OK	CUMPLE
33	-7.67%	298.36	OK	CUMPLE
34	-9.58%	147.14	OK	CUMPLE
35	-0.83%	257.71	OK	CUMPLE
LONGITUD				12+446.54
PENDIENTE PROMEDIO				7.03%

Fuente: Elaboración propia.

En el estudio del perfil, se ha verificado que se cumple con las regulaciones establecidas en la normativa peruana. Las pendientes se han mantenido dentro del límite máximo del 10%, según la norma DG 2018. Se ha verificado que todas las pendientes sean mayores al 0.5% para garantizar un adecuado desagüe del agua de lluvia. Por último, se ha calculado la inclinación promedio de la vía, alcanzando un porcentaje de 7.03% [4], dicha pendiente indica que se respeta la normativa peruana y que los vehículos motorizados no sufrirán gran esfuerzo para recorrer a lo largo de toda la carretera.

Diseño de espirales

Se presenta una tabla del diseño de los elementos de las espirales, para mayor detalle ver anexo N° 3.

Tabla N°35. Resumen del diseño de espirales

CURVA	ELEMENTOS DE ESPIRALES												
	ESPIRAL	R	DELTA	PERALTE	J	Le calculada	Le min	Le máx	Le >= 30m	Le Considerada	A	TS	ST
C2	S1	28.00	99.35	12.00	0.50	22.00	17.16	25.92	30.00	25.00	27.00	0+094.32	0+119.32
	S2	28.00	99.35	12.00	0.50	22.00	17.16	25.92	30.00	25.00	27.00	0+167.88	0+192.88
C12	S3	25.00	72.51	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	2+104.54	2+128.54
	S4	25.00	72.51	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	2+160.18	2+184.18
C14	S5	25.00	63.98	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	2+466.08	2+490.08
C15	S6	25.00	54.25	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	2+541.66	2+565.66
C24	S7	25.07	62.48	12.00	0.50	27.00	19.17	24.53	30.00	24.00	25.00	3+928.88	3+952.88
C25	S8	25.07	61.48	12.00	0.50	27.00	19.17	24.53	30.00	24.00	25.00	4+007.12	4+031.12
C28	S9	25.06	57.39	12.00	0.50	27.00	19.18	24.52	30.00	24.00	25.00	4+452.93	4+476.93
C29	S10	25.15	60.27	12.00	0.50	27.00	19.11	24.57	30.00	24.00	25.00	4+528.49	4+552.49
C32	S11	25.04	56.98	12.00	0.50	27.00	19.19	24.51	30.00	24.00	25.00	5+077.48	5+101.48
C33	S12	25.13	67.76	12.00	0.50	27.00	19.12	24.56	30.00	24.00	25.00	5+156.10	5+180.10
C35	S13	25.08	65.10	12.00	0.50	27.00	19.16	24.53	30.00	24.00	25.00	5+512.59	5+536.59
C36	S14	25.08	56.17	12.00	0.50	27.00	19.16	24.53	30.00	24.00	25.00	5+589.68	5+613.68
C38	S15	25.00	56.09	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	5+813.85	5+837.85
C39	S16	25.00	59.62	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	5+888.33	5+912.33
C52	S17	25.00	63.20	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	8+841.56	8+865.56
C53	S18	25.00	70.16	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	8+923.75	8+947.75
C60	S19	25.00	57.99	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	10+335.94	10+359.94
C61	S20	25.00	59.39	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	10+411.16	10+435.16
C67	S21	25.00	57.99	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	11+433.80	11+457.80
C68	S22	25.00	59.39	12.00	0.50	27.00	19.22	24.49	30.00	24.00	25.00	11+511.07	11+535.07
C71	S23	25.08	58.44	12.00	0.50	27.00	19.16	24.53	30.00	24.00	25.00	12+085.73	12+109.73
C72	S24	25.08	60.76	12.00	0.50	27.00	19.16	24.53	30.00	24.00	25.00	12+161.91	12+185.91

Fuente: Elaboración propia

Replanteo de elementos de curva horizontal

Debido a que se han agregado espirales al diseño horizontal, se realizó un replanteo de elementos de las curvas, esto debido a que algunos elementos como las progresivas de inicio y fin de curva o la tangente de curvatura cambian, y es necesario realizar un nuevo cálculo de todos los elementos.

Memoria de cálculo

En el anexo N° 3, se muestran los cálculos realizados en el diseño geométrico de la vía, en dicha memoria podemos encontrar el cálculo de las progresivas, la cuantificación de los valores de los elementos de curvas espirales, las transiciones de peraltes tanto para curvas horizontales como para espirales, cálculo de sobreanchos, entre otros cálculos importantes para el proyecto.

Tabla N°36. Replanteo de elementos de curva horizontal

ELEMENTOS DE CURVA HORIZONTAL CIRCULAR														ESPIRAL	
NÚMERO	SENT.	DELTA	RADIO	T	L	LC	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE	Le	A
PI:1	I	24.35	65.26	14.08	27.74	27.53	1.5	1.47	0+035.70	0+021.62	0+049.36	9305805.43	736291.8		
PI:2	D	99.35	28	32.99	48.55	42.69	15.27	9.88	0+152.31	0+119.32	0+167.88	9305682.96	736425.58	25.00	27.00
PI:3	I	36.63	72.74	24.08	46.5	45.71	3.88	3.68	0+302.20	0+278.13	0+324.63	9305735.01	736199.85		
PI:4	D	91.16	95.8	97.76	152.43	136.85	41.08	28.75	0+477.69	0+379.92	0+532.35	9305663.97	736037.59		
PI:5	I	89.54	119.39	118.44	186.58	168.16	48.78	34.63	0+697.79	0+579.36	0+765.94	9305907.17	735936.94		
PI:6	I	27.21	155.67	37.67	73.92	73.22	4.49	4.37	0+953.15	0+915.48	0+989.40	9305792.56	735653.59		
PI:7	D	25.39	125.02	28.16	55.4	54.95	3.13	3.06	1+096.56	1+068.40	1+123.80	9305682.87	735559.01		
PI:8	D	108.6	55	76.54	104.25	89.33	39.25	22.9	1+311.99	1+235.46	1+339.70	9305595.41	735361.12		
PI:9	I	67.4	200	133.38	235.26	221.93	40.4	33.61	1+532.62	1+399.24	1+634.50	9305863.74	735336.49		
PI:10	I	14.28	324.7	40.68	80.93	80.73	2.54	2.52	1+847.21	1+806.53	1+887.47	9305966.99	735006.17		
PI:11	D	38.59	78.26	27.4	52.72	51.72	4.66	4.4	2+035.33	2+007.92	2+060.64	9305977.11	734817.9		
PI:12	I	72.51	25	18.34	31.64	29.57	6	4.84	2+146.88	2+128.54	2+160.18	9306067.43	734716.42	24.00	25.00
PI:13	I	28.97	72.25	18.66	36.53	36.14	2.37	2.3	2+286.62	2+267.96	2+304.49	9305900.88	734704.32		
PI:14	D	63.98	25	15.62	27.92	26.49	4.48	3.8	2+505.69	2+490.08	2+517.99	9305698.8	734785.66	24.00	25.00
PI:15	D	54.25	25	12.81	23.67	22.8	3.09	2.75	2+530.80	2+517.99	2+541.66	9305687.54	734759.56	24.00	25.00
PI:16	I	25.69	86	19.61	38.57	38.24	2.21	2.15	2+630.23	2+610.62	2+649.19	9305767.13	734699.26		
PI:17	D	27.06	108.35	26.07	51.17	50.69	3.09	3.01	2+745.16	2+719.09	2+770.26	9305829.62	734602.01		
PI:18	D	23.34	200	41.31	81.47	80.91	4.22	4.13	2+965.36	2+924.05	3+005.52	9306020.73	734490.7		
PI:19	I	52.19	70.23	34.4	63.98	61.79	7.97	7.16	3+152.40	3+118.00	3+181.98	9306207.57	734468.17		
PI:20	I	10.27	200	17.98	35.86	35.81	0.81	0.8	3+301.95	3+283.97	3+319.83	9306286.91	734335.75		
PI:21	I	88.13	55	53.23	84.6	76.5	21.54	15.48	3+525.26	3+472.02	3+556.62	9306365.71	734126.7		
PI:22	D	29.13	63.96	16.62	32.51	32.16	2.12	2.05	3+622.96	3+606.34	3+638.85	9306478.91	734165.2		
PI:23	I	42	110.52	42.43	81.02	79.22	7.86	7.34	3+821.58	3+779.15	3+860.17	9306675.01	734129.43		
PI:24	D	62.48	25.07	15.21	27.34	26	4.25	3.63	3+968.09	3+952.88	3+980.22	9306806.71	734198	24.00	25.00
PI:25	I	61.48	25.07	14.91	26.9	25.63	4.1	3.52	3+995.13	3+980.22	4+007.12	9306822.56	734172.39	24.00	25.00
PI:26	I	34.5	110	34.16	66.24	65.24	5.18	4.95	4+165.47	4+131.32	4+197.55	9306684.65	734070.67		
PI:27	D	39.97	150.84	54.85	105.22	103.1	9.66	9.08	4+328.00	4+273.14	4+378.37	9306520.11	734075.4		
PI:28	D	57.39	25.06	13.72	25.1	24.06	3.51	3.08	4+490.65	4+476.93	4+502.03	9306396.88	733965.15	24.00	25.00
PI:29	I	60.27	25.15	14.6	26.46	25.25	3.93	3.4	4+516.63	4+502.03	4+528.49	9306412.36	733941.44	24.00	25.00
PI:30	D	41.97	90.43	34.69	66.25	64.78	6.43	6	4+669.71	4+635.02	4+701.27	9306549.75	734011.02		
PI:31	I	45.13	104.05	43.24	81.95	79.85	8.63	7.97	4+915.20	4+871.96	4+953.92	9306793.62	733962.66		
PI:32	I	56.98	25.04	13.59	24.9	23.89	3.45	3.03	5+115.06	5+101.48	5+126.38	9306897.38	733788.69	24.00	25.00
PI:33	I	67.76	25.13	16.87	29.72	28.02	5.14	4.27	5+143.25	5+126.38	5+156.10	9306873.78	733769.43	24.00	25.00
PI:34	D	92.34	104	108.33	167.61	150.05	46.17	31.98	5+366.84	5+258.51	5+426.11	9306737.98	733949.44		
PI:35	D	65.1	25.08	16.01	28.5	26.99	4.67	3.94	5+552.60	5+536.59	5+565.09	9306557.58	733802.39	24.00	25.00
PI:36	I	56.17	25.08	13.38	24.59	23.62	3.35	2.95	5+578.47	5+565.09	5+589.68	9306576.06	733779.53	24.00	25.00
PI:37	D	77.61	55	44.23	74.5	68.93	15.58	12.14	5+697.41	5+653.18	5+727.68	9306681.77	733835.21		
PI:38	I	56.09	25	13.32	24.47	23.51	3.33	2.94	5+851.16	5+837.85	5+862.32	9306791.79	733710.94	24.00	25.00
PI:39	I	59.62	25	14.32	26.01	24.86	3.81	3.31	5+876.64	5+862.32	5+888.33	9306774.58	733689.31	24.00	25.00
PI:40	D	51.33	55	26.43	49.28	47.65	6.02	5.43	5+983.81	5+957.38	6+006.66	9306681.05	733743.57		
PI:41	I	13.04	200	22.86	45.53	45.43	1.3	1.29	6+102.62	6+079.76	6+125.29	9306563.22	733710.44		
PI:42	I	9.49	440.17	36.55	72.93	72.84	1.51	1.51	6+275.56	6+239.02	6+311.94	9306390.27	733702.41		
PI:43	I	42.35	178.41	69.11	131.86	128.88	12.92	12.04	6+643.41	6+574.31	6+706.17	9306024.86	733746.21		
PI:44	D	60.34	103.32	60.06	108.81	103.85	16.19	14	6+808.86	6+748.79	6+857.61	9305912.57	733876.22		
PI:45	I	66.46	194.27	127.28	225.35	212.93	37.98	31.77	7+236.08	7+108.80	7+334.15	9305482.33	733791.34		
PI:46	I	15.86	764.36	106.45	211.53	210.86	7.38	7.31	7+550.74	7+444.29	7+655.82	9305286.58	734074.06		
PI:47	D	92.12	106.07	110.07	170.54	152.75	46.79	32.47	7+902.62	7+792.55	7+963.09	9305172.51	734408.37		
PI:48	I	8.76	200	15.33	30.59	30.56	0.59	0.58	8+033.86	8+018.53	8+049.13	9305003.63	734343.69		
PI:49	I	39.92	200	72.64	139.36	136.56	12.78	12.02	8+337.15	8+264.51	8+403.87	9304707.12	734279.62		
PI:50	D	36.31	200	65.59	126.76	124.65	10.48	9.96	8+571.01	8+505.42	8+632.18	9304494.88	734391.2		
PI:51	I	51.72	55	26.66	49.65	47.98	6.12	5.51	8+776.53	8+749.87	8+799.51	9304287.3	734359.87		
PI:52	D	63.2	25	15.38	27.58	26.2	4.35	3.71	8+880.94	8+865.56	8+893.14	9304202.65	734424.27	24.00	25.00
PI:53	D	70.16	25	17.56	30.61	28.74	5.55	4.54	8+910.69	8+893.14	8+923.75	9304180.43	734399.96	24.00	25.00
PI:54	I	7.57	200	13.23	26.43	26.41	0.44	0.44	9+091.13	9+077.90	9+104.33	9304323.48	734286.16		
PI:55	I	44.33	200	81.47	154.73	150.9	15.96	14.78	9+289.16	9+207.69	9+362.42	930469.86	734152.74		
PI:56	D	60.59	120.29	70.28	127.21	121.36	19.03	16.43	9+661.12	9+590.84	9+718.05	9304491.91	733773.21		
PI:57	I	35.29	200	63.63	123.2	121.26	9.88	9.41	9+928.07	9+864.45	9+987.65	9304743.67	733649.97		
PI:58	I	26.69	147.19	34.91	68.56	67.94	4.08	3.97	10+150.84	10+115.92	10+184.48	9304852.32	733450.87		
PI:59	D	26.43	114.87	26.97	52.98	52.51	3.12	3.04	10+251.01	10+224.04	10+277.02	9304855.75	733349.49		
PI:60	I	57.99	25	13.86	25.3	24.24	3.58	3.13	10+373.80	10+359.94	10+385.24	9304904.57	733237.62	24.00	25.00
PI:61	I	59.39	25	14.26	25.91	24.77	3.78	3.28	10+399.50	10+385.24	10+411.16	9304880.96	733222.37	24.00	25.00
PI:62	D	12.99	150	17.08	34.01	33.94	0.97	0.96	10+536.34	10+519.26	10+553.28	9304791.93	733327.38		
PI:63	D	36.91	55	18.36	35.43	34.82	2.98	2.83	10+662.90	10+644.55	10+679.98	9304696.35	733410.56		
PI:64	I	46.37	84.24	36.08	68.18	66.33	7.4	6.8	10+909.01	10+872.93	10+941.10	9304449.61	733428.34		
PI:65	D	18.21	200	32.06	63.57	63.3	2.55	2.52	11+032.05	11+000.00	11+063.57	9304368.79	733526.35		
PI:66	I	62.93	93.25	57.07	102.42	97.35	16.08	13.71	11+337.85	11+280.78	11+383.20	9304109.8	733689.94		
PI:67	D	67.27	25	16.63	29.35	27.7	5.03	4.19	11+474.43	11+457.80	11+487.15	9304111.63	733836.24	24.00	25.00
PI:68	D	54.82	25	12.96	23.92	23.02	3.16	2.81	11+500.11	11+487.15	11+511.07	9304082.03	733836.47	24.00	25.00
PI:69	D	28.42	60	15.2	29.76	29.46	1.89	1.84	11+643.88	11+628.69	11+658.45	9304052.09	733695.52		
PI:70	D	18.81	70	11.59	22.98	22.88	0.95	0.94	12+008.81	12+000.00	12+020.20	9304178.99	733352.7		
PI:71	I	58.44	25.08	14.03	25.58	24.49	3.66	3.19	12+123.76	12+109.73	12+135.31	9304242.38	733258.55	24.00	25.00
PI:72	I	60.76	25.08	14.7	26.6	25.37	3.99	3.44	12+150.01	12+135.31	12+161.91	9304221.45	733238.86	24.00	25.00
PI:73	D	34.18	86	26.44	51.3	50.55	3.97	3.8	12+320.73	12+294.29	12+345.59	93040			

Diseño de curvas verticales

Una vez que se ha establecido y diseñado el plano general y se ha trazado la alineación, corresponde ejecutar el diseño vertical de la vía. Para el actual análisis, se efectúa la cuantificación de la longitud de las curvas en la rasante proyectada, teniendo en cuenta la visibilidad necesaria para maniobras de parada y adelantamiento.

Tabla N°37. Parámetros para el diseño de curvas verticales

- Tiempo de percepción reacción recomendado: 2.5 segundos.
- Coeficiente de fricción para el pavimento en estado húmedo: 0.4
- Se utilizó la velocidad específica asignada de cada curva para elegir su longitud y verificar la distancia de visibilidad de parada.
- En pendientes mayor a 8% no se utilizaron las longitudes de curva menores a 50 metros.

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el diseño de cada curva vertical de tal manera que cuenten con las distancias de visibilidad las cuales fueron explicadas en el marco teórico, garantizando el correcto funcionamiento y evitando posibles accidentes de tránsito que puedan surgir.

Tabla N°38. Parámetros de diseño de curvas verticales

Dp =	35.00 m
Lestético (Vdiseño) =	30.00 m
Da =	200.00 m
% mín con visibilidad adecuada:	25.00 %

Fuente: DG-2018[4]

Tabla N°39. Diseño de curvas verticales

DETALLE DE LA CURVA VERTICAL						ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE PARADA						ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO						LONGITUD FINAL	VERIFICACIÓN	SE CONSIDERÓ			
COTA	PROG.	PIV	PENDIENTE %			TIPO DE CURVA	ANÁLISIS						ANÁLISIS										
			ENTRADA (%)	SALIDA (%)	A (%)		Dp (m)	Dp < L	Dp > L	L ESCOGIDA (MINIMA)	CITERIO ESTETICO (m)	LONGITUD CONSIDERA REDONDEADA	Da (m)	Da < L (m)	Da > L (m)	L ESCOGIDA (MINIMA)	CRITERIO ESTETICO	LONGITUD CONSIDERADA					
1850.455	0+041.52	1	1.56	10.00	8.44	CONCAVA	35	42.635 m	41.268 m	42.635 m	42.635 m	43.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50.63	OK	OK		
1870	0+236.92	2	10.00	8.20	1.81	CONVEXA	35	5.488 m	-153.204 m	5.488 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	76.533	-122.652	76.533 m	76.533 m	77.000 m	200	OK	OK		
1932.453	0+998.88	3	8.20	6.65	1.55	CONVEXA	35	4.700 m	-190.645 m	4.700 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	65.539	-210.323	65.539 m	65.539 m	66.000 m	204	OK	OK		
1944.815	1+184.80	4	6.65	8.24	1.59	CONCAVA	35	8.032 m	-82.516 m	8.032 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50	OK	OK		
2022.875	2+132.55	5	8.24	10.00	1.76	CONCAVA	35	8.891 m	-67.784 m	8.891 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	69.73	OK	OK		
2039.294	2+296.79	6	10.00	6.98	3.02	CONVEXA	35	9.157 m	-63.775 m	9.157 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	127.696	86.755	127.696 m	127.696 m	128.000 m	130	OK	OK		
2076.695	2+832.47	7	6.98	9.22	2.23	CONCAVA	35	11.265 m	-38.744 m	11.265 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	80	OK	OK		
2092.145	3+000.12	8	9.22	7.76	1.46	CONVEXA	35	4.427 m	-206.712 m	4.427 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	61.734	-247.945	61.734 m	61.734 m	62.000 m	80	OK	OK		
2155.086	3+811.36	9	7.76	9.26	1.50	CONCAVA	35	7.577 m	-91.667 m	7.577 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	68.807	OK	OK		
2179.852	4+078.73	10	9.26	5.90	3.36	CONVEXA	35	10.188 m	-50.238 m	10.188 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	142.072	118.452	142.072 m	142.072 m	143.000 m	200	OK	OK		
2193.535	4+310.62	11	5.90	9.99	4.09	CONCAVA	35	20.661 m	10.709 m	20.661 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50	OK	OK		
2228.633	4+661.89	12	9.99	6.77	3.23	CONVEXA	35	9.794 m	-55.077 m	9.794 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	136.575	107.121	136.575 m	136.575 m	137.000 m	202	OK	OK		
2252.155	5+010.87	13	6.77	8.12	1.36	CONCAVA	35	6.870 m	-108.309 m	6.870 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	80	OK	OK		
2272.935	5+265.61	14	8.12	5.91	2.21	CONVEXA	35	6.701 m	-112.805 m	6.701 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	93.446	-28.054	93.446 m	93.446 m	94.000 m	202	OK	OK		
2286.478	5+494.73	15	5.91	9.95	4.04	CONCAVA	35	20.408 m	9.975 m	20.408 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	60	OK	OK		
2300.163	5+632.20	16	9.95	4.86	5.10	CONVEXA	35	15.464 m	-9.216 m	15.464 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	99.645	98.510	99.645 m	99.645 m	100.000 m	100	OK	¡NO ADELANTAR!		
2307.81	5+789.55	17	4.86	9.96	5.10	CONCAVA	35	25.763 m	22.451 m	25.763 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	78.787	OK	OK		
2327.885	5+991.19	18	9.96	4.43	5.53	CONVEXA	35	16.768 m	-3.056 m	16.768 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	96.827	91.933	96.827 m	96.827 m	97.000 m	97	OK	¡NO ADELANTAR!		
2336.43	6+184.27	19	4.43	7.26	2.83	CONCAVA	35	14.296 m	-15.689 m	14.296 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	47.943	OK	OK		
2382.5	6+819.14	20	7.26	10.00	2.74	CONCAVA	35	13.841 m	-18.504 m	13.841 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	64.677	OK	OK		
2410.695	7+101.82	21	10.00	5.85	4.15	CONVEXA	35	12.584 m	-27.349 m	12.584 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	175.476	172.048	175.476 m	175.476 m	176.000 m	209.905	OK	OK		
2450.292	7+777.73	22	5.85	-1.11	6.96	CONVEXA	35	21.104 m	11.954 m	21.104 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	294.292	264.080	294.292 m	294.292 m	295.000 m	296	OK	OK		
2445.781	8+184.13	23	-1.11	-2.44	1.32	CONVEXA	35	4.002 m	-236.061 m	4.002 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	55.814	-316.667	55.814 m	55.814 m	56.000 m	201.033	OK	OK		
2433.04	8+705.69	24	-2.44	-5.90	3.46	CONVEXA	35	10.491 m	-46.763 m	10.491 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	146.300	126.590	146.300 m	146.300 m	147.000 m	207.765	OK	OK		
2415.702	8+998.00	25	-5.90	-7.88	1.97	CONVEXA	35	5.973 m	-135.076 m	5.973 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	83.298	-80.203	83.298 m	83.298 m	84.000 m	84	OK	¡NO ADELANTAR!		
2315.455	10+271.86	26	-7.88	-9.75	1.88	CONVEXA	35	5.700 m	-144.894 m	5.700 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	79.493	-103.191	79.493 m	79.493 m	80.000 m	81	OK	OK		
2298.171	10+449.10	27	-9.75	-6.07	3.69	CONCAVA	35	18.640 m	4.282 m	18.640 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50	OK	OK		
2285.052	10+665.39	28	-6.07	-7.92	1.86	CONVEXA	35	5.640 m	-147.204 m	5.640 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	78.647	-108.602	78.647 m	78.647 m	79.000 m	100	OK	OK		
2235.989	11+284.82	29	-7.92	-4.97	2.96	CONCAVA	35	14.953 m	-11.926 m	14.953 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	45	OK	OK		
2228.301	11+439.65	30	-4.97	-9.37	4.40	CONVEXA	35	13.342 m	-21.818 m	13.342 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	85.047	85.000	85.047 m	85.047 m	86.000 m	86	OK	¡NO ADELANTAR!		
2216.529	11+565.32	31	-9.37	-5.69	3.68	CONCAVA	35	18.590 m	4.103 m	18.590 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	32	OK	OK		
2206.371	11+743.96	32	-5.69	-7.67	1.98	CONVEXA	35	6.004 m	-134.040 m	6.004 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	83.721	-77.778	83.721 m	83.721 m	84.000 m	85	OK	OK		
2183.487	12+042.36	33	-7.67	-9.58	1.92	CONVEXA	35	5.822 m	-140.417 m	5.822 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	81.184	-92.708	81.184 m	81.184 m	82.000 m	83	OK	OK		
2169.391	12+189.42	34	-9.58	-0.83	8.75	CONCAVA	35	44.201 m	42.286 m	44.201 m	44.20 m	45.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	74.886	OK	OK		
																						NÚMERO DE CURVAS CON VISIBILIDAD ADECUADA	30
																						NÚMERO DE CURVAS SIN VISIBILIDAD ADECUADA	4
																						% CON VISIBILIDAD ADECUADA	88%

Fuente: Elaboración propia.

Diseño geométrico transversal

Calzada o superficie de rodadura

Como resultado, se ha definido que el ancho de la calzada debe ser de 5 metros. Esta medida se logra mediante la configuración de dos carriles de 2.5 metros cada uno, ya que se trata de una calzada de un solo sentido.

Bermas

Para el presente caso se considera la berma de un ancho de 0.5 m lo cual permitirá un adecuado confinamiento de la calzada y servirá como un elemento de parada en caso se presente alguna emergencia en el trayecto vehicular.

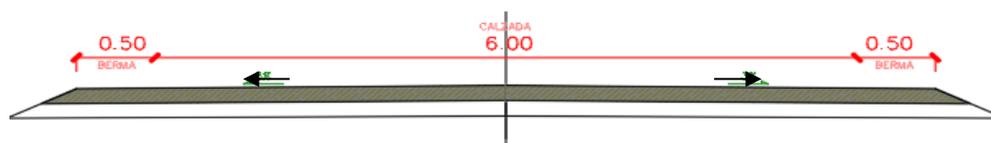
Bombeo

Por proyectarse como una vía afirmada se consideró un bombeo de 2.5%

Peralte

En el diseño se toman valores normados por lo que para el peralte corresponde valores máximos que comprenden entre 8% y 12%, dependiendo las dimensiones de cada curva, dichos valores se le asignan por la zona a la cual pertenece el proyecto (terreno accidentado).

Gráfico N°5. Sección transversal típica



Fuente: Elaboración propia.

4.7. Estudio de mecánica de suelos

Como se explicó en metodología se obtuvieron en total catorce calicatas a cielo abierto para la investigación geotécnica, se tomó especímenes representativos de cada calicata para el posterior análisis en laboratorio. Anteriormente se ha clasificado la carretera como un atrocha carrozable por lo tanto corresponde realizar perforaciones cada 1000 m y a 1.5 m de profundidad medidas desde la rasante, ensayos de CBR cada 3 km, seguidamente, se presentan

los datos de las pruebas realizadas en cada calicata, según la clasificación realizada en el sistema SUCS se encontró que el suelo predominante corresponde al tipo SC lo que corresponde a una arena arcillosa.

Gráfico N°6. Resumen de estudios de mecánica de suelos

RESUMEN DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS											
CALICATA			ENSAYOS								
Código	Progresiva	Profundidad (m)	Contenido de Humedad (%)	Tipo de suelo	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Plasticidad (%)	CBR (%)		SUCS	AASHTO
C-1	0+000	1.50	11.78	Arena limosa- Arcillosa de baja plasticidad	23.74	19.33	4.41	7.54	S2	SM-SC	A-2-4 (0)
C-2	1+000	1.50	28.16	Arcilla limosa de mediana plasticidad	40.53	34.52	6.01	----	----	ML-CL	A-5(0)
C-3	2+000	1.50	18.19	Arena arcillosa de mediana plasticidad	39.74	29.63	10.11	----	----	SC	A-4(2)
C-4	3+000	1.50	2.9	Arena con grava y limo de nula plasticidad	N.P	N.P	N.P	11.45	S3	SW-SM	A-3(0)
C-5	3+974	1.50	10.84	Arena limosa - Arcillosa de baja plasticidad	22.53	17.67	4.86	----	----	SM-SC	A-2-4(0)
C-6	5+000	1.50	11.82	Arena arcillosa de mediana plasticidad	26.93	19.12	7.81	----	----	SC	A-2-4(0)
C-7	6+000	1.50	9.88	Arena arcillosa de mediana plasticidad	25.97	14.16	11.81	8.6	S2	SC	A-2-6(0)
C-8	7+000	1.50	12.01	Arena con grava y limo de baja plasticidad	24.68	18.46	6.22	----	----	SM-SC	A-1-b(0)
C-9	8+000	1.50	3.34	Arena con grava y limo de nula plasticidad	N.P	N.P	N.P	----	----	SW-SM	A-3(0)
C-10	9+000	1.50	40.53	Arcilla limosa de media plasticidad	26.14	20.05	6.09	4.4	S1	ML-CL	A-4(7)
C-11	10+000	1.50	36.42	Arcilla limosa de mediana plasticidad	22.65	16.48	6.17	----	----	ML-CL	A-4(3)
C-12	10+970	1.50	8.55	Arenas arcillosas de mediana plasticidad	29.9	20.6	9.3	----	----	SC	A-4 (1)
C-13	12+000	1.50	41.13	Arcilla con limos de mediana plasticidad	44.84	36.56	8.28	4.2	S1	CL	A-5(0)
C-14	12+446	1.50	7.23	Arenas limosas de mediana plasticidad	29.48	20.3	9.18	----	----	SC	A-2-4 (0)

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-1 Km.0+00

Tabla N°40. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-1

C-1		Km 0+000	Profundidad 1.50m										
													
ENSAYO		DESCRIPCIÓN	RESULTADO										
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.160	11.78										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		NTP 339.128	Arena limosa- Arcillosa de baja plasticidad										
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129	23.74										
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129	19.33										
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NTP 339.145	4.41										
CBR (%)		NTP 339.145	7.54										
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	NTP 339.141	1.82										
	OCH (%)		11.01										
CLASIFICACIÓN	SUCS		SM-SC										
	AASHTO		A-2-4 (0)										
OBSERVACION: El valor del CBR nos da una categoría para la sub rasante como regular , es decir que el tipo de suelo tiene las características y propiedades para sostener la capa de rodadura.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías de Sub rasante</th> <th>CBR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S₁: Sub rasante Inadecuada</td> <td>CBR < 3%</td> </tr> <tr> <td>S₂: Sub rasante insuficiente</td> <td>De CBR ≥ 3% A CBR < 6%</td> </tr> <tr> <td>S₃: Sub rasante Regular</td> <td>De CBR ≥ 6% A CBR < 10%</td> </tr> <tr> <td>S₄: Sub rasante Buena</td> <td>De CBR ≥ 10% A CBR < 20%</td> </tr> </tbody> </table>		Categorías de Sub rasante	CBR	S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%	S ₂ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
		Categorías de Sub rasante	CBR										
S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%												
S ₂ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%												
S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%												
S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%												

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-2 Km.1+000

Tabla N°41. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-2

C-2		Km 1+000	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO		DESCRIPCIÓN	RESULTADO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.160	28.16
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		NTP 339.128	Arcilla limosa de mediana plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129	40.53
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129	34.52
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NTP 339.145	6.01
CBR (%)		NTP 339.145	-
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	NTP 339.141	1.78
	OCH (%)		13.25
CLASIFICACIÓN	SUCS		ML-CL
	AASHTO		A-5(0)

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-3 Km.2+000

Tabla N°42. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-3

C-3		Km 2+000	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO		DESCRIPCIÓN	RESULTADO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.160	18.19
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		NTP 339.128	Arena arcillosa de mediana plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129	39.74
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129	29.63
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NTP 339.145	10.11
CBR (%)		NTP 339.145	-
PROCTOR	MDS (gr/cm3)	NTP 339.141	1.8
	OCH (%)		12.11
CLASIFICACIÓN	SUCS		SC
	AASHTO		A-4(2)

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-4 Km.3+000

Tabla N°43. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-4

C-4		Km 3+000	Profundidad 1.50m										
													
ENSAYO		DESCRIPCIÓN	RESULTADO										
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.160	2.9										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		NTP 339.128	Arena con grava y limo de nula plasticidad										
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129	N.P										
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129	N.P										
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NTP 339.145	N.P										
CBR (%)		NTP 339.145	11.45										
PROCTOR	MDS (gr/cm3)	NTP 339.141	1.9										
	OCH (%)		8.17										
CLASIFICACIÓN	SUCS		SW-SM										
	AASHTO		A-3(0)										
OBSERVACION: El valor del CBR nos da una categoría para la sub rasante como buena, es decir que el tipo de suelo no tiene las características y propiedades para sostener la capa de rodadura.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías de Sub rasante</th> <th>CBR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S₀: Sub rasante Inadecuada</td> <td>CBR < 3%</td> </tr> <tr> <td>S₁: Sub rasante insuficiente</td> <td>De CBR ≥ 3% A CBR < 6%</td> </tr> <tr> <td>S₂: Sub rasante Regular</td> <td>De CBR ≥ 6% A CBR < 10%</td> </tr> <tr> <td>S₃: Sub rasante Buena</td> <td>De CBR ≥ 10% A CBR < 20%</td> </tr> </tbody> </table>		Categorías de Sub rasante	CBR	S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%	S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
Categorías de Sub rasante	CBR												
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%												
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%												
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%												
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%												

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-5 Km.3+974

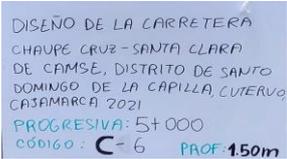
Tabla N°44. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-5

C-5		Km 3+974	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO		DESCRIPCIÓN	RESULTADO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.160	10.84
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		NTP 339.128	Arena limosa - Arcillosa de baja plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129	22.53
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129	17.67
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NTP 339.145	4.86
CBR (%)		NTP 339.145	-
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	NTP 339.141	1.82
	OCH (%)		10.5
CLASIFICACIÓN	SUCS		SM-SC
	AASHTO		A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-6 Km.5+000

Tabla N°45. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-6

C-6		Km 5+000	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO		DESCRIPCIÓN	RESULTADO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		NTP 339.160	11.82
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		NTP 339.128	Arena arcillosa de mediana plasticidad
LÍMITE LÍQUIDO (%)		NTP 339.129	26.93
LÍMITE PLÁSTICO (%)		NTP 339.129	19.12
INDICE DE PLASTICIDAD (%)		NTP 339.145	7.81
CBR (%)		NTP 339.145	-
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	NTP 339.141	1.84
	OCH (%)		11.63
CLASIFICACIÓN	SUCS		SC
	AASHTO		A-2-4(0)

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-7 Km.6+000

Tabla N°46. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-7

C-7		Km 6+000	Profundidad 1.50m										
													
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO											
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	9.88											
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arena arcillosa de mediana plasticidad											
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	25.97											
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	14.16											
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	11.81											
CBR (%)	NTP 339.145	8.6											
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	1.91											
	OCH (%)	NTP 339.141	12.69										
CLASIFICACIÓN	SUCS	SC											
	AASHTO	A-2-6(0)											
OBSERVACION: El valor del CBR nos da una categoría para la sub rasante como regular, es decir que el tipo de suelo tiene las características y propiedades para sostener la capa de rodadura.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías de Sub rasante</th> <th>CBR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S₁: Sub rasante Inadecuada</td> <td>CBR < 3%</td> </tr> <tr> <td>S₂: Sub rasante insuficiente</td> <td>De CBR ≥ 3% A CBR < 6%</td> </tr> <tr> <td>S₃: Sub rasante Regular</td> <td>De CBR ≥ 6% A CBR < 10%</td> </tr> <tr> <td>S₄: Sub rasante Buena</td> <td>De CBR ≥ 10% A CBR < 20%</td> </tr> </tbody> </table>		Categorías de Sub rasante	CBR	S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%	S ₂ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
Categorías de Sub rasante	CBR												
S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%												
S ₂ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%												
S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%												
S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%												

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-8 Km.7+000

Tabla N°47. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-8

C-8		Km 7+000	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	12.01	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arena con grava y limo de baja lasticidad	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	24.68	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	18.46	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	6.22	
CBR (%)	NTP 339.145	-	
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	1.82	
	OCH (%)	NTP 339.141	10.5
CLASIFICACIÓN	SUCS	SM-SC	
	AASHTO	A-1-b(0)	

Fuente: Elaboración propia.

CALICATA C-9 Km.8+000

Tabla N°48. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-9

C-9		Km 8+000	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	3.34	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arena con grava y limo de nula plasticidad	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	N.P	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	N.P	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	N.P	
CBR (%)	NTP 339.145	-	
PROCTOR	MDS (gr/cm3)	NTP 339.141	1.92
	OCH (%)		8.25
CLASIFICACIÓN	SUCS		SW-SM
	AASHTO		A-3(0)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-10 Km.9+000

Tabla N°49. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-10

C-10		Km 9+000	Profundidad 1.50m										
													
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO											
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	40.53											
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arcilla limosa de media plasticidad											
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	26.14											
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	20.05											
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	6.09											
CBR (%)	NTP 339.145	4.4											
PROCTOR	MDS (gr/cm3)	NTP 339.141	1.77										
	OCH (%)		15.14										
CLASIFICACIÓN	SUCS		ML-CL										
	AASHTO		A-4(7)										
OBSERVACION: El valor del CBR nos da una categoría para la sub rasante como insuficiente , es decir que el tipo de suelo no tiene las características y propiedades para sostener la capa de rodadura.		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías de Sub rasante</th> <th>CBR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S₀: Sub rasante inadecuada</td> <td>CBR < 3%</td> </tr> <tr> <td>S₁: Sub rasante insuficiente</td> <td>De CBR ≥ 3% A CBR < 6%</td> </tr> <tr> <td>S₂: Sub rasante Regular</td> <td>De CBR ≥ 6% A CBR < 10%</td> </tr> <tr> <td>S₃: Sub rasante Buena</td> <td>De CBR ≥ 10% A CBR < 20%</td> </tr> </tbody> </table>		Categorías de Sub rasante	CBR	S ₀ : Sub rasante inadecuada	CBR < 3%	S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
Categorías de Sub rasante	CBR												
S ₀ : Sub rasante inadecuada	CBR < 3%												
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%												
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%												
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%												

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-11 Km.10+000

Tabla N°50. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-11

C-11		Km 10+000	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	36.42	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arcilla limosa de mediana plasticidad	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	22.65	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	16.48	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	6.17	
CBR (%)	NTP 339.145	-	
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	1.79	
	OCH (%)	NTP 339.141	14.82
CLASIFICACIÓN	SUCS	ML-CL	
	AASHTO	A-4(3)	

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-12 Km.10+970

Tabla N°51. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-12

C-12		Km 10+970	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	8.55	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arenas arcillosas de mediana	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	29.9	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	20.6	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	9.3	
CBR (%)	NTP 339.145	-	
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	1.88	
	OCH (%)	NTP 339.141	13.7
CLASIFICACIÓN	SUCS	SC	
	AASHTO	A-4 (1)	

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-13 Km.12+000

Tabla N°52. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-13

C-13		Km 12+000	Profundidad 1.50m										
													
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO											
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	41.13											
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arcilla con limos de mediana plasticidad											
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	44.84											
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	36.56											
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	8.28											
CBR (%)	NTP 339.145	4.2											
PROCTOR	MDS (gr/cm3)	NTP 339.141											
	OCH (%)												
CLASIFICACIÓN	SUCS	CL											
	AASHTO	A-5(0)											
<p>OBSERVACION: El valor del CBR nos da una categoría para la sub rasante como insuficiente, es decir que el tipo de suelo no tiene las características y propiedades para sostener la capa de rodadura.</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías de Sub rasante</th> <th>CBR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S₁: Sub rasante Inadecuada</td> <td>CBR < 3%</td> </tr> <tr> <td>S₂: Sub rasante Insuficiente</td> <td>De CBR ≥ 3% A CBR < 6%</td> </tr> <tr> <td>S₃: Sub rasante Regular</td> <td>De CBR ≥ 6% A CBR < 10%</td> </tr> <tr> <td>S₄: Sub rasante Buena</td> <td>De CBR ≥ 10% A CBR < 20%</td> </tr> </tbody> </table>		Categorías de Sub rasante	CBR	S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%	S ₂ : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%	S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%	S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
Categorías de Sub rasante	CBR												
S ₁ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%												
S ₂ : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%												
S ₃ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%												
S ₄ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%												

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-14 Km.12+446

Tabla N°53. Resumen de estudios de mecánica de suelos C-14

C-14		Km 12+446	Profundidad 1.50m
			
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	NTP 339.160	7.23	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128	Arenas limosas de mediana plasticidad	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	29.48	
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	20.3	
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	9.18	
CBR (%)	NTP 339.145	-	
PROCTOR	MDS (gr/cm3)	NTP 339.141	
	OCH (%)		
CLASIFICACIÓN	SUCS	SC	
	AASHTO	A-2-4 (0)	

Fuente: Elaboración propia

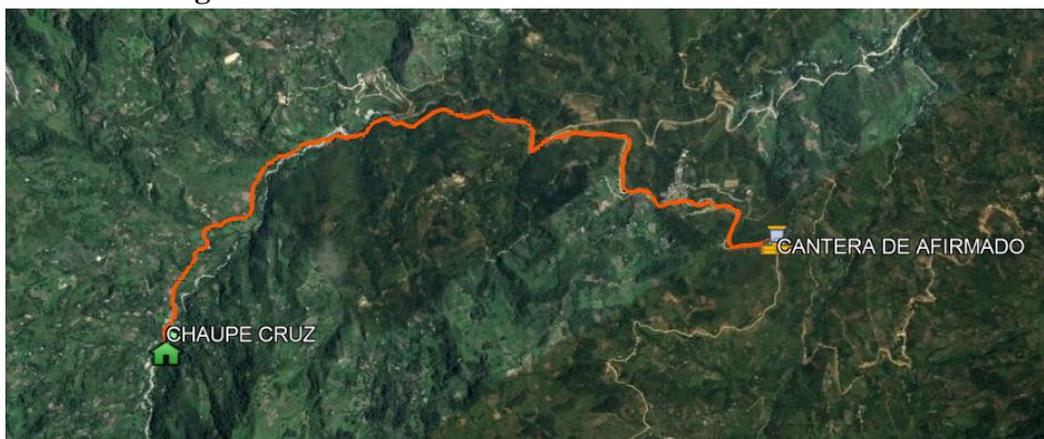
Estudios de canteras

Cantera de afirmado

Ubicación:

Está situada a las cercanías del caserío Chaupe Cruz, en el km 62+050 de la carretera PE-3N, a 6.33 km del caserío. Se cuenta con acceso libre debido a que la cantera está al costado de la carretera. Los agregados extraídos de dicha cantera se almacenan al aire.

Figura N°17. Ubicación de la cantera de afirmado



Fuente: Google Earth

Material

Tabla N°54. Resumen de resultados cantera de afirmado

CANTERA DE AFIRMADO		Km	62+050	RUTA PE-3N
				
ENSAYO	DESCRIPCIÓN	RESULTADO	NORMATIVA	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	NTP 339.129	29.20%	35% máx	CUMPLE
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NTP 339.129	22.59%		
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	NTP 339.145	6.61%		
CBR (%)	NTP 339.145	31.20%		
PROCTOR	MDS (gr/cm ³)	NTP 339.141	2.16 gr/cm ³	
	OCH (%)		8.11%	
CBR (100%)	NTP 339.145	48.60%	40% mín	CUMPLE
CLASIFICACIÓN	SUCS		GW-GM	
	AASHTO		A-2-4(0)	
ABRASIÓN	NTP 400.019	36.60%	50% máx	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Al comparar los valores obtenidos en laboratorio con los límites dados por la normativa, se concluye que el agregado cumple con los parámetros para ser utilizado como material de préstamo en la construcción de la superficie de rodadura.

Cantera de agregado fino

Ubicación:

Se localiza en las cercanías al caserío Santa Clara de Camse, en el km 36+000 de la carretera, Cutervo-Sinchimache a 14.56 km del caserío. Se cuenta con acceso libre debido a que el depósito de materia prima está al contiguo a la carretera. La extracción de material se realiza con maquinaria pesada. La explotación y almacenamiento se encuentra a cielo abierto.

Material

Tabla N°55. Resumen de resultados cantera de arena

CANTERA DE ARENA GRUESA	Km	36+000	Cantera Naranjito carretera Cutervo- Sinchimache
			
		HUMEDAD (%)	0.40%
		PESO ESPECÍFICO (gr/cm ³)	2.58
		ABSORCIÓN (%)	0.54%
		PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1548
		MÓDULO DE FINEZA	2.4
		PESO UNITARIO VARILLADO COMPACTADO (kg/m ³)	1656

Fuente: Elaboración propia

Cantera de agregado grueso

Ubicación:

Se localiza en las cercanías al caserío Santa Clara de Camse, en el km 29+440 de la vía, Cutervo-Sinchimache a 7 km del caserío. Se cuenta con acceso libre debido a que está al costado de la carretera. La extracción de material se realiza con maquinaria pesada. La explotación al igual que las otras canteras es a cielo abierto.

Material

Tabla N°56. Resumen de resultados cantera de piedra chancada

CANTERA DE AGREGADO GRUESO	Km	29+440	Cantera Mamabamba carretera Cutervo-Sinchimache
			
ENSAYO		RESULTADO	
HUMEDAD (%)		0.36%	
PESO ESPECÍFICO (gr/cm3)		2.58	
ABSORCIÓN (%)		0.58%	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)		1440	
PESO UNITARIO VARILLADO COMPACTADO kg/m3)		1554	
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO		1/2 "	

Fuente: Elaboración propia

Estudios de fuentes de agua

Ubicación:

Se localiza en las cercanías al caserío Chaupe Cruz, se ha ubicado un río el cual tiene agua la mayor parte del año, incluso en época de verano, además como fuente complementaria se ha ubicado una quebrada, dicho río contiene caudal suficiente para abastecer los trabajos que se realizarán, a continuación, se muestran los resultados del estudio de la fuente de agua del Río La Capilla y la quebrada El Verde proporcionada por el *Consortio Carretera Longitudinal Cajamarca*.

Tabla N°57. Resumen de resultados fuente de agua (Río La Capilla)



Fuente de agua	Sulfato Solubles mg/kg	Cloruros Solubles mg/kg	Sales Solubles Totales mg/kg	pH
Río La Capilla	50.7	12	186	7.52
Valores máximos admisibles	1000	1000	1000	5.5-8

Fuente: Consorcio Carretera Longitudinal Cajamarca

Tabla N°58. Resumen de resultados fuente de agua (El Verde)



Fuente de Agua	Sulfatos Solubles mg/kg	Cloruros Solubles mg/kg	Sales Solubles Totales mg/kg	pH
El Verde	45.30	10.00	182.00	7.70
Valores máximos admisibles	1000	1000	1000.00	5.5 - 8.0

Fuente: Consorcio Carretera Longitudinal Cajamarca

Diseño de mezcla

Con la finalidad de obtener la cuantificación de materiales para el concreto, de manera acorde a los ensayos de materiales realizados, se ha visto por conveniente realizar los diseños de mezcla correspondientes para las diferentes obras de concreto en el proyecto (anexo N° 6).

Diseño de mezcla para obras hidráulicas $f'c$ 210 kg/cm²

Se consideró el diseño por resistencia y durabilidad del concreto ya que dichas obras se encuentran a la intemperie y en constante contacto con la humedad proporcionada por el agua. Se obtuvieron dos valores de relación agua – cemento de los cuales se ha seleccionado la menor, para el caso correspondiente se seleccionó el valor de 0.50, valor tomado de la tabla 4.3.1. de la norma de concreto armado e 0.60 donde indica que para estructuras en contacto con el agua se debe tener una relación a/c de un valor máximo de 0.50 y un $f'c$ mínimo de 210 kg/cm²; a continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Tabla N°59. Dosificación de concreto (obras hidráulicas)

9. Dosificación recomendada en peso:

CEMENTO	:	AG. FINO	:	AG.GRUESO	:	AGUA	
1	:	1.8	:	1.9	:	21.5	litros/bls

10. Dosificación estimada en volumen:

CEMENTO	:	AG. FINO	:	AG.GRUESO	:	AGUA	
1	:	1.8	:	2.0	:	21.5	litros

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla para muros de contención $f'c$ 210 kg/cm²

Se considero el diseño por resistencia únicamente ya que dichas estructuras no se encuentran afectadas por ningún factor externo de gran impacto.

Tabla N°60. Dosificación de concreto (muros de contención)**9. Dosificación recomendada en peso:**

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.1	:	2.1	:	24.1	litros/bls

10. Dosificación estimada en volumen:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.1	:	2.2	:	24.1	litros

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla para mampostería f'c 170 kg/cm²

Se realizó el diseño de mezcla para el concreto de la mampostería de piedra, se consideró el diseño por resistencia con una resistencia a la compresión mínima de 170 kg/cm² la cual se indica en la norma e 0.60 para estructuras en contacto con el agua y que no se requiere baja permeabilidad.

Tabla N°61. Dosificación de concreto (mampostería)**9. Dosificación recomendada en peso:**

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.5	:	2.4	:	27.3	litros/bls

10. Dosificación estimada en volumen:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.4	:	2.5	:	27.3	litros

Fuente: Elaboración propia

4.8. Estudio hidrológico

Generalidades

Se identificó los tramos de la carretera donde existe un cruce con alguna quebrada y se obtuvo el siguiente cuadro:

Tabla N°62. Coordenadas de quebradas

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
Quebrada 1	Q-1	9305703.587	736049.382
Quebrada 2	Q-2	9305636.693	735371.109
Quebrada 3	Q-3	9305843.536	734594.47
Quebrada 4	Q-4	9306017.556	734496.281
Quebrada 5	Q-5	9306389.841	734141.581
Quebrada 6	Q-6	9304344.84	734266.687
Quebrada 7	Q-7	9304453.222	734150.403
Quebrada 8	Q-8	9304850.648	733440.266
Quebrada 9	Q-9	9304697.491	733406.799
Quebrada 10	Q-10	9304360.829	733529.736

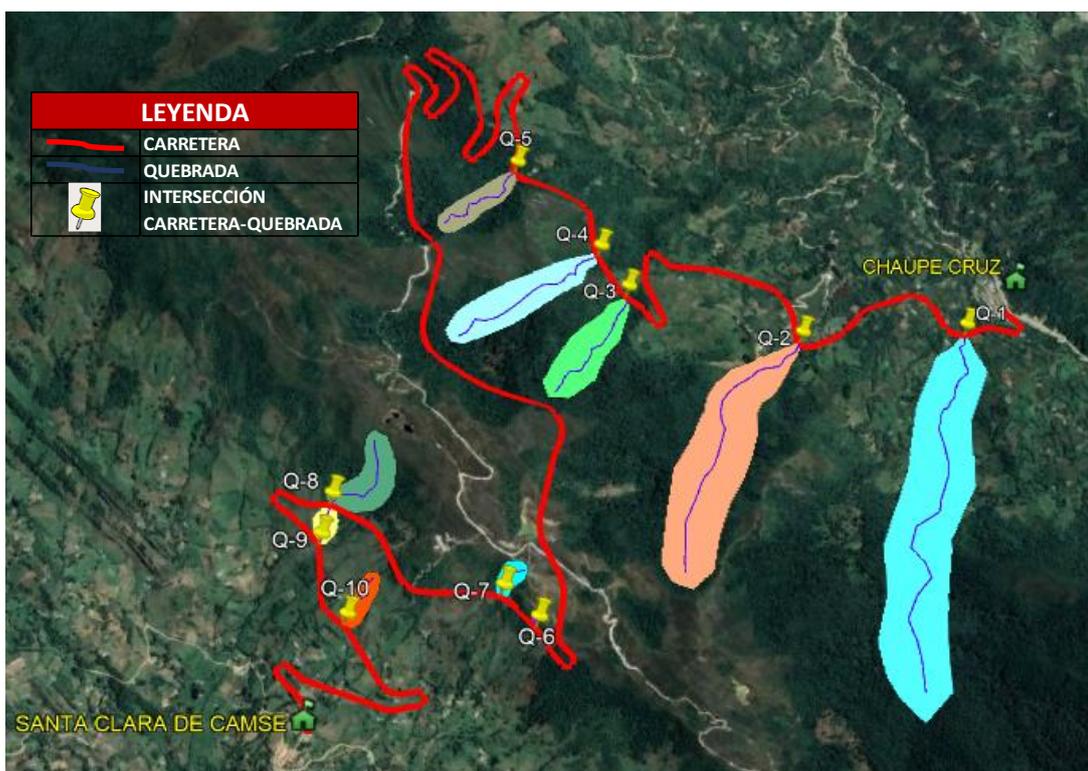
Fuente: Elaboración propia

Características de la Subcuenca

Se empleó el software Google Earth para realizar la delimitación de la subcuenca y trazar el curso principal. De esta manera, se puede obtener los parámetros para el calcular las intensidades de diseño y el caudal máximo. Este programa fue fundamental para obtener los resultados clave en el análisis de la subcuenca.

Las subcuencas se delimitaron de colores para que se puedan diferenciar entre sí, por otra parte, se ubicaron los puntos de intersección de las quebradas con la vía proyectada.

Figura N°18. Delimitación de cuencas



Fuente: Google Earth

Una vez que se han delimitado las subcuencas y se ha trazado la longitud del cauce principal en cada una de ellas, se puede utilizar Google Earth para calcular de forma precisa el área, longitud, cauce principal, perímetro e inclinación promedio de cada subcuenca. Este software proporciona las herramientas necesarias para obtener los valores numéricos correspondientes a estas características importantes de cada zona, aprovechando la información topográfica disponible.

Tabla N°63. Coeficientes de escorrentía

COBERTURA DEL SUELO	TIPO DE SUELO	PENDIENTE (%)				
		> 50	20-50	5-20	1-5	0-1
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	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
Bosque, vegetación densa	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 y Drenaje. Ministerio de Transportes y comunicaciones[18]

Con el uso de la herramienta Google Earth se pudo establecer el tipo de terreno del que es parte cada subcuenca y así seleccionar un coeficiente de escorrentía para cada una.

Tabla N°64. Características de las subcuencas

SUB-CUENCA		CAUCE PRINCIPAL									
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	ÁREA (km ²)	PERÍMETRO (km)	LONGITUD (km)	COTA MAYOR (C1)	COTA MENOR (C2)	PENDIENTE S=C1-C2/1000L	COBERTURA VEGETAL	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
Quebrada 1	Q-1	0.410 km ²	3.760 km	1.810 km	2,332.00 m	1,885.00 m	25%	Cultivos	0.35	9305703.587	736049.382
Quebrada 2	Q-2	0.260 km ²	2.810 km	1.320 km	2,454.00 m	1,961.00 m	52%	Cultivos	0.35	9305636.693	735371.109
Quebrada 3	Q-3	0.110 km ²	1.380 km	0.630 km	2,400.00 m	2,070.00 m	36%	Hierba	0.25	9305843.536	734594.47
Quebrada 4	Q-4	0.099 km ²	1.640 km	0.770 km	2,367.00 m	2,088.00 m	36%	Hierba	0.25	9306017.556	734496.281
Quebrada 5	Q-5	0.044 km ²	1.000 km	0.490 km	2,317.00 m	2,136.00 m	37%	Vegetación densa	0.2	9306389.841	734141.581
Quebrada 6	Q-6	0.002 km ²	0.150 km	0.100 km	2,419.00 m	2,408.00 m	11%	Hierba	0.2	9304344.84	734266.687
Quebrada 7	Q-7	0.011 km ²	0.410 km	0.170 km	2,429.00 m	2,396.00 m	19%	Hierba	0.2	9304453.222	734150.403
Quebrada 8	Q-8	0.045 km ²	0.830 km	0.400 km	2,467.00 m	2,327.00 m	35%	Vegetación densa	0.15	9304850.648	733440.266
Quebrada 9	Q-9	0.057 km ²	1.230 km	0.160 km	2,467.00 m	2,286.00 m	113%	Cultivos	0.15	9304697.491	733406.799
Quebrada 10	Q-10	0.018 km ²	0.560 km	0.240 km	2,315.00 m	2,259.00 m	23%	Cultivos	0.2	9304360.829	733529.736

Fuente: Elaboración propia

Tiempo de concentración

Se presenta la formulación propuesta por Kripich y al cual se nos hace referencia en los manuales[18].

$$tc = 0.01947 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

L: máxima longitud del cauce principal m/m

S: pendiente media del cauce principal

Con la longitud y pendiente promedio de los canales principales determinados previamente, contamos ahora con los datos obligatorios para cuantificar el tiempo de concentración de cada subcuenca analizada. A continuación, se muestran los datos calculados.

Tabla N°65. Tiempo de concentración de cada subcuenca

	LONG.	S PROM.	tc
Quebrada 1	1.810 km	25%	10.76 min
Quebrada 2	1.320 km	52%	6.31 min
Quebrada 3	0.630 km	36%	4.12 min
Quebrada 4	0.770 km	36%	4.81 min
Quebrada 5	0.490 km	37%	3.37 min
Quebrada 6	0.100 km	11%	1.58 min
Quebrada 7	0.170 km	19%	1.91 min
Quebrada 8	0.400 km	35%	2.94 min
Quebrada 9	0.160 km	113%	0.92 min
Quebrada 10	0.240 km	23%	2.32 min

Fuente: Elaboración propia

Selección del periodo de retorno

En el diseño de estructuras hidráulicas se utilizaron periodos de retorno presentados a continuación:

Tabla N°66. Tiempo de retorno seleccionado

Tipo de obra	Periodo de retorno (años)
Badenes	50
Alcantarillas	20
Cunetas	10

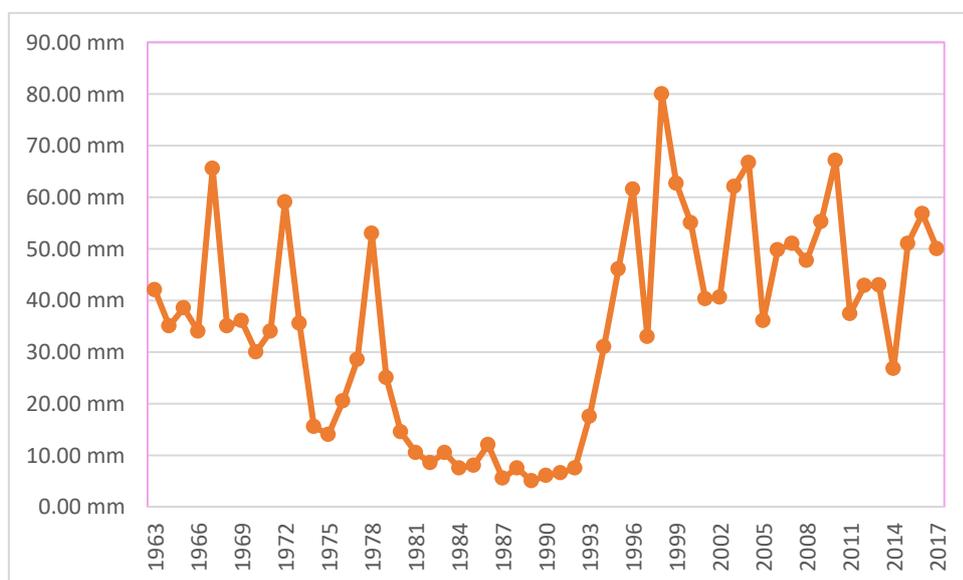
Fuente: Manual de hidráulica y Drenaje. Ministerio de Transportes y Comunicaciones[18]

Análisis estadístico de los datos hidrológicos

Se realizaron estudios del registro histórico de precipitaciones provistos por SENAMHI, tomando en cuenta observatorios cercanos al área del proyecto. Se llevó a cabo una evaluación estadística de estos datos para obtener información relevante. A continuación, se presenta una tabla con los registros de la estación Querocotillo:

Tabla N°67. Precipitaciones máximas en la estación Querocotillo

AÑO	P MÁX. 24 h
1963	42.00 mm
1964	35.00 mm
1965	38.50 mm
1966	34.00 mm
1967	65.50 mm
1968	35.00 mm
1969	36.00 mm
1970	30.00 mm
1971	34.00 mm
1972	59.00 mm
1973	35.50 mm
1974	15.50 mm
1975	14.00 mm
1976	20.50 mm



1977	28.50 mm
1978	53.00 mm
1979	25.00 mm
1980	14.50 mm
1981	10.50 mm
1982	8.50 mm
1983	10.50 mm
1984	7.50 mm
1985	8.00 mm
1986	12.00 mm
1987	5.50 mm
1988	7.50 mm
1989	5.00 mm
1990	6.00 mm
1991	6.50 mm
1992	7.50 mm
1993	17.50 mm
1994	31.00 mm
1995	46.00 mm
1996	61.50 mm
1997	33.00 mm
1998	80.00 mm
1999	62.70 mm
2000	55.00 mm
2001	40.30 mm
2002	40.60 mm
2003	62.00 mm
2004	66.70 mm
2005	36.00 mm
2006	49.80 mm
2007	51.00 mm
2008	47.70 mm
2009	55.20 mm
2010	67.10 mm
2011	37.40 mm
2012	42.80 mm
2013	43.00 mm
2014	26.80 mm
2015	51.00 mm
2016	56.80 mm
2017	50.00 mm

Fuente: SENAMHI

En el desarrollo de esta investigación, se ha realizado el análisis por las metodologías recomendadas por el manual proporcionado por el MTC, tal como se mencionó previamente. Además, se ha utilizado un software para dicho análisis, en el anexo N°4 se detalla el procedimiento seguido con dicho programa.

Resultado de las precipitaciones obtenidas utilizando el software Hidroesta2

Se procedió con el estudio de la data proporcionada por SENAMHI utilizando el software Hidroesta2, siguiendo las metodologías recomendadas por el manual de Hidrología. Estos métodos fueron evaluados siguiendo el procedimiento explicado anteriormente, y a continuación se presentan los resultados obtenidos.

Tabla N°68. Resultado de precipitaciones programa Hidroesta2

PRECIPITACIONES PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN									
Descripción	Periodo	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años	200 años
Distribución normal	Precipitación	34.93 mm	51.81 mm	60.65 mm	67.94 mm	70.06 mm	76.14 mm	81.61 mm	86.62 mm
Distribución log normal de 2 parámetros	Precipitación	27.47 mm	53.28 mm	75.34 mm	100.30 mm	109.02 mm	138.39 mm	171.52 mm	208.73 mm
Distribución log normal de 3 parámetros	Precipitación	32.84 mm	51.20 mm	62.18 mm	72.05 mm	75.07 mm	84.10 mm	92.73 mm	101.08 mm
Distribución gamma de 2 parámetros	Precipitación	29.88 mm	51.62 mm	66.22 mm	80.05 mm	84.39 mm	97.60 mm	110.48 mm	123.07 mm
Distribución de log Pearson tipo III	Precipitación	NO SE AJUSTA A LA DISTRIBUCIÓN, por ende, no se puede hallar precipitaciones con este método para los registros de precipitaciones obtenidos del SENHAMI.							
Distribución de Gumbel	Precipitación	31.64 mm	49.37 mm	61.10 mm	72.36 mm	75.94 mm	86.94 mm	97.86 mm	108.74 mm
Distribución de log Gumbel	Precipitación	24.14 mm	48.40 mm	76.71 mm	119.32 mm	137.27 mm	211.38 mm	324.47 mm	497.28 mm

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de bondad de ajuste

Se presentan los resultados obtenidos con la prueba **Kolmogorov – Smirnov**:

Tabla N°69. Resultados pruebas de bondad de ajuste

DESCRIPCIÓN	Δ tabular	Δ crítico	CONDICIÓN
Distribución normal	0.1015	0.1834	SE AJUSTA
Distribución log normal de 2 parámetros	0.1814	0.1834	SE AJUSTA
Distribución log normal de 3 parámetros	0.0998	0.1834	SE AJUSTA
Distribución gamma de 2 parámetros	0.1456	0.1834	SE AJUSTA
Distribución de Gumbel	0.1277	0.1834	SE AJUSTA

Distribución de log Gumbel	0.2487	0.1834	NO SE AJUSTA
Distribución log normal de 3 parámetros	0.0998	LA QUE MÁS SE AJUSTA	

Fuente: Elaboración propia

Se alcanza como resultado que la prueba Log Normal de 3 Parámetros está más próxima, principalmente por obtener un valor tabular menor a los demás.

Cálculo de las precipitaciones máximas por tiempo de duración

En cálculos previos se obtuvieron datos importantes de las precipitaciones máximas diarias para diversas frecuencias con base en ello se hallan las precipitaciones máximas por tiempo de duración.

Tabla N°70. Precipitaciones máximas por tiempo de duración

PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd (MM) POR TIEMPOS DE DURACIÓN									
TIEMPO DE DURACIÓN	COCIENTE	2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años	200 años
24 hr	X24	32.8400	51.2000	62.1800	72.0500	75.0700	84.1000	92.7300	101.0800
18 hr	X18=91%	29.8844	46.5920	56.5838	65.5655	68.3137	76.5310	84.3843	91.9828
12 hr	X12=80%	26.2720	40.9600	49.7440	57.6400	60.0560	67.2800	74.1840	80.8640
8 hr	X8=68%	22.3312	34.8160	42.2824	48.9940	51.0476	57.1880	63.0564	68.7344
6 hr	X6=61%	20.0324	31.2320	37.9298	43.9505	45.7927	51.3010	56.5653	61.6588
5 hr	X5=57%	18.7188	29.1840	35.4426	41.0685	42.7899	47.9370	52.8561	57.6156
4 hr	X4=52%	17.0768	26.6240	32.3336	37.4660	39.0364	43.7320	48.2196	52.5616
3 hr	X3=46%	15.1064	23.5520	28.6028	33.1430	34.5322	38.6860	42.6558	46.4968
2 hr	X2=39%	12.8076	19.9680	24.2502	28.0995	29.2773	32.7990	36.1647	39.4212
1 hr	X1=30%	9.8520	15.3600	18.6540	21.6150	22.5210	25.2300	27.8190	30.3240

Fuente: Elaboración propia

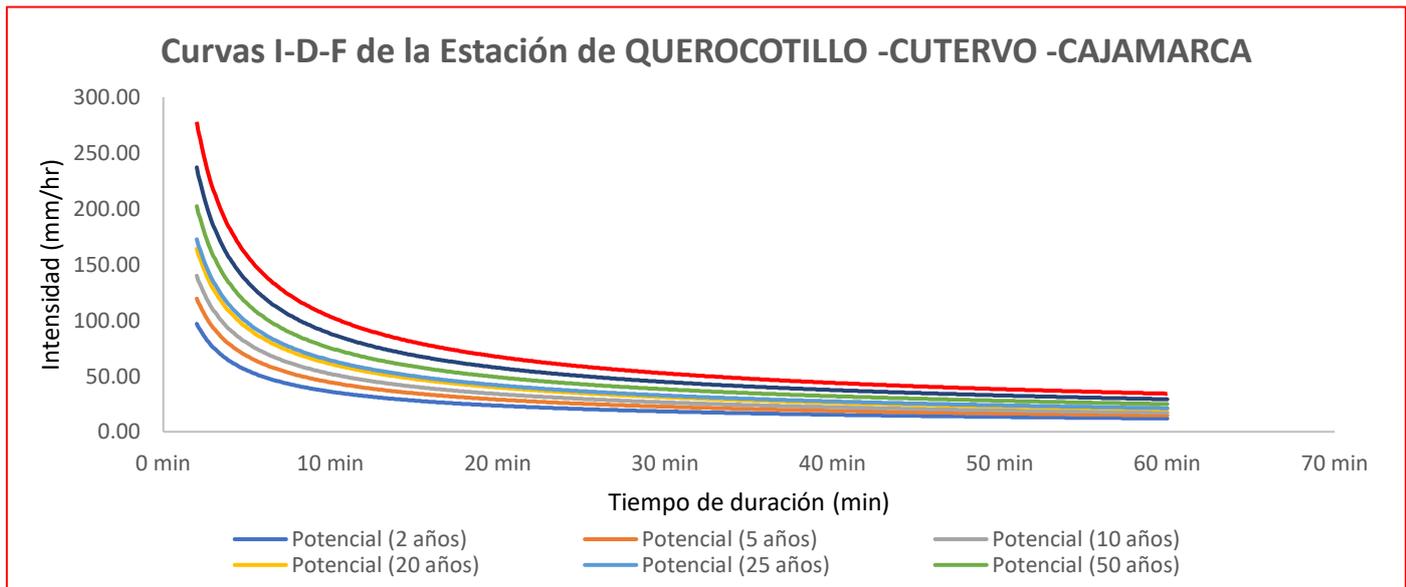
Se obtuvieron las curvas IDF (intensidad-duración-frecuencia) para cada periodo de retorno planteado. Se presenta el resumen del procesamiento de datos explicados en el anexo N° 4.

Tabla N°71. Intensidades- Tiempo de duración

TABLA DE INTENSIDADES - TIEMPO DE DURACIÓN													
Frecuencia	Duración en minutos												
	2 min	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min
2 años	96.79	55.02	35.89	27.95	23.41	20.40	18.23	16.58	15.27	14.20	13.31	12.55	11.89
5 años	119.39	67.87	44.27	34.48	28.88	25.17	22.49	20.45	18.84	17.52	16.42	15.48	14.67
10 años	139.92	79.54	51.89	40.41	33.84	29.50	26.36	23.97	22.08	20.53	19.24	18.14	17.19
20 años	163.99	93.23	60.81	47.36	39.67	34.57	30.89	28.09	25.87	24.06	22.55	21.26	20.15
25 años	172.59	98.11	64.00	49.85	41.75	36.38	32.51	29.57	27.23	25.32	23.73	22.38	21.21
50 años	202.28	114.99	75.01	58.42	48.93	42.64	38.11	34.65	31.92	29.68	27.81	26.23	24.86
100 años	237.08	134.77	87.91	68.47	57.34	49.98	44.66	40.61	37.41	34.79	32.60	30.74	29.13
200 años	277.86	157.96	103.03	80.25	67.21	58.57	52.35	47.60	43.84	40.77	38.21	36.03	34.15

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°7. Curvas I-D-F Estación Quercotillo



Caudales máximos de cada subcuenca

Los resultados de los caudales de cada quebrada analizada en esta investigación se obtuvieron y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N°72. Caudales para cada subcuenca

SUB CUENCA 1			
ÁREA=	0.410	C=	0.35
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	10.76 min	34.32 mm/hr	1.37 m3/s
5 años	10.76 min	42.33 mm/hr	1.69 m3/s
10 años	10.76 min	49.61 mm/hr	1.98 m3/s
20 años	10.76 min	58.14 mm/hr	2.32 m3/s
25 años	10.76 min	61.19 mm/hr	2.44 m3/s
50 años	10.76 min	71.72 mm/hr	2.86 m3/s
100 años	10.76 min	84.05 mm/hr	3.35 m3/s
200 años	10.76 min	98.51 mm/hr	3.93 m3/s

SUB CUENCA 2			
ÁREA=	0.260	C=	0.35
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	6.31 min	47.65 mm/hr	1.20 m3/s
5 años	6.31 min	58.77 mm/hr	1.49 m3/s
10 años	6.31 min	68.89 mm/hr	1.74 m3/s
20 años	6.31 min	80.73 mm/hr	2.04 m3/s
25 años	6.31 min	84.97 mm/hr	2.15 m3/s
50 años	6.31 min	99.58 mm/hr	2.52 m3/s
100 años	6.31 min	116.71 mm/hr	2.95 m3/s
200 años	6.31 min	136.79 mm/hr	3.46 m3/s

SUB CUENCA 3			
ÁREA=	0.110	C=	0.25
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	4.12 min	62.02 mm/hr	0.47 m3/s
5 años	4.12 min	76.50 mm/hr	0.58 m3/s
10 años	4.12 min	89.66 mm/hr	0.68 m3/s
20 años	4.12 min	105.09 mm/hr	0.80 m3/s
25 años	4.12 min	110.59 mm/hr	0.84 m3/s
50 años	4.12 min	129.62 mm/hr	0.99 m3/s
100 años	4.12 min	151.92 mm/hr	1.16 m3/s
200 años	4.12 min	178.05 mm/hr	1.36 m3/s

SUB CUENCA 4			
ÁREA=	0.099	C=	0.25
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	4.81 min	56.39 mm/hr	0.39 m3/s
5 años	4.81 min	69.55 mm/hr	0.48 m3/s
10 años	4.81 min	81.52 mm/hr	0.56 m3/s
20 años	4.81 min	95.54 mm/hr	0.66 m3/s
25 años	4.81 min	100.55 mm/hr	0.69 m3/s
50 años	4.81 min	117.84 mm/hr	0.81 m3/s
100 años	4.81 min	138.12 mm/hr	0.95 m3/s
200 años	4.81 min	161.87 mm/hr	1.11 m3/s

SUB CUENCA 5			
ÁREA=	0.044	C=	0.2
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	3.37 min	70.20 mm/hr	0.17 m3/s
5 años	3.37 min	86.59 mm/hr	0.21 m3/s
10 años	3.37 min	101.48 mm/hr	0.25 m3/s
20 años	3.37 min	118.94 mm/hr	0.29 m3/s
25 años	3.37 min	125.18 mm/hr	0.31 m3/s
50 años	3.37 min	146.71 mm/hr	0.36 m3/s
100 años	3.37 min	171.95 mm/hr	0.42 m3/s
200 años	3.37 min	201.53 mm/hr	0.49 m3/s

SUB CUENCA 6			
ÁREA=	0.002	C=	0.2
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	1.58 min	111.96 mm/hr	0.01 m3/s
5 años	1.58 min	138.10 mm/hr	0.02 m3/s
10 años	1.58 min	161.86 mm/hr	0.02 m3/s
20 años	1.58 min	189.70 mm/hr	0.02 m3/s
25 años	1.58 min	199.65 mm/hr	0.02 m3/s
50 años	1.58 min	233.99 mm/hr	0.03 m3/s
100 años	1.58 min	274.24 mm/hr	0.03 m3/s
200 años	1.58 min	321.42 mm/hr	0.04 m3/s

SUB CUENCA 7			
ÁREA=	0.011	C=	0.2
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	1.91 min	99.59 mm/hr	0.06 m3/s
5 años	1.91 min	122.85 mm/hr	0.07 m3/s
10 años	1.91 min	143.98 mm/hr	0.09 m3/s
20 años	1.91 min	168.74 mm/hr	0.10 m3/s
25 años	1.91 min	177.59 mm/hr	0.11 m3/s
50 años	1.91 min	208.14 mm/hr	0.12 m3/s
100 años	1.91 min	243.95 mm/hr	0.15 m3/s
200 años	1.91 min	285.91 mm/hr	0.17 m3/s

SUB CUENCA 8			
ÁREA=	0.045	C=	0.15
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	2.94 min	76.31 mm/hr	0.14 m3/s
5 años	2.94 min	94.13 mm/hr	0.18 m3/s
10 años	2.94 min	110.32 mm/hr	0.21 m3/s
20 años	2.94 min	129.30 mm/hr	0.24 m3/s
25 años	2.94 min	136.08 mm/hr	0.26 m3/s
50 años	2.94 min	159.49 mm/hr	0.30 m3/s
100 años	2.94 min	186.93 mm/hr	0.35 m3/s
200 años	2.94 min	219.08 mm/hr	0.41 m3/s

SUB CUENCA 9			
ÁREA=	0.057	C=	0.15
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	0.92 min	155.74 mm/hr	0.37 m3/s
5 años	0.92 min	192.10 mm/hr	0.46 m3/s
10 años	0.92 min	225.14 mm/hr	0.53 m3/s
20 años	0.92 min	263.87 mm/hr	0.63 m3/s
25 años	0.92 min	277.70 mm/hr	0.66 m3/s
50 años	0.92 min	325.48 mm/hr	0.77 m3/s
100 años	0.92 min	381.46 mm/hr	0.90 m3/s
200 años	0.92 min	447.08 mm/hr	1.06 m3/s

SUB CUENCA 10			
ÁREA=	0.018	C=	0.2
PERIODO DE RETORNO (T)	TIEMPO DE CONCENTRACION (tc)	INTENSIDAD DE DISEÑO (I)	CAUDAL DE DISEÑO (Q)
2 años	2.32 min	88.33 mm/hr	0.09 m3/s
5 años	2.32 min	108.95 mm/hr	0.11 m3/s
10 años	2.32 min	127.70 mm/hr	0.13 m3/s
20 años	2.32 min	149.66 mm/hr	0.15 m3/s
25 años	2.32 min	157.51 mm/hr	0.15 m3/s
50 años	2.32 min	184.60 mm/hr	0.18 m3/s
100 años	2.32 min	216.36 mm/hr	0.21 m3/s
200 años	2.32 min	253.58 mm/hr	0.25 m3/s

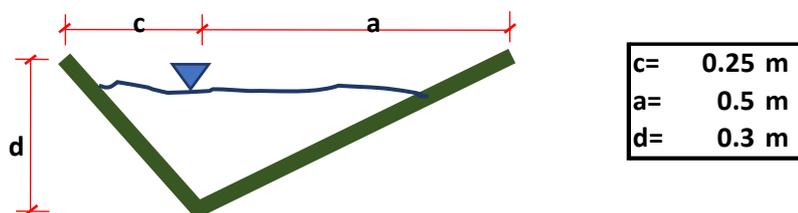
Fuente: Elaboración propia.

4.8.1. Diseño de obras de arte

Cunetas

Se propone la siguiente sección típica para las cunetas:

Figura N°19. Sección típica cunetas

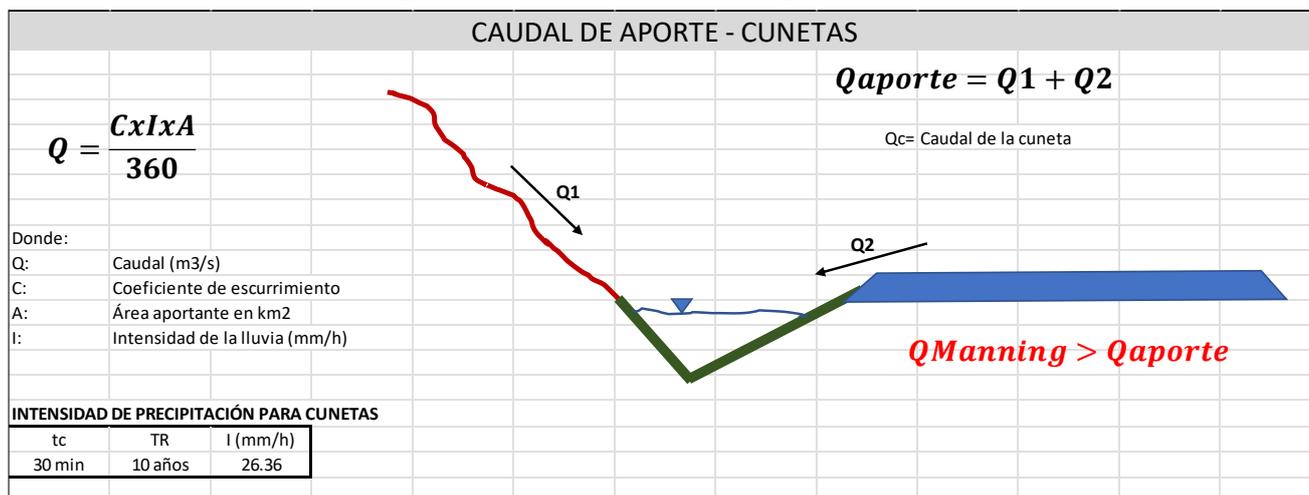


Fuente: Elaboración propia.

Diseño hidráulico

Se determinó la cantidad de agua de aporte a las cunetas, dicho aporte es la suma del aporte de caudal Q1 proveniente de los taludes de corte y el caudal Q2 el cual es el aporte que realiza la calzada.

Figura N°20. Caudal de aporte de cuentas



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°73. Caudales de aporte

CAUDAL DE APORTE							
Tramo	Inicia	Termina	Q1 (m3/s)	Q2 (m3/s)	Q aporte	Q Manning	QManning>Qaporte
1	0+000.00	0+240.00	0.0308	0.0015	0.032	0.294	CUMPLE
2	0+240.00	0+460.00	0.0282	0.0014	0.030	0.230	CUMPLE
3	0+460.00	0+710.00	0.0320	0.0016	0.034	0.349	CUMPLE
4	0+710.00	0+960.00	0.0320	0.0016	0.034	0.292	CUMPLE
5	0+960.00	1+070.00	0.0101	0.0005	0.011	0.280	CUMPLE
6	1+070.00	1+300.00	0.0211	0.0011	0.022	0.283	CUMPLE
7	1+300.00	1+550.00	0.0229	0.0011	0.024	0.297	CUMPLE
8	1+550.00	1+800.00	0.0229	0.0011	0.024	0.298	CUMPLE
9	1+800.00	2+030.00	0.0211	0.0011	0.022	0.294	CUMPLE
10	2+030.00	2+270.00	0.0220	0.0011	0.023	0.313	CUMPLE
11	2+270.00	2+510.00	0.0220	0.0011	0.023	0.280	CUMPLE
12	2+510.00	2+760.00	0.0229	0.0011	0.024	0.272	CUMPLE
13	2+760.00	2+960.00	0.0146	0.0007	0.015	0.300	CUMPLE
14	2+960.00	3+200.00	0.0176	0.0009	0.018	0.293	CUMPLE
15	3+200.00	3+440.00	0.0176	0.0009	0.018	0.288	CUMPLE
16	3+440.00	3+530.00	0.0066	0.0003	0.007	0.288	CUMPLE
17	3+530.00	3+780.00	0.0183	0.0009	0.019	0.289	CUMPLE
18	3+780.00	3+960.00	0.0132	0.0007	0.014	0.309	CUMPLE
19	3+960.00	4+200.00	0.0176	0.0009	0.018	0.283	CUMPLE
20	4+200.00	4+440.00	0.0176	0.0009	0.018	0.295	CUMPLE
21	4+440.00	4+690.00	0.0183	0.0009	0.019	0.311	CUMPLE
22	4+690.00	4+940.00	0.0183	0.0009	0.019	0.279	CUMPLE
23	4+940.00	5+100.00	0.0117	0.0006	0.012	0.278	CUMPLE
24	5+100.00	5+350.00	0.0183	0.0009	0.019	0.276	CUMPLE
25	5+350.00	5+540.00	0.0139	0.0007	0.015	0.282	CUMPLE
26	5+540.00	5+780.00	0.0176	0.0009	0.018	0.258	CUMPLE
27	5+780.00	6+020.00	0.0176	0.0009	0.018	0.303	CUMPLE
28	6+020.00	6+270.00	0.0183	0.0009	0.019	0.252	CUMPLE
29	6+270.00	6+520.00	0.0183	0.0009	0.019	0.279	CUMPLE
30	6+520.00	6+770.00	0.0183	0.0009	0.019	0.282	CUMPLE
31	6+770.00	7+020.00	0.0137	0.0007	0.014	0.313	CUMPLE
32	7+020.00	7+270.00	0.0137	0.0007	0.014	0.282	CUMPLE
33	7+270.00	7+520.00	0.0137	0.0007	0.014	0.250	CUMPLE
34	7+520.00	7+760.00	0.0132	0.0007	0.014	0.240	CUMPLE
35	7+760.00	8+140.00	0.0137	0.0007	0.014	0.092	CUMPLE
36	8+140.00	8+390.00	0.0137	0.0007	0.014	0.146	CUMPLE
37	8+390.00	8+640.00	0.0137	0.0007	0.014	0.173	CUMPLE
38	8+640.00	8+900.00	0.0143	0.0007	0.015	0.223	CUMPLE
39	8+900.00	9+120.00	0.0282	0.0014	0.030	0.273	CUMPLE
40	9+120.00	9+280.00	0.0205	0.0010	0.022	0.290	CUMPLE
41	9+280.00	9+520.00	0.0308	0.0015	0.032	0.290	CUMPLE
42	9+520.00	9+760.00	0.0308	0.0015	0.032	0.291	CUMPLE
43	9+760.00	10+000.00	0.0264	0.0013	0.028	0.288	CUMPLE
44	10+000.00	10+160.00	0.0176	0.0009	0.018	0.292	CUMPLE
45	10+160.00	10+420.00	0.0286	0.0014	0.030	0.307	CUMPLE
46	10+420.00	10+660.00	0.0264	0.0013	0.028	0.268	CUMPLE
47	10+660.00	10+910.00	0.0275	0.0014	0.029	0.287	CUMPLE
48	10+910.00	11+040.00	0.0143	0.0007	0.015	0.288	CUMPLE
49	11+040.00	11+290.00	0.0275	0.0014	0.029	0.278	CUMPLE
50	11+290.00	11+540.00	0.0275	0.0014	0.029	0.280	CUMPLE
51	11+540.00	11+780.00	0.0264	0.0013	0.028	0.262	CUMPLE
52	11+780.00	12+020.00	0.0264	0.0013	0.028	0.288	CUMPLE
53	12+020.00	12+260.00	0.0264	0.0013	0.028	0.270	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Alcantarillas

Se realizó un análisis de la ubicación de las estructuras de desagüe, incluyendo alcantarillas de paso, alcantarillas de alivio y badenes. Se identificaron en general 48 labores de arte, de las cuales 43 son alcantarillas de alivio, 7 son alcantarillas de paso y 3 son badenes.

Tabla N°74. Ubicación de obras de arte

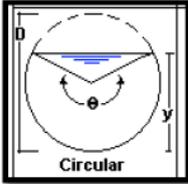
UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS DE ALIVIO Y ALCANTARILLAS DE PASO O BADENES								
OBRAS DE ARTE	TIPO	PROGRESIVA	OBRAS DE ARTE	TIPO	PROGRESIVA	OBRAS DE ARTE	TIPO	PROGRESIVA
1	Alc. Alivio	0+240	19	Alc. Alivio	4+200	37	Alc. Alivio	8+640
2	Alc. Paso	0+460	20	Alc. Alivio	4+440	38	Alc. Alivio	8+900
3	Alc. Alivio	0+710	21	Alc. Alivio	4+690	39	Alc. Paso	9+120
4	Alc. Alivio	0+960	22	Alc. Alivio	4+940	40	Alc. Paso	9+280
5	Alc. Alivio	1+070	23	Alc. Alivio	5+100	41	Alc. Alivio	9+520
6	Alc. Paso	1+300	24	Alc. Alivio	5+350	42	Alc. Alivio	9+760
7	Alc. Alivio	1+550	25	Alc. Alivio	5+540	43	Alc. Alivio	10+000
8	Alc. Alivio	1+800	26	Alc. Alivio	5+780	44	Baden	10+160
9	Alc. Alivio	2+030	27	Alc. Alivio	6+020	45	Alc. Alivio	10+420
10	Alc. Alivio	2+270	28	Alc. Alivio	6+270	46	Alc. Paso	10+660
11	Alc. Alivio	2+510	29	Alc. Alivio	6+520	47	Alc. Alivio	10+910
12	Alc. Paso	2+760	30	Alc. Alivio	6+770	48	Baden	11+040
13	Baden	2+960	31	Alc. Alivio	7+020	49	Alc. Alivio	11+290
14	Alc. Alivio	3+200	32	Alc. Alivio	7+270	50	Alc. Alivio	11+540
15	Alc. Alivio	3+440	33	Alc. Alivio	7+520	51	Alc. Alivio	11+780
16	Alc. Paso	3+530	34	Alc. Alivio	7+760	52	Alc. Alivio	12+020
17	Alc. Alivio	3+780	35	Alc. Alivio	8+140	53	Alc. Alivio	12+260
18	Alc. Alivio	3+960	36	Alc. Alivio	8+390			

Fuente: Elaboración propia.

Al realizarse el diseño hidráulico de las alcantarillas planteadas, las cuales están situadas tanto en los arroyos vistos en el estudio de hidrología como en áreas designadas como alcantarillas de alivio. Durante el diseño, se verificó que el caudal proveniente de las subcuencas se encuentre dentro de los límites permitidos para el diámetro de cada alcantarilla.

Se decidió utilizar alcantarillas del tipo TMC (Tubería Metálica Corrugada) debido a sus numerosas ventajas, como su fácil ensamblaje, no requerir mano de obra especializada, no tener restricciones climáticas para su instalación y presentar una excelente relación de resistencia-peso. A continuación, se muestra el diseño hidráulico realizado para establecer el diámetro adecuado de la tubería en función del caudal deseado.

Tabla N°75. Diseño hidráulico de alcantarillas

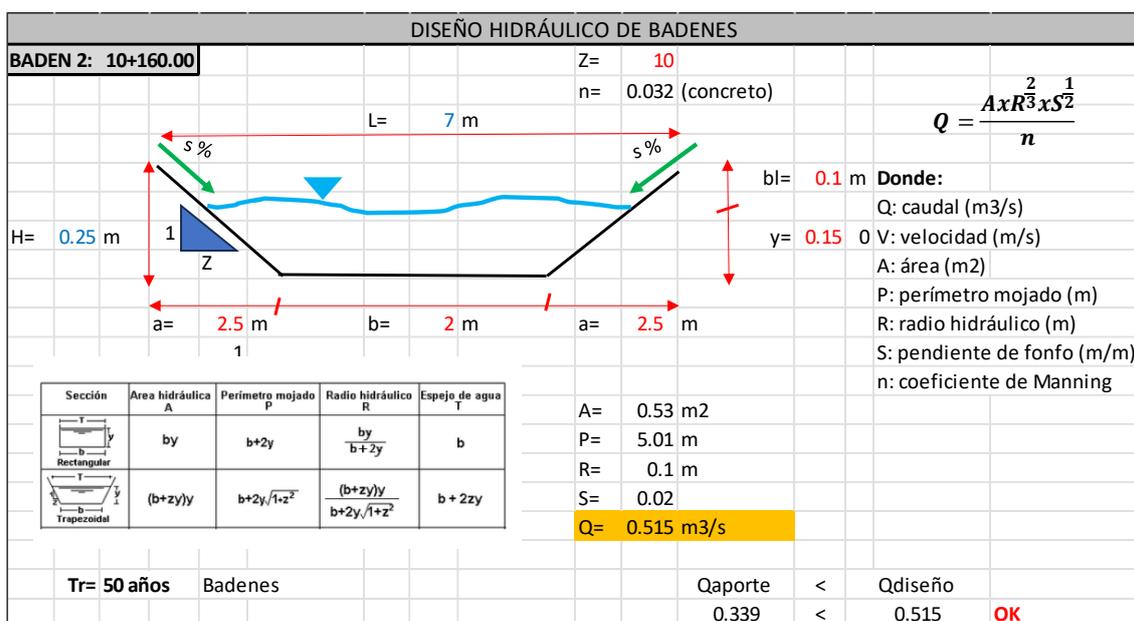
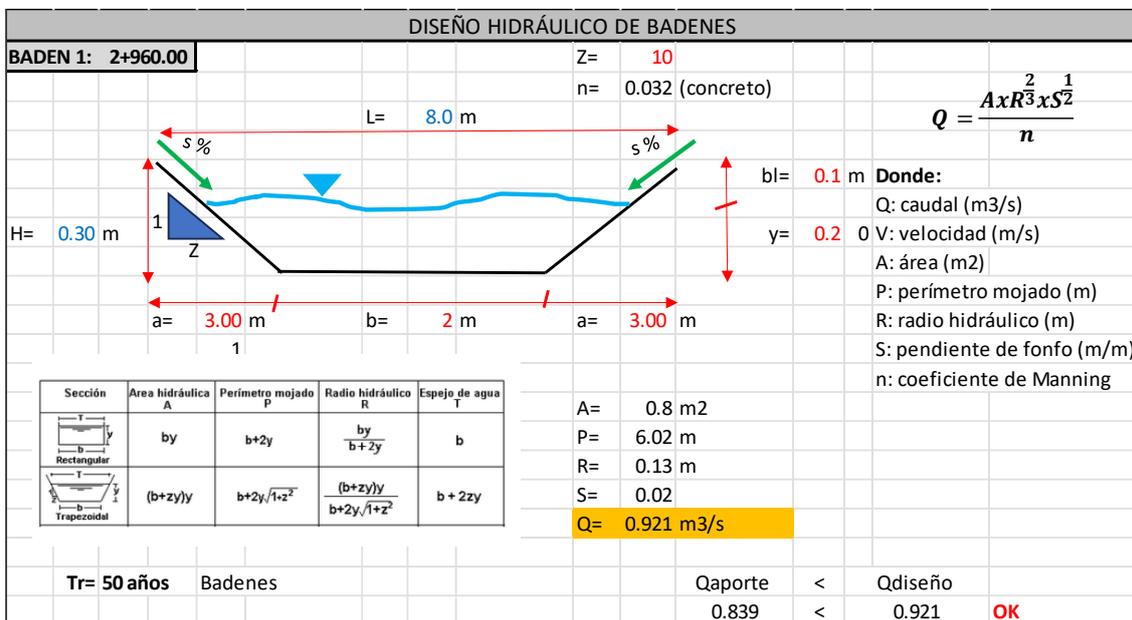
DISEÑO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLAS												
CAUDAL MÁXIMO (m3/s)		ÁREA (m ²)		 <p>Circular</p>		TIPO DE CANAL			MÍNIMO	NORMAL	MAXIMO	
$Q = \frac{AxR^3xS^2}{n}$		$A = \frac{\pi x D^2}{4}$				A.1. METÁLICOS			0.009	0.010	0.013	
L (m)= 5		PERÍMETRO MOJADO (m)				a. Bronce Polido			0.010	0.012	0.014	
n= 0.021		$Pm = \pi x D$				b. Acero soldado con remaches			0.013	0.016	0.017	
		RADIO HIDRÁULICO (m)		c. Metal corrugado sub - dren			0.017	0.019	0.021			
		$Rh = \frac{\pi x D}{4}$		dren para aguas lluvias			0.021	0.024	0.030			
				Tr= 20 años			Alcantarillas de alivio					
				Tr= 50 años			Alcantarillas de paso					
Progresiva	Tipo	D"	D(m)	S(%)	A(m2)	P(m)	Rh(m)	Qmax	Qcunetas	Quebrada	Qttotal	Qmax>Qttotal
0+240.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.065		0.065	OK
0+460.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.059	2.859	2.918	OK
0+960.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.067		0.067	OK
1+070.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.021		0.021	OK
1+300.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.044	2.517	2.561	OK
1+550.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.048		0.048	OK
1+800.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.048		0.048	OK
2+030.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.044		0.044	OK
2+270.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.046		0.046	OK
2+510.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.046		0.046	OK
2+760.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.048	0.990	1.038	OK
3+200.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.037		0.037	OK
3+440.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.037		0.037	OK
3+530.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.014	0.358	0.372	OK
3+780.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
3+960.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.028		0.028	OK
4+200.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.037		0.037	OK
4+690.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
4+940.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
5+100.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.025		0.025	OK
5+350.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
5+540.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
5+780.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.037		0.037	OK
6+020.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.037		0.037	OK
6+270.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
6+520.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
6+770.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.038		0.038	OK
7+020.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
7+270.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
7+520.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
7+760.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.028		0.028	OK
8+140.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
8+390.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
8+640.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.029		0.029	OK
9+120.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.059	0.026	0.085	OK
9+280.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.043	0.124	0.167	OK
9+520.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.065		0.065	OK
9+760.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.065		0.065	OK
10+000.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.055		0.055	OK
10+420.00	Alc. Alivio	24	0.61	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.060		0.060	OK
10+660.00	Alc. Paso	36	0.91	0.02	0.657	2.873	0.718	3.547	0.055	0.772	0.827	OK
10+910.00	Alc. Alivio	24	0.6096	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.058		0.058	OK
11+290.00	Alc. Alivio	24	0.6096	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.058		0.058	OK
11+540.00	Alc. Alivio	24	0.6096	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.058		0.058	OK
11+780.00	Alc. Alivio	24	0.6096	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.055		0.055	OK
12+020.00	Alc. Alivio	24	0.6096	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.055		0.055	OK
12+260.00	Alc. Alivio	24	0.6096	0.02	0.292	1.915	0.479	1.203	0.055		0.055	OK

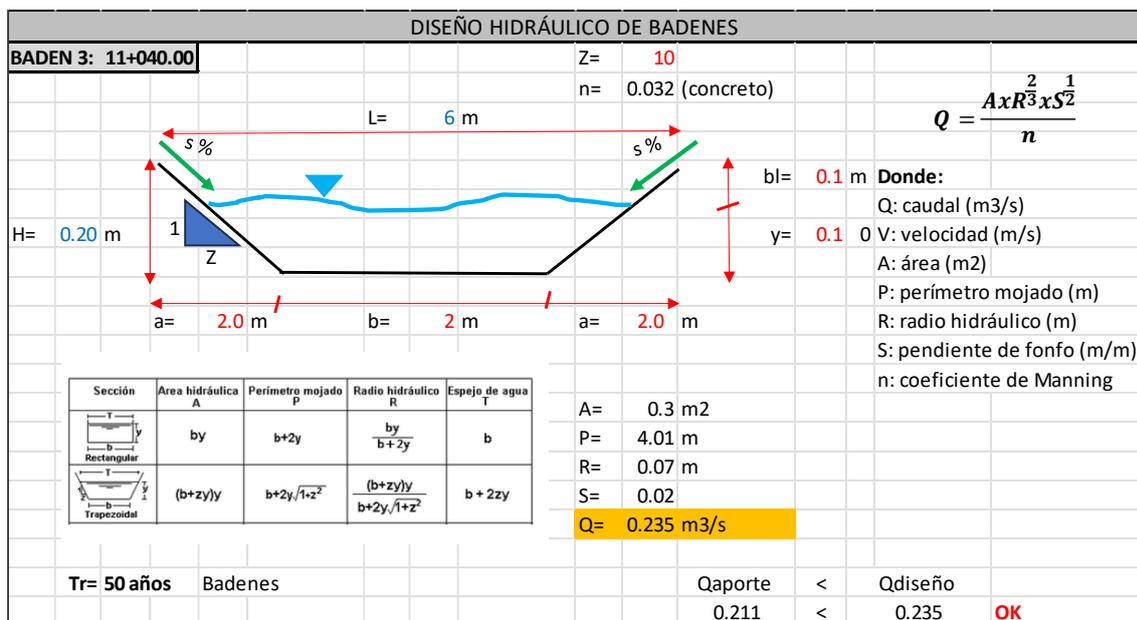
Fuente: Elaboración propia.

Badenes

Se proyectaron 3 badenes a lo largo de toda la obra, de todos los badenes se realizó el diseño hidráulico correspondiente el cual se presenta en la tabla que sigue:

Tabla N°76. Diseño hidráulico de badenes





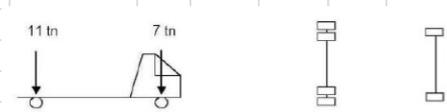
Fuente: Elaboración propia.

Diseño de afirmado

Tráfico provisto

Debido a que los vehículos ligeros tienen un impacto inferior en el desgaste de la capa superior, se va a diseñar el afirmado con el vehículo de diseño camión C2 visto anteriormente, la proyección de manera similar que la proyección de transitabilidad será de 10 años. El diseño contempla un IMDA de 64 veh/día para dicho periodo de diseño. De estos, el 10.94% son considerados pesados. Se obtuvo el ESAL para el diseño el cual tiene un valor de 90, 434.59 EE de 8.2 Ton, para el periodo antes mencionado.

Tabla N°77. Cálculo ESAL de diseño

CÁLCULO ESAL DE DISEÑO							
DATOS:							
IMD=	83	veh/día					
Automóvil	30.00	36.14%	$F.Ca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	r_{vp}	=	0.57 %	Vehículos ligeros
Camioneta	21.00	25.30%		r_{vc}	=	1.29 %	Vehículos pesados
Combi	22.00	26.51%					
Camión 2E	10.00	12.05%					
TOTAL	83.00	100.00%					
				FCa ligeros	=	10.26	
				FCa pesados	=	10.6	
Cálculo del factor equivalencia de carga				Factor direccional		0.5	
				Factor carril		1	
						0.5	
Vehículos mayores - categoría M				FEC			
Peso (T)							
Automóvil	0.76			0.000176			
Camioneta	1.14			0.00089			
Combi	3.5			0.0791			
Vehículos pesados - categoría N							
Peso(T)							
Camión 2E	7	Eje simple rueda simple		1.265			
	11	Eje simple rueda doble		3.238			
							
				3.238 + 1.265 = 4.5			
Cálculo del ESAL							
Vehículo	N° veh/ día (2 sent.)	N° veh/ día (1 sent.)	N° veh/año	FEC	ESAL carril de diseño	Factor de crecimiento	ESAL diseño
Automóvil	30.00	15.50	5,657.50	0.000176	1.00	10.26043796	10.22
Camioneta	21.00	10.50	3,832.50	0.00089	3.41	10.26043796	35.00
Combi	22.00	11.00	4,015.00	0.0791	317.59	10.26043796	3,258.58
Camión 2E	10.00	5.00	1,825.00	4.504	8,219.17	10.60092706	87,130.80
TOTAL	83.00	41.50	15,330.00		8,541.16		90,434.59

Fuente: Elaboración propia – Manual de suelos y pavimentos MTC.

Espesor de afirmado

El dato esencial para la determinación de la altura de pavimento que en el caso se trata de afirmado, es el porcentaje de CBR de la subrasante. Se ha categorizado los tramos con diferente CBR, se identificó dos tramos donde el CBR no cumple el mínimo valor $>6\%$ para ser utilizado como subrasante por lo que se procedió a la estabilización por reemplazo con material de préstamo lateral en dichos tramos. Para reducir costos constructivos en la trocha se ve por conveniente utilizar material seleccionado de préstamo del volumen de corte del tramo con $CBR > 10\%$.

Según el manual de suelos geología y pavimentos se debe calcular el espesor de reemplazo, a continuación, se detalla el cálculo.

Tabla N°78. Cálculo del Módulo Resiliente

SUBRASANTE BUENA
CÁLCULO DE Mr:

$$Mr_{(Lb/pulg^2)} = 2555(CBR\%)^{0.64} \text{ Para } CBR < 12\%$$

CBR= 11.45
 Mr= 12162.5998
 SN= 1.69

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido
 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr=0.524 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 3.8 PSI final 2
 Módulo resiliente de la subrasante: Mr 2162.5998 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) _____ Coeficiente de transmisión de carga - (J) _____
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) _____ Coeficiente de drenaje - (Cd) _____

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18
 W18 = 90434.59
 Número Estructural: SN = 1.69

Calcular Salir

SUBRASANTE INSUFICIENTE
CÁLCULO DE Mr:

$$Mr_{(Lb/pulg^2)} = 2555(CBR\%)^{0.64} \text{ Para } CBR < 12\%$$

CBR= 4.4
 Mr= 6594.78464
 SN= 2.15

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido
 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr=0.524 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 3.8 PSI final 2
 Módulo resiliente de la subrasante: Mr 6594.7846 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) _____ Coeficiente de transmisión de carga - (J) _____
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) _____ Coeficiente de drenaje - (Cd) _____

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18
 W18 = 90434.59
 Número Estructural: SN = 2.15

Calcular Salir

SUBRASANTE INSUFICIENTE
CÁLCULO DE Mr:

$$Mr_{(Lb/pulg^2)} = 2555(CBR\%)^{0.64} \text{ Para } CBR < 12\%$$

CBR= 4.2
 Mr= 6401.33345
 SN= 2.17

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido
 Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr=0.524 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 3.8 PSI final 2
 Módulo resiliente de la subrasante: Mr 6401.3334 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) _____ Coeficiente de transmisión de carga - (J) _____
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) _____ Coeficiente de drenaje - (Cd) _____

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18
 W18 = 90434.59
 Número Estructural: SN = 2.17

Calcular Salir

Fuente: Elaboración propia – Manual de suelos y pavimentos MTC.

Tabla N°79. Cálculo del espesor de reemplazo

CLASE DE TRÁFICO	Tp0	Tp0
CBR (95%)	4.4	4.2
Número de repeticiones EE	90,434.59	90,434.59
Periodo de diseño	10 años	10 años
Tipo de subrasante	Insuficiente s1	Insuficiente s1
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		
Sn subrasante Regular	1.69	1.69
Sn subrasante insuficiente	2.15	2.17
Diferencial Sn Requerido	0.46	0.48
Coefficiente estructural	0.03	0.03
Mejoramiento	15.33	16.00
Espesor adoptado	30	30
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO RECOMENDAD		
Afirmado	20	20
Reemplazo de material CBR>10% (cm)	30	30
Total (cm)	50	50

Fuente: Elaboración propia – Manual de suelos y pavimentos MTC.

Tabla N°80. Cálculo de espesor de a firmado

CÁLCULO ESPESOR DE AFIRMADO C1						
DE	0+000	HASTA	1+500			
$e=[219-211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log_{10}(Nrep/120)$						
	219	211	0.87737135	58	0.76978048	2.877153334
						78.52191378
						e= 225.919586 mm
						25 cm
CBR=	7.54					
Nrep=	90,434.59					

CÁLCULO ESPESOR DE AFIRMADO C4						
DE	1+500	HASTA	4+500			
$e=[219-211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log_{10}(Nrep/120)$						
	219	211	1.05880549	58	1.12106906	2.877153334
						60.61404771
						e= 174.395909 mm
						20 cm
CBR=	11.45					
Nrep=	90,434.59					

CÁLCULO ESPESOR DE AFIRMADO C7						
DE	4+500	HASTA	7+500			
$e=[219-211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log_{10}(Nrep/120)$						
	219	211	0.93449845	58	0.87328736	2.877153334
						72.4714934
						e= 208.511599 mm
						20 cm
CBR=	8.6					
Nrep=	90,434.59					

CÁLCULO ESPESOR DE AFIRMADO C10						
DE	7+500	HASTA	10+500			
$e=[219-211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log_{10}(Nrep/120)$						
	219	211	1.05880549	58	1.12106906	2.877153334
						60.61404771
						e= 174.395909 mm
						20 cm
CBR=	11.45					
Nrep=	90,434.59					

CÁLCULO ESPESOR DE AFIRMADO C13						
DE	10+500	HASTA	12+445			
$e=[219-211x(\log_{10}CBR) + 58x(\log_{10}CBR)^2]x\log_{10}(Nrep/120)$						
	219	211	1.05880549	58	1.12106906	2.877153334
						60.61404771
						e= 174.395909 mm
						20 cm
CBR=	11.45					
Nrep=	90,434.59					

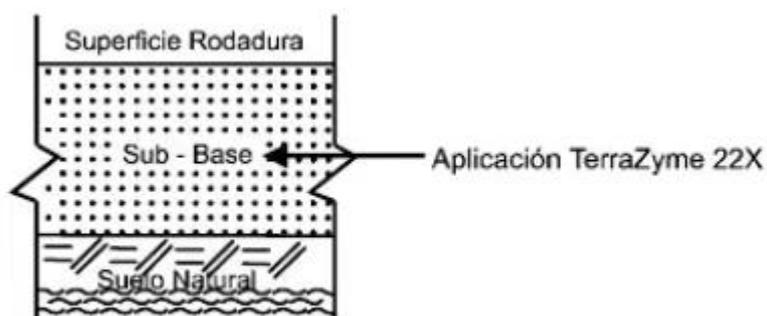
Fuente: Elaboración propia – Manual de suelos y pavimentos MTC.

Mejoramiento de afirmado

Se propone mejorar la capa de rodadura con una enzima ecoamigable denominada Terrazyme, dicho producto enzimático es obtenido del medio ambiente y no constituye un agente contaminante, además se ha demostrado en laboratorio que su uso en la estabilización de suelos logra aumentar el valor de CBR, reducir la permeabilidad y hacer más durable el pavimento[22].

Terrazyme es un producto enzimático líquido hecho a base de melaza, es esológico y es muy usado en la estabilización de caminos vecinales y trochas carrozables debido a su bajo costo y su rendimiento lo que hace que el proyecto no se encarezca.

Figura N°21. Terrazyme en trochas



Fuente: Terragestión

Dentro de las propiedades que este producto tiene es la mejora en el suelo tratado se encuentra el aumento del valor de CBR, reduce la permeabilidad y la generación de polvo, un litro de la enzima estabiliza 33m³ de material y la maquinaria que este producto necesita para su aplicación en la carretera es motoniveladora, camión cisterna para mezclar el producto con el agua y rodillo para compactar el material. Para el diseño de la capa de rodadura en el proyecto se aplicará la enzima en los últimos 15 cm de material de afirmado que se colocará en la carretera.

4.9. Estudio de impacto ambiental

Se ha realizado un programa de amortiguamiento de los impactos generados, como consecuencia de estar pendientes en el mantenimiento del medio ambiente en el proceso de edificación de la carretera ver anexo N° 13.

Descripción y análisis del proyecto

Vías de acceso

La vía de acceso es terrestre de Lima por la Panamericana Norte hasta Chiclayo, o vía aérea de Lima a Chiclayo, luego en transporte terrestre de Chiclayo hasta Santo Domingo de la Capilla – Cutervo, vía carretera Santo Domingo de la Capilla – Chaupe Cruz.

Tabla N°81. Acceso al lugar

Ruta	Distancia	Tiempo de Viaje	Via	Medio de transporte
Chiclayo - Cutervo	220 Km	360 min	Asfalto	Omnibus - Camioneta
Cutervo - Santa Clara de Camse	40.5 km	72.6 min	Trocha Carrozable	Camioneta - Combi
Cutervo - Chaupe Cruz	37.3 km	70.8 min	Asfalto - Trocha Carrozable	Camioneta - Combi
Chaupe Cruz - Santa Clara de Camse	6.5 km	180 min	Camino de Herradura	A pie
Fuente: Propia				

Fuente: Elaboración propia

Área de influencia del proyecto

Área de influencia directa

Es el área social donde reside la población aledaña a la obra, que es afectada por la ejecución. Cabe recalcar que el área de trabajo coincide con el área de influencia directa.

Área de influencia indirecta

En la fase de construcción el área de influencia indirecta se ve afectada por impactos tanto negativos como positivos debido al crecimiento y desarrollo que se logrará al cerrar una brecha existente en la actualidad como lo es: la movilidad tanto de los peatones como de los vehículos que tienen la necesidad de ingresar a la zona donde se lleva a cabo la obra.

Línea base ambiental

Línea base física

Climatología

El clima de Cutervo es templado con intensas lluvias en invierno.

Temperatura

En Cutervo, las estaciones de verano se caracterizan por ser agradables y con presencia de nubes, mientras que los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados. A lo largo del año, las temperaturas suelen oscilar entre 5 °C y 20 °C, rara vez descendiendo por debajo de los 3 °C o superando los 22 °C.

Precipitación

La presencia de lluvias en el lugar el cual pertenece al departamento de Cajamarca presenta lluvias constantes en época de invierno y lluvias esporádicas en verano.

Calidad del aire

En el sitio de análisis, caracterizado por una densa vegetación y una baja concentración de vehículos, los emisores de contaminantes del aire están vinculadas principalmente a las acciones diarias afines a la utilización de vehículos motorizados como principal medio de transporte de la población.

Línea base biológica

Formación ecológica

a. Áreas verdes

En el lugar se pueden observar cultivos, espacios dedicados a ganadería y algunas especies de plantas oriundas de la zona.

Figura N°22. Áreas verdes del lugar de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Flora

La zona cuenta con diversidad de especies de plantas, las cuales sirven como cultivo o pastos para el ganado, así mismo dentro del territorio de influencia podemos encontrar bosques con vegetación densa, dichos bosques se encuentran en la parte más alta de la localidad.

Tabla N°82. Flora nativa del lugar

Nombre común	Nombre científico	Foto
ALISO	ALNUS GLUTINOSA	
PALMERA	ARECACEAE	
PASTO	CYNODON DACTYLON	

<p>CAÑA DE AZUCAR</p>	<p>SACCHARUM OFFICINARUM</p>	
<p>PAPA</p>	<p>SOLANUM TUBEROSUM</p>	
<p>PLÁTANO</p>	<p>MUSA PARADISIACA</p>	
<p>CAFÉ</p>	<p>COFFEA</p>	

HELECHOS	PTERIDIUM AQUILINUM	
----------	------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Fauna Silvestre

En la zona podemos encontrar algunas especies de aves las cuales son atraídas por la siembra de arroz, además podemos encontrar algunos animales domésticos.

Tabla N°83. Fauna silvestre existente

Nombre común	Nombre científico	Foto
ZORZAL	TURDUS CHIGUANCO	
GORRIÓN	ZONOTRICHIA CAPENSIS	

TORDO	DIVES WARCZEWICZI	
-------	----------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Fauna Doméstica

Tabla N°84. Fauna doméstica existente

Nombre común	Nombre científico	Foto
VACA	BOS TAURUS	

Fuente: Elaboración propia.

Línea base socioeconómica

Demografía

Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el Censo Nacional de Población y Vivienda divulgado el año 2017 los caseríos de Chaupe Cruz y Santa Clara de Camse tienen una población que asciende a los 312 habitantes y 517 habitantes respectivamente, lo que puede aumentar dentro de algunos años debido al crecimiento de la población.

Diagnóstico arqueológico

Con la inspección de campo y con la entrevista al poblador de la zona se llegó a la conclusión de la inexistencia de restos arqueológico en el área en estudio.

Tipificación y valoración de impactos ambientales

Durante la etapa de Obra

Tenemos en cuenta los Impactos Favorables e Impactos Adversos.

Impactos Favorables

- **Generación de Empleo:** Durante el proceso de edificación de la obra se llevará a cabo contratación de personal de la zona, incrementando el empleo a favor del morador.

Impactos Adversos

- **Afectación a cuerpos de agua:** Durante la fase de construcción, los cuerpos de agua superficial y subterránea se verán afectados por actividades de mantenimiento de vehículos, por el derramen de sustancias químicas procedentes de la línea amarilla.
- **Alteración en la Calidad y Capacidad del Suelo:** La calidad del suelo se refiere a su idoneidad para cumplir con un propósito específico a largo plazo. El uso del suelo debe considerar su capacidad para proporcionar los elementos esenciales necesarios, ya que estos recursos son limitados y afectan directamente la productividad. En el contexto de la construcción de una carretera, es importante destacar que el impacto en el suelo donde se proyecta la vía es irreversible debido a la presencia de concreto en obras de arte y a la compactación del suelo.
- **Peligro en salud y garantía de protección a los moradores:** La liberación de partículas suspendidas en el aire debido a las labores de excavación y transporte de materiales durante el proceso de edificación de la infraestructura de transporte (incluyendo la apertura de la vía y la construcción de estructuras) logra traer resultados negativos para la salud de la localidad si no se implementan las medidas de protección adecuadas. Por lo tanto, este impacto se clasifica como moderado en términos de magnitud, tiene una influencia localizada y su duración varía desde corta hasta moderada.
- **Cambio de la composición del aire por expulsión de partículas finas, vapores y sonido:** Las partidas de movimiento de tierras trae consigo la emisión de gases por la maquinaria utilizada y emisión de polvo, que podría afectar la calidad del aire.

4.10. Metrados

La cuantificación de las cantidades de material que se van a utilizar en toda la construcción se obtuvo como resultado de los cálculos realizados teniendo como base los planos presentados, por otra parte, se muestra el reporte de volúmenes de corte y relleno obtenidos del programa Civil 3D y los cuales se han multiplicado por su factor de esponjamiento, en el anexo N° 9 se observa a detalle los cálculos realizados por cada partida de la obra. En el cuadro siguiente se muestra el resumen de metrados.

Tabla N°87. Resumen de metrados

PROYECTO:	
Diseño de la carretera Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse, distrito de Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Cajamarca, 2021	
LONGITUD:	12.446 km
RESUMEN DE METRADOS	

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO
01.	OBRAS PRELIMINARES		
01.01.	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1.00
01.02.	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	UND	1.00
01.03.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	GLB	1.00
01.04.	TRAZO Y REPLANTEO DEL EJE	KM	12.45
01.05.	CONTROL TOPOGRÁFICO	KM	12.45
02.	PAVIMENTOS		
02.01.	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	HA	7.47
02.01.02	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO	M3	185,177.34
02.01.03	EXCAVACIÓN DE ROCA SUELTA	M3	2,296.20
02.01.04	EXCAVACIÓN DE ROCA FIJA	M3	5,113.15
02.01.03	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS	M2	250.00
02.01.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE	M2	74,676.30
02.01.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	54,700.30
02.02.	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	144,717.09
02.03.	AFIRMADOS		
02.03.01	EXTRACCIÓN Y ZARANDEO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	19,231.58
02.03.02	CARGUIO DE MATERIAL	M3	19,231.58
02.03.03	CONFORMACIÓN DE LA BASE e= 25 cm	M3	2,250.00
02.03.04	CONFORMACIÓN DE LA BASE e= 20 cm	M3	13,135.26
02.03.05	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO HASTA 1 Km	M3	0.00
02.03.06	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO > 1 Km	M3	19,231.58

02.03.07	MEJORAMIENTO DE AFIRMADO CON TERRAZYME	M3	9,334.54
03.	OBRAS DE ARTE		
03.01.	CUNETAS		
03.01.01	CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADOS DE PIEDRA		
03.01.02	CORTE Y COMPACTADO MANUAL	M2	9,334.50
03.01.03	COLOCACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 + PIEDRA MEDIANA	M2	11,201.40
03.01.04	JUNTA ASFALTICA DE DILATACIÓN CADA 3 M	M	3,110.75
03.02.	ALCANTARILLAS TMC 24"		
03.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	967.07
03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.02.02.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURA	M3	569.35
03.02.02.02	EIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	457.61
03.02.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENILLA	M2	15.74
03.02.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL	M3	96.00
03.02.03	ACERO FY=4200 KG/CM2		
03.02.04	OBRAS DE CONCRETO	KG	21,823.88
03.02.04.01	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	240.12
03.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	886.56
03.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	M2	16.13
03.02.07	INSTALACIÓN DE LÁMINAS	ML	258.00
03.03.	ALCANTARILLAS TMC 36"		
03.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	241.15
03.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.03.02.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURA	M3	195.46
03.03.02.02	EIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	157.66
03.03.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENILLA	M2	3.78
03.03.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL	M3	34.02
03.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	4,283.41
03.03.04	OBRAS DE CONCRETO		
03.02.04.01	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	41.10
03.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	180.05
03.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	M2	5.25
03.02.07	INSTALACIÓN DE LÁMINAS	ML	42.00
03.04.	BADEN DE CONCRETO		
03.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	105.00
03.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
03.04.02.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO	M3	38.64
03.04.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	0.84
03.04.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	37.80
03.04.03	OBRAS DE CONCRETO		
03.04.03.01	CONCRETO F'C=210KG/CM2	M3	22.26
03.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	33.60

03.04.03.03	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	M3	9.66
03.04.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	72.00
03.05.	MUROS DE CONTENCIÓN H=4.5M		
03.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRA		
03.05.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	24.80
03.05.02	CONCRETO SIMPLE		
03.05.02.01	SOLADO 10 CM	M2	62.00
03.05.03	CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2		
03.05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	185.76
03.05.03.02	CONCRETO F'C=210KG/CM2	M3	55.30
03.05.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	6,567.89
03.05.04	JUNTA DE DILATACIÓN	UND	2.00
03.05.05	LLORADEROS TUBERÍA 3"	UND	8.00
03.06.	MUROS DE CONTENCIÓN H=5.5M		
03.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRA		
03.06.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	68.40
03.06.02	CONCRETO SIMPLE		
03.06.02.01	SOLADO 10 CM	M2	114.00
03.06.03	CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2		
03.06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	338.48
03.06.03.02	CONCRETO F'C=210KG/CM2	M3	122.55
03.06.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	12,855.90
03.06.04	JUNTA DE DILATACIÓN	UND	3.00
03.06.05	LLORADEROS TUBERÍA 3"	UND	12.00
04.	SEÑALIZACIÓN		
04.01.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS	UND	80.00
04.02.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	24.00
04.02	HITOS KILOMÉTRICOS	UND	12.00
05.	PROTECCIÓN AMBIENTAL		
05.01	PROGRAMA DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN		
05.01.01	REPOSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL	HA	7.47
05.01.02	RIEGO PERMANENTE	M2	28,485.00
05.01.03	RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CAMPAMENTO	GLB	1.00
05.01.04	RESTAURACIÓN DE BOTADEROS	M2	5,000.00
05.02	PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL		
05.02.01	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	GLB	1.00
05.02.02	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	GLB	1.00
05.02.03	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	GLB	1.00
05.03	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL		
05.03.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB	1.00
05.04	PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL O CONTINGENCIAS		
05.04.01	PLAN DE CONTINGENCIAS	GLB	1.00
05.05.	PROGRAMA DE ACCIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD		
05.05.01	PLAN DE RELACIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD LOCAL	GLB	1.00
06.	CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN		

06.01	ENSAYOS PARA CALIDAD DE OBRA	GLB	1.00
07.	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA		
07.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB	1.00
07.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00
07.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00
08.	FLETE TERRESTRE		
08.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	GLB	1.00

Fuente: Elaboración propia.

4.11. Análisis de costos unitarios

Para el análisis de costos unitarios se calcularon algunos rendimientos de maquinaria y para cada partida se analizó su precio por unidad de medida teniendo en cuenta los rendimientos, los precios de la mano de obra, los precios de los materiales y los equipos, basados en cotizaciones previas (ver Anexo N° 9).

4.12. Presupuesto

Después de la presentación de la cuantificación de materiales y el análisis del costo por unidad de medida se llevó a cabo la estimación del presupuesto, que abarca el costo directo, así como los cálculos de los gastos generales (10%), la utilidad (8%) y el Impuesto General a las Ventas (IGV) (18%), además se agregaron gastos de supervisión. Como resultado de estos cálculos, se obtuvo un presupuesto total de S/. 4,667,211.62 (CUATRO MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS ONCE 62/100 NUEVOS SOLES). (Ver anexo N° 9). Se puede concluir que la partida con mayor gasto es la de pavimentos donde se encuentran contenidas los movimientos de tierra y la conformación de la superficie de rodadura, en la siguiente tabla se muestra el resumen del presupuesto.

Tabla N°88. Presupuesto

PROYECTO: Diseño de la carretera Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse, distrito de Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Cajamarca, 2021						
LONGITUD: 12.446 km						
PRESUPUESTO						
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
01.	OBRAS PRELIMINARES					S/60,025.23
01.01.	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB	1.00	S/10,000.00	S/10,000.00	

01.02.	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	UND	1.00	S/814.40	S/814.40	
01.03.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	GLB	1.00	S/31,333.41	S/31,333.41	
01.04.	TRAZO Y REPLANTEO DEL EJE	KM	12.45	S/826.58	S/10,287.57	
01.05.	CONTROL TOPOGRÁFICO	KM	12.45	S/609.63	S/7,589.86	
02.	PAVIMENTOS					S/2,012,769.98
02.01.	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	HA	7.47	S/1,691.49	S/12,631.43	
02.01.02	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO	M3	185,177.34	S/2.88	S/533,729.88	
02.01.03	EXCAVACIÓN DE ROCA SUELTA	M3	2,296.20	S/7.77	S/17,843.46	
02.01.04	EXCAVACIÓN DE ROCA FIJA	M3	5,113.15	S/8.35	S/42,693.22	
02.01.03	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS	M2	250.00	S/1.57	S/393.02	
02.01.04	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE	M2	74,676.30	S/1.45	S/108,446.97	
02.01.05	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	54,700.30	S/6.58	S/359,973.93	
02.02.	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	144,717.09	S/2.08	S/301,254.78	
02.03.	AFIRMADOS					
02.03.01	EXTRACCIÓN Y ZARANDEO DE MATERIAL SELECCIONADO	M3	19,231.58	S/4.29	S/82,588.04	
02.03.02	CARGUIO DE MATERIAL	M3	19,231.58	S/3.39	S/65,203.18	
02.03.03	CONFORMACIÓN DE LA BASE e= 25 cm	M3	2,250.00	S/13.85	S/31,160.35	
02.03.04	CONFORMACIÓN DE LA BASE e= 20 cm	M3	13,135.26	S/11.26	S/147,877.21	
02.03.05	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO HASTA 1 Km	M3	0.00	S/2.09	S/0.00	
02.03.06	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO > 1 Km	M3	19,231.58	S/9.53	S/183,235.81	
02.03.07	MEJORAMIENTO DE AFIRMADO CON TERRAZyme	M3	9,334.54	S/13.47	S/125,738.71	
03.	OBRAS DE ARTE					S/988,662.34
03.01.	CUNETAS					
03.01.01	CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADOS DE PIEDRA					
03.01.02	CORTE Y COMPACTADO MANUAL	M2	9,334.50	S/4.84	S/45,185.36	
03.01.03	COLOCACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 + PIEDRA MEDIANA	M2	11,201.40	S/25.40	S/284,528.32	
03.01.04	JUNTA ASFALTICA DE DILATACIÓN CADA 3 M	M	3,110.75	S/12.22	S/38,004.78	
03.02.	ALCANTARILLAS TMC 24"					
03.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES					
03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	967.07	S/3.12	S/3,015.82	
03.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
03.02.02.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURA	M3	569.35	S/14.85	S/8,452.13	
03.02.02.02	EIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	457.61	S/23.64	S/10,815.56	
03.02.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENILLA	M2	15.74	S/38.90	S/612.29	
03.02.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL	M3	96.00	S/64.85	S/6,225.92	
03.02.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	21,823.88	S/4.56	S/99,510.46	
03.02.04	OBRAS DE CONCRETO					
03.02.04.01	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	240.12	S/391.43	S/93,990.03	
03.02.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	886.56	S/68.28	S/60,534.79	
03.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	M2	16.13	S/276.83	S/4,463.88	
03.02.07	INSTALACIÓN DE LÁMINAS	ML	258.00	S/183.07	S/47,231.27	
03.03.	ALCANTARILLAS TMC 36"					
03.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES					

03.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	241.15	S/3.12	S/752.03	
03.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
03.03.02.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURA	M3	195.46	S/14.85	S/2,901.60	
03.03.02.02	EIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	157.66	S/23.64	S/3,726.20	
03.03.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENILLA	M2	3.78	S/38.90	S/147.06	
03.03.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL	M3	34.02	S/64.85	S/2,206.27	
03.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	4,283.41	S/4.56	S/19,531.10	
03.03.04	OBRAS DE CONCRETO					
03.02.04.01	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	41.10	S/391.43	S/16,086.64	
03.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	180.05	S/68.28	S/12,294.02	
03.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	M2	5.25	S/276.83	S/1,453.36	
03.02.07	INSTALACIÓN DE LÁMINAS	ML	42.00	S/270.43	S/11,358.01	
03.04.	BADEN DE CONCRETO					
03.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES					
03.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2	105.00	S/2.95	S/309.23	
03.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
03.04.02.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO	M3	38.64	S/14.85	S/573.62	
03.04.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	0.84	S/23.64	S/19.85	
03.04.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	37.80	S/29.38	S/1,110.47	
03.04.03	OBRAS DE CONCRETO					
03.04.03.01	CONCRETO F'C=210KG/CM2	M3	22.26	S/360.42	S/8,022.93	
03.04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	33.60	S/51.78	S/1,739.92	
03.04.03.03	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	M3	9.66	S/281.67	S/2,720.97	
03.04.04	SELLADO DE JUNTAS	ML	72.00	S/15.81	S/1,138.55	
03.05.	MUROS DE CONTENCIÓN H=4.5M					
03.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRA					
03.05.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	24.8	S/6.97	S/172.77	
03.05.02	CONCRETO SIMPLE					
03.05.02.01	SOLADO 10 CM	M2	62.0	S/16.52	S/1,023.96	
03.05.03	CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2					
03.05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	185.8	S/77.27	S/14,353.36	
03.05.03.02	CONCRETO F'C=210KG/CM2	M3	55.3	S/377.10	S/20,853.41	
03.05.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	6567.9	S/4.56	S/29,947.63	
03.05.04	JUNTA DE DILATACIÓN	UND	2.0	S/7.99	S/15.98	
03.05.05	LLORADEROS TUBERÍA 3"	UND	8.0	S/13.18	S/105.43	
03.06.	MUROS DE CONTENCIÓN H=5.5M					
03.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRA					
03.06.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3	68.4	S/6.97	S/476.51	
03.06.02	CONCRETO SIMPLE					
03.06.02.01	SOLADO 10 CM	M2	114.0	S/16.52	S/1,882.76	
03.06.03	CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2					
03.06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	338.5	S/77.27	S/26,153.78	
03.06.03.02	CONCRETO F'C=210KG/CM2	M3	122.6	S/377.10	S/46,213.11	
03.06.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2	KG	12855.9	S/4.56	S/58,619.10	
03.06.04	JUNTA DE DILATACIÓN	UND	3.0	S/7.99	S/23.96	

03.06.05	LLORADEROS TUBERÍA 3"	UND	12.0	S/13.18	S/158.15	
04.	SEÑALIZACIÓN					S/24,526.99
04.01.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS	UND	80.00	S/191.18	S/15,294.71	
04.02.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	24.00	S/330.82	S/7,939.69	
04.02	HITOS KILOMÉTRICOS	UND	12.00	S/107.72	S/1,292.60	
05.	PROTECCIÓN AMBIENTAL					S/67,265.01
05.01	PROGRAMA DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN					
05.01.01	REPOSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL	HA	7.47	S/1,296.88	S/9,684.64	
05.01.02	RIEGO PERMANENTE	M2	28,485.00	S/0.42	S/11,848.18	
05.01.03	RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CAMPAMENTO	GLB	1.00	S/3,070.70	S/3,070.70	
05.01.04	RESTAURACIÓN DE BOTADEROS	M2	5,000.00	S/2.17	S/10,848.15	
05.02	PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL					
05.02.01	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	GLB	1.00	S/3,200.00	S/3,200.00	
05.02.02	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	GLB	1.00	S/2,506.67	S/2,506.67	
05.02.03	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	GLB	1.00	S/2,666.67	S/2,666.67	
05.03	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL					
05.03.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB	1.00	S/13,440.00	S/13,440.00	
05.04	PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL O CONTINGENCIAS					
05.04.01	PLAN DE CONTINGENCIAS	GLB	1.00	S/5,000.00	S/5,000.00	
05.05.	PROGRAMA DE ACCIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD					
05.05.01	PLAN DE RELACIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD LOCAL	GLB	1.00	S/5,000.00	S/5,000.00	
06.	CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN					S/6,801.69
06.01	ENSAYOS PARA CALIDAD DE OBRA	GLB	1.00	S/6,801.69	S/6,801.69	
07.	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA					S/30,501.13
07.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB	1.00	S/7,407.91	S/7,407.91	
07.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB	1.00	S/10,000.00	S/10,000.00	
07.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB	1.00	S/13,093.22	S/13,093.22	
08.	FLETE TERRESTRE					S/32,446.39
08.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	GLB	1.00	S/32,446.39	S/32,446.39	

COSTO DIRECTO	S/3,222,998.77
GASTOS GENERALES (10%)	S/322,299.88
UTILIDAD (8%)	S/257,839.90
	<hr/>
IGV	S/3,803,138.55
	<hr/>
SUB TOTAL	S/4,487,703.48
GASTOS DE SUPERVISIÓN	S/179,508.14
TOTAL DEL PRESUPUESTO	<hr/>
SON: CUATRO MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS ONCE 62/100 NUEVOS SOLES	S/4,667,211.62

Fuente: Elaboración propia.

4.13. Fórmula polinómica

Se agruparon los insumos que se van a utilizar en el proceso de construcción y como resultado del análisis se obtuvo lo siguiente:

Tabla N°89. Fórmula polinómica

CONFORMACION DE MONOMIOS						
MONOMIO	INDICE UNIFICADO	IU	SIMBOLO	COEFICIENTE DE INCIDENCIA	CONFORMACION MONOMIOS	%
1	ACERO DE CONSTRUCCIÓN LISO	2	ACL	0.004	0.043	0.09
	ACERO DE CONSTRUCCIÓN CORRUGADO	3	ACC	0.034		0.79
	DETONANTE	27	DN	0.005		0.12
2	AGREGADO FINO	4	AF	0.020	0.088	0.23
	AGREGADO GRUESO	5	AG	0.068		0.77
3	CEMENTO PORTLAND TIPO I	21	C	0.051	0.052	0.99
	PINTURA	54	P	0.001		0.01
4	DÓLAR MAS INFLACIÓN MERCADO USA (f)	30	D	0.038	0.067	0.57
	ALCANTARILLADO	38	ALC	0.016		0.24
	MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERÍA	43	MT	0.013		0.19
5	HERRAMIENTA MANUAL	37	H	0.013	0.422	0.03
	FLETE TERRESTRE	32	FT	0.009		0.02
	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	49	MN	0.400		0.95
6	MANO DE OBRA	47	J	0.175	0.175	1.00
7	ÍNDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	39	GU	0.153	0.153	1.00

$$K = 0.043 \left(\frac{0.004ACLr+0.034ACCr+0.005DNr}{0.004ACLo+0.034ACCo+0.005DNo} \right) + 0.088 \left(\frac{0.020AFr+0.068AGr}{0.020AFo+0.068AGo} \right) + 0.052 \left(\frac{0.051Cr+0.001Pr}{0.051Co+0.001Po} \right) + 0.067 \left(\frac{0.038Dr+0.016ALCr+0.013MTr}{0.038Do+0.016ALCo+0.013MTo} \right) + 0.424 \left(\frac{0.013Hr+0.009FTr+0.400MNr}{0.013Ho+0.009FTo+0.400MNo} \right) + 0.175 \left(\frac{Jr}{Jo} \right) + 0.153 \left(\frac{GUr}{GUo} \right)$$

Fuente: Elaboración propia.

4.14. Cronograma de obra

La programación fue elaborada utilizando el programa Ms Project y se empleó el diagrama de Gantt y Pert. Al haber hallado la ruta crítica, se estipula una duración de las actividades las cuales tendrán una duración de 156 días calendario. Dicho lapso se determinó considerando las tareas y su duración estimada.

Se identificaron las actividades críticas que incluyen el trazado y replanteo del eje, limpieza y deforestación, excavación de material, muros de contención y la edificación simultánea del drenaje como alcantarillas, badenes, cunetas. Por lo tanto, es importante tener cuidado en la ejecución de cada una de estas actividades.

Las partidas relacionadas con los procedimientos de protección para el medio ambiente, seguridad, calidad de la construcción y el transporte terrestre estarán presentes durante todo el período de ejecución de la obra. (Ver anexo N° 10 y anexo N° 11).

4.15. Evaluación económica

La evaluación económica concluyó que el proyecto tiene un TIR de 15.24% y la inversión para la obra es de S/360.573 nuevos soles por kilómetro un precio asequible si lo comparamos con la línea de corte que presenta el MTC donde se estipula que este tipo de vías debe tener un precio de S/363.377 nuevos soles por kilómetro. Para mayor detalle los cálculos previos se muestran en N° 12.

Tabla N°90. Evaluación económica

Año	Alternativa Solución	
	Inversión	Mantenimiento*
0	3,545,285.8	-3,545,285.8
1		712,759.9
2		712,759.9
3		712,759.9
4		712,759.9
5		712,759.9
6		712,759.9
7		712,759.9
8		712,759.9
9		712,759.9
10		712,759.9
	Valor Actual de los Costos (VAC)	8,327,963
	Ratio C-E	9,734.61
	Costo Anual Equivalente (CAE)	1,241,112
	Costo por Kilómetro	360,573
	TIR	15.24%

Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES

La investigación de campo realizada en el levantamiento de información topográfica con GPS diferencial permitió catalogar a la vía en estudio como un terreno escarpado de tipo 4, el cual se caracteriza por tener pendientes longitudinales superiores al 10%, dicho estudio también permitió identificar y ubicar los centros poblados, así como puntos de interés para el proyecto. Por otra parte, los estudios de mecánica de suelos (EMS) fueron realizados con el objetivo de obtener información sobre los componentes físicos y mecánicos del suelo en la zona del proyecto, determinándose que los suelos predominantes son arena limosa y arcilla limosa, además, durante estos estudios se obtuvieron los valores del Índice de Soporte California (CBR por sus siglas en inglés), los cuales son en promedio 7.77% para la subrasante, lo que indica que su capacidad de soporte es regular, sin embargo, hay tramos donde el valor de CBR es insuficiente por lo que se ha mejorado mediante el reemplazo de suelo, así mismo, se determinó que la muestra de la cantera en estudio tiene un valor de CBR del 48.60%, encontrándose dentro del rango admisible.

Para determinar el IMDA fueron necesarias dos estaciones de aforo vehicular la primera se ubicó en el cruce de las carreteras: Santo Domingo de la Capilla-Chaupe Cruz con la carretera Longitudinal de la Sierra (Ruta 3N), la segunda se ubicó el Centro Poblado Mamabamba por donde se ingresa al caserío Santa Clara de Camse. Dicho estudio permitió determinar que el 89.06% de los vehículos corresponden a vehículos ligeros, mientras que el 10.94% restante corresponde a vehículos pesados. Con esta información, se realizó una proyección para una etapa de 10 años. La proyección del IMDA se basó en un incremento de la población del 0.57% y una tasa de desarrollo del Producto Bruto Interno (PBI) departamental del 1.29%. El resultado de esta proyección indicó un IMDA de 83 vehículos por día, lo cual fue considerado para determinar que la vía proyectada sería una trocha carrozable.

Se evaluaron dos opciones para el trazado definitivo, donde la alternativa 1 se considera la más propicia económicamente con sustento en la evaluación económica realizada, la cual dio como resultado que la ruta 1 tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 16.50%, mientras que la ruta 2 tiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 15.38%, además la primera alternativa beneficia a más habitantes ya que está trazada por donde existe una mayor concentración de viviendas, esta alternativa se adapta mejor a la topografía del terreno ya que al ser evaluadas ambas rutas mediante el método de los Pesos Absolutos y Relativos siendo la ruta 1 la más favorable y mediante el Método de Bruce la ruta 1 tiene una menor longitud resistente indicando

que en ella los vehículos harán menor esfuerzo y tendrán menor desgaste de sus componentes al transitar en la carretera.

Durante la investigación hidrológica, se utilizó información de la estación Querocotillo debido a la ubicación estratégica cercana al proyecto, dicha estación permitió obtener los datos de precipitaciones máximas en un periodo de 24 horas. Estos datos fueron fundamentales para determinar la cantidad de agua en todas las microcuencas que se encontraron a lo largo de la calzada proyectada. Con base en estos caudales, se dimensionaron las alcantarillas con un diámetro de 24 pulgadas para manejar un caudal de 1.20 m³/s y alcantarillas de 36 pulgadas para un caudal máximo de 3.55 m³/s así mismo, se diseñaron badenes y cunetas revestidas.

Se ha diseñado la vía teniendo en consideración los parámetros dados por la norma peruana de diseño de carreteras DG-2018, en el diseño en planta se obtuvo una longitud total de 12.446 km y se diseñó para una velocidad de 30 km/h con un total de 73 curvas horizontales y de acuerdo con las verificaciones, se determinó que algunas curvas horizontales requerían la inclusión de curvas de transición, también conocidas como espirales, debido a que no cumplen con el radio mínimo de 55 metros que permitiría prescindir de ellas, en consecuencia, se ha realizado el diseño de 12 curvas espirales en total. En el diseño en perfil, las pendientes se han mantenido dentro del límite máximo del 10% y se ha verificado que todas las pendientes sean mayores al 0.5% para garantizar un adecuado desagüe del agua de lluvia y se han incluido un total de 34 curvas verticales entre curvas convexas y cóncavas teniendo en cuenta las longitudes de visibilidad. Para el diseño de la sección transversal y considerando que se trata de una trocha carrozable, se ha propuesto una calzada de 5m con berma de 50cm, un bombeo de 2.5% y los taludes de corte en material suelto tienen una relación de 1:1 (altura:base), los taludes de roca fija 1:10 (altura:base) y para los taludes de roca suelta la relación de 1:4 (altura:base).

Se elaboraron todos los planos referentes al proyecto, los planos de planta y perfil se seccionaron por cada kilómetro de carretera y se agregaron los cuadros de los elementos de cada curva horizontal, así mismo se presentan los planos de secciones transversales las cuales incluyen obras complementarias de estructuras hidráulicas, dichas estructuras se dibujaron acorde a los cálculos previos y se incluyeron especificaciones técnicas para su construcción.

Se optó por utilizar afirmado en la superficie de rodadura y se diseñó el espesor del material, utilizando el método NAASRA, para el cual se tuvo en cuenta el número de ejes equivalentes, que en este caso fue de 90,434.59 EE. Aplicando el método NAASRA por cada tramo, se

determinó que el espesor necesario para el afirmado el cual se encuentra entre los valores de 20 y 25 cm. Dicho resultado nos indica que se requiere una capa de afirmado con dicho espesor para garantizar la resistencia y durabilidad adecuada de la carretera, considerando las cargas estimadas y las propiedades del suelo, así mismo, con la intención de mejorar el tiempo de vida del afirmado de la ruta proyectada se ha propuesto la estabilización enzimática de suelos con un producto ecoamigable denominado Terrazyme el cual tiene características que aumentan el valor de CBR y disminuyen la permeabilidad y aumenta la durabilidad del material.

El presupuesto total de la obra es de S/. 4,667,211.62 (CUATRO MILLONES SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS ONCE 62/100 NUEVOS SOLES) incluido los gastos generales (10%), utilidad (8%) e IGV (18%), además para la ejecución del proyecto según el cronograma se prevé un total de 156 días calendario siendo un total de seis meses.

El proyecto tendrá un impacto positivo beneficiando a un total de 829 habitantes, de manera directa, favorecerá el adelanto socioeconómico de la región, mejorando el estilo vida de sus habitantes. Una de las principales ventajas del proyecto es que generará empleo, brindando oportunidades laborales a la comunidad local. Otro beneficio significativo es la disminución de los costos y tiempo de transporte de la producción agropecuaria. Gracias a la carretera, los granjeros y ganaderos podrán trasladar sus productos de manera más eficiente y económica a los diferentes centros comerciales del distrito y la provincia. Esto contribuirá a fortalecer la economía local y aumentar los ingresos de la comunidad, todo ello fundamentado en la evaluación económica del proyecto la cual indica una Tasa Interna de Retorno de 15.24%.

En la evaluación ambiental EIA, elaborado con la matriz de Leopold, uno de los factores ambientales que tiene un elevado impacto nocivo durante la construcción es la calidad del aire y capacidad del suelo, principalmente por las partidas de excavaciones y compactación del terreno ya que su efecto será perenne aun cuando se haya terminado la obra, de igual manera se identificó que el proyecto va a generar impactos positivos en la población aledaña a la vía debido a la implementación de trabajo y al incremento de producción agropecuaria del lugar.

6. RECOMENDACIONES

Generalmente en la zona de Cajamarca en la época de invierno que comprende los meses de enero a junio las precipitaciones aumentan, debido a ello lo recomendable es que los trabajos se empiecen en la temporada de verano.

Implementar la señalización acorde a los planos presentados con el fin de evitar accidentes de tránsito.

Se sugiere continuar con la línea de investigación en estabilización de suelos utilizando bioenzimas, y que son de fácil utilización y amigables con el medio ambiente.

Emplear varios frentes de trabajo con el fin de dar celeridad a los trabajos de excavación de tierra suelta ya que dicha partida demanda mucho tiempo y recursos.

La obra debe estar a cargo de personal profesional con experiencia en el campo que cumpla con los diseños dados en el presente escrito.

El mantenimiento de la vía es fundamental para su correcto funcionamiento y evitar accidentes, se debe ejecutar el mantenimiento preventivo y rutinario.

7. REFERENCIAS

- [1] A. Bardesi Orúe-Echevarría Jordi Follia Alsina Jaime Gordillo Gracia Rafael Izquierdo de Bartolomé Luis Laorden Jiménez José Antonio Llanos Blasco Miguel M^a Muñoz Medina Luis Alberto Solís Villa Aniceto Zaragoza Ramírez, J. Díaz Pineda Luis Laorden Jiménez Marta Rodrigo Pérez Aniceto Zaragoza Ramírez, and S. Rubio Gutiérrez EDITA, “ELABORADO POR EL COMITÉ DE SEGUIMIENTO DE LA POLÍTICA DE COMUNICACIÓN DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE LA CARRETERA PREPARED BY THE COMMUNICATION POLICY MONITORING COMMITTEE OF THE SPANISH ROAD ASSOCIATION.”
- [2] C. Kraemer et al., “Ingeniería de Carreteras”, España, 2004.
- [3] R. Giraldo, “Cuadernos del Qhapaq Ñan.” [Online]. Available: www.cultura.gob.pe
- [4] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (DG - 2018), Lima, 2018.
- [5] D. Olivera Wilson Ademar *et al.*, “Plan Vial Provincial Participativo de Cutervo”, Cutervo.
- [6] A. Parrado, A. García., “PROPUESTA DE UN DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN UN SECTOR PERIFÉRICO DEL ACCIDENTE DE BOGOTÁ”, Tesis de grado, Bogotá, 2017.
- [7] H. Murillo., “REDISEÑO GEOMÉTRICO Y MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL GUALEA CRUZ - URCUTAMBO”, Tesis de grado, Quito, 2019.
- [8] G. Maldonado., “DISEÑO DEL TRAMO CARRETERO DE LA COMUIDAD ZET AL KM 38 CARRETERA RN-5, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA”, Tesis de grado, Guatemala, 2017.
- [9] D. Alcantara, S. Moran., “DISEÑO DEL TRAMO VIAL ENTRE LOS CASERÍOS CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE, DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO, REGIÓN LA LIBERTAD”, Tesis de grado, Perú, 2020.

- [10] P. Chipana., “DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DE LA TROCHA CARROZABLE SACCSAMARCA Y CHACANA, DISTRITO DE CIRCA, APURIMAC, 2020”, Tesis de grado, Perú, 2020.
- [11] F. Delzo., “PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEÑALIZACIÓN DEL TRAMO 5 DE LA RED VIAL VECINAL EMPALME RUTA AN-111-TINGO CHICO, PROVINCIAS DE HUAMALÍES Y DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO”, Tesis de grado, Perú, 2018.
- [12] J. Ramos., “DISEÑO DE LA CARRETERA KM 73+900 ANTIGUA PANAMERICANA NORTE-CP. PUEBLO NUEVO, DISTRITO DE MOTUPE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, REGION LAMBAYEQUE (CP. IC. N° 2014-129)”, Tesis de grado, Perú, 2016.
- [13] V. Aroni., “DISEÑO DE LA CARRETERA BUENOS AIRES – UNIÓN QUILAGAN – SUCCHA ALTA – LA PALMA, DISTRITO DE QUEROCOTILLO, PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018.”, Tesis de grado, Perú, 2018.
- [14] C. Cajusol., “DISEÑO DE LA CARRETERA HUAYRABAMBA-CHIPLE BAJO, DISTRITO DE COCHABAMBA, PROVINCIA DE CHOTA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA, 2018.”, Tesis de grado, Perú, 2018.
- [15] J. C. Grisales, DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS, Bogotá, 2013.
- [16] “Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO, Lima, 2008.
- [17] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE CARRETERAS “ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN” (EG - 2013)., Lima, 2013.
- [18] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MANUAL DE CARRETERAS, HIDROLOGÍA HIDRÁULICA Y DRENAJE, Lima, 2014.
- [19] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNICA Y PAVIMENTOS”, Lima, 2013.

- [20] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS (EM 2000), Lima, 2013.
- [21] Ministerio del Ambiente, Ley General del Ambiente N°28611, Lima, 2005.
- [22] V. S. Chaurasia, P. P. Pandey, A. V. Mishra, S. S. Gupta, and A. U. Pawar, “Stabilization of Soil Using Terrazyme for Road Construction,” in *Lecture Notes in Civil Engineering*, Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2021, pp. 671–683. doi: 10.1007/978-981-33-6444-8_60.

8. ANEXOS

ANEXO N° 1: Información de la zona del proyecto

Documento N° 1. Declaración jurada de no duplicidad del proyecto de investigación emitido por la municipalidad distrital de santo domingo de la capilla

DECLARACIÓN JURADA

Yo, **GUERRERO IRENE LUIS FERNANDO**, de nacionalidad peruana; con documento nacional de identidad N° 71472068, domiciliado en la provincia de Cutervo Jr. Santa Rosa N° 1126, estudiante de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, del curso de Proyecto de Tesis- Ciclo académico 2021-II DECLARO BAJO JURAMENTO que:

Verifiqué la no duplicidad del proyecto de tesis titulado: **DISEÑO DE LA CARRETERA CHAUPE CRUZ – SANTA CLARA DE CAMSE, DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA, CUTERVO, CAJAMARCA, 2021**, de verificarse que si existe el tema antes mencionado me pongo a plena disposición para las sanciones emitidas por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo según corresponda.

La verificación de la no duplicidad se realizó en la medida que se pudo por la coyuntura nacional debido al Covid19.

Chiclayo, 10 de Noviembre del 2021



(firma)



Huella
Dactilar

Documento N° 2. Autorización de la Municipalidad Distrital de Santo Domingo de la Capilla

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL
Santo Domingo de la Capilla
Provincia Cutervo - Región Cajamarca
Creada por Ley N° 22609 del 25 de Agosto de 1989 

"AÑO DEL DICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

EL JEFE DE LA DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO URBANO Y RURAL – DIDUR, DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA, DEJA:

CONSTANCIA

Que, a la fecha, la Municipalidad Distrital de Santo Domingo de La Capilla, no ha realizado estudios técnicos referidos al Proyecto denominado: "Creación del Servicio de Transitabilidad del Camino Vecinal Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse", en la comunidad de Chaupe Cruz del Distrito de Santo Domingo de la Capilla – Provincia de Cutervo – Departamento de Cajamarca, así mismo, es preciso mencionar que tal Proyecto no cuenta con Código Único de Inversiones, ni se encuentra registrado en el Banco de Inversiones de la Municipalidad Distrital de Santo Domingo de la Capilla.

Se expide la presente constancia en honor a la verdad, para evitar la duplicidad del estudio técnico y para los fines que se estimen convenientes.

Santo Domingo de la Capilla, 08 de Noviembre del 2021



Eymar E. Castro Fernández
ALCALDE

Parque Principal - La Capilla.

**Documento N° 3. Constancia de no duplicidad del proyecto por parte de la
Municipalidad Distrital de Santo Domingo de la Capilla**



"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Santo Domingo de la Capilla, 29 de Setiembre del 2021

CARTA N°005-2021-MDSDC/A

SEÑOR: LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE
Estudiante de Ingeniería Civil
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - USAT

ASUNTO: AUTORIZACION PARA REALIZAR TRABAJO DE INVESTIGACION

REF.: SOLICITUD DE FECHA 28 DE SETIEMBRE DEL 2021.

Por medio de la presente hacerle llegar nuestro cordial saludo a nombre de la Municipalidad Distrital de Santo Domingo de la Capilla, y al mismo tiempo en atención al asunto del presente documento, hacer de su conocimiento que en mi calidad de autoridad edil, autorizo a su persona, como estudiante de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, a realizar trabajos de investigación para su proyecto de tesis: "DISEÑO DE LA CARRETERA CHAUPE CRUZ – SANTA CLARA DE CAMSE, DISTRITO DE SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA, PROVINCIA DE CUTERVO, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA", a fin de contribuir con su desarrollo académico y en beneficio de nuestro distrito.

Es todo cuanto le informo para los fines del caso.

Atentamente.

Documento N° 4. Modelo de encuestas realizadas en Chaupe Cruz

ENCUESTA A POBLADORES DEL CASERÍO DE SANTA CLARA DE CAMSE

Ésta encuesta se realiza con el objetivo de tener datos estadísticos acerca de la comunidad.

- ¿Con qué frecuencia va a Chaupe Cruz-Santo Domingo de la Capilla?
Diariamente
Periódicamente (dos a tres veces a la semana)
Sólo fines de semana
Esporádicamente (dos veces al mes o menos)
Otra situación
- ¿Cuál es el motivo de su viaje?
Trabajo Estudio Salud Trámites
Comercio
- ¿En tiempo de lluvia es difícil trasladarse a Chaupe Cruz?
Si No
- Usted se dedica a:
Crianza de ganado Agricultura Ambos Otros
- ¿Usted qué producto agrícola produce? (marque una o más de una alternativa)
Maíz Frijol Arveja Papa Otros
- ¿Cuántas hectáreas de terreno posee usted?
.....
Siembra:..... Crianza de ganado:.....
- ¿Cuántas hectáreas utiliza para la siembra y cuantas para la crianza de ganado?
.....
Siembra:..... Crianza de ganado:.....

- ¿En dónde comercializa los productos que cosecha?
Cutervo Santo domingo de la Capilla Ambos
- ¿En dónde comercializa usted su ganado?
Cutervo Santo Domingo de la Capilla Ambos
- ¿Cree usted que es necesaria la construcción de la carretera que una las comunidades de Cahaupe Cruz con Santa Clara de Camse?
Si No
¿Por qué?.....
- De existir dicha carretera ¿Su producción agropecuaria incrementaría?
Si No
¿Por qué?.....
- Si la pregunta anterior es afirmativa ¿En cuántas hectáreas se vería incrementada su producción en siembra y crianza de ganado?
Siembra:..... Crianza de ganado:.....
- ¿Qué medio de transporte utiliza usted para trasladarse a Cutervo?
Combi Moto Auto Camión
- En cuanto a la educación, la comunidad cuenta con:
Jardín Primaria Secundaria Todos
- En caso de no existir algún nivel de estudios en la comunidad ¿A dónde van los alumnos para recibir clases? ¿Cuánto tiempo demoran en el trayecto?
.....
- Para la construcción de las obras en la zona ¿De qué lugar transportan la arena?
Cutervo Santo domingo de la Capilla Otros

Documento N° 5. Modelo de encuestas realizadas en Santa Clara de Camse

ENCUESTA A POBLADORES DEL CASERÍO CHAUPE CRUZ

Ésta encuesta se realiza con el objetivo de tener datos estadísticos acerca de la comunidad.

- ¿Con qué frecuencia va a Santa Clara de Camse-Cutervo?
Diariamente
Periódicamente (dos a tres veces a la semana)
Sólo fines de semana
Esporádicamente (dos veces al mes o menos)
Otra situación
- ¿Cuál es el motivo de su viaje?
Trabajo Estudio Salud Trámites
Comercio
- ¿En tiempo de lluvia es difícil trasladarse a Santa Clara de Camse?
Si No
- Usted se dedica a:
Crianza de ganado Agricultura Ambos Otros
- ¿Usted qué producto agrícola produce? (marque una o más de una)
Café Caña de azúcar Maíz Papa Otros
- ¿Cuántas hectáreas de terreno posee usted?
.....
Siembra:..... Crianza de ganado:.....
- ¿Cuántas hectáreas utiliza para la siembra y cuantas para la crianza de ganado?
.....
Siembra:..... Crianza de ganado:.....
- ¿En dónde comercializa los productos que cosecha?

- ¿En dónde comercializa usted su ganado?
Cutervo Santo Domingo de la Capilla Ambos
- ¿Cree usted que es necesaria la construcción de la carretera que una las comunidades de Chaupe Cruz con Santa Clara de Camse?
Si No
¿Por qué?.....
- De existir dicha carretera ¿Su producción agropecuaria incrementaría?
Si No
¿Por qué?.....
- Si la pregunta anterior es afirmativa ¿En cuántas hectáreas se vería incrementada su producción en siembra y crianza de ganado?
Siembra:..... Crianza de ganado:.....
- ¿Qué medio de transporte utiliza usted para trasladarse a Santo Domingo de la Capilla?
Combi Moto Auto Camión
- En cuanto a la educación, la comunidad cuenta con:
Jardín Primaria Secundaria Todos
- En caso de no existir algún nivel de estudios en la comunidad ¿A dónde van los alumnos para recibir clases? ¿Cuánto tiempo demoran en el trayecto?
.....
- Para la construcción de las obras en la zona ¿De qué lugar transportan la arena?
Cutervo Santo domingo de la Capilla Otros

Tabla N° 1.1: Datos de la zona de estudio

DEPARTAMENTO	CAJAMARCA
PROVINCIA	CUTERVO
DISTRITO	SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA
Altura (m.s.n.m)	1761
Extensión territorial (km ²)	103.4
Población (hab)	4701
Densidad poblacional (hab/km ²)	45

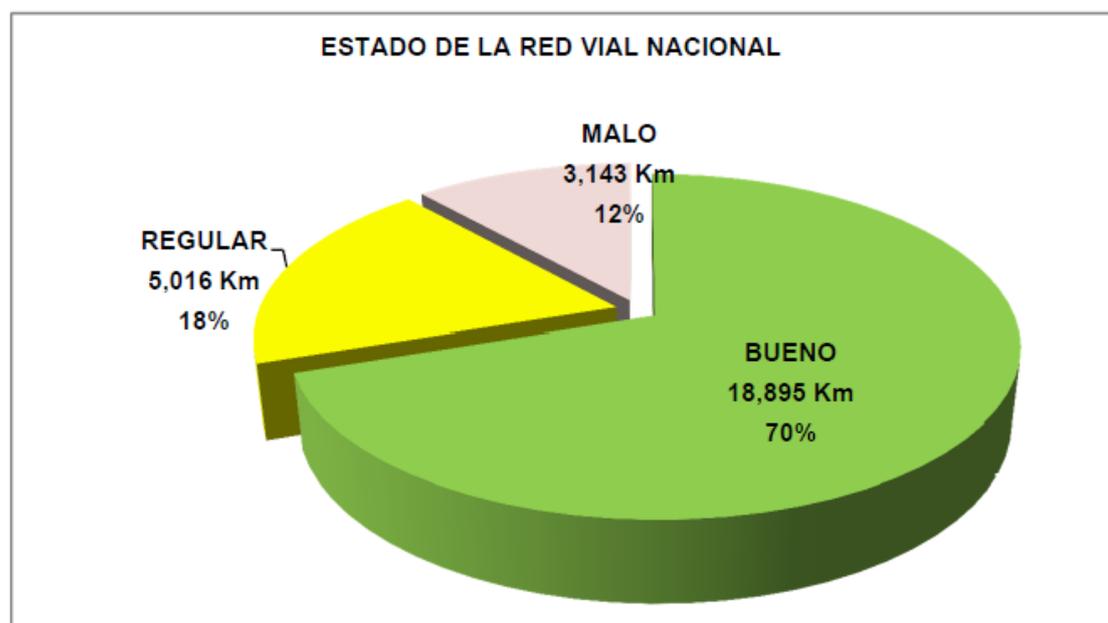
FUENTE: INEI, 2017-CUTERVO

Tabla N° 1.2: Población de los caseríos

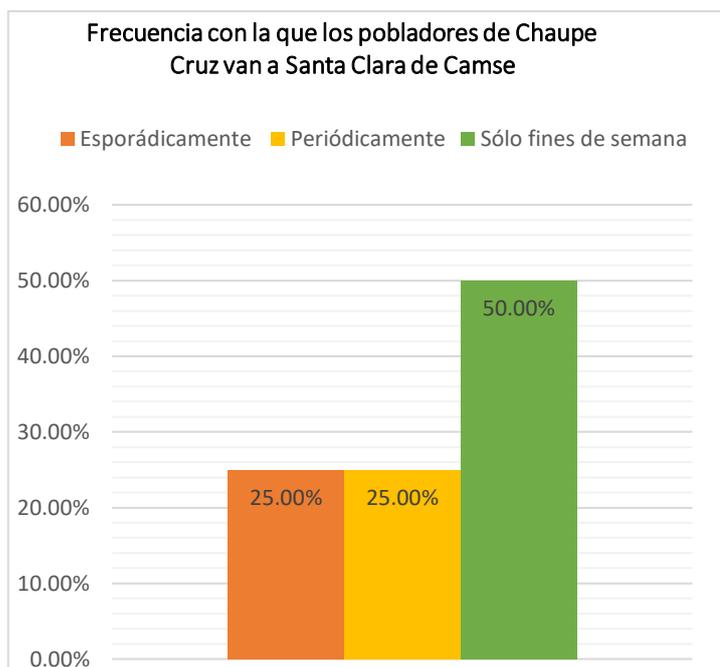
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
0009	SANTA CLARA DE CAMSE	Yunga fluvial	2 150	517	253	264	148	145	3
0021	CHAUPE CRUZ	Yunga fluvial	1 849	312	155	157	137	113	24

FUENTE: INEI, 2017-CAJAMARCA

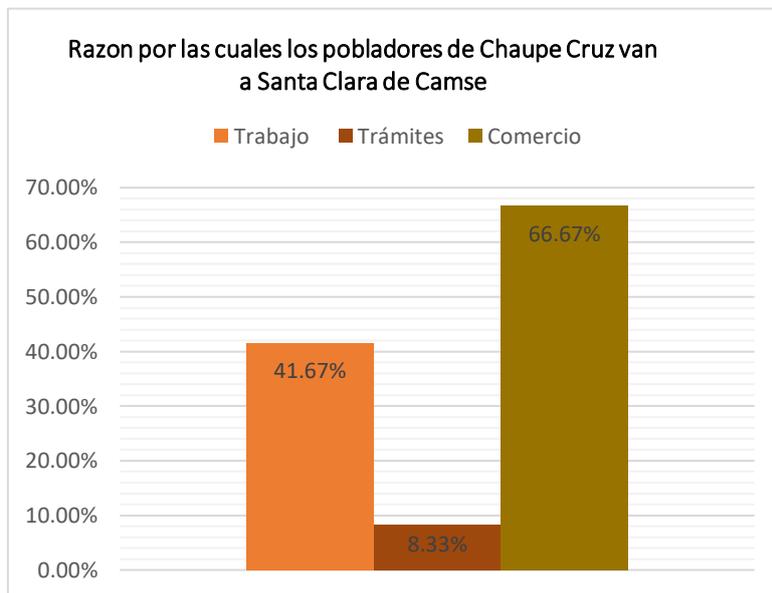
Gráfico N° 1.1. Estado de las carreteras a nivel nacional



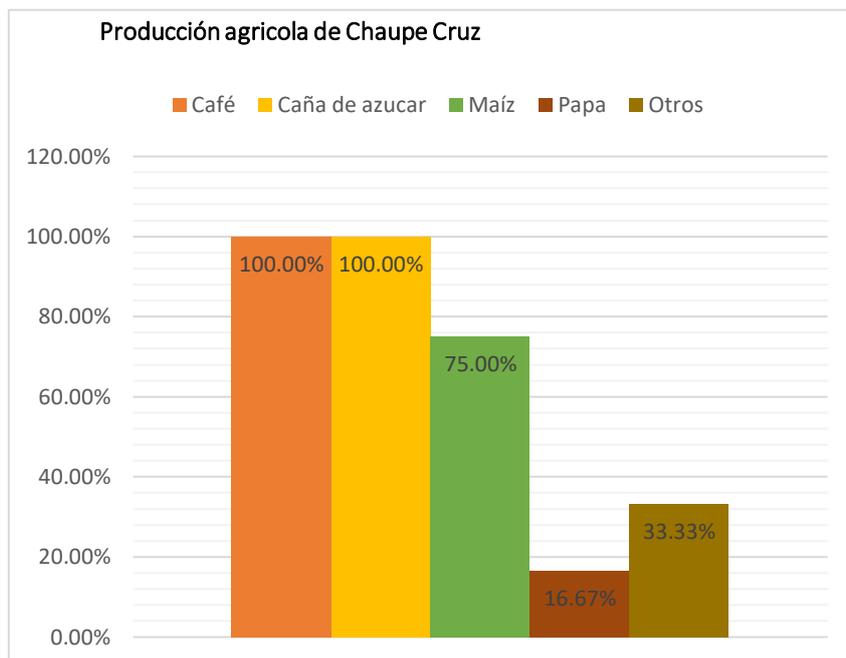
Fuente: Provías Nacional, 2019

Gráfico N° 1.2: Frecuencia del traslado de Chaupe Cruz a Santa Clara de Camse

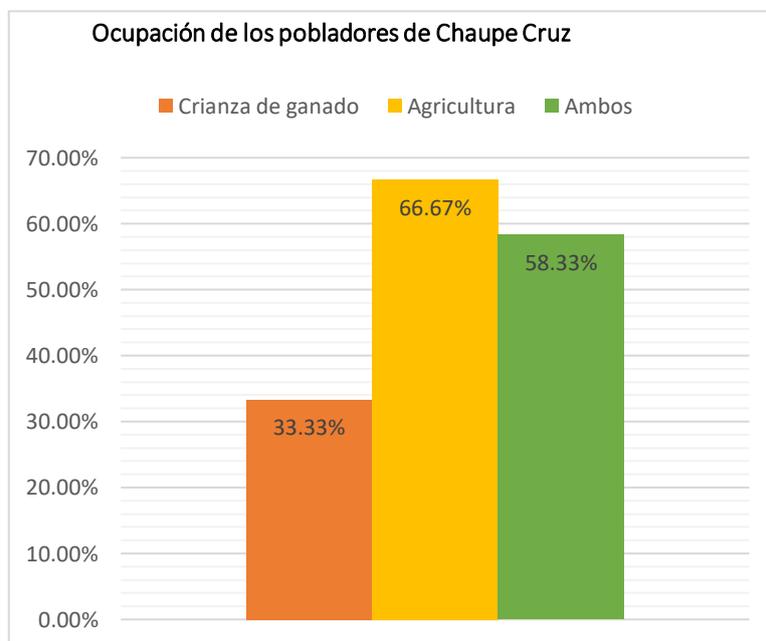
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1.3. Razón del traslado de Chaupe Cruz a Santa Clara de Camse

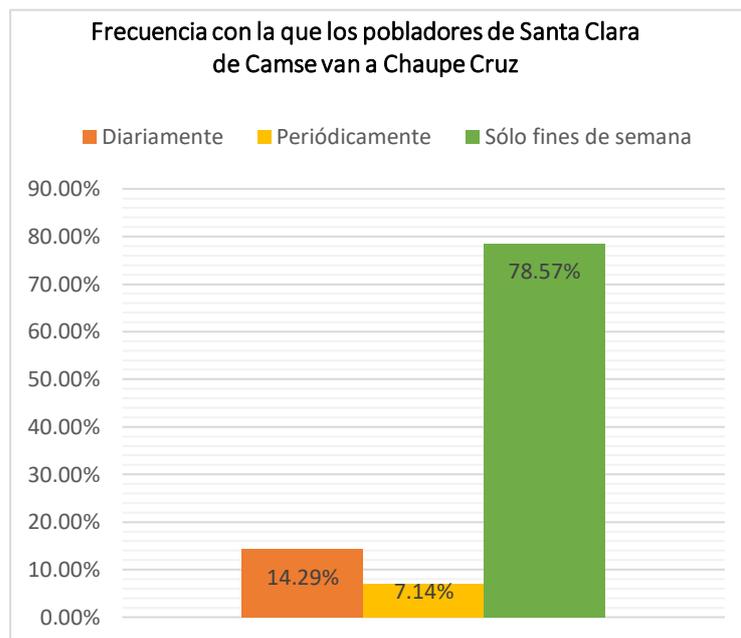
Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1.4: Producción agrícola de Chaupe Cruz

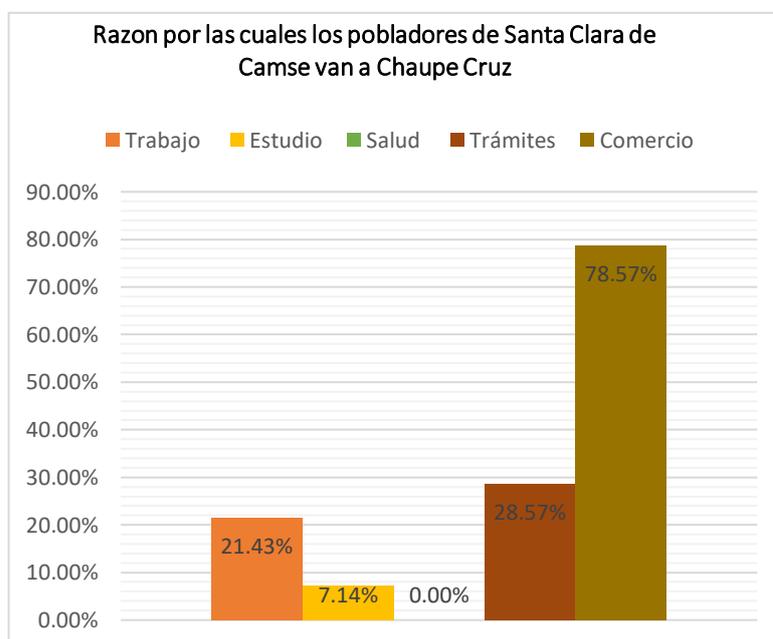
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1.5: Ocupación de los pobladores de Chaupe Cruz

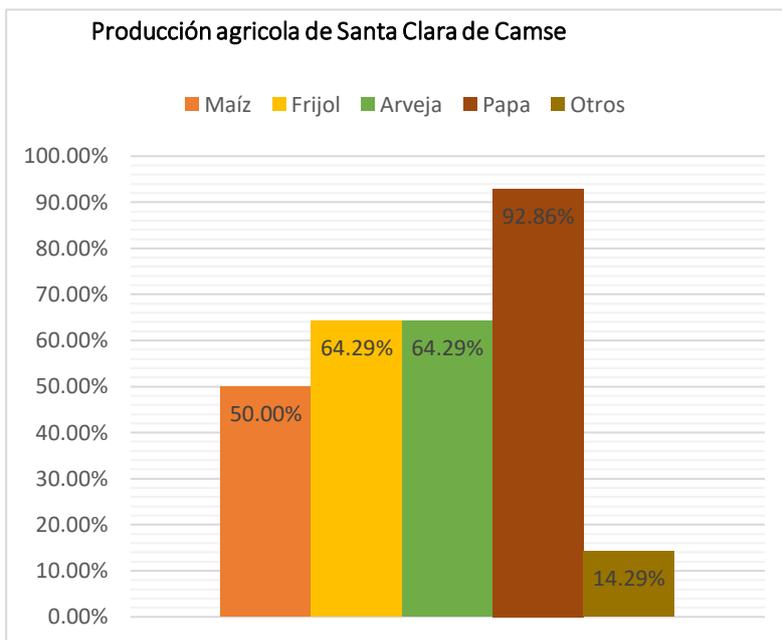
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1.6: Frecuencia del traslado de Santa Clara de Camse a Chaupe Cruz

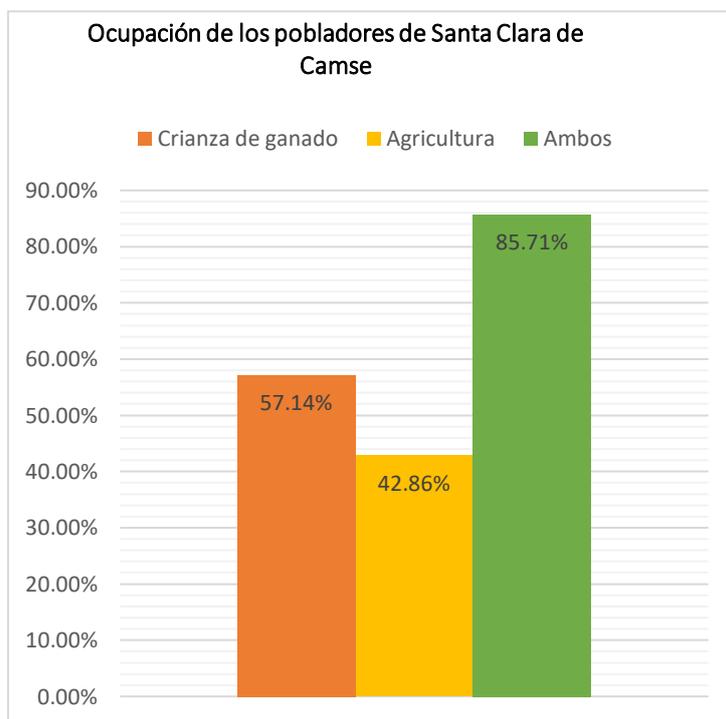
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1.7. Razón del traslado de Santa Clara de Camse a Chaupe Cruz

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1.8. Producción agrícola de Santa Clara de Camse

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 1.9: Ocupación de los pobladores de Santa Clara de Camse

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1.3: Mapa de pobreza distrital

Distrito	Población 2015	Indice de carencias 1/	Quintil del indice de carencias 1/	% de la población sin:			Tasa Analfab Muj	% niños de 0-12 años	Tasa de desnutrición 1999
				Agua	Desag./letrin.	Electric			
DPTO CAJAMARCA	1,359,023	0.8583	1	37%	25%	68%	28%	31%	47%
PROV CUTERVO	142,533	0.8213	1	47%	38%	84%	32%	33%	50%
CUTERVO	53,382	0.6579	1	41%	18%	75%	34%	30%	48%
CALLAYUC	11,286	0.9385	1	84%	67%	96%	38%	35%	53%
CHOROS	3,966	0.7553	1	42%	42%	93%	25%	35%	43%
CUJILLO	2,998	0.8582	1	44%	72%	88%	19%	36%	57%
LA RAMADA	4,695	0.8756	1	81%	23%	87%	34%	35%	59%
PIMPINGOS	6,196	0.9058	1	66%	58%	96%	30%	36%	5%
QUEROCOTILLO	16,458	0.9101	1	68%	83%	89%	30%	36%	48%
SAN ANDRES DE CUTERVO	5,904	0.6808	1	28%	29%	87%	25%	34%	44%
SAN JUAN DE CUTERVO	2,371	0.8298	1	18%	71%	100%	30%	35%	47%
SAN LUIS DE LUCMA	4,119	0.7051	1	50%	27%	87%	28%	30%	50%
SANTA CRUZ	3,372	0.9130	1	62%	65%	97%	31%	37%	52%
SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA	5,718	0.9031	1	23%	35%	97%	42%	35%	71%
SANTO TOMAS	9,182	0.7344	1	34%	40%	83%	29%	33%	48%
SOCOTA	11,297	0.6320	1	23%	20%	84%	27%	32%	48%
TORIBIO CASANOVA	1,589	0.7290	1	37%	35%	99%	33%	30%	43%

Fuente: Plan vial provincial, 2019. Municipalidad Provincial de Cutervo

Tabla N° 1.4. Clasificación de la red vial en la provincia de Cutervo

Red vial	Tipo de superficie de rodadura									
	Total		Asfaltado		Afirmado		Sin afirmar		Trocha	
	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%	Km	%
PERÚ (1)	78,127	100.00	10,189	13.00	18,533	23.70	13,809	17.70	35,596	45.60
Nacional	16,967	21.70	8,141	10.40	6,640	8.50	1,860	2.40	326	0.40
Departamental	14,251	18.20	1,106	1.40	6,015	7.70	4,291	5.50	2,839	3.60
Vecinal	46,909	60.00	942	1.20	5,878	7.50	7,658	9.80	32,431	41.50
REGIÓN CAJAMARCA (2)	6,297	100.00	407	6.50	1,840	29.20	589	9.40	3,461	55.00
Nacional	1,230	19.50	403	6.40	637	10.10	85	1.30	105	1.70
Departamental	666	10.60		0.00	594	9.40	48	0.80	24	0.40
Vecinal	4,401	69.90	4	0.10	609	9.70	456	7.20	3,332	52.90
PROVINCIA CUTERVO (3)	1,135	100.00	28	2.50	469	41.30	99	8.70	539	47.50
Nacional	117	10.30	28	2.50	89	7.80		0.00		0.00
Departamental	160	14.10		0.00	142	12.50	18	1.60		0.00
Vecinal	858	75.60		0.00	238	21.00	81	7.10	539	47.50

Fuente: Plan vial provincial, 2019. Municipalidad Provincial de Cutervo

Tabla N° 1.5. Producción anual del distrito de Santo Domingo de la Capilla

Ejecución y Pespectivas de la Información Agrícola (producción anual) Santo Domingo de la Capilla					
PRODUCTO	PRODUCCIÓN (kg)	RENDIMIENTO	COSECHAS (Ha)	PRECIO CHACRA	PRECIO TOTAL
CAÑA DE AZUCAR (ALCOHOL)	8504000	12.006	700	0.15	1,275,600.00
PLATANO	236000	4.806	49	0.53	125,080.00
CAFÉ	106000	0.854	124	5.1	540,600.00
OTROS PASTOS	4970000	14.364	346	0.11	546,700.00
PAPA	82000	1.745	47	1.5	123,000.00

Fuente: Campaña agrícola, 2019. Agencia Agraria Cutervo.

Tabla N° 1.6. Índice de pobreza de los distritos de Cutervo

Distrito	Índice de pobreza
CUTERVO	65.79%
CALLAYUC	93.83%
CHOROS	78.53%
CUJILLO	85.82%
LA RAMADA	87.56%
PIMPINGOS	90.58%
QUEROCOTILLO	91.01%
SAN ANDRES DE CUTERVO	68.08%
SAN JUAN DE CUTERVO	82.98%
SAN LUIS DE LUCMA	70.51%
SANTA CRUZ	91.30%
SANTO DOMINGO DE LA CAPILLA	90.31%
SANTO TOMAS	73.44%
SOCOTA	63.20%
TORIBIO CASANOVA	72.90%

Fuente: FONCODES, 2007.

Tabla N° 1.6. Producción agrícola del caserío de Chaupe Cruz

CASERIO CHAUPE CRUZ										
PRODUCCIÓN ANUAL						PRODUCCIÓN VENDIDA			PRODUCCIÓN NO APROVECHADA	
PRODUCTO	ÁREA SEMBRADA	RENDIMIENTO	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA	PRECIO ANUAL	CANTIDAD	PRECIO	AUTOCONSUMO	CANTIDAD	PRECIO
CAFÉ	30 Ha	10 quintal/Ha	300 quintales	S/. 500.00	S/. 150,000.00	225 quintales	S/. 112,500.00	45 quintales	34 quintales	S/. 16,875.00
PLATANO	40 Ha	1 millar/Ha	40 millares	S/. 100.00	S/. 4,000.00	30 millares	S/. 3,000.00	6 millares	3 millares	S/. 300.00
CAÑA DE AZUCAR	40 Ha	30 Ton/Ha	1,200 Ton	S/. 400.00	S/. 480,000.00	900 Ton	S/. 360,000.00	180 Ton	90 Ton	S/. 36,000.00
PAPA	10 Ha	20 quintal/Ha	200 quintales	S/. 60.00	S/. 12,000.00	150 quintales	S/. 9,000.00	30 quintales	15 quintales	S/. 900.00
TOTAL	120 Ha				S/. 646,000.00		S/. 484,500.00			S/. 54,075.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1.7. Producción agrícola del caserío de Santa Clara de Camse

CASERIO SANTA CLARA DE CAMSE										
PRODUCCIÓN ANUAL						PRODUCCIÓN VENDIDA			PRODUCCIÓN NO APROVECHADA	
PRODUCTO	ÁREA SEMBRADA	RENDIMIENTO	CANTIDAD	PRECIO DE VENTA	PRECIO ANUAL	CANTIDAD	PRECIO	AUTOCONSUMO	CANTIDAD	PRECIO
ARVEJA	20 Ha	15 quintal/Ha	300 quintales	S/. 190.00	S/. 57,000.00	210 quintales	S/. 39,900.00	45 quintales	32 quintales	S/. 5,985.00
PAPA	50 Ha	20 quintal/Ha	1,000 quintales	S/. 60.00	S/. 60,000.00	700 quintales	S/. 42,000.00	150 quintales	105 quintales	S/. 6,300.00
FRIJOL	25 Ha	25 quintal/Ha	625 quintales	S/. 200.00	S/. 125,000.00	438 quintales	S/. 87,500.00	94 quintales	66 quintales	S/. 13,125.00
MAÍZ	25 Ha	50 quintal/Ha	1,250 quintales	S/. 160.00	S/. 200,000.00	875 quintales	S/. 140,000.00	188 quintales	131 quintales	S/. 21,000.00
CAÑA DE AZUCAR	5 Ha	30 Ton/Ha	150 Ton	S/. 160.00	S/. 24,000.00	105 Ton	S/. 16,800.00	23 Ton	16 Ton	S/. 2,520.00
CAFÉ	5 Ha	15 quintal/Ha	75 quintales	S/. 500.00	S/. 37,500.00	53 quintales	S/. 26,250.00	11 quintales	8 quintales	S/. 3,937.50
TOTAL	130 Ha				S/. 503,500.00		S/. 352,450.00			S/. 52,867.50

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 1.8. Área según utilización del caserío de Chaupe Cruz

ÁREA TOTAL	290 Ha
ÁREA SEMBRADA	120 Ha
ÁREA DE BOSQUE	65 Ha
ÁREA DE PASTOS	45 Ha
ÁREA PERDIDA	60 Ha

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 1.9. Área según utilización del caserío de Santa Clara de Camse

ÁREA TOTAL	340 Ha
ÁREA DE PASTOS	140 Ha
ÁREA SEMBRADA	130 Ha
ÁREA PERDIDA	50 Ha
ÁREA DE BOSQUE	20 Ha

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 2: Estudio de tráfico

Tabla N° 2.1. Formato de aforo para conteo vehicular

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:

Tramo :

Cod Estación:

Estación:

Ubicacion
Sentido
Dia

Fecha

HORA	AUTOMÓVIL	CAMIONETA	COMBI	MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL
					2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
																		
00-01																		0
01-02																		0
02-03																		0
03-04																		0
04-05																		0
05-06																		0
06-07																		0
07-08																		0
08-09																		0
09-10																		0
10-11																		0
11-12																		0
12-13																		0
13-14																		0
14-15																		0
15-16																		0
16-17																		0
17-18																		0
18-19																		0
19-20																		0
20-21																		0
21-22																		0
22-23																		0
23-00																		0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Página 1

ANEXO N° 3: Diseño geométrico

Tabla N° 3.1. Verificación de tramo tangentes

LONGITUD TRAMO TANGENTE				
DE	A	TIPO	LONG (m)	Verificación
PI:1	PI:2	S	59.844m	CUMPLE
PI:2	PI:3	S	99.448m	CUMPLE
PI:3	PI:4	S	55.353m	CUMPLE
PI:4	PI:5	S	47.008m	CUMPLE
PI:5	PI:6	O	149.545m	CUMPLE
PI:6	PI:7	S	79.003m	CUMPLE
PI:7	PI:8	O	111.657m	CUMPLE
PI:8	PI:9	S	59.537m	CUMPLE
PI:9	PI:10	O	172.029m	CUMPLE
PI:10	PI:11	S	122.685m	CUMPLE
PI:11	PI:12	S	53.567m	CUMPLE
PI:12	PI:13	O	89.719m	CUMPLE
PI:13	PI:14	S	170.552m	CUMPLE
PI:14	PI:16	S	49.907m	CUMPLE
PI:16	PI:17	S	66.353m	CUMPLE
PI:17	PI:18	O	153.919m	CUMPLE
PI:18	PI:19	S	112.478m	CUMPLE
PI:19	PI:20	O	101.991m	CUMPLE
PI:20	PI:21	S	152.194m	CUMPLE
PI:21	PI:22	S	49.719m	CUMPLE
PI:22	PI:23	S	140.941m	CUMPLE
PI:23	PI:24	S	81.938m	CUMPLE
PI:24	PI:26	O	92.689m	CUMPLE
PI:26	PI:27	S	44.946m	CUMPLE
PI:27	PI:28	O	84.976m	CUMPLE
PI:28	PI:30	S	94.702m	CUMPLE
PI:30	PI:31	O	171.038m	CUMPLE
PI:31	PI:32	O	134.405m	CUMPLE
PI:32	PI:34	S	90.873m	CUMPLE
PI:34	PI:35	O	98.855m	CUMPLE
PI:35	PI:37	S	57.158m	CUMPLE
PI:37	PI:38	O	84.533m	CUMPLE
PI:38	PI:40	S	51.123m	CUMPLE
PI:40	PI:41	S	69.193m	CUMPLE
PI:41	PI:42	O	114.796m	CUMPLE
PI:42	PI:43	O	292.869m	CUMPLE
PI:43	PI:44	S	55.132m	CUMPLE
PI:44	PI:45	S	250.516m	CUMPLE
PI:45	PI:46	O	184.041m	CUMPLE
PI:46	PI:47	S	185.481m	CUMPLE
PI:47	PI:48	S	54.298m	CUMPLE
PI:48	PI:49	O	211.929m	CUMPLE
PI:49	PI:50	S	101.546m	CUMPLE
PI:50	PI:51	S	118.526m	CUMPLE
PI:51	PI:52	S	55.242m	CUMPLE
PI:52	PI:54	S	95.670m	CUMPLE
PI:54	PI:55	O	128.585m	CUMPLE
PI:55	PI:56	S	223.900m	CUMPLE
PI:56	PI:57	S	149.239m	CUMPLE
PI:57	PI:58	O	128.576m	CUMPLE
PI:58	PI:59	S	43.767m	CUMPLE
PI:59	PI:60	S	70.488m	CUMPLE
PI:60	PI:62	S	84.765m	CUMPLE
PI:62	PI:63	O	88.824m	CUMPLE
PI:63	PI:64	S	187.443m	CUMPLE
PI:64	PI:65	S	58.893m	CUMPLE
PI:65	PI:66	S	218.272m	CUMPLE
PI:66	PI:67	S	62.135m	CUMPLE
PI:67	PI:69	O	86.315m	CUMPLE
PI:69	PI:70	O	132.759m	CUMPLE
PI:70	PI:71	S	64.014m	CUMPLE
PI:71	PI:72	S	109.670m	CUMPLE
PI:72	PI:73	S	52.946m	CUMPLE
PI:73	PI:75	S	135.543m	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.2. Diseño de espiral de curva N° 2

DISEÑO DE ESPIRAL CURVA 2	
Velocidad	30 km/h
Radio	28 m
P	12 %
J	0.5
Prog. PI	0+152.31
Delta	99.35 °
Giro	D
Longitud de curva de transición	
$L_{\min} = \frac{V}{46.656j} \left[\frac{V^2}{R} - 1.27p \right]$	Lcal= 21.74 m Lcal= 22 m Lmin>= 30 m Le considerada= 25 m
$L_{\min} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \quad L_{\max.} = (24R)^{0.5}$	17.16 <= 25 <= 25.92 CUMPLE
Cálculo del parámetro mínimo Amin	
$A_{\min} = \sqrt{\frac{VR}{46.656j} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$	Amin= 26.46 m Amin= 27.00 m 9.33 <= 27 <= 28 CUMPLE
$\frac{R}{3} \leq A \leq R$	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.3. Cálculo del sobreebanco

CÁLCULO DEL SOBREEBANCO			
$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$			
Número de carriles		n=	2
Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)		L=	7.6 m
Velocidad de diseño (km/h)		V=	30 km/h
NÚMERO DE PI	R	Sa(calculado)	S(diseño)
PI:1	65.26	1.20	1.20
PI:2	28	2.60	2.60
PI:3	72.74	1.18	1.20
PI:4	95.8	0.98	1.00
PI:5	119.39	0.76	0.80
PI:6	155.67	0.61	0.60
PI:7	125.02	0.78	0.80
PI:8	55	1.40	1.40
PI:9	200	0.56	0.60
PI:10	324.7	0.37	0.40
PI:11	78.26	1.00	1.00
PI:12	25	2.97	3.00
PI:13	72.25	1.17	1.20
PI:14	25	2.97	3.00
PI:15	25	2.97	3.00
PI:16	86	1.00	1.00
PI:17	108.35	0.79	0.80
PI:18	200	0.57	0.60
PI:19	70.23	1.18	1.20
PI:20	200	0.56	0.60
PI:21	55	1.40	1.40
PI:22	63.96	1.19	1.20
PI:23	110.52	0.79	0.80
PI:24	25.07	2.96	3.00
PI:25	25.07	2.96	3.00
PI:26	110	0.80	0.80
PI:27	25	2.97	0.60
PI:28	25.06	2.96	3.00
PI:29	25.15	2.95	3.00
PI:30	90.43	0.96	1.00
PI:31	104.05	0.81	0.80
PI:32	25.04	2.96	3.00
PI:33	25.13	2.95	3.00
PI:34	104	0.78	0.80
PI:35	25.08	2.96	3.00
PI:36	25.08	2.96	3.00
PI:37	55	1.40	1.40
PI:38	25	2.97	3.00
PI:39	25	2.97	3.00
PI:40	55	1.39	1.40
PI:41	200	0.57	0.60

CÁLCULO DEL SOBREEBANCO			
$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$			
Número de carriles		n=	2
Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)		L=	7.6 m
Velocidad de diseño (km/h)		V=	30 km/h
PI:42	440.17	0.19	0.20
PI:43	178.41	0.55	0.60
PI:44	103.32	0.78	0.80
PI:45	194.27	0.55	0.60
PI:46	764.36	0.18	0.20
PI:47	106.07	0.80	0.80
PI:48	200	0.56	0.60
PI:49	200	0.56	0.60
PI:50	200	0.56	0.60
PI:51	55	1.38	1.40
PI:52	25	2.97	3.00
PI:53	25	2.97	3.00
PI:54	200	0.56	0.60
PI:55	200	0.56	0.60
PI:56	120.29	0.75	0.80
PI:57	200	0.56	0.60
PI:58	147.19	0.61	0.60
PI:59	114.87	0.78	0.80
PI:60	25	2.97	3.00
PI:61	25	2.97	3.00
PI:62	150	0.57	0.60
PI:63	55	1.40	1.40
PI:64	84.24	1.01	1.00
PI:65	200	0.06	0.60
PI:66	93.25	0.98	1.00
PI:67	25	2.97	3.00
PI:68	25	2.97	3.00
PI:69	60	1.38	1.40
PI:70	70	1.19	1.20
PI:71	25.08	2.96	3.00
PI:72	25.08	2.96	3.00
PI:73	86	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 3.4. Diseño de curvas verticales

DETALLE DE LA CURVA VERTICAL					ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE PARADA						ANÁLISIS POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO						LONGITUD FINAL	VERIFICACION	SE CONSIDERÓ
PIV	PENDIENTE %			TIPO DE CURVA	ANÁLISIS						ANÁLISIS								
	ENTRADA (%)	SALIDA (%)	A (%)		Dp (m)	Dp < L	Dp > L	L ESCOGIDA (MÍNIMA)	CRITERIO ESTETICO (m)	LONGITUD CONSIDERA REDONDEADA	Da (m)	Da < L (m)	Da > L (m)	L ESCOGIDA (MÍNIMA)	CRITERIO ESTETICO	LONGITUD CONSIDERADA			
1	1.56	10.00	8.44	CONCAVA	35	42.635 m	41.268 m	42.635 m	42.635 m	43.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50.63	OK	OK
2	10.00	8.20	1.81	CONVEXA	35	5.488 m	-153.204 m	5.488 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	76.533	-122.652	76.533 m	76.533 m	77.000 m	200	OK	OK
3	8.20	6.65	1.55	CONVEXA	35	4.700 m	-190.645 m	4.700 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	65.539	-210.323	65.539 m	66.000 m	66.000 m	204	OK	OK
4	6.65	8.24	1.59	CONCAVA	35	8.032 m	-82.516 m	8.032 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50	OK	OK
5	8.24	10.00	1.76	CONCAVA	35	8.891 m	-67.784 m	8.891 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	69.73	OK	OK
6	10.00	6.98	3.02	CONVEXA	35	9.157 m	-63.775 m	9.157 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	127.696	86.755	127.696 m	127.696 m	128.000 m	130	OK	OK
7	6.98	9.22	2.23	CONCAVA	35	11.265 m	-38.744 m	11.265 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	80	OK	OK
8	9.22	7.76	1.46	CONVEXA	35	4.427 m	-206.712 m	4.427 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	61.734	-247.945	61.734 m	61.734 m	62.000 m	80	OK	OK
9	7.76	9.26	1.50	CONCAVA	35	7.577 m	-91.667 m	7.577 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	68.807	OK	OK
10	9.26	5.90	3.36	CONVEXA	35	10.188 m	-50.238 m	10.188 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	142.072	118.452	142.072 m	142.072 m	143.000 m	200	OK	OK
11	5.90	9.99	4.09	CONCAVA	35	20.661 m	10.709 m	20.661 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50	OK	OK
12	9.99	6.77	3.23	CONVEXA	35	9.794 m	-55.077 m	9.794 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	136.575	107.121	136.575 m	136.575 m	137.000 m	202	OK	OK
13	6.77	8.12	1.36	CONCAVA	35	6.870 m	-108.309 m	6.870 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	80	OK	OK
14	8.12	5.91	2.21	CONVEXA	35	6.701 m	-112.805 m	6.701 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	93.446	-28.054	93.446 m	93.446 m	94.000 m	202	OK	OK
15	5.91	9.95	4.04	CONCAVA	35	20.408 m	9.975 m	20.408 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	60	OK	OK
16	9.95	4.86	5.10	CONVEXA	35	15.464 m	-9.216 m	15.464 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	99.645	98.510	99.645 m	99.645 m	100.000 m	100	OK	¡NO ADELANTAR!
17	4.86	9.96	5.10	CONCAVA	35	25.763 m	22.451 m	25.763 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	78.787	OK	OK
18	9.96	4.43	5.53	CONVEXA	35	16.768 m	-3.056 m	16.768 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	96.827	91.933	96.827 m	96.827 m	97.000 m	97	OK	¡NO ADELANTAR!
19	4.43	7.26	2.83	CONCAVA	35	14.296 m	-15.689 m	14.296 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	47.943	OK	OK
20	7.26	10.00	2.74	CONCAVA	35	13.841 m	-18.504 m	13.841 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	64.677	OK	OK
21	10.00	5.85	4.15	CONVEXA	35	12.584 m	-27.349 m	12.584 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	175.476	172.048	175.476 m	175.476 m	176.000 m	209.905	OK	OK
22	5.85	-1.11	6.96	CONVEXA	35	21.104 m	11.954 m	21.104 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	294.292	264.080	294.292 m	294.292 m	295.000 m	296	OK	OK
23	-1.11	-2.44	1.32	CONVEXA	35	4.002 m	-236.061 m	4.002 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	55.814	-316.667	55.814 m	55.814 m	56.000 m	201.033	OK	OK
24	-2.44	-5.90	3.46	CONVEXA	35	10.491 m	-46.763 m	10.491 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	146.300	126.590	146.300 m	146.300 m	147.000 m	207.765	OK	OK
25	-5.90	-7.88	1.97	CONVEXA	35	5.973 m	-135.076 m	5.973 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	83.298	-80.203	83.298 m	83.298 m	84.000 m	84	OK	¡NO ADELANTAR!
26	-7.88	-9.75	1.88	CONVEXA	35	5.700 m	-144.894 m	5.700 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	79.493	-103.191	79.493 m	79.493 m	80.000 m	81	OK	OK
27	-9.75	-6.07	3.69	CONCAVA	35	18.640 m	4.282 m	18.640 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	50	OK	OK
28	-6.07	-7.92	1.86	CONVEXA	35	5.640 m	-147.204 m	5.640 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	78.647	-108.602	78.647 m	78.647 m	79.000 m	100	OK	OK
29	-7.92	-4.97	2.96	CONCAVA	35	14.953 m	-11.926 m	14.953 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	45	OK	OK
30	-4.97	-9.37	4.40	CONVEXA	35	13.342 m	-21.818 m	13.342 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	85.047	85.000	85.047 m	85.047 m	86.000 m	86	OK	¡NO ADELANTAR!
31	-9.37	-5.69	3.68	CONCAVA	35	18.590 m	4.103 m	18.590 m	30.00 m	30.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	32	OK	OK
32	-5.69	-7.67	1.98	CONVEXA	35	6.004 m	-134.040 m	6.004 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	83.721	-77.778	83.721 m	83.721 m	84.000 m	85	OK	OK
33	-7.67	-9.58	1.92	CONVEXA	35	5.822 m	-140.417 m	5.822 m	30.00 m	30.00 m	200.00 m	81.184	-92.708	81.184 m	81.184 m	82.000 m	83	OK	OK
34	-9.58	-0.83	8.75	CONCAVA	35	44.201 m	42.286 m	44.201 m	44.20 m	45.00 m	-----	-----	-----	-----	30.000 m	30.000 m	74.886	OK	OK

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3.5. Transición de peralte

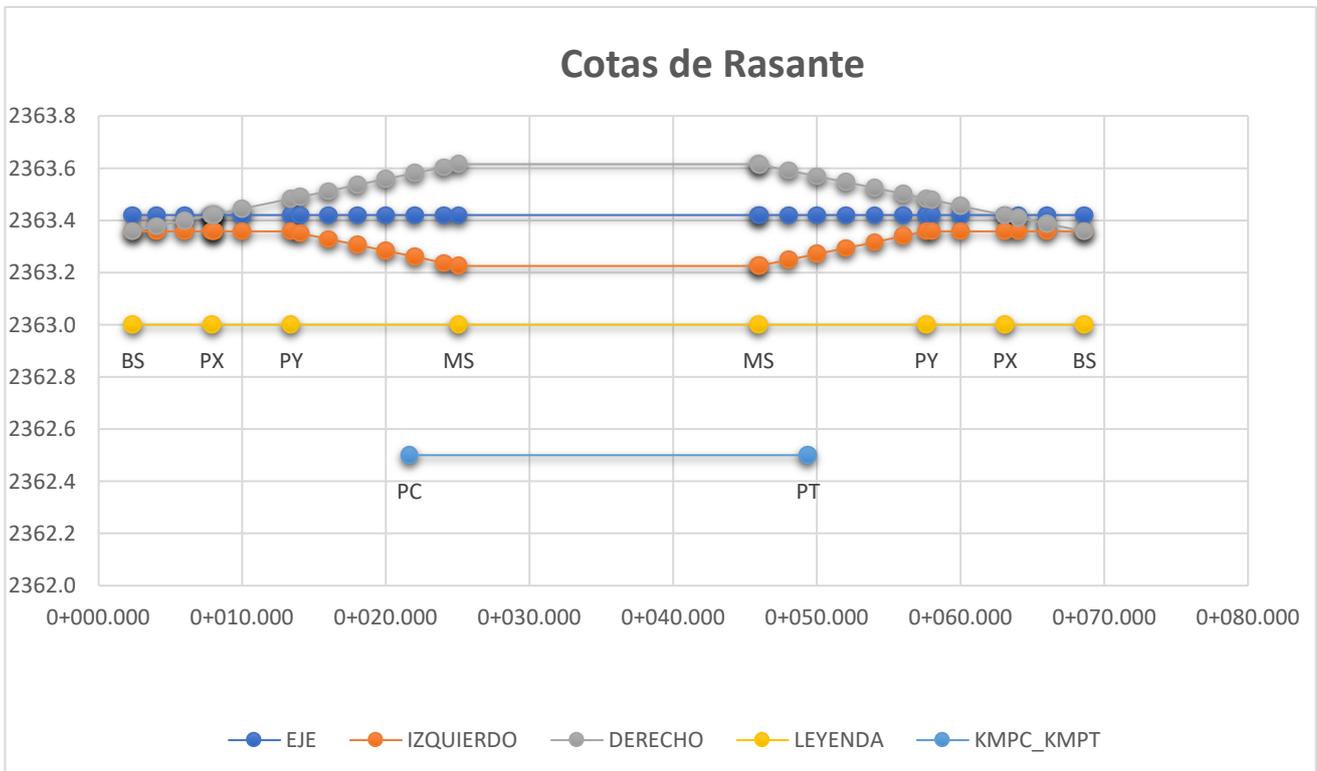
TRANSICIÓN DE PERALTE															
PI	SENTIDO	N	ANGULO	DECIMALES	RADIO	ESTE	NORTE	PI	DISTANCIA	PC	PT	S/A	PERALTE		MID.CEN
		0						0+000.00				0			
PI:1	I	1	24.35	24.35	65.26	736291.8	9305805.43	0+035.70	35.70	0+021.62	0+049.36	1.2	7.80%	7.80	0+035.49
PI:2	D	2	99.35	99.35	28	736425.58	9305682.96	0+152.31	116.61	0+119.32	0+167.88	2.6	11.60%	11.60	0+143.60
PI:3	I	3	36.63	36.63	72.74	736199.85	9305735.01	0+302.20	149.89	0+278.13	0+324.63	1.2	7.20%	7.20	0+301.38
PI:4	D	4	91.16	91.16	95.8	736037.59	9305663.97	0+477.69	175.49	0+379.92	0+532.35	1	6.00%	6.00	0+456.14
PI:5	I	5	89.54	89.54	119.39	735936.94	9305907.17	0+697.79	220.10	0+579.36	0+765.94	0.8	5.20%	5.20	0+672.65
PI:6	I	6	27.21	27.21	155.67	735653.59	9305792.56	0+953.15	255.36	0+915.48	0+989.40	0.6	4.00%	4.00	0+952.44
PI:7	D	7	25.39	25.39	125.02	735559.01	9305682.87	1+096.56	143.41	1+068.40	1+123.80	0.8	5.00%	5.00	1+096.10
PI:8	D	8	108.6	108.6	55	735361.12	9305595.41	1+311.99	215.43	1+235.46	1+339.70	1.4	8.60%	8.60	1+287.58
PI:9	I	9	67.4	67.4	200	735336.49	9305863.74	1+532.62	220.63	1+399.24	1+634.50	0.6	3.40%	3.40	1+516.87
PI:10	I	10	14.28	14.28	324.7	735006.17	9305966.99	1+847.21	314.59	1+806.53	1+887.47	0.4	2.50%	2.50	1+847.00
PI:11	D	11	38.59	38.59	78.26	734817.9	9305977.11	2+035.33	188.12	2+007.92	2+060.64	1	6.80%	6.80	2+034.28
PI:12	I	12	72.51	72.51	25	734716.42	9306067.43	2+146.88	111.55	2+128.54	2+160.18	3	12.00%	12.00	2+144.36
PI:13	I	13	28.97	28.97	72.25	734704.32	9305900.88	2+286.62	139.74	2+267.96	2+304.49	1.2	7.20%	7.20	2+286.23
PI:14	D	14	63.98	63.98	25	734785.66	9305698.8	2+505.69	219.07	2+490.08	2+517.99	3	12.00%	12.00	2+504.04
PI:15	D	15	54.25	54.25	25	734759.56	9305687.54	2+530.80	25.11	2+517.99	2+541.66	3	12.00%	12.00	2+529.83
PI:16	I	16	25.69	25.69	86	734699.26	9305767.13	2+630.23	99.43	2+610.62	2+649.19	1	6.40%	6.40	2+629.91
PI:17	D	17	27.06	27.06	108.35	734602.01	9305829.62	2+745.16	114.93	2+719.09	2+770.26	0.8	5.60%	5.60	2+744.68
PI:18	D	18	23.34	23.34	200	734490.7	9306020.73	2+965.36	220.20	2+924.05	3+005.52	0.6	3.40%	3.40	2+964.79
PI:19	I	19	52.19	52.19	70.23	734468.17	9306207.57	3+152.40	187.04	3+118.00	3+181.98	1.2	7.40%	7.40	3+149.99
PI:20	I	20	10.27	10.27	200	734335.75	9306286.91	3+301.95	149.55	3+283.97	3+319.83	0.6	3.40%	3.40	3+301.90
PI:21	I	21	88.13	88.13	55	734126.7	9306365.71	3+525.26	223.31	3+472.02	3+556.62	1.4	8.60%	8.60	3+514.32
PI:22	D	22	29.13	29.13	63.96	734165.2	9306478.91	3+622.96	97.70	3+606.34	3+638.85	1.2	7.80%	7.80	3+622.60
PI:23	I	23	42	42	110.52	734129.43	9306675.01	3+821.58	198.62	3+779.15	3+860.17	0.8	5.40%	5.40	3+819.66
PI:24	D	24	62.48	62.48	25.07	734198	9306806.71	3+968.09	146.51	3+952.88	3+980.22	3	12.00%	12.00	3+966.55
PI:25	I	25	61.48	61.48	25.07	734172.39	9306822.56	3+995.13	27.04	3+980.22	4+007.12	3	12.00%	12.00	3+993.67
PI:26	I	26	34.5	34.5	110	734070.67	9306684.65	4+165.47	170.34	4+131.32	4+197.55	0.8	5.40%	5.40	4+164.44
PI:27	D	27	39.97	39.97	150.84	734075.4	9306520.11	4+328.00	162.53	4+273.14	4+378.37	0.6	4.00%	4.00	4+325.76
PI:28	D	28	57.39	57.39	25.06	733965.15	9306396.88	4+490.65	162.65	4+476.93	4+502.03	3	12.00%	12.00	4+489.48
PI:29	I	29	60.27	60.27	25.15	733941.44	9306412.36	4+516.63	25.98	4+502.03	4+528.49	3	12.00%	12.00	4+515.26
PI:30	D	30	41.97	41.97	90.43	734011.02	9306549.75	4+669.71	153.08	4+635.02	4+701.27	1	6.20%	6.20	4+668.15
PI:31	I	31	45.13	45.13	104.05	733962.66	9306793.62	4+915.20	245.49	4+871.96	4+953.92	0.8	5.60%	5.60	4+912.94
PI:32	I	32	56.98	56.98	25.04	733788.69	9306897.38	5+115.06	199.86	5+101.48	5+126.38	3	12.00%	12.00	5+113.93
PI:33	I	33	67.76	67.76	25.13	733769.43	9306873.78	5+143.25	28.19	5+126.38	5+156.10	3	12.00%	12.00	5+141.24
PI:34	D	34	92.34	92.34	104	733949.44	9306737.98	5+366.84	223.59	5+258.51	5+426.11	0.8	5.60%	5.60	5+342.31
PI:35	D	35	65.1	65.1	25.08	733802.39	9306557.58	5+552.60	185.76	5+536.59	5+565.09	3	12.00%	12.00	5+550.84
PI:36	I	36	56.17	56.17	25.08	733779.53	9306576.06	5+578.47	25.87	5+565.09	5+589.68	3	12.00%	12.00	5+577.39
PI:37	D	37	77.61	77.61	55	733835.21	9306681.77	5+697.41	118.94	5+653.18	5+727.68	1.4	8.60%	8.60	5+690.43
PI:38	I	38	56.09	56.09	25	733710.94	9306791.79	5+851.16	153.75	5+837.85	5+862.32	3	12.00%	12.00	5+850.09
PI:39	I	39	59.62	59.62	25	733689.31	9306774.58	5+876.64	25.48	5+862.32	5+888.33	3	12.00%	12.00	5+875.33
PI:40	D	40	51.33	51.33	55	733743.57	9306681.05	5+983.81	107.17	5+957.38	6+006.66	1.4	8.60%	8.60	5+982.02
PI:41	I	41	13.04	13.04	200	733710.44	9306563.22	6+102.62	118.81	6+079.76	6+125.29	0.6	3.40%	3.40	6+102.53
PI:42	I	42	9.49	9.49	440.17	733702.41	9306390.27	6+275.56	172.94	6+239.02	6+311.94	0.2	2.50%	2.50	6+275.48
PI:43	I	43	42.35	42.35	178.41	733746.21	9306024.86	6+643.41	367.85	6+574.31	6+706.17	0.6	3.80%	3.80	6+640.24
PI:44	D	44	60.34	60.34	103.32	733876.22	9305912.57	6+808.86	165.45	6+748.79	6+857.61	0.8	5.80%	5.80	6+803.20
PI:45	I	45	66.46	66.46	194.27	733791.34	9305482.33	7+236.08	427.22	7+108.80	7+334.15	0.6	3.40%	3.40	7+221.48
PI:46	I	46	15.86	15.86	764.36	734074.06	9305286.58	7+550.74	314.66	7+444.29	7+655.82	0.2	2.50%	2.50	7+550.06
PI:47	D	47	92.12	92.12	106.07	734408.37	9305172.51	7+902.62	351.88	7+792.55	7+963.09	0.8	5.60%	5.60	7+877.82
PI:48	I	48	8.76	8.76	200	734343.69	9305003.63	8+033.86	131.24	8+018.53	8+049.13	0.6	3.40%	3.40	8+033.83
PI:49	I	49	39.92	39.92	200	734279.62	9304707.12	8+337.15	303.29	8+264.51	8+403.87	0.6	3.40%	3.40	8+334.19
PI:50	D	50	36.31	36.31	200	734391.2	9304494.88	8+571.01	233.86	8+505.42	8+632.18	0.6	3.40%	3.40	8+568.80
PI:51	I	51	51.72	51.72	55	734359.87	9304287.3	8+776.53	205.52	8+749.87	8+799.51	1.4	8.60%	8.60	8+774.69
PI:52	D	52	63.2	63.2	25	734424.27	9304202.65	8+880.94	104.41	8+865.56	8+893.14	3	12.00%	12.00	8+879.35
PI:53	D	53	70.16	70.16	25	734399.96	9304180.43	8+910.69	29.75	8+893.14	8+923.75	3	12.00%	12.00	8+908.45
PI:54	I	54	7.57	7.57	200	734286.16	9304323.48	9+091.13	180.44	9+077.90	9+104.33	0.6	3.40%	3.40	9+091.12
PI:55	I	55	44.33	44.33	200	734152.74	9304469.86	9+289.16	198.03	9+207.69	9+362.42	0.6	3.40%	3.40	9+285.06
PI:56	D	56	60.59	60.59	120.29	733773.21	9304491.91	9+661.12	371.96	9+590.84	9+718.05	0.8	5.00%	5.00	9+654.45
PI:57	I	57	35.29	35.29	200	733649.97	9304743.67	9+928.07	266.95	9+864.45	9+987.65	0.6	3.40%	3.40	9+926.05
PI:58	I	58	26.69	26.69	147.19	733450.87	9304852.32	10+150.84	222.77	10+115.92	10+184.48	0.6	4.20%	4.20	10+150.20
PI:59	D	59	26.43	26.43	114.87	733349.49	9304855.75	10+251.01	100.17	10+224.04	10+277.02	0.8	5.40%	5.40	10+250.53
PI:60	I	60	57.99	57.99	25	733237.62	9304904.57	10+373.80	122.79	10+359.94	10+385.24	3	12.00%	12.00	10+372.59
PI:61	I	61	59.39	59.39	25	733222.37	9304880.96	10+399.50	25.70	10+385.24	10+411.16	3	12.00%	12.00	10+398.20
PI:62	D	62	12.99	12.99	150	733327.38	9304791.93	10+536.34	136.84	10+519.26	10+553.28	0.6	4.00%	4.00	10+536.27
PI:63	D	63	36.91	36.91	55	733410.56	9304696.35	10+662.90	126.56	10+644.55	10+679.98	1.4	8.60%	8.60	10+662.27
PI:64	I	64	46.37	46.37	84.24	733428.34	9304449.61	10+909.01	246.11	10+872.93	10+941.10	1	6.60%	6.60	10+907.02
PI:65	D	65	18.21	18.21	200	733526.35	9304368.79	11+032.05	123.04	11+000.00	11+063.57	0.6	3.40%	3.40	11+031.79
PI:66	I	66	62.93	62.93	93.25	733689.94	9304109.8	11+337.85	305.80	11+280.78	11+383.20	1	6.00%	6.00	11+331.99
PI:67	D	67	67.27	67.27	25	733836.24	9304111.63	11+474.43	136.58	11+457.80	11+487.15	3	12.00%	12.00	11+472.48
PI:68	D	68	54.82	54.82	25	733836.47	9304082.03	11+500.11	25.68	11+487.15	11+511.07	3	12.00%	12.00	11+499.11
PI:69	D	69	28.42	28.42	60	733695.52	9304052.09	11+643.88	143.77	11+628.69	11+658.45	1.4	8.20%	8.20	11+643.57
PI:70	D	70	18.81	18.81	70	733352.7	9304178.99	12+008.81	364.93	11+997.22	12+020.2				

Tabla N° 3.6. Gráficos de transición de peralte de algunas curvas

DATOS CURVA:			
CURVA		I	I
Radio =	65.26	m	
Velocidad =	30	Km/h	
a =	24.35	ANGULO DE DEFLEXION	
Km PI =	0+035.700		
OROGRAFIA =	Tipo 3	s/a =	1.20 m
Bombeo 0	2.5%		
Peralte =	7.80%		
Ac =	5.00 m		

ELEMENTOS DE TRANSICION DE PERALTE	
a =	24.350
R =	65.26 m
T =	14.080 m
LC =	27.735 m
Km PI =	0+035.700
Km PC =	0+021.620
Km PT =	0+049.360
ip max =	1.5
LTP =	17.167 m
LTT =	13.733 m
X =	5.502 m
Y =	11.004 m

KILOMETRAJES			
TRANSICION DE ENTRADA		Carril Izq.	Carril Der.
Km BS =	0+002.385	-2.50%	-2.50%
Km PX =	0+007.887	-2.50%	0.00%
Km PY =	0+013.389	-2.50%	2.50%
Km MS =	0+025.053	-7.80%	7.80%
TRANSICION DE SALIDA		Carril Izq.	Carril Der.
Km ES =	0+068.595	-2.50%	-2.50%
Km PX =	0+063.093	-2.50%	0.00%
Km PY =	0+057.591	-2.50%	2.50%
Km MS =	0+045.927	-7.80%	7.80%



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 4: Estudio hidrológico

Para el cálculo de las precipitaciones por los distintos métodos probabilísticos utilizando el programa Hidroesta2 se deben seguir los siguientes pasos:

Seleccionar cuando ya se ha ejecutado el programa, la opción de “Distribuciones”

Figura N° 4.1. Programa Hidroesta2



Fuente: Programa Hidroesta2

Seleccionar el método con el cual se va a trabajar.

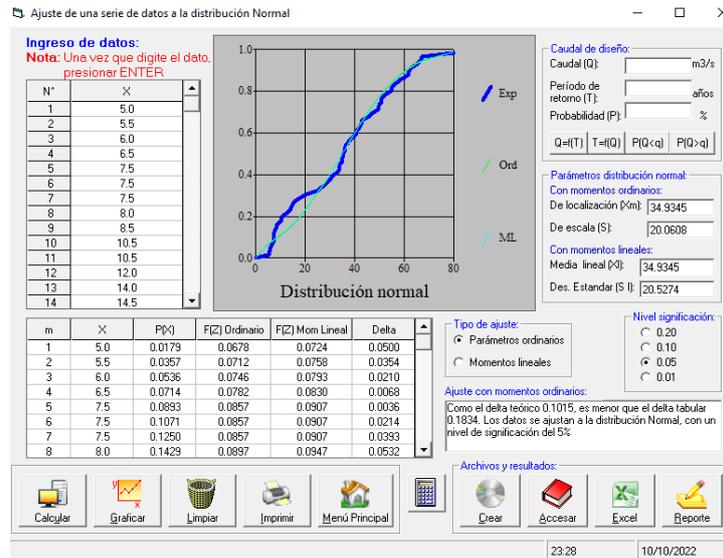
Figura N° 4.2. Programa Hidroesta2



Fuente: Programa Hidroesta2

Seleccionar el nivel de significancia y luego hacer clic en calcular

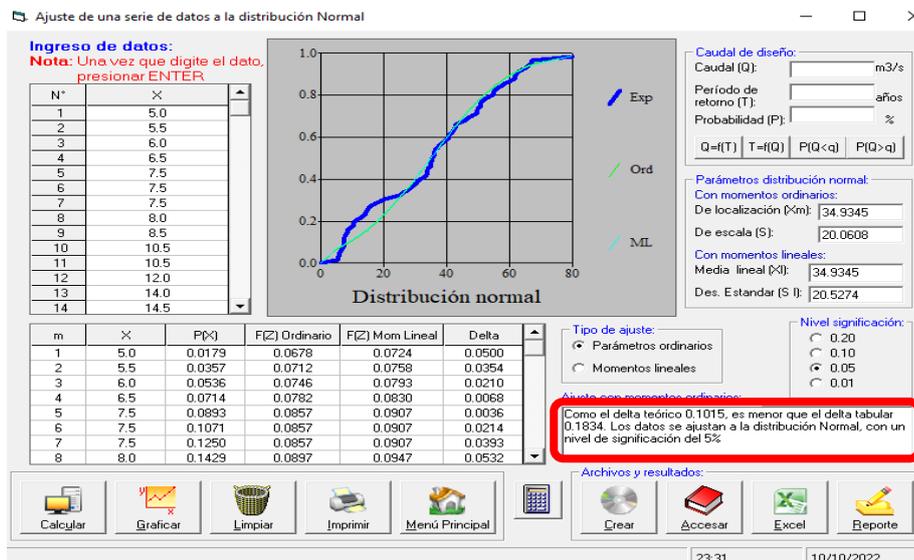
Figura N° 4.3. Programa Hidroesta2



Fuente: Programa Hidroesta2

Observar que el delta teórico sea menor que el delta calculado con la distribución seleccionada, para verificar de esta forma que las precipitaciones ingresadas se ajustan al nivel de significancia seleccionado y se pueda utilizar el método seleccionado.

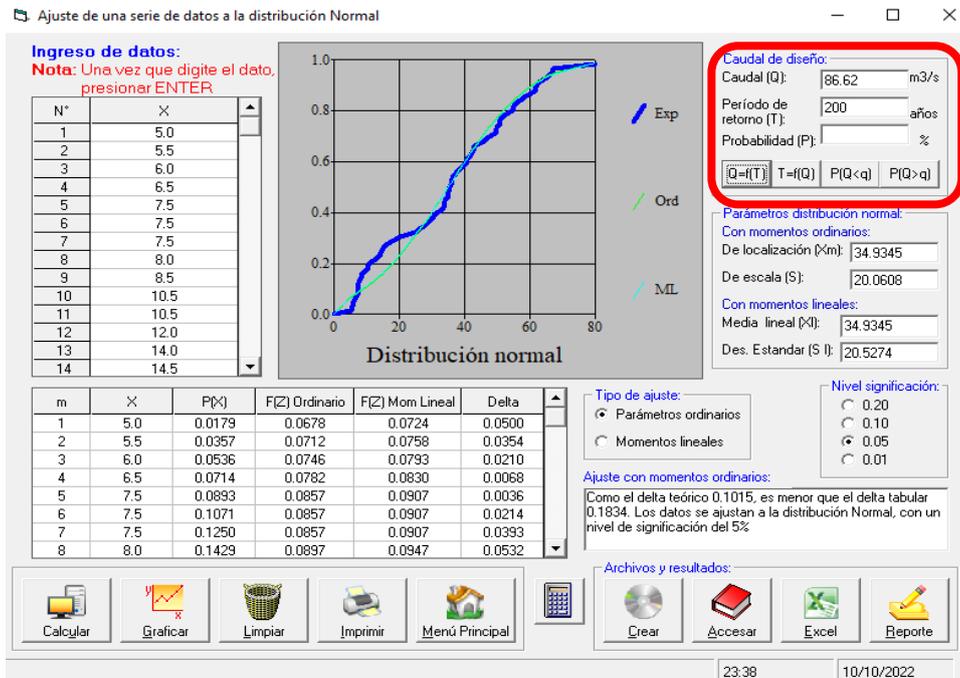
Figura N° 4.4. Programa Hidroesta2



Fuente: Programa Hidroesta2

Finalmente se calcula las precipitaciones para los diferentes periodos de retorno, para ello se debe poner en el casillero “Periodo de retorno (T)”, el periodo de retorno para el cual se desea hallar la precipitación. Lugo damos clic en la opción $Q=f(T)$ y finalmente copiamos el resultado.

Figura N° 4.5. Programa Hidroesta2



Fuente: Programa Hidroesta2

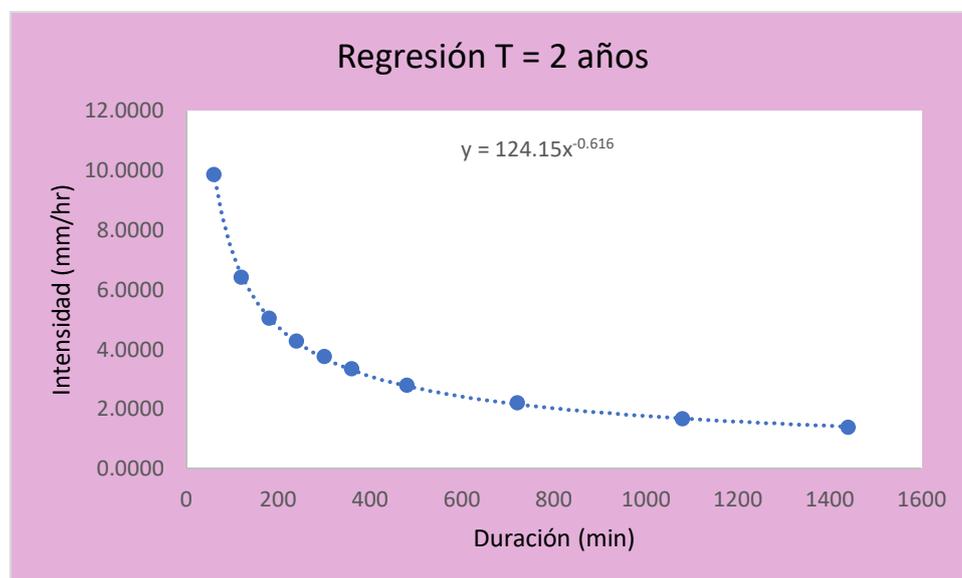
Cabe recalcar que el Hidroesta2 tiene unidades de caudal, porque básicamente es una herramienta que trabaja en función de ello, el software también trabaja con precipitaciones.

Tabla N° 4.1. Periodo de retorno para T= 2 años

Periodo de retorno para T = 2 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	1.3683	7.2724	0.3136	2.2806	52.8878
2	1080	1.6602	6.9847	0.5070	3.5410	48.7863
3	720	2.1893	6.5793	0.7836	5.1555	43.2865
4	480	2.7914	6.1738	1.0265	6.3377	38.1156
5	360	3.3387	5.8861	1.2056	7.0962	34.6462
6	300	3.7438	5.7038	1.3201	7.5295	32.5331
7	240	4.2692	5.4806	1.4514	7.9547	30.0374
8	180	5.0355	5.1930	1.6165	8.3944	26.9668
9	120	6.4038	4.7875	1.8569	8.8899	22.9201
10	60	9.8520	4.0943	2.2877	9.3665	16.7637
Total	4980	40.6523	58.1555	12.3689	66.5460	346.9435
Ln(d)=	4.8215	d=	124.1524	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.1. Regresión para T= 2 años

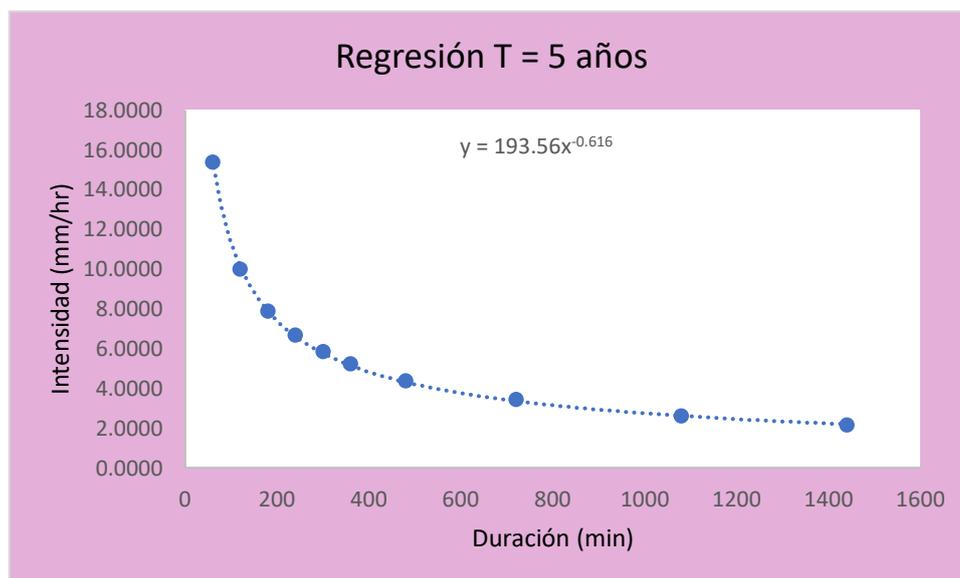


Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.2. Periodo de retorno para T= 5 años

Periodo de retorno para T = 5 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	2.1333	7.2724	0.7577	5.5102	52.8878
2	1080	2.5884	6.9847	0.9511	6.6429	48.7863
3	720	3.4133	6.5793	1.2277	8.0773	43.2865
4	480	4.3520	6.1738	1.4706	9.0794	38.1156
5	360	5.2053	5.8861	1.6497	9.7102	34.6462
6	300	5.8368	5.7038	1.7642	10.0625	32.5331
7	240	6.6560	5.4806	1.8955	10.3887	30.0374
8	180	7.8507	5.1930	2.0606	10.7006	26.9668
9	120	9.9840	4.7875	2.3010	11.0159	22.9201
10	60	15.3600	4.0943	2.7318	11.1848	16.7637
Total	4980	63.3799	58.1555	16.8098	92.3724	346.9435
Ln(d)=	5.2656	d=	193.5629	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.2. Regresión para T= 5 años

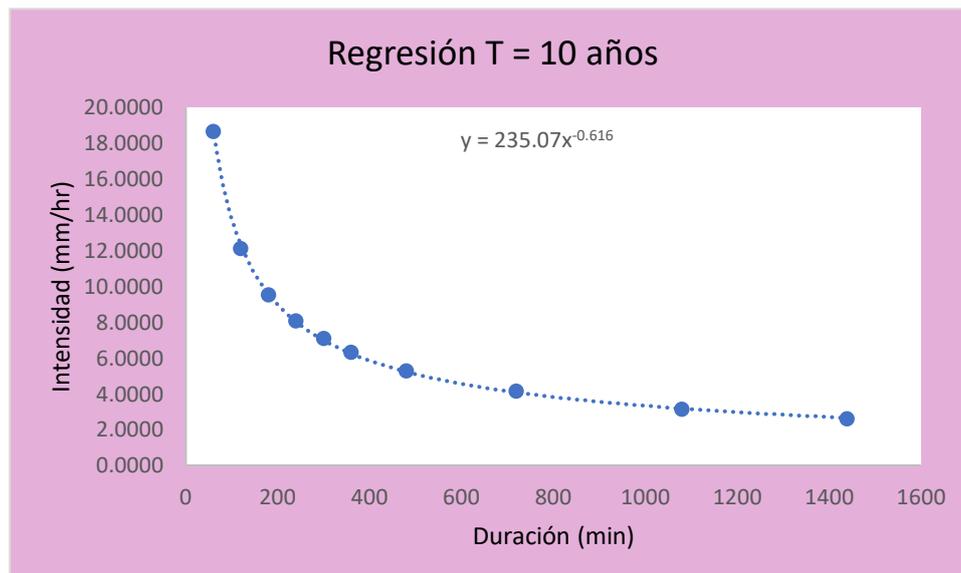
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.3. Periodo de retorno para T= 10 años

Periodo de retorno para T = 10 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	2.5908	7.2724	0.9520	6.9232	52.8878
2	1080	3.1435	6.9847	1.1454	8.0000	48.7863
3	720	4.1453	6.5793	1.4220	9.3556	43.2865
4	480	5.2853	6.1738	1.6649	10.2789	38.1156
5	360	6.3216	5.8861	1.8440	10.8538	34.6462
6	300	7.0885	5.7038	1.9585	11.1707	32.5331
7	240	8.0834	5.4806	2.0898	11.4535	30.0374
8	180	9.5343	5.1930	2.2549	11.7096	26.9668
9	120	12.1251	4.7875	2.4953	11.9461	22.9201
10	60	18.6540	4.0943	2.9261	11.9803	16.7637
Total	4980	76.9719	58.1555	18.7527	103.6717	346.9435
Ln(d)=	5.4599	d=	235.0731	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.3. Regresión para T= 10 años



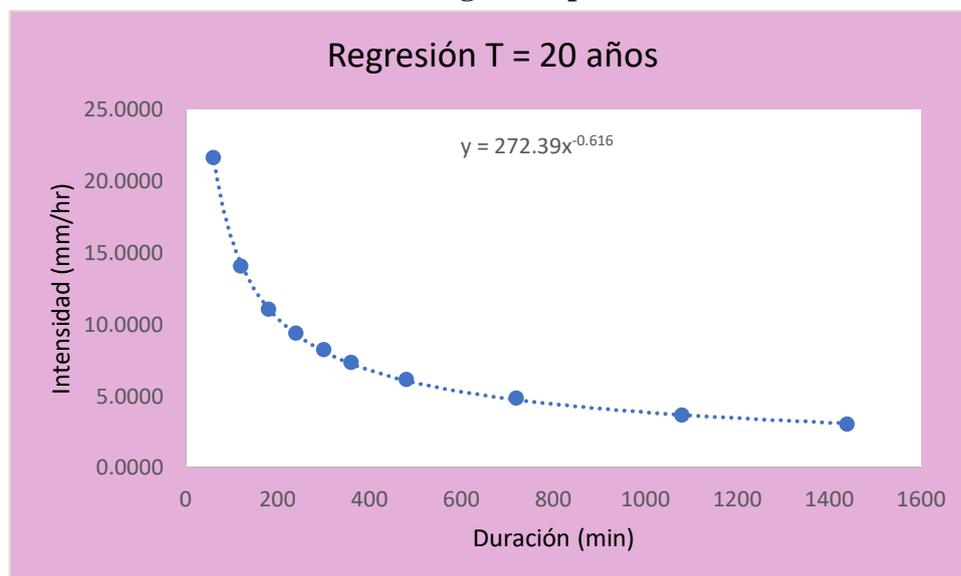
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.4. Periodo de retorno para T= 20 años

Periodo de retorno para T = 20 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	3.0021	7.2724	1.0993	7.9946	52.8878
2	1080	3.6425	6.9847	1.2927	9.0290	48.7863
3	720	4.8033	6.5793	1.5693	10.3249	43.2865
4	480	6.1243	6.1738	1.8123	11.1885	38.1156
5	360	7.3251	5.8861	1.9913	11.7210	34.6462
6	300	8.2137	5.7038	2.1058	12.0110	32.5331
7	240	9.3665	5.4806	2.2371	12.2610	30.0374
8	180	11.0477	5.1930	2.4022	12.4746	26.9668
9	120	14.0498	4.7875	2.6426	12.6514	22.9201
10	60	21.6150	4.0943	3.0734	12.5835	16.7637
Total	4980	89.1899	58.1555	20.2260	112.2396	346.9435
Ln(d)=	5.6072	d=	272.3868	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.4. Regresión para T= 20 años



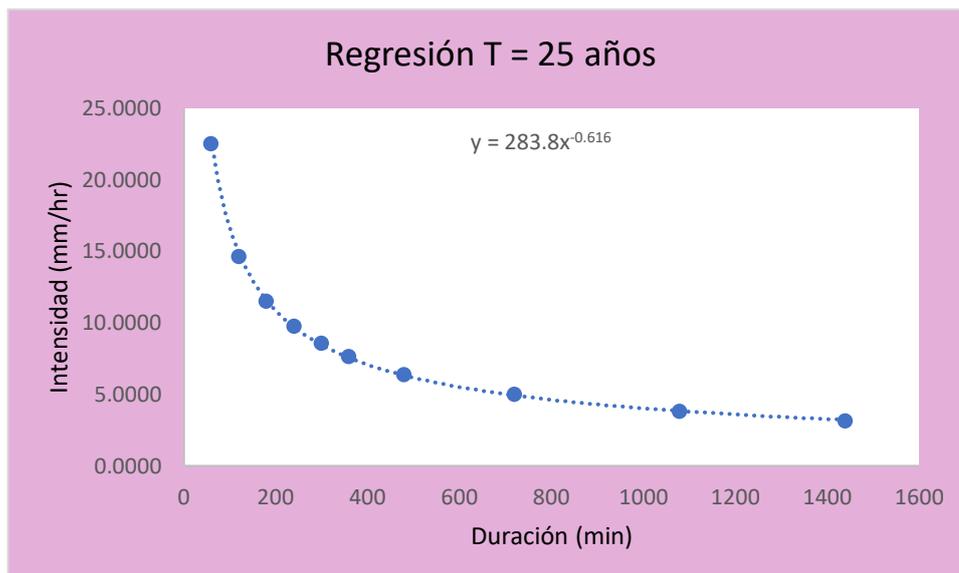
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.5. Periodo de retorno para T= 25 años

Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	3.1279	7.2724	1.1404	8.2932	52.8878
2	1080	3.7952	6.9847	1.3337	9.3158	48.7863
3	720	5.0047	6.5793	1.6104	10.5950	43.2865
4	480	6.3810	6.1738	1.8533	11.4420	38.1156
5	360	7.6321	5.8861	2.0324	11.9627	34.6462
6	300	8.5580	5.7038	2.1469	12.2452	32.5331
7	240	9.7591	5.4806	2.2782	12.4860	30.0374
8	180	11.5107	5.1930	2.4433	12.6878	26.9668
9	120	14.6387	4.7875	2.6837	12.8480	22.9201
10	60	22.5210	4.0943	3.1144	12.7516	16.7637
Total	4980	92.9283	58.1555	20.6366	114.6275	346.9435
Ln(d)=	5.6483	d=	283.8040	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.5. Regresión para T= 25 años



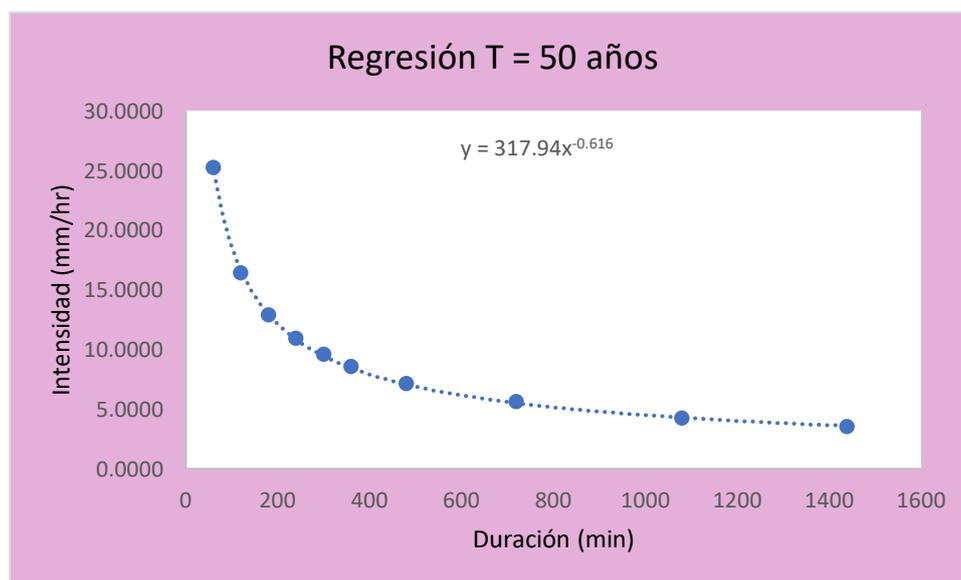
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.6. Periodo de retorno para T= 50 años

Periodo de retorno para T = 50 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	3.5042	7.2724	1.2540	9.1192	52.8878
2	1080	4.2517	6.9847	1.4473	10.1091	48.7863
3	720	5.6067	6.5793	1.7240	11.3423	43.2865
4	480	7.1485	6.1738	1.9669	12.1432	38.1156
5	360	8.5502	5.8861	2.1460	12.6313	34.6462
6	300	9.5874	5.7038	2.2604	12.8931	32.5331
7	240	10.9330	5.4806	2.3918	13.1085	30.0374
8	180	12.8953	5.1930	2.5569	13.2777	26.9668
9	120	16.3995	4.7875	2.7973	13.3918	22.9201
10	60	25.2300	4.0943	3.2280	13.2167	16.7637
Total	4980	104.1065	58.1555	21.7725	121.2331	346.9435
Ln(d)=	5.7619	d=	317.9422	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.6. Regresión para T= 50 años



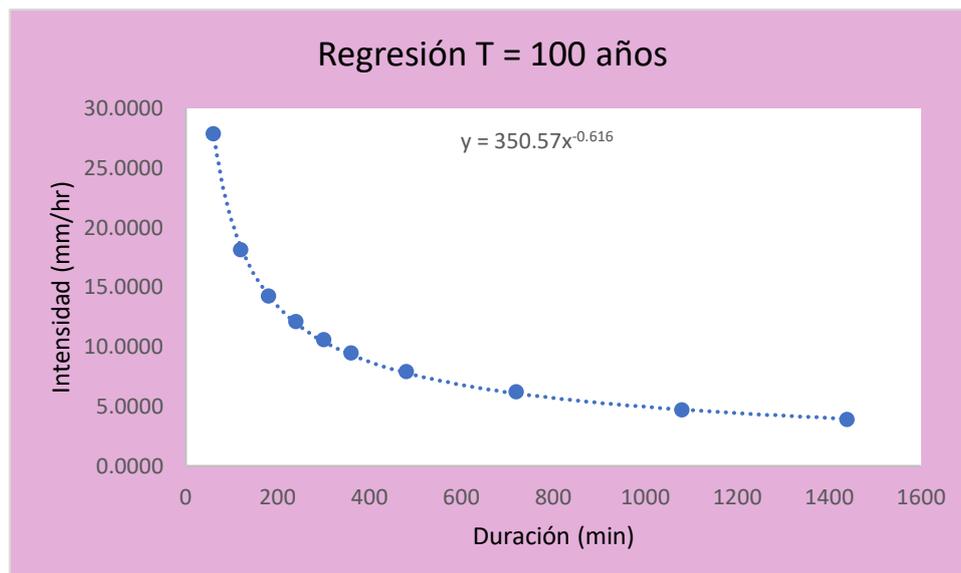
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.7. Periodo de retorno para T= 100 años

Periodo de retorno para T = 100 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	3.8638	7.2724	1.3516	9.8297	52.8878
2	1080	4.6880	6.9847	1.5450	10.7915	48.7863
3	720	6.1820	6.5793	1.8216	11.9850	43.2865
4	480	7.8821	6.1738	2.0646	12.7463	38.1156
5	360	9.4276	5.8861	2.2436	13.2063	34.6462
6	300	10.5712	5.7038	2.3581	13.4503	32.5331
7	240	12.0549	5.4806	2.4895	13.6439	30.0374
8	180	14.2186	5.1930	2.6546	13.7850	26.9668
9	120	18.0824	4.7875	2.8949	13.8595	22.9201
10	60	27.8190	4.0943	3.3257	13.6166	16.7637
Total	4980	114.7894	58.1555	22.7493	126.9140	346.9435
Ln(d)=	5.8596	d=	350.5681	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.7. Regresión para T= 100 años



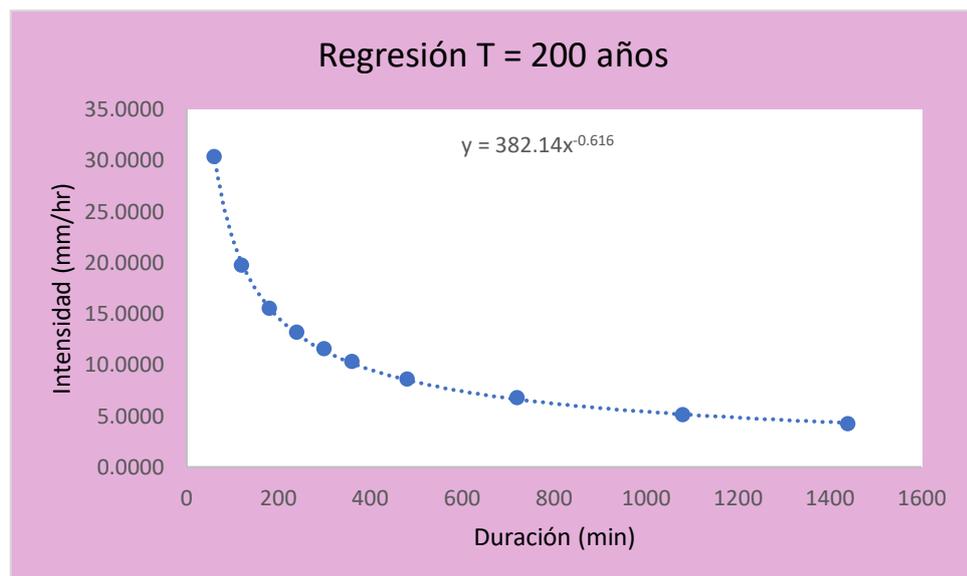
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4.8. Periodo de retorno para T= 200 años

Periodo de retorno para T = 200 años						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	1440	4.2117	7.2724	1.4379	10.4567	52.8878
2	1080	5.1102	6.9847	1.6312	11.3937	48.7863
3	720	6.7387	6.5793	1.9079	12.5523	43.2865
4	480	8.5918	6.1738	2.1508	13.2786	38.1156
5	360	10.2765	5.8861	2.3299	13.7138	34.6462
6	300	11.5231	5.7038	2.4444	13.9421	32.5331
7	240	13.1404	5.4806	2.5757	14.1164	30.0374
8	180	15.4989	5.1930	2.7408	14.2327	26.9668
9	120	19.7106	4.7875	2.9812	14.2723	22.9201
10	60	30.3240	4.0943	3.4119	13.9697	16.7637
Total	4980	125.1258	58.1555	23.6115	131.9282	346.9435
Ln(d)=	5.9458	d=	382.1355	n=	-0.6164	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.8. Regresión para T= 200 años



Fuente: Elaboración propia

Finalmente tenemos un resumen de los resultados obtenidos de la regresión lineal, sacando el promedio que se usará más adelante.

Tabla N° 4.9. Resumen regresión lineal

RESUMEN		
Periodo de retorno (años)	d	n
2	124.1524	-0.6164
5	193.5629	-0.6164
10	235.0731	-0.6164
20	272.3868	-0.6164
25	283.8040	-0.6164
50	317.9422	-0.6164
100	350.5681	-0.6164
200	382.1355	-0.6164
Promedio=	269.9531	-0.6164

Fuente: Elaboración propia

De la tabla se obtiene el valor n promedio igual a -0.6164, este valor irá con valor absoluto en la fórmula de intensidad.

Seguidamente 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), para obtener los valores “k” y “m” de la ecuación:

$$d = k * T^m$$

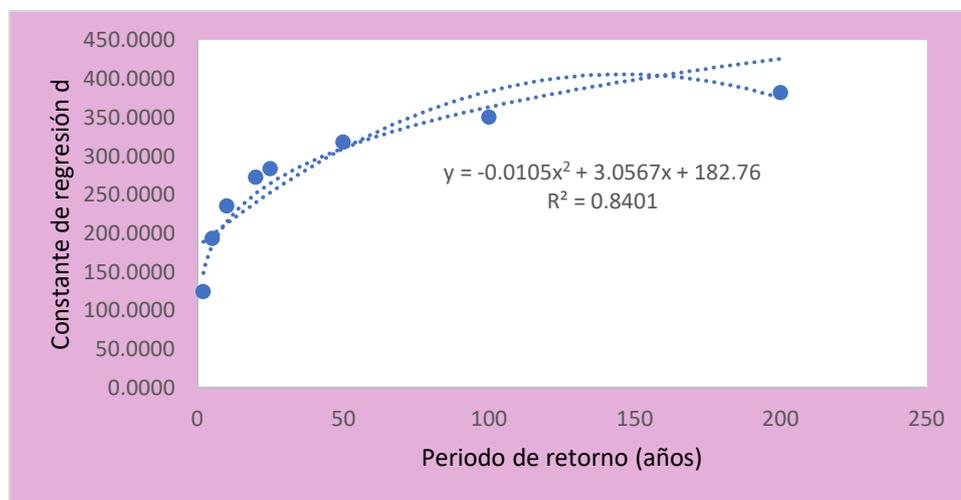
Siendo X esta vez los periodos de retorno e Y los valores “d” de la regresión potencial calculada anteriormente. Los resultados de la última regresión potencial se detallan a continuación.

Tabla N° 4.10. Regresión potencial

Regresión potencial para obtener los parámetros k y m						
N°	x	y	lnx	lny	lnx*lny	(lnx)2
1	2	124.1524	0.6931	4.8215	3.3420	0.4805
2	5	193.5629	1.6094	5.2656	8.4747	2.5903
3	10	235.0731	2.3026	5.4599	12.5719	5.3019
4	20	272.3868	2.9957	5.6072	16.7977	8.9744
5	25	283.8040	3.2189	5.6483	18.1811	10.3612
6	50	317.9422	3.9120	5.7619	22.5406	15.3039
7	100	350.5681	4.6052	5.8596	26.9842	21.2076
8	200	382.1355	5.2983	5.9458	31.5026	28.0722
Total	412	2159.6250	24.6353	44.3697	140.3948	92.2919
Ln(d)=	4.8411	k=	126.6035	m=	0.2290	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4.10. Regresión potencial



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 5: Estudio Topográfico**Tabla N° 5.1. Puntos obtenidos con GPS Diferencial**

ANEXO N°6: Estudio de suelos y canteras
ANEXO N°6.1: Estudio de Fuentes de agua (El Verde km42+780)



Consortio Carretera Longitudinal Cajamarca



028

Propietario : Libre disponibilidad

2.1.3. QUEBRADA CARA LAMPA



Ubicación : Km 41+860, Lado Izquierdo
 Tipo de Fuente de Agua : Quebrada
 Acceso : Directo
 Explotación : Habilitar poza lateral de captación para bombeo directo.
 Período de Utilización : Estacional
 Propietario : Libre disponibilidad

2.1.4. EL VERDE



OLGA KOUKOLEVA KOUKOLEVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 15355



JAIME JORGE SAAVEDRA DE RIVERO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 34488

Ubicación : Km 42+780, Lado Derecho

ANEXO N°6.2: Estudio de Fuentes de agua (Río La Capilla km 68+070)



Consortio Carretera Longitudinal Cajamarca



029

Tipo de Fuente de Agua	:	Quebrada
Acceso	:	Directo
Explotación	:	Habilitar poza lateral de captación para bombeo directo.
Periodo de Utilización	:	Estacional
Propietario	:	Libre disponibilidad.

2.1.5. PUENTE LIMAS (RÍO LA CAPILLA)



Ubicación	:	Km 68+070, Lado Izquierdo
Tipo de Fuente de Agua	:	Río
Acceso	:	Directo
Explotación	:	Habilitar poza lateral de captación para bombeo directo.
Periodo de Utilización	:	Permanente.
Propietario	:	Libre disponibilidad.

2.1.6. QUEBRADA CANTA GALLO




OLGA KOUKOLEVA KOUKOLEVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 15395

JAIMÉ JORGE SAAVEDRA DE RIVERO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 34488

ANEXO N°6.3: Diseño de mezcla para obras hidráulicas

DISEÑO DE MEZCLA

USO: ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS
 CEMENTO: TIPO 1
 RESISTENCIA: 210 kg/cm²

Propiedades de los materiales

Materiales	P.e.	% Hum.	% Abs.	P.U.c	P.U.s	TMN	MF
Agua	1.000	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cemento	3.150	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Grava	2.580	0.360	0.580	1554	1440	1/2	'-----
Arena	2.580	0.400	0.540	1656	1548	'-----	2.99

A) Dosificación

1. Selección de la relación agua/cemento A/C:

Para lograr una resistencia de: **210** + **84** = **294 kg/cm²**
 Por resistencia se requiere a/c: 0.558
 Por durabilidad se requiere a/c: 0.500

2. Estimación del agua y contenido de aire:

Para un asentamiento de: 3"
 Agua: **216 litros/m³**
 Aire atrapado: **2.5 %**

3. Contenido de cemento:

Cemento: **216** / **0.500** = **432 kg**
10.16 bls

4. Estimación del contenido de agregado grueso:

Agregado: **0.531 m³** x **1554 kg/m³** = **825.174 kg**

5. Estimación del contenido de agregado fino:

Volumen de agua: = 0.216 m³
 Volúmen sólido de cemento: = 0.137 m³
 Volúmen sólido del agregado grueso: = 0.320 m³
 Volumen de aire: = 0.025 m³

 0.698 m³
 Volúmen sólido del agregado fino: **1 - 0.698** = **0.302 m³**
779.22 kg

6. Resumen de materiales por metro cúbico:

Agua:	=	216 litros
Cemento:	=	432 kg
Agregado Grueso:	=	825.174 kg
Agregado fino:	=	779.22 kg

7. Ajuste por humedad del agregado:

Por humedad total		
Agregado grueso:	=	828.14 kg
Agregado fino:	=	782.33 kg
Agua para ser añadida por corrección por absorción		
Agregado grueso:	=	-1.82 litros
Agregado fino:	=	-1.09 litros
		<hr/>
		-2.91 litros

8. Resumen:

Agua efectiva:	=	218.9 litros	0.22 m3
Cemento:	=	432 kg	10.16 bol
Agregado grueso húmedo:	=	828.1 kg	0.32 m3
Agregado fino húmedo:	=	782.3 kg	0.30 m3

9. Dosificación recomendada en peso:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	1.8	:	1.9	:	21.5	litros/bls

10. Dosificación estimada en volumen:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	1.8	:	2.0	:	21.5	litros

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO N°6.4: Diseño de mezcla para muros de contención

DISEÑO DE MEZCLA

USO: MUROS DE CONTENCIÓN
 CEMENTO: TIPO 1
 RESISTENCIA: 210 kg/cm²

Propiedades de los materiales

Materiales	P.e.	% Hum.	% Abs.	P.U.c	P.U.s	TMN	MF
Agua	1.000	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cemento	3.150	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Grava	2.580	0.360	0.580	1554	1440	1/2	'-----
Arena	2.580	0.400	0.540	1656	1548	'-----	2.99

A) Dosificación

1. Selección de la relación agua/cemento A/C:

Para lograr una resistencia de: **210** + **84** = **294 kg/cm²**
 Por resistencia se requiere a/c: 0.558

2. Estimación del agua y contenido de aire:

Para un asentamiento de: 3"
 Agua: **216 litros/m³**
 Aire atrapado: **2.5 %**

3. Contenido de cemento:

Cemento: **216 / 0.558 = 386.82 kg**
9.10 bls

4. Estimación del contenido de agregado grueso:

Agregado: **0.531 m³ x 1554 kg/m³ = 825.174 kg**

5. Estimación del contenido de agregado fino:

Volumen de agua: = 0.216 m³
 Volúmen sólido de cemento: = 0.123 m³
 Volúmen sólido del agregado grueso: = 0.320 m³
 Volumen de aire: = 0.025 m³

 0.684 m³
 Volúmen sólido del agregado fino: **1 - 0.684 = 0.316 m³**
816.22 kg

6. Resumen de materiales por metro cúbico:

Agua:	=	216 litros
Cemento:	=	386.81948 kg
Agregado Grueso:	=	825.174 kg
Agregado fino:	=	816.22 kg

7. Ajuste por humedad del agregado:

Por humedad total

Agregado grueso:	=	828.14 kg
Agregado fino:	=	819.49 kg
Agua para ser añadida por corrección por absorción		
Agregado grueso:	=	-1.82 litros
Agregado fino:	=	-1.14 litros
		<hr/>
		-2.96 litros

8. Resumen:

Agua efectiva:	=	219.0 litros	0.22 m3
Cemento:	=	386.8 kg	9.10 bol
Agregado grueso húmedo:	=	828.1 kg	0.32 m3
Agregado fino húmedo:	=	819.5 kg	0.32 m3

9. Dosificación recomendada en peso:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.1	:	2.1	:	24.1	litros/bls

10. Dosificación estimada en volumen:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.1	:	2.2	:	24.1	litros

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO N°6.5: Diseño de mezcla para mampostería

DISEÑO DE MEZCLA

USO: MAMPOSTERÍA
 CEMENTO: TIPO 1
 RESISTENCIA: 170 kg/cm²

Propiedades de los materiales

Materiales	P.e.	% Hum.	% Abs.	P.U.c	P.U.s	TMN	MF
Agua	1.000	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Cemento	3.150	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Grava	2.580	0.360	0.580	1554	1440	1/2	'-----
Arena	2.580	0.400	0.540	1656	1548	'-----	2.99

A) Dosificación**1. Selección de la relación agua/cemento A/C:**

Para lograr una resistencia de: **170** + **70** = **240** kg/cm²
 Por resistencia se requiere a/c: 0.634

2. Estimación del agua y contenido de aire:

Para un asentamiento de: 3"
 Agua: **216** litros/m³
 Aire atrapado: **2.5** %

3. Contenido de cemento:

Cemento: **216** / **0.634** = **340.694** kg
8.02 bls

4. Estimación del contenido de agregado grueso:

Agregado: **0.531** m³ x **1554** kg/m³ = **825.174** kg

5. Estimación del contenido de agregado fino:

Volumen de agua: = 0.216 m³
 Volúmen sólido de cemento: = 0.108 m³
 Volúmen sólido del agregado grueso: = 0.320 m³
 Volumen de aire: = 0.025 m³

 0.669 m³
 Volúmen sólido del agregado fino: **1** - **0.669** = **0.331** m³
854.00 kg

6. Resumen de materiales por metro cúbico:

Agua:	=	216 litros
Cemento:	=	340.69401 kg
Agregado Grueso:	=	825.174 kg
Agregado fino:	=	854.00 kg

7. Ajuste por humedad del agregado:

Por humedad total

Agregado grueso:	=	828.14 kg
Agregado fino:	=	857.42 kg

Agua para ser añadida por corrección por absorción

Agregado grueso:	=	-1.82 litros
Agregado fino:	=	-1.20 litros
		<hr/>
		-3.01 litros

8. Resumen:

Agua efectiva:	=	219.0 litros	0.22 m3
Cemento:	=	340.694 kg	8.02 bol
Agregado grueso húmedo:	=	828.1 kg	0.32 m3
Agregado fino húmedo:	=	857.4 kg	0.33 m3

9. Dosificación recomendada en peso:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.5	:	2.4	:	27.3	litros/bls

10. Dosificación estimada en volumen:

CEMENTO		AG. FINO		AG.GRUESO		AGUA	
1	:	2.4	:	2.5	:	27.3	litros

Fuente: *Elaboración propia*

ANEXO N° 7: Estudio de rutas
Tabla N° 7.1. Presupuesto de alternativa de ruta 1.

PRESUPUESTO RUTA 1						
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	P.U	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					
01.01	CARTEL DE OBRA	Und		1	685.81	685.81
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLB		1	5000.00	5000.00
01.03	CAMPAMENTO	GLB		1	4000.00	4000.00
01.04	TRAZO Y REPLANEO	km	12.45		1621.61	20182.60
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.02	CORTE	m3	185167.61		5.03	931878.96
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	47281.08		5.54	261760.39
02.04	ELIMINACIÓ DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	137886.53		1.99	274947.86
03	PAVIMENTOS					
03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	49784		1.20	59946.91
03.02	BASE E=0.20m	m3	9956.80		21.33	212352.90
04	SEÑALIZACIÓN					
04.01	SEÑALES PREVENTIVAS	Und		80	88.77	7101.59
04.02	SEÑALES INFORMATIVAS	Und		2	88.77	177.54
04.03	HITOS KILOMÉTRICOS	Und		11	131.03	1441.31
05	IMPACTO AMBIENTAL					
05.01	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB		1	450.00	450.00
05.02	PROGRAMA DE REFORESTACIÓN	HA		5	433.60	2168.01
05.03	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	Und		10	131.03	1310.28
					COSTO DIRECTO	S/1,783,404.17
					GASTOS GENERALES(10%)	S/178,340.42
					UTILIDAD (10%)	S/178,340.42
					SUB TOTAL	S/2,140,085.00
					IMPUESTOS (IGV) (18%)	S/385,215.30
					VALOR REFERENCIAL	S/2,525,300.31
					ELABORACIÓN EXP. (2%)	S/50,506.01
					GASTOS DE SUPERVISIÓN (2.5%)	S/63,132.51
					PRESUPUESTO TOTAL	S/2,638,938.82

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 7.2. Presupuesto del mantenimiento de la alternativa de ruta 1.

COSTO DE MANTENIMIENTO RUTA 1						
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	SUB TOTAL
01.01.00	CALZADA					
01.01.01	BACHEO	m3	12446.00	16.50	205298.39	S/269,428.19
01.01.02	LIMPIEZA GENERAL	km	12.45	137.06	1705.83	
01.01.03	ROCE DE MALEZAS	m2	62230	1.00	62423.97	
01.02.00	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE					
01.02.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	m	12446	0.90	11234.90	S/11,234.90
					SOLES AL AÑO	S/280,663.10
					SOLES/KM AL AÑO	S/22,550.38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 7.3. Presupuesto de alternativa de ruta 2.

PRESUPUESTO RUTA 2						
ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	P.U	PARCIAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES					
01.01	CART EL DE OBRA	Und	1	685.81	685.81	S/29,469.50
01.02	MOVLIZACIÓN Y DESMOVLIZACIÓN	GLB	1	5000.00	5000.00	
01.03	CAMPAMENTO	GLB	1	4000.00	4000.00	
01.04	TRAZO Y REPLANEADO	km	12.20	1621.61	19783.69	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
02.02	CORTE	m3	196875.58	5.03	990800.77	S/1,572,001.57
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	53250.93	5.54	294811.04	
02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	143624.65	1.99	286389.76	
03	PAVIMENTOS					
03.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	49784	1.20	59946.91	S/272,299.80
03.02	BASE E=0.20m	m3	9956.80	21.33	212352.90	
04	SEÑALIZACIÓN					
04.01	SEÑALES PREVENTIVAS	Und	50	88.77	4438.49	S/6,057.35
04.02	SEÑALES INFORMATIVAS	Und	2	88.77	177.54	
04.03	HITOS KILOMÉTRICOS	Und	11	131.03	1441.31	
05	IMPACTO AMBIENTAL					
05.01	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB	1	450.00	450.00	S/3,928.30
05.02	PROGRAMA DE REFORESTACIÓN	HA	5	433.60	2168.01	
05.03	PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	Und	10	131.03	1310.28	
				COSTO DIRECTO		S/1,883,756.51
				GASTOS GENERALES (10%)		S/188,375.65
				UTILIDAD (10%)		S/188,375.65
				SUB TOTAL		S/2,260,507.82
				IMPUESTOS (IGV) (18%)		S/406,891.41
				VALOR REFERENCIAL		S/2,667,399.22
				ELABORACIÓN EXP. (2%)		S/53,347.98
				GASTOS DE SUPERVISIÓN (2.5%)		S/66,684.98
				PRESUPUESTO TOTAL		S/2,787,432.19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 29. Presupuesto del mantenimiento de la alternativa de ruta 2.

COSTO DE MANTENIMIENTO RUTA 2						
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	SUB TOTAL
01.01.00	CALZADA					
01.01.01	BACHEO	m3	12200	16.50	201240.59	S/262,432.40
01.01.02	LIMPIEZA GENERAL	km	0.01	137.06	1.67	
01.01.03	ROCE DE MALEZAS	m2	61000	1.00	61190.14	
01.02.00	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE					
01.02.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	m	12200.00	0.90	11012.84	S/11,012.84
				SOLES AL AÑO		S/273,445.24
				SOLES/KM AL AÑO		S/21,970.44

Fuente: Elaboración propia.

	Equipo				
HERRAMIENTAS		%MO	3.0000	168.89	5.07
					5.07

01 OBRAS PRELIMINARES					
01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA					
und/DIA	300.0	EQ.	300.0	Costo unitario directo por : und	685.81
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0027	24.10 0.06
OPERARIO		hh	1.0000	0.0267	21.91 0.58
PEON		hh	3.0000	0.0800	15.83 1.27
					1.91
Materiales					
CLAVOS CON CABEZA DE 4"		kg		1.0000	4.24 4.24
HORMIGÓN		m3		0.9000	56.21 50.59
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		0.9000	25.71 23.14
MADERA TORNILLO		pie2		45.0000	6.19 278.39
TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'		Und		3.0000	29.66 88.98
PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"		Und		9.0000	2.97 26.69
IMPRESIÓN DE BANNER P/CARTEL DE OBRA 3.6x2.4 m		Und		1.0000	211.86 211.86
					683.90
01.02 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIA					
GBL	300.0	EQ.	300.0	Costo unitario directo por : gbl	5,000.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Materiales					
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION		GBL		1.0000	5,000.00 5,000.00
					5,000.00
01.03 CAMPAMENTO PROVISIONAL DE LA OBRA					
GBL	1.0	EQ.	1.0	Costo unitario directo por : gbl	4,000.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Materiales					
CONSTRUCCION DE CAMPAMENTO POR M2		GLB		1.0000	4,000.00 4,000.00
					4,000.00
01.04 TRAZO, NIVELACION, REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO					
km	1.3000	EQ.	0.3000	Costo unitario directo por : km	1,621.61

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
TOPOGRAFO	hh	1.0000	6.1538	70.00	430.77
OFICIAL	hh	1.0000	6.1538	17.55	108.00
PEON	hh	4.0000	24.6154	15.83	389.66
					928.43
Materiales					
YESO DE 28 Kg	BOL		1.0000	11.44	11.44
MADERA TORNILLO	p2		50.0000	2.80	140.00
					151.44
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	928.43	27.85
CORDEL	m		0.1000	13.56	1.36
TEODOLITO	hm	1.0000	26.6667	9.75	260.00
NIVEL	HE	1.0000	26.6667	9.47	252.53
					541.74

02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

02.02 EXCAVACION EN ROCA SUELTA					
m3/DIA	800.0	EQ. 320.0		Costo unitario directo por : m3	5.03
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	0.7000	0.0070	24.10	0.17
OFICIAL	hh	1.0000	0.0100	17.55	0.18
PEON	hh	2.0000	0.0200	15.83	0.32
					0.66
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.66	0.02
COMPRESORA NEUMATICA 196 HP 600-690 PCM	hm	1.0000	0.0100	155.80	1.56
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0100	249.00	2.49
MARTILLO NEUMATICO DE 25 - 29 Kg.	hm	2.0000	0.0200	15.20	0.30
					4.37

02.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
m3/DIA	920.0	EQ. 920.0		Costo unitario directo por : m3	5.54
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0087	24.10	0.21
PEON	hh	2.0000	0.0174	15.83	0.28
					0.48
Equipos					

RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0087	84.51	0.73
RODILLO PATA CABRA VIB.AUTOP. 84HP 8-10T	hm	1.0000	0.0087	98.50	0.86
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0087	249.00	2.17
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0087	148.90	1.29
					5.05

02.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE						
m3/DIA	1,300.0	EQ.	1,300.0	Costo unitario directo por : m3		1.99
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0006	24.10	0.01
OFICIAL		hh	0.2000	0.0012	17.55	0.02
PEON		hh	1.0000	0.0062	15.83	0.10
						0.13
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.13	0.00
CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.		hm	1.0000	0.0062	200.55	1.23
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	0.5000	0.0031	202.15	0.62
						1.86

03 PAVIMENTOS						
03.01 PERFILADO Y COMPACTACION DE SUB RAZANTE (2820 M2/DIA)						
m2/DIA	2,820.0	EQ.	2,820.0	Costo unitario directo por : m2		1.20
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0028	24.10	0.07
PEON		hh	4.0000	0.0113	15.83	0.18
						0.25
Materiales						
AGUA		m3		0.0300	8.89	0.27
						0.27
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.25	0.01
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	0.5000	0.0014	84.51	0.12
RODILLO PATA CABRA VIB.AUTOP. 84HP 8-10T		hm	0.5000	0.0014	98.50	0.14
MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0028	148.90	0.42
						0.69
03.02 EXTENDIDO Y COMPACTADO DE MATERIAL						
m3/DIA	600.0	EQ.	600.0	Costo unitario directo por : m3		21.33

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0133	24.10	0.32
OFICIAL	hh	1.0000	0.0133	17.55	0.23
PEON	hh	2.0000	0.0267	15.83	0.42
					0.98
Materiales					
AGUA PARA PAVIMENTO	m3		0.1500	8.89	1.33
MATERIAL GRANULAR PARA SUB BASE	m3		1.2500	12.70	15.88
					17.21
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.98	0.03
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0133	84.51	1.13
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0133	148.90	1.99
					3.14

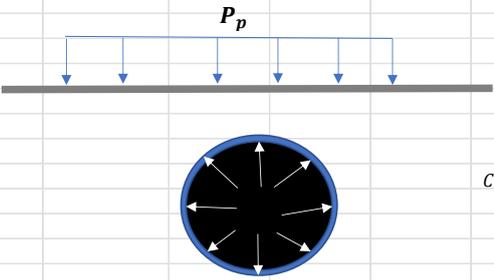
04 SEÑALIZACIÓN

04.01 SEÑALES PREVENTIVAS					
und/DIA	30.0	EQ. 30.0	Costo unitario directo por : und		88.77
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra					
OPERARIO	hh	0.1000	0.0267	21.91	0.58
OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	17.55	4.68
PEÓN	hh	3.0000	0.8000	15.83	12.66
					17.93
Materiales					
PERNOS 5/8 x 6"	und		4.0000	1.69	6.76
PERNO AUTOROSCANTE 3/8" x 1 1/2"	und		4.0000	0.42	1.68
TUBERÍA FONO 2" x 3m	m3		1.0000	5.93	5.93
SOLDADURA	kg		0.2000	10.17	2.03
PLATINA DE FIERRO/ML 1 1/4" x 316"	m3		0.2500	31.36	7.84
PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	glb		0.1000	35.00	3.50
PINTURA ANTICORROSIVA	glb		0.1500	23.73	3.56
TINTA SERIGRAFICA	glb		0.0100	67.80	0.68
PINTURA EPOXICA	glb		0.1000	67.80	6.78
PLANCHA DE FIERRO 1/4"	m2		0.0400	264.24	10.57
PLANCHA DE FIERRO 1/16"	m2		0.2000	91.53	18.31
					67.64
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.93	0.54
EQUIPO DE SOLDADURA	HM	1	0.2667	10.00	2.67
					3.20
04.02 SEÑALES INFORMATIVAS					

ANEXO N° 8: Memoria de cálculo estructural

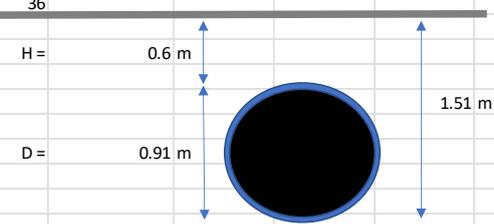
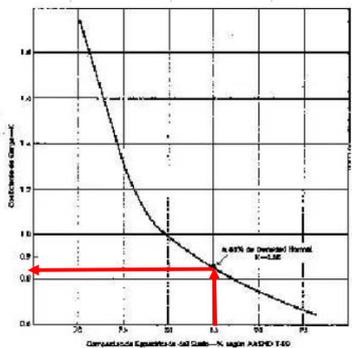
Tabla N° 8.1. Diseño estructural de alcantarilla de 24"

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS TMC 24"			
GEOMETRÍA		<p>Yr = 1900 kg/m3 <i>Peso específico del relleno</i></p> <p>H = 0.6 m <i>Altura de relleno</i></p> <p>fb = 2320 kg/cm2 <i>Esfuerzo de compresión final</i></p> <p>D = 0.61 m <i>Diámetro</i></p> <p>Dc = 85 % <i>Densidad de compactación</i></p> <p>E = 2100000 kg/cm2 <i>Módulo de elasticidad</i></p> <p>hmin = 0.3 m <i>Altura mínima de relleno</i></p>	
VERIFICACIÓN DEL ESPESOR DE TUBERÍA			
<u>Presión</u>			
$P_p = K(CM + CV)$		Pp; Presión para el diseño K; Factor de carga CM; Carga muerta CV; Carga viva	
CM= H(Yr) = 1140 kg/m2			
CV= Sobre carga vehicular H – 20			
Carga carretera camión H-20			
Altura de cobertura (m)		Carga kg/m2	
0.3		8789	
0.6		4395	
0.9		2929	
1.2		1953	
1.5		1221	
1.8		976	
2.1		854	
2.4		488	
Fuente: Manual de productos de acero para drenaje y construcción vial ARMCO			
CV= 4395 kg/m2			
Para una sobrecarga de H-20 + 25%:			
CV= 5493.75 kg/m2			
K= Factor de carga			
Coeficiente de carga (K) para tuberías de acero para cobertura compactada según AASHTO			
Para una densidad de compactación de		85 % el valor de K es:	
k =		0.86	

La presión para el diseño es:									
		$P_p = K(CM + CV) =$		5705.025 kg/m ²					
Compresión anular o fuerza de compresión en el anillo									
									
				$C = \frac{P_p * D}{2} =$		1738.89 kg/m ²			
Esfuerzo admisible en la pared									
		$f_c = \frac{f_b}{2} =$		1160 kg/m ²					
Área de corte transversal de la pared o espesor de pared									
		$A = \frac{C}{f_c} =$		1.50 cm ² /m					
Rigidez para manipuleo									
		$CF = \frac{D^2}{E * t}$		I; Momento de inercia de la pared en cm ⁴ /cm					
CF (cm/kg)									
0.112 Tuberías armadas en obra con costuras empernadas, en todos los diámetros en exceso de 305 cm nominales (120 pulg)									
0.242 Para tuberías armadas en planta, con costuras remachadas, soldadas en diámetros de 305 cm (120 pulg) o menos									
CF máx =		0.242 cm/kg							
Momento de inercia de las chapas y planchas de acero corrugado para conductos subterráneos									
Corrugación: Paso y profundidad		Espesor especificado en mm							
		0.864	1.016	1.321	1.626	2.007	2.769	3.505	4.267
		Momento de inercia I, en cm ⁴ /m de ancho							
38.1 x 6.4 mm		0.3414	0.4097	0.5599	0.7238	0.9286	1.4068	1.9801	2.6766
50.8 x 12.7 mm		1.6114	1.8709	2.5127	3.1818	4.0285	5.8038	7.7292	9.8186
67.7 x 12.7 mm		1.5295	1.8435	2.4581	3.0999	3.9192	5.6126	7.4288	9.3816
76.2 x 25.4 mm		7.0191	8.4393	11.2934	14.1885	17.8346	25.3317	33.0609	41.1042
152.4 x 50.8 mm							99.0052	128.0922	157.5889
Asumiendo espesor:		1.626 mm							
I =		3.0999 cm ⁴ /m							
I =		0.030999 cm ⁴ /cm							
CF =		0.057 cm/kg							
CF máx =		0.242 cm/kg							
VERIFICACIÓN:		OK							

Fuente: Elaboración propia

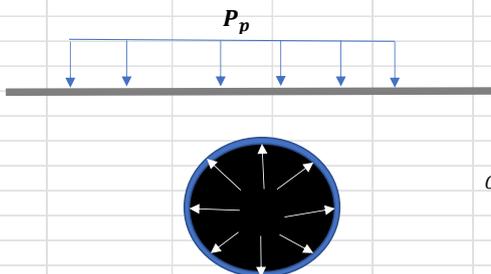
Tabla N° 8.2. Diseño estructural de alcantarilla de 36”

DISEÑO ESTRUCTURAL DE ALCANTARILLAS TMC 24"			
GEOMETRÍA	36		
H =	0.6 m	Yr =	1900 kg/m3 <i>Peso específico del relleno</i>
		H =	0.6 m <i>Altura de relleno</i>
		fb =	2320 kg/cm2 <i>Esfuerzo de compresión final</i>
		D =	0.91 m <i>Diámetro</i>
D =	0.91 m	Dc =	85 % <i>Densidad de compactación</i>
		E =	2100000 kg/cm2 <i>Módulo de elasticidad</i>
		hmin =	0.3 m <i>Altura mínima de relleno</i>
VERIFICACIÓN DEL ESPESOR DE TUBERÍA			
<u>Presión</u>			
$P_p = K(CM + CV)$		Pp; Presión para el diseño K; Factor de carga CM; Carga muerta CV; Carga viva	
CM= H(Yr) =	1140 kg/m2		
CV= Sobre carga vehicular H – 20			
Carga carretera camión H-20			
Altura de cobertura (m)	Carga kg/m2		
0.3	8789		
0.6	4395		
0.9	2929		
1.2	1953		
1.5	1221		
1.8	976		
2.1	854		
2.4	488		
Fuente: Manual de productos de acero para drenaje y construcción vial ARMCO			
CV=	4395 kg/m2		
Para una sobrecarga de H-20 + 25%:			
CV=	5493.75 kg/m2		
K= Factor de carga			
Coeficiente de carga (K) para tuberías de acero para cobertura compactada según AASHTO			
			
Para una densidad de compactación de	85 % el valor de K es:		
k =	0.86		

La presión para el diseño es:

$$P_p = K(CM + CV) = 5705.025 \text{ kg/m}^2$$

Compresión anular o fuerza de compresión en el anillo



$$C = \frac{P_p * D}{2} = 2608.34 \text{ kg/m}^2$$

Esfuerzo admisible en la pared

$$f_c = \frac{f_b}{2} = 1160 \text{ kg/m}^2$$

Área de corte transversal de la pared o espesor de pared

$$A = \frac{C}{f_c} = 2.25 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Rigidez para manipuleo

$$CF = \frac{D^2}{E * I} \quad I; \text{ Momento de inercia de la pared en cm}^4/\text{cm}$$

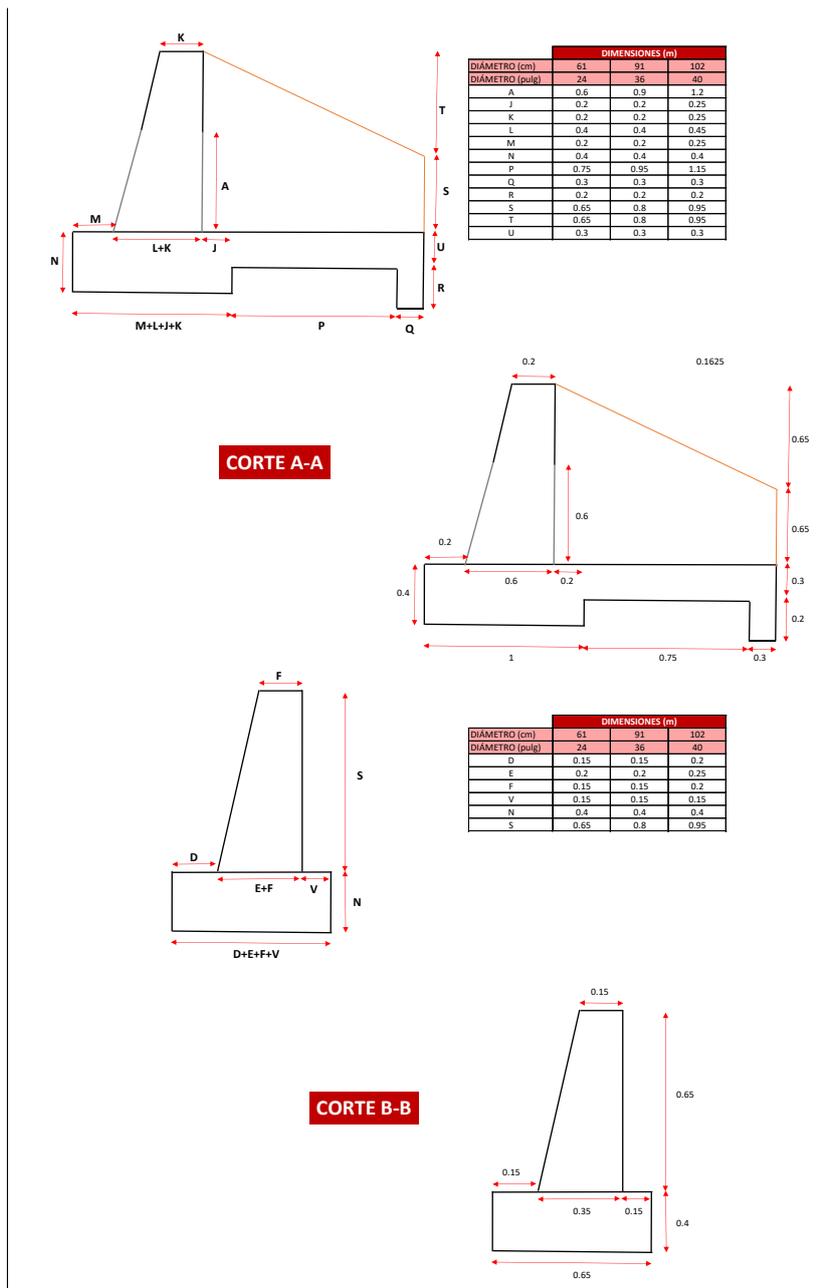
CF (cm/kg)

- 0.112 Tuberías armadas en obra con costuras empernadas, en todos los diámetros en exceso de 305 cm nominales (120 pulg)
- 0.242 Para tuberías armadas en planta, con costuras remachadas, soldadas en diámetros de 305 cm (120 pulg) o menos

CF máx = 0.242 cm/kg

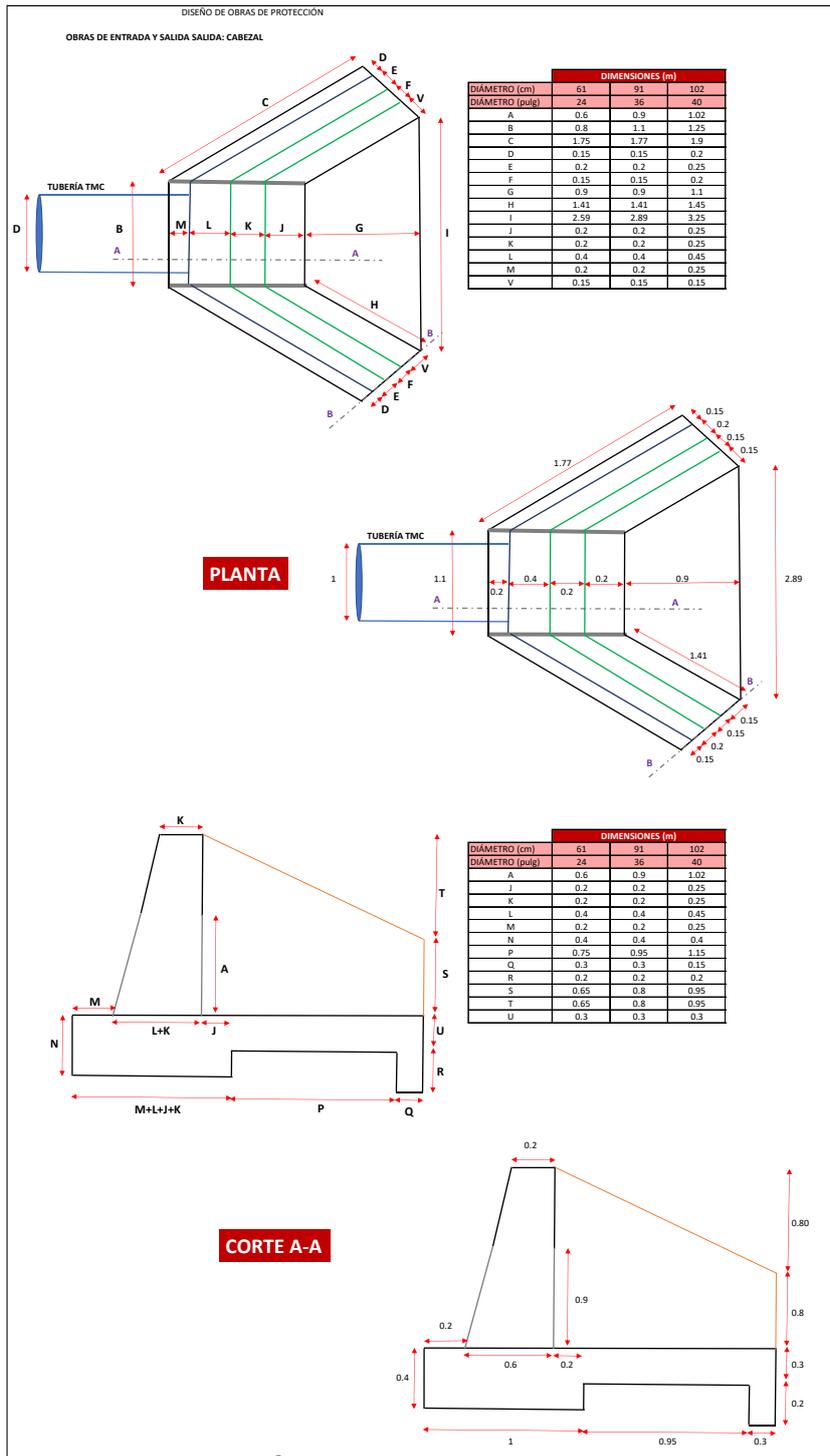
Momento de inercia de las chapas y planchas de acero corrugado para conductos subterráneos								
Corrugación: Paso y profundidad	Espesor especificado en mm							
	0.864	1.016	1.321	1.626	2.007	2.769	3.505	4.267
	Momento de inercia I, en cm ⁴ /m de ancho							
38.1 x 6.4 mm	0.3414	0.4097	0.5599	0.7238	0.9286	1.4068	1.9801	2.6766
50.8 x 12.7 mm	1.6114	1.8709	2.5127	3.1818	4.0285	5.8038	7.7292	9.8186
67.7 x 12.7 mm	1.5295	1.8435	2.4581	3.0999	3.9192	5.6126	7.4288	9.3816
76.2 x 25.4 mm	7.0191	8.4393	11.2934	14.1885	17.8346	25.3317	33.0609	41.1042
152.4 x 50.8 mm						99.0052	128.0922	157.5889
Asumiendo espesor:	2.007 mm							
I =	3.9192 cm ⁴ /m							
I =	0.039192 cm ⁴ /cm							
CF =	0.102 cm/kg							
CF máx =	0.242 cm/kg							
VERIFICACIÓN:	OK							

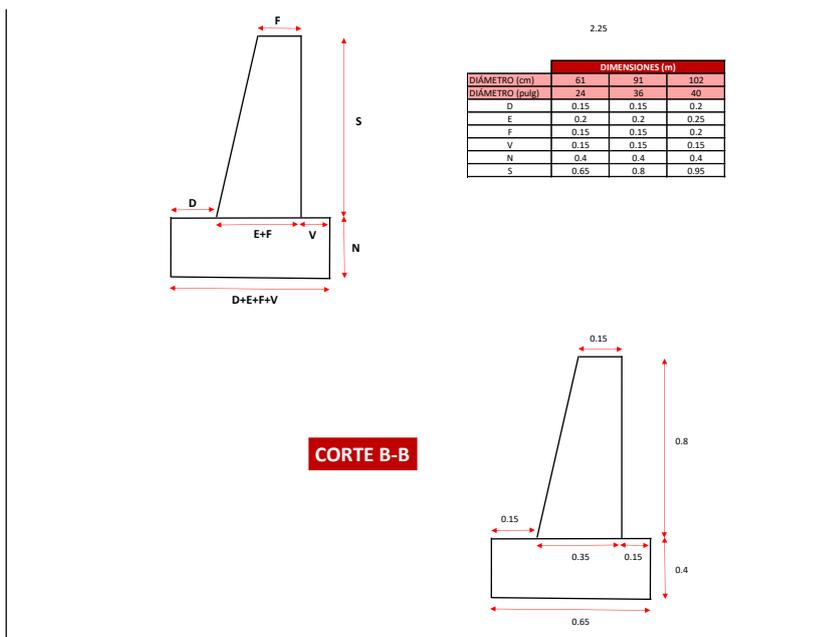
Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8.4. Diseño de obras de protección de alcantarilla de 36"





Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8.5. Diseño estructural de cabezales

DISEÑO DE CABEZAL ALCANTARILLA 24"

DATOS

Material de relleno= 1.7 m
 Peso unitario $\gamma_t = 1840 \text{ kg/m}^3$
 Capacidad última del terreno $q_n = 1.2 \text{ kg/cm}^2$
 Ángulo de fricción interna $\phi = 30$
 Peso específico del concreto = 2400 kg/m^3
 Fluencia del acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 Resist. a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = \text{Áng. de fricción interna} = 30.00^\circ = 0.52 \text{ rad}$
 $\delta = \text{Áng de fricción entre el suelo y el muro} = 24.00^\circ = 0.42 \text{ rad}$

$F_s = 3.00$
 $\beta = \text{Áng del mat del suelo con la horiz} = 26.00^\circ = 0.45 \text{ rad}$
 $\theta = \text{Áng de inclinac. del muro del lado del terreno} = 90.00^\circ = 1.57 \text{ rad}$

PREDIMENSIONAMIENTO

Ancho del cimientto $B = 1/2(H) = 0.85 \text{ m}$
 $2/3(H) = 1.13 \text{ m}$ → 0.99 m

Altura del cimientto $h = H/12 = 0.14 \text{ m}$ → 0.4 m

Longitud de punta $a = B/3 = 0.33 \text{ m}$ → 0.2 m

Grosor mayor de la pantalla $t_1 = H/12 = 0.14 \text{ m}$ → 0.6 m

Grosor menor de la pantalla $t_2 = H/24 = 0.07 \text{ m}$ → 0.2 m

Tabla 3.11.5.3-1 – Ángulo de fricción entre diferentes materiales (U.S. Department of the Navy 1982a)

Materiales en interfaz	Ángulo de fricción, δ (°)	Coefficiente de fricción, tan δ
Homogéneo masivo sobre los siguientes materiales de fundación:		
• Roca sana y limpia	35	0.70
• Clava simple, cavidad de arena y arena, arena gruesa	29 a 31	0.55 a 0.60
• Arena limpia, fina a media, arena limosa media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24 a 29	0.45 a 0.55
• Arena fina limpia, arena limosa o arcillosa fina a media	19 a 24	0.34 a 0.45
• Lodo fino arenoso, lodo no plástico	17 a 19	0.31 a 0.34
• Arcilla residual o preconsolidada muy rígida y dura	22 a 26	0.40 a 0.49
• Arcilla de rigidez media y rígida, arcilla limosa	17 a 19	0.31 a 0.34

Sobre estos materiales de fundación la asignación tiene los valores factores de fricción.

CAPACIDAD DE LA CARGA MAYORADA DEL TERRENO EN EL ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA (qR)

LS: Sobrecarga por carga viva en el terreno
 EV: Presión vertical por carga viva en el terreno
 EH: Presión horizontal por carga muerta del terreno
 DC: Carga muerta

Coefficiente de empuje activo

$$\Gamma = 1 + \frac{\left[\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\theta - \delta) \text{sen}(\theta + \beta)} \right]^2}{1} = 1.593$$

$$K_a = \frac{\text{sen}(\theta + \phi)^2}{\Gamma \text{sen}(\theta)^2 \text{sen}(\theta - \delta)} = 0.515$$

$\phi_b = 0.45$
 $qR = \phi_b \cdot q_n = 0.540 \text{ kg/cm}^2$
 $qR = \phi_b (F_s \cdot q_{adm}) = 1.620 \text{ kg/cm}^2$

$0.00 \text{ kg/m}^2 = K_a (H)(\gamma_{terreno})$
 $LSx = 0.00 \text{ kg/m} = K_a (H)(\gamma_{terreno})$
 $EH = 1370.20 \text{ kg/m}$
 $1612.00 \text{ kg/m}^2 = K_a (H)(\gamma_{terreno})$

DENSIDAD DE FLUIDO EQUIVALENTE

Aplicando el método del fluido equivalente para determinar la magnitud de la presión activa del terreno:

$\gamma_t = 560 \text{ kg/m}^3$

ALTURA EQUIVALENTE DE SUELO POR S/C

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. Por interpolación:

$H = 1.7 \text{ m} \rightarrow h' = x$

Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico
 Tabla 25.11.6.4-1

Altura del estribo (m)	h'_a (m)
1.5	1.2
3.0	0.9
≥ 6.0	0.6

FUENTE: Puentes, Ing. Arturo Rodríguez Serquen

$$\frac{1.5}{-0.3} = \frac{1.3}{0.9 - h'}$$

$h' = 0 \text{ m}$

METRADO DE CARGAS: CONSIDERANDO ANCHO UNITARIO

CARGAS VERTICALES

Carga muerta DC
 Muro de concreto armado:

DC1 = 624 kg
 DC2 = 624 kg
 DC3 = 960 kg

Carga del terreno EV:

EV1 = 478.4 kg
 EV2 = 478.4 kg
 EV3 = 220.8 kg

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSy = 0 kg

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES			
CARGA	TIPO	V(kg/m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	624	332.80
DC2		624	187.20
DC3		960	480.00
EV1	EV	478.4	430.56
EV2		478.4	255.15
EV3		220.8	22.08
LSy	LS	0	0.00
TOTAL		3385.6	1707.79

CARGAS HORIZONTALES

Presión lateral del terreno EH

EH = 1370.20 kg/m

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSx = 0.00 kg/m

RESUMEN DE CARGAS HORIZONTALES			
CARGA	TIPO	V(kg/m)	Mv(kg-m/m)
EH	EH	1370.20	776.45
LSx	LS	0.00	0.00
TOTAL		1370.20	776.45

CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

Vuelco alrededor del punto "A"

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$e_{max}(m)$	
0	3.39	1.71	0.776	0.28 m	0.22m	0.33	OK

Deslizamiento en base del estribo

$\mu = \text{tg}(\delta) = 0.45$

Estado límite Resistencia $\rightarrow \phi_T = 1.00$

Estado límite Evento Extre. $\rightarrow \phi_T = 1.00$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Resistente (Ton/m) $f_r = \mu(\phi_T)(V_u)$	Actuante (Ton/m) H_u	
0	3.39	1.51	1.370	OK

Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno

1) Estado límite de resistencia

$\phi_b = 0.55$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 1.98 \text{ kg/cm}^2$

2) Estado límite de evento extremo

$\phi_b = 1.00$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 3.60 \text{ kg/cm}^2$

3) Estado límite de servicio

$q_{adm} = 1.20 \text{ kg/cm}^2$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$q = \frac{V_u}{B - 2e}$	q_r	
0	3.39	1.71	0.78	0.28 m	0.22m	0.62	1.2 kg/cm2	OK

DISEÑO DEL ACERO

DISEÑO DE LA PANTALLA

Acero por flexión

Momento de diseño en la base de la pantalla:

$M_{u,diseño} = 2.903 \text{ Ton-m}$

$\phi_{varilla, asumida} = \frac{1/2}{1.27 \text{ cm}} = 1.27 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 1.27 cm²

rec = 5.00 cm

b = 100 cm

$B_1 = 0.85$

$\phi = 1$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

t = 60.00 cm

$z = rec + \frac{\phi_{varilla, cm}}{2} = 5.64 \text{ cm}$

$d = t_{min} - z = 54.37 \text{ cm}$

$a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 0.30 \text{ cm}$

$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$

DISEÑO DE LA ZAPATA

Acero parte superior de la zapata

Estado límite de Resistencia I

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos η

- $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
- $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
- $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$M_u = n(1.75(M_{LS}) + 1.25(M_{DC}) + 1.35(M_{EV})) = 1.463 \text{ Ton-m}$

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	db(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	624	0.10	62.40
DC2		624	0.47	291.20
DC3		960	0.30	288.00
EV1	EV	478.4	0.1	47.84
EV2		478.4	0.60	287.04
EV3		220.8	0.7	154.56
LSy	LS	0	0.1	0.00
TOTAL		3385.6		1131.04

0.0624
0.2912
0.288
0.04784
0.28704
0.15456
0

Estado límite de viento Extremo I

Para el estado límite de Evento Extremo I, calculamos η

- $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
- $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
- $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$M_u = n(0.50(M_{LS}) + 1.00(M_{DC}) + 1.00(M_{EV})) = 1.131 \text{ Ton-m}$

$M_{u, \text{diseño}} = 1.463 \text{ Ton-m}$

$\phi_{\text{varilla, asumida}} = \frac{1/2}{1.27} = 1.27 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 1.27 cm²
 $rec = 7.50 \text{ cm}$
 $b = 100 \text{ cm}$
 $\beta_1 = 0.85$
 $\phi = 1$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 40.00 \text{ cm}$

$a = d - \sqrt{d^2 - \phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}$

$z = rec + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 8.14 \text{ cm}$

$d = t_{\text{min}} - z = 31.87 \text{ cm}$

$a = \frac{As(f_y)}{\beta_1(f'c)(b)} = 0.26 \text{ cm}$

$As = \frac{M_{\text{amplificado}}}{(\phi_{\text{asumido}})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 1.10 \text{ cm}^2$

Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 1.15 \text{ m} \cong 0.30 \text{ m}$

Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m**

As de temperatura:

- $D_{\text{total}} = 1.00 \text{ m}$
- $h = t_{\text{min}} = 0.40 \text{ m}$

$As_{\text{temperatura}} = \frac{0.18(b)(h)}{2(b+h)} \text{ cm}^2$

$As_{\text{temperatura}} = 2.57 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verificamos que: $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As_{\text{temperatura}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$

$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 2.57 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$ **OK**

$\phi_{\text{varilla, asumida}} = \frac{1/2}{1.27} = 1.27 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 1.27 cm²

Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{As} = 0.50 \text{ m}$

Separaciones máximas (s): $s_{\text{máx1}} = 3(t_{\text{min}}) = 1.20 \text{ m}$
 $s_{\text{máx2}} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$

Elegimos: $s_{\text{min}} = \text{mín}(s, s_{\text{máx1}}, s_{\text{máx2}}) = 0.45 \text{ m}$

Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m**

DISPOSICIÓN DE ARMADURA EN MURO

Acero en la pantalla

- Acero por flexión-cara adyacente al terreno
- Acero por flexión-cara opuesta al terreno (As mín)
- Acero de temperatura

Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m**
 Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m**
 Usamos: **1Ø 3/8 @ 0.20 m** en cada cara

Acero superior de la zapata

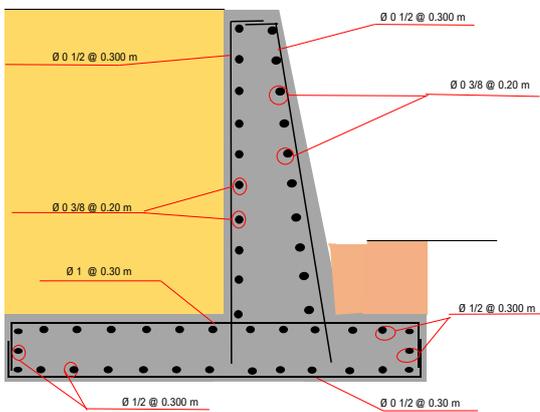
- Acero por flexión
- Acero de temperatura

Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m**
 Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m** en cada cara

Acero en fondo de zapata

- Acero por flexión

Usamos: **1Ø 1/2 @ 0.30 m**



DISEÑO DE CABEZAL ALCANTARILLA 36"

DATOS

Material de relleno=	2 m	
Peso unitario γ_t =	1840 kg/m ³	
Capacidad última del terreno q_n =	1.2 kg/cm ²	
Ángulo de fricción interna ϕ =	30	
Peso específico del concreto =	2400 kg/m ³	
Fluencia del acero f_y =	4200 kg/cm ²	
Resist. a compresión del concreto f'_c =	210 kg/cm ²	

ϕ = Áng. de fricción interna =	30.00°	=	0.52 rad
δ = Áng de fricción entre el suelo y el muro =	24.00°	=	0.42 rad
F_s =	3.00		
β = Áng del mat del suelo con la horiz =	26.00°	=	0.45 rad
θ = Áng de inclinac. del muro del tado del terreno =	90.00°	=	1.57 rad

PREDIMENSIONAMIENTO

Ancho del cimientto B=	1/2(H) = 1 m	2/3(H) = 1.33 m	1.17 m
Altura del cimientto h =	H/12 = 0.17 m		0.4 m
Longitud de punta a =	B/3 = 0.33 m		0.2 m
Grosor mayor de la pantalla t1 =	H/12 = 0.17 m		0.3 m
Grosor menor de la pantalla t2 =	H/24 = 0.08 m		0.2 m

Tabla 3.11.5.3-1 – Ángulo de fricción entre diferentes materiales (U.S. Department of the Navy 1982a)

Materiales en interfase	Ángulo de fricción, ϕ (°)	Coefficiente de fricción, tan ϕ
Hormigón masivo sobre los siguientes materiales de fundación:		
• Roca sana y limpia	35	0.70
• Grava limpia, coque de grava y arena, arena gruesa	29 a 31	0.55 a 0.60
• Arena limpia fina a media, arena limosa media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24 a 29	0.45 a 0.55
• Arena fina limpia, arena limosa o arcillosa fina a media	19 a 24	0.34 a 0.45
• Limo fino arenoso, limo no plástico	17 a 19	0.31 a 0.34
• Arcilla residual o preconsolidada muy rígida y dura	22 a 26	0.40 a 0.49
• Arcilla de rigidez media y rígida, arcilla limosa	17 a 19	0.31 a 0.34

Sobre estos materiales de fundación la correspondiente línea los mismos factores de fricción.

CAPACIDAD DE LA CARGA MAYORADA DEL TERRENO EN EL ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA (qR)

LS: Sobrecarga por carga viva en el terreno
 EV: Presión vertical por carga viva en el terreno
 EH: Presión horizontal por carga muerta del terreno
 DC: Carga muerta

Coefficiente de empuje activo

$$\Gamma = \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\theta - \delta) \sin(\theta + \beta)} \right] = 1.593$$

$$K_a = \frac{\sin(\theta + \phi)^2}{\Gamma(\sin(\theta)^2 \sin(\theta - \delta))} = 0.515$$

$\phi_b = 0.45$	
$q_R = \phi_b \cdot q_n =$	0.540 kg/cm ²
$q_R = \phi_b (F.S. q_{adm}) =$	1.620 kg/cm ²

DENSIDAD DE FLUIDO EQUIVALENTE

Aplicando el método del fluido equivalente para determinar la magnitud de la presión activa del terreno:

$\gamma_t = 560 \text{ kg/m}^3$

ALTURA EQUIVALENTE DE SUELO POR S/C

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. Por interpolación:

$H = 2 \text{ m} \rightarrow h' = x$

Tabla 3.11.6.4-1

Altura del estribo (m)	h_{eq} (m)
1.5	1.2
3.0	0.9
≥ 6.0	0.6

FUENTE: Puentes, Ing. Arturo Rodríguez Serquen

$$\frac{1.5}{-0.3} = \frac{1}{0.9 - h'}$$

$h' = 0 \text{ m}$

METRADO DE CARGAS: CONSIDERANDO ANCHO UNITARIO

CARGAS VERTICALES

Carga muerta DC
 Muro de concreto armado:

DC1 =	768 kg
DC2 =	768 kg
DC3 =	960 kg

Carga del terreno EV:

EV1 = 588.8 kg
 EV2 = 588.8 kg
 EV3 = 220.8 kg

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSy = 0 kg

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dA(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	768	0.53	409.60
DC2		768	0.30	230.40
DC3		960	0.50	480.00
EV1	EV	588.8	0.9	529.92
EV2		588.8	0.53	314.03
EV3		220.8	0.1	22.08
LSy	LS	0	0.9	0.00
TOTAL		3894.4		1986.03

CARGAS HORIZONTALES

Presión lateral del terreno EH

EH = 1896.47 kg/m

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSx = 0.00 kg/m

RESUMEN DE CARGAS HORIZONTALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dA(m)	Mv(kg-m/m)
EH	EH	1896.47	0.67	1264.31
LSx	LS	0.00	1.00	0.00
TOTAL		1896.47		1264.31

CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

Vuelco alrededor del punto "A"

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$e_{max}(m)$	
0	3.89	1.99	1.264	0.19 m	0.31m	0.33	OK

Deslizamiento en base del estribo

$\mu = \text{tg}(\delta) = 0.45$

Estado límite Resistencia $\rightarrow \phi_T = 1.00$

Estado límite Evento Extre. $\rightarrow \phi_T = 1.00$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Resistente (Ton/m) $f_r = \mu(\phi_T)(V_u)$	Actuante (Ton/m) H_u	
0	3.89	1.83	1.826	OK

Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno

1) Estado límite de resistencia

$\phi_b = 0.55$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 1.98 \text{ kg/cm}^2$

2) Estado límite de evento extremo

$\phi_b = 1.00$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 3.60 \text{ kg/cm}^2$

3) Estado límite de servicio

$q_{adm} = 1.20 \text{ kg/cm}^2$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$q = \frac{V_u}{B - 2e}$	q_r	
0	3.89	1.99	1.26	0.19 m	0.31m	1.05	1.2 kg/cm2	OK

DISEÑO DEL ACERO

DISEÑO DE LA PANTALLA

Acero por flexión.

Momento de diseño en la base de la pantalla:

$M_{diseño} = 3.376 \text{ Ton-m}$

$\phi_{varilla \text{ asumida}} = \frac{1/2}{1.27} = 1.27 \text{ cm}$

Área de varilla asumida = 1.27 cm²

rec = 5.00 cm

b = 100 cm

$B_1 = 0.85$

$\phi = 1$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

t = 60.00 cm

$z = rec + \frac{\phi_{varilla \text{ cm}}}{2} = 5.64 \text{ cm}$

$d = t_{min} - z = 54.37 \text{ cm}$

$a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 0.35 \text{ cm}$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$$

$$A_s = \frac{Mu_{\text{amplificado}}}{(\phi, \text{asumido})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 1.48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{A_s} = 0.85 \text{ m} \cong 0.30 \text{ m}$$

Usamos : $1\phi \quad 1/2 \quad @ \quad 0.30 \text{ m}$

As máximo: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.

Acero por flexión en la cara opuesta al terreno

$$\begin{aligned} \phi_{\text{varilla, asumida}} &= \boxed{1/2} = 1.27 \text{ cm} \\ \text{Área de varilla asumida} &= 1.27 \text{ cm}^2 \\ \text{rec} &= 5.00 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \\ B_1 &= 0.85 \\ \phi &= 1 \\ f'c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ t &= 60.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$z = \text{rec} + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 5.64 \text{ cm}$$

$$d = t_{\text{min}} - z = 54.37 \text{ cm}$$

$$a = \frac{A_s(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 0.35 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{Mu_{\text{amplificado}}}{(\phi, \text{asumido})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 1.48 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{A_s} = 0.85 \text{ m} \cong 0.30 \text{ m}$$

Usamos : $1\phi \quad 1/2 \quad @ \quad 0.30 \text{ m}$

As de temperatura :

$$\begin{aligned} \text{Datos:} \\ b &= 0.60 \text{ m} \\ h = t_{\text{min}} &= 1.60 \text{ m} \end{aligned}$$

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = \frac{0.18(b)(h)}{2(b+h)} \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_{s_{\text{temperatura}}} = 3.93 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Verificamos que : } \boxed{2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s_{\text{temperatura}}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 3.93 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \phi_{\text{varilla, asumida}} &= \boxed{3/8} = 0.95 \text{ cm} \\ \text{Área de varilla asumida} &= 0.71 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{A_s} = 0.20 \text{ m}$$

$$\text{Separaciones máximas (s): } \begin{cases} s_{\text{máx}_1} = 3(t_{\text{min}}) = 4.80 \text{ m} \\ s_{\text{máx}_2} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{Elegimos : } S_{\text{min}} = \min(s, s_{\text{máx}_1}, s_{\text{máx}_2}) = 0.20 \text{ m}$$

Usamos : $1\phi \quad 3/8 \quad @ \quad 0.20 \text{ m}$

DISEÑO DE LA ZAPATA**Acero parte superior de la zapata****Estado límite de Resistencia I**Para el estado límite de Resistencia I, calculamos : η

$$\begin{aligned}\eta_D &= \text{Factor relacionado con la ductilidad} = 1.00 \\ \eta_R &= \text{Factor relacionado con la redundancia} = 1.00 \\ \eta_I &= \text{Factor relacionado con la importancia operativa} = 1.00\end{aligned}$$

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$$

$$M_{II} = n(1.75(M_{LS}) + 1.25(M_{DC}) + 1.35(M_{EV})) = 1.669 \text{ Ton-m}$$

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	db(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	768	0.10	76.80
DC2		768	0.47	358.40
DC3		960	0.30	288.00
EV1	EV	588.8	0.1	58.88
EV2		588.8	0.60	353.28
EV3		220.8	0.7	154.56
LSy	LS	0	0.1	0.00
TOTAL		3894.4		1289.92

0.0768
0.3584
0.288
0.05888
0.35328
0.15456
0

Estado límite de viento Extremo IPara el estado límite de Evento Extremo I, calculamos : η

$$\begin{aligned}\eta_D &= \text{Factor relacionado con la ductilidad} = 1.00 \\ \eta_R &= \text{Factor relacionado con la redundancia} = 1.00 \\ \eta_I &= \text{Factor relacionado con la importancia operativa} = 1.00\end{aligned}$$

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$$

$$M_{II} = n(0.50(M_{LS}) + 1.00(M_{DC}) + 1.00(M_{EV})) = 1.290 \text{ Ton-m}$$

$$M_{II, \text{diseño}} = 1.669 \text{ Ton-m}$$

$$\begin{aligned}\phi_{\text{varilla, asumida cm}} &= \frac{1}{2} = 1.27 \text{ cm} \\ \text{Área de varilla asumida} &= 1.27 \text{ cm}^2 \\ \text{rec} &= 7.50 \text{ cm} \\ b &= 100 \text{ cm} \\ B_1 &= 0.85 \\ \phi &= 1 \\ f'c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ t &= 40.00 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$z = \text{rec} + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 8.14 \text{ cm}$$

$$d = t_{\text{min}} - z = 31.87 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 0.29 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu_{\text{amplificado}}}{(\phi_{\text{asumido}})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 1.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 1.01 \text{ m} \cong 0.30 \text{ m}$$

Usamos : $1\phi \quad 1/2 \quad @ \quad 0.30 \text{ m}$ **As de temperatura :**

$$\begin{aligned}\text{Datos :} \\ b &= 1.00 \text{ m} \\ h = t_{\text{min}} &= 0.40 \text{ m}\end{aligned}$$

$$As_{\text{temperatura}} = \frac{0.18(b)(h)}{2(b+h)} \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$As_{\text{temperatura}} = 2.57 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\text{Verificamos que : } 2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As_{\text{temperatura}} \leq 22.70 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 2.57 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 22.70 \text{ cm}^2/\text{m} \quad \text{OK}$$

$$\begin{aligned}\phi_{\text{varilla, asumida cm}} &= \frac{1}{2} = 1.27 \text{ cm} \\ \text{Área de varilla asumida} &= 1.27 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{As} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Separaciones máximas (s) : } \begin{cases} s_{\text{máx1}} = 3(t_{\text{min}}) = 1.20 \text{ m} \\ s_{\text{máx2}} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m} \end{cases}$$

$$\text{Elegimos : } s_{\text{min}} = \min(s, s_{\text{máx1}}, s_{\text{máx2}}) = 0.45 \text{ m}$$

Usamos : $1\phi \quad 1/2 \quad @ \quad 0.30 \text{ m}$

DISPOSICIÓN DE ARMADURA EN MURO

Acero en la pantalla

Acero por flexión-cara adyacente al terreno
 Acero por flexión-cara opuesta al terreno (As mín)
 Acero de temperatura

Usamos :	1Ø	1/2	@	0.30 m	
Usamos :	1Ø	1/2	@	0.30 m	
Usamos :	1Ø	3/8	@	0.20 m	en cada cara

Acero superior de la zapata

Acero por flexión
 Acero de temperatura

Usamos :	1Ø	1/2	@	0.30 m	
Usamos :	1Ø	1/2	@	0.30 m	en cada cara

Acero en fondo de zapata

Acero por flexión

Usamos :	1Ø	1/2	@	0.30 m	
----------	----	-----	---	--------	--

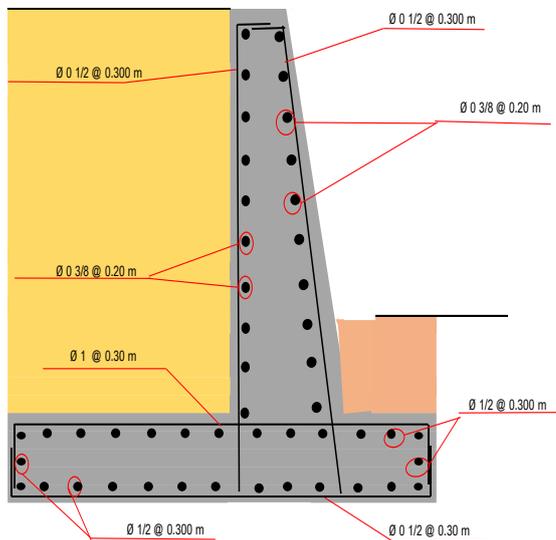


Tabla N° 8.5. Diseño estructural de badenes

DISEÑO ESTRUCTURAL DE BADEN

DATOS:

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Resistencia a compresión del concreto

$E = 217370.65 \text{ kg/cm}^2$ Módulo de elasticidad del concreto

$\mu = 0.15$ Coeficiente de poisson

$\gamma_c = 2400 \text{ kg/cm}^3$ Peso específico del concreto

$T_t = 42$ Tensión de trabajo $0.2f_c$

$C_d = C_2$ Camión de diseño

$C_i = 1.2$ Coeficiente de impacto

$C_t = 9.00E-06$ Coeficiente de dilatación térmica

$P_{diseño} = 13.2 \text{ Tn}$

$P = 6.6 \text{ Tn}$

TABLA DE PESOS	
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos
C2	

CONFIG.	LONG Máx.	Peso Máximo (T)				
		Eje. Delant.	1°	2°	3°	4°
C2	12.3	7	11			

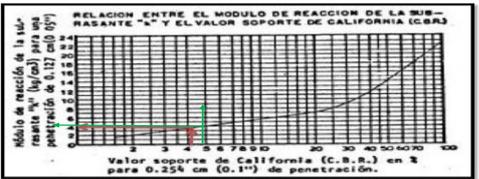
Radio (a) del área de contacto de cargas de rueda.



Fig. 10.3.1 RADIO (a) DEL AREA DE CONTACTO DE CARGAS DE RUEDA.

$a = 24$

Relación del Módulo de Reacción de la Subrasante "K" y el valor (CBR).



$CBR_{subrasante} = 4.9 \%$

$K = 4.3$

DIMENSIONES DE LOSA

Longitud = 16 m
Ancho = 5 m

RADIO DE RIGIDEZ

$$z = \sqrt[4]{\frac{E + h^3}{12(1 - \mu^2)K}}$$

h	z
20	76.63
21	79.48
22	82.30
23	85.10
24	87.86
25	90.59
26	93.29
27	95.97
28	98.62
29	101.25
30	103.86

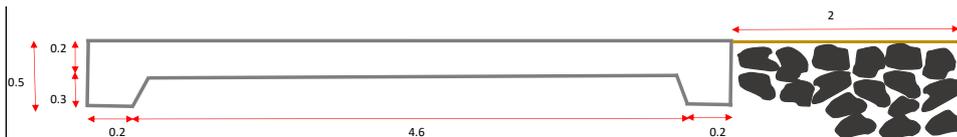
ESFUERZOS EN ESQUINA

Tensiones debida a cargas de esquina- Westergaard
Si consideramos la cubierta y el soporte de la subrasante, como en el trabajo original de Westergaard para losa cuadrada o rectangular la tension por traccion es:

$$\alpha \frac{3P}{h^2} \left(1 - \left(\frac{a + \sqrt{a^2 + z^2}}{z}\right)^2\right)$$

	ELEGIDO																												
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">z</th> <th style="width: 50%;">α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>76.63</td><td>19.132</td></tr> <tr><td>79.48</td><td>17.952</td></tr> <tr><td>82.30</td><td>16.865</td></tr> <tr><td>85.10</td><td>15.866</td></tr> <tr><td>87.86</td><td>14.947</td></tr> <tr><td>90.59</td><td>14.101</td></tr> <tr><td>93.29</td><td>13.322</td></tr> <tr><td>95.97</td><td>12.603</td></tr> <tr><td>98.62</td><td>11.938</td></tr> <tr><td>101.25</td><td>11.324</td></tr> <tr><td>103.86</td><td>10.754</td></tr> </tbody> </table>	z	α	76.63	19.132	79.48	17.952	82.30	16.865	85.10	15.866	87.86	14.947	90.59	14.101	93.29	13.322	95.97	12.603	98.62	11.938	101.25	11.324	103.86	10.754	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">h = 20 cm</td> <td style="width: 50%;">h = 20 cm</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">hb = 1.6*h cm</td> <td style="width: 50%;">hb = 50 cm</td> </tr> </table>	h = 20 cm	h = 20 cm	hb = 1.6*h cm	hb = 50 cm
z	α																												
76.63	19.132																												
79.48	17.952																												
82.30	16.865																												
85.10	15.866																												
87.86	14.947																												
90.59	14.101																												
93.29	13.322																												
95.97	12.603																												
98.62	11.938																												
101.25	11.324																												
103.86	10.754																												
h = 20 cm	h = 20 cm																												
hb = 1.6*h cm	hb = 50 cm																												

→ 32 cm



VERIFICACIÓN DE LA ESTABILIDAD DEL BADEN

METRADO DE CARGAS

Peso muerto

Peso de la losa de concreto por un ancho unitario

$$DClosa = 2400 \text{ kg}$$

Peso de los dentellones

$$DCdentellones = 288 \text{ kg}$$

$$\text{Total} = 2688 \text{ kg}$$

Peso del agua

Av =	5 m	Ancho de vía	
y =	y m	Tirante de agua	
b =	1 m	Ancho unitario	
Yagua =	1000 kg/m ³	Peso específico del agua	

$$W_{agua} = Av * y * b * Yagua = 5000 \text{ y}$$

Carga de vehículos

Vehículo de diseño C2

Las dos últimas cargas (Agua y Transito) no la consideraremos, para así tener a la estructura en su estado mas desfavorable, cuando actue la subpresión del terreno, teniendo como unica fuerza de oposición al peso de la estructura.

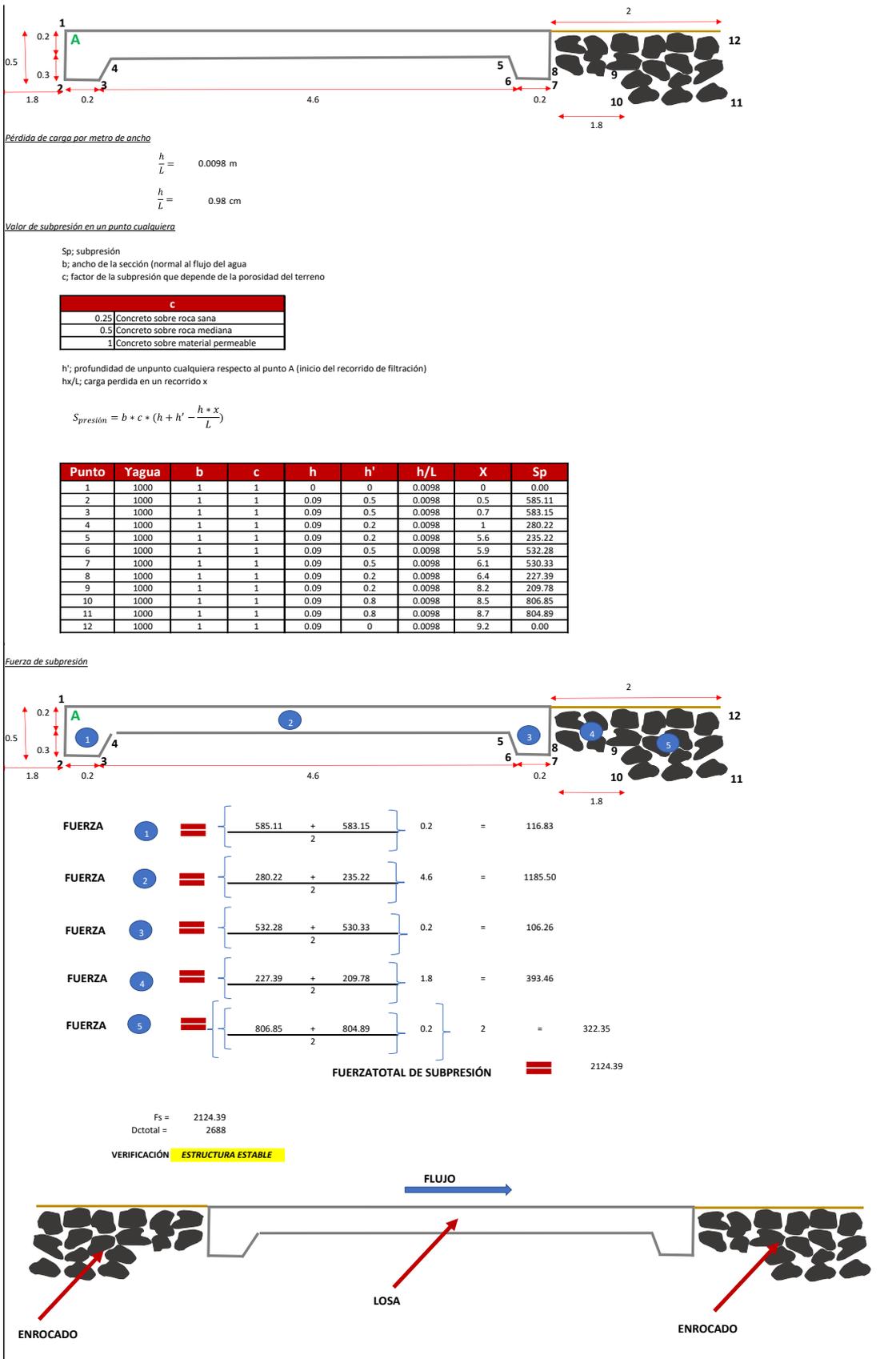
Carga por el agua de filtración (subpresión)

Pendiente transversal del baden =	2 %
Ancho =	5 m

Perdida de carga = Desnivel de la superficie aguas arriba y aguas abajo

100	→	2
4.5	→	h
	h =	0.09 m
	h =	9 cm

Recorrido de filtración es la distancia del punto 1 al 12 = 9.2



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8.6. Diseño estructural de muros de contención

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

DATOS

Tipo de suelo = Arcilla arcillosa de mediana plasticidad SC
 Material de relleno = 4.5 m
 Peso unitario $\gamma_t = 1840 \text{ kg/m}^3$
 Capacidad última del terreno $q_n = 1.2 \text{ kg/cm}^2$
 Ángulo de fricción interna $\phi = 25.5^\circ$
 Peso específico del concreto = 2400 kg/m^3
 Fluencia del acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 Resist. a compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = \text{Áng. de fricción interna} = 25.50^\circ = 0.45 \text{ rad}$
 $\delta = \text{Áng de fricción entre el suelo y el muro} = 0.00^\circ = 0 \text{ rad}$
 $F_s = 3.00$
 $\beta = \text{Áng del mat del suelo con la horiz} = 0.00^\circ = 0.00 \text{ rad}$
 $\theta = \text{Áng de inclinac. del muro del lado del terreno} = 90.00^\circ = 1.57 \text{ rad}$

PREDIMENSIONAMIENTO

Ancho del cimiento B = $1/2(H) = 2.25 \text{ m}$ → $2/3(H) = 3.00 \text{ m}$ → **2.63 m** → **3.1 m**

Altura del cimiento h = $H/12 = 0.38 \text{ m}$ → **0.4 m**

Longitud de punta a = $B/3 = 1.03 \text{ m}$ → **1 m**

Grosor mayor de la pantalla t1 = $H/12 = 0.38 \text{ m}$ → **0.4 m**

Grosor menor de la pantalla t2 = $H/24 = 0.19 \text{ m}$ → **0.3 m**

Tabla 3.11.5.3-1 - Ángulo de fricción entre diferentes materiales (U.S. Department of the Navy 1982a)

Materiales en interfase	Ángulo de fricción, ϕ (°)	Coefficiente de fricción, tan ϕ
Homogéneo masivo sobre los siguientes materiales de fundación:		
• Roca sana y limpia	35	0.70
• Grava limpia, mezclas de grava y arena, arena gruesa	29 a 31	0.55 a 0.60
• Arena limpia fina a media, arena limosa media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24 a 29	0.45 a 0.55
• Arena fina limpia, arena limosa o arcillosa fina a media	19 a 24	0.34 a 0.45
• Limo fino arenoso, limo no plástico	17 a 19	0.31 a 0.34
• Arcilla residual o preconsolidada muy rígida y dura	22 a 26	0.40 a 0.49
• Arcilla de rigidez media y rígida; arcilla limosa	17 a 19	0.31 a 0.34

Sobre estos materiales de fundación la computadora dará los mismos factores de fricción.

CAPACIDAD DE LA CARGA MAYORADA DEL TERRENO EN EL ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA (qR)

LS: Sobrecarga por carga viva en el terreno
 EV: Presión vertical por carga viva en el terreno
 EH: Presión horizontal por carga muerta del terreno
 DC: Carga muerta

Coefficiente de empuje activo

$$\Gamma = \left[1 + \frac{\text{sen}(\phi + \delta) \text{sen}(\theta - \beta)}{\text{sen}(\theta - \delta) \text{sen}(\theta + \beta)} \right]^2 = 2.556$$

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) = 0.349$$

$\phi_b = 0.45$
 $qR = \phi_b \cdot q_n = 0.540 \text{ kg/cm}^2$
 $qR = \phi_b (F_s \cdot q_{adm}) = 1.620 \text{ kg/cm}^2$

$385.41 \text{ kg/m}^2 = k_a (H) (\gamma_{\text{terreno}})$
 $LS_x = 1734.34 \text{ kg/m} = k_a (H) (\gamma_{\text{terreno}})$
 $EH = 6503.76 \text{ kg/m}$
 $2890.56 \text{ kg/m}^2 = k_a (H) (\gamma_{\text{terreno}})$

DENSIDAD DE FLUIDO EQUIVALENTE

Aplicando el método del fluido equivalente para determinar la magnitud de la presión activa del terreno:

$\gamma_t = 560 \text{ kg/m}^3$

ALTURA EQUIVALENTE DE SUELO POR S/C

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. Por interpolación:

$H = 4.5 \text{ m} \rightarrow h' = x$

Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico

Altura del estribo (m)	h_{eq} (m)
1.5	1.2
3.0	0.19
≥ 6.0	0.0

FUENTE: Puentes, Ing. Arturo Rodríguez Serquen

$\frac{1.5}{-0.3} = \frac{-1.5}{0.9 - h'}$
 $h' = 0.6 \text{ m}$

METRADO DE CARGAS: CONSIDERANDO ANCHO UNITARIO

CARGAS VERTICALES

Carga muerta DC
 Muro de concreto armado:

DC1 = 2952 kg
 DC2 = 492 kg
 DC3 = 2976 kg

Carga del terreno EV:

EV1 = 12824.8 kg
 EV2 = 165.6 kg
 EV3 = 3312 kg

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSy = 1876.8 kg

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dA(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	2952	1.25	3690.00
DC2		492	1.07	524.80
DC3		2976	1.55	4612.80
EV1	EV	12824.8	2.25	28855.80
EV2		165.6	1.01	168.02
EV3		3312	0.5	1656.00
LSy	LS	1876.8	2.25	4222.80
TOTAL		24599.2		43730.22

CARGAS HORIZONTALES

Presión lateral del terreno EH

EH = 6500.84 kg/m

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSx = 1733.56 kg/m

RESUMEN DE CARGAS HORIZONTALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dA(m)	Mv(kg-m/m)
EH	EH	6500.84	1.50	9751.27
LSx	LS	1733.56	2.25	3900.51
TOTAL		8234.40		13651.77

ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGA

FACTORES DE CARGA UTILIZADOS

ESTADO LÍMITE	Y _{DC}	Y _{DW}	Y _{EV}	Y _{LL+LM}	Y _{LSy}	Y _{LSx}	Y _{EH}	Y _{EQ}	Y _{WS}	Y _{BR}
Resistencia Ia	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1.75	1.50	0.00	0.00	1.75
Resistencia Ib	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	1.75	1.50	0.00	0.00	1.75
Resistencia IIIa	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00
Resistencia IIIb	1.25	1.50	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00
Evento Extremo I	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.00	0.50
Servicio I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00

CARGAS VERTICALES (Vu):

TIPO	DC			EV			LS	Σ
	DC ₁	DC ₂	DC ₃	EV ₁	EV ₂	EV ₃	LS _y	Vu(ton/m)
V(kg/m)	2952.00	492 kg/m	2976 kg/m	12825 kg/m	166 kg/m	3312 kg/m	1877 kg/m	25 Ton/m
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia Ia	2656.8	442.8	2678.4	12824.8	165.6	3312	0	22.080
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	1.75	
Resistencia Ib	3690	615	3720	17313.48	223.56	4471.2	3284.4	33.318
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia IIIa	2656.8	442.8	2678.4	12824.8	165.6	3312	0	22.080
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	0.00	
Resistencia IIIb	3690	615	3720	17313.48	223.56	4471.2	0	30.033
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	
Evento Extrem	2952	492	2976	12824.8	165.6	3312	938.4	23.661
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	2952	492	2976	12824.8	165.6	3312	1876.8	24.599

CARGAS HORIZONTALES (H)

TIPO	EH	LS	Σ
	DC ₁	LS _x	Vu(ton/m)
V(kg/m)	6500.84	1734 kg/m	8 Ton/m
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ia	9751.26573	3033.72711	12.785
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ib	9751.26573	3033.72711	12.785
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIa	9751.26573	0	9.751
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIb	9751.26573	0	9.751
γ	1.00	0.50	
Evento Extremo I	6500.84382	866.779176	7.368
γ	1.00	1.00	
Servicio I	6500.84382	1733.55835	8.234

MOMENTOS POR CARGAS VERTICALES (Mvu):

TIPO	DC			EV			LS	Σ
	DC ₁	DC ₂	DC ₃	EV ₁	EV ₂	EV ₃	LS _y	Mv(ton-m/m)
V(kg/m)	3690.00	525 kg/m	4613 kg/m	28856 kg/m	168 kg/m	1656 kg/m	4223 kg/m	44 Ton/m
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia Ia	3321	472.32	4151.52	28855.8	168.023415	1656	0	38.625
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	1.75	
Resistencia Ib	4612.5	656	5766	38955.33	226.83161	2235.6	7389.9	59.842
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia IIIa	3321	472.32	4151.52	28855.8	168.023415	1656	0	38.625
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	0.00	
Resistencia IIIb	4612.5	656	5766	38955.33	226.83161	2235.6	0	52.452
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	
Evento Extrem	3690	524.8	4612.8	28855.8	168.023415	1656	2111.4	41.619
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	3690	524.8	4612.8	28855.8	168.023415	1656	4222.8	43.730

MOMENTOS POR CARGAS HORIZONTALES (Mhu)

TIPO	EH	LS	Σ
	DC ₁	LS _x	Mv(ton-m/m)
V(kg/m)	9751.27	3901 kg/m	14 Ton/m
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ia	14626.8986	6825.88601	21.453
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ib	14626.8986	6825.88601	21.453
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIa	14626.8986	0	14.627
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIb	14626.8986	0	14.627
γ	1.00	0.50	
Evento Extremo I	9751.26573	1950.25315	11.702
γ	1.00	1.00	
Servicio I	9751.26573	3900.50629	13.652

CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

Vuelco alrededor del punto "A"

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_0 = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_0$	$e_{max}(m)$	
Resistencia Ia	22.08	38.62	21.453	0.78 m	0.77m	1.03	OK
Resistencia Ib	33.32	59.84	21.453	1.15 m	0.40m	1.03	OK
Resistencia IIIa	22.08	38.62	14.627	1.09 m	0.46m	1.03	OK
Resistencia IIIb	30.03	52.45	14.627	1.26 m	0.29m	1.03	OK
Evento Extremo I	23.66	41.62	11.702	1.26 m	0.29m	1.03	OK

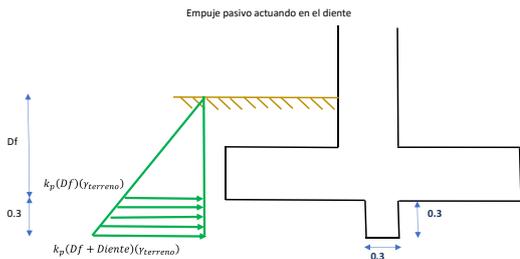
Deslizamiento en base del estribo

$\mu = \text{tg}(\delta) = 0.45$

Estado límite Resistencia $\rightarrow \phi_r = 1.00$

Estado límite Evento Extre. $\rightarrow \phi_r = 1.00$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Resistente (Ton/m)	Actuante (Ton/m)	
		$f_r = \mu(\phi_r)(V_u)$	H_u	
Resistencia Ia	22.08	9.83	12.785	USAR DIENTE
Resistencia Ib	33.32	14.83	12.785	OK
Resistencia IIIa	22.08	9.83	9.751	OK
Resistencia IIIb	30.03	13.37	9.751	OK
Evento Extremo I	23.66	10.53	7.368	OK



Dimensiones Diente de concreto: 0.30 x 0.30

Coef de empuje lateral pasivo $k_p = \frac{1 + \text{sen}(\theta)}{1 - \text{sen}(\theta)} = 2.512$

Calculo de la resistencia en $D_f = 2.20 \text{ m}$

$k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f) = 10168.26 \text{ kg/m}$

Cálculo de resistencia en $D_f + \text{Diente}_{\text{concreto}} = 2.50 \text{ m}$

$k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f + \text{Diente}_{\text{concreto}}) = 11554.8 \text{ kg/m}$

Presión pasiva: $R_{ep} = \frac{1}{2}(k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f) + k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f + \text{Diente}_{\text{concreto}}))(\text{Diente}_{\text{concreto}}) = 3258.46 \text{ kg}$

Estado limite Resistencia $\phi_{ep} = 0.5$

Estado limite Evento Extre. $\phi_{ep} = 1.0$

$R_R = F_f + \phi_{ep} = 13.793 > 7.368 \text{ OK}$

Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno

1) Estado limite de resistencia

$\phi_b = 0.55$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 1.98 \text{ kg/cm}^2$

2) Estado limite de evento extremo

$\phi_b = 1.00$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 3.60 \text{ kg/cm}^2$

3) Estado limite de servicio

$q_{adm} = 1.20 \text{ kg/cm}^2$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_p = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_p$	$q = \frac{V_u}{\beta - 2e}$	q_r	
Resistencia Ia	22.08	38.62	21.453	0.78 m	0.77m	1.42	2.0 kg/cm2	OK
Resistencia Ib	33.32	59.84	21.453	1.15 m	0.40m	1.45	2.0 kg/cm2	OK
Resistencia IIIa	22.08	38.62	14.627	1.09 m	0.46m	1.02	2.0 kg/cm2	OK
Resistencia IIIb	30.03	52.45	14.627	1.26 m	0.29m	1.19	2.0 kg/cm2	OK
Evento Extremo I	23.66	41.62	11.702	1.26 m	0.29m	0.94	3.6 kg/cm2	OK
Servicio I	24.599	43.730	13.652	1.22 m	0.33m	1.01	1.20 kg/cm2	OK

DISEÑO DEL ACERO

DISEÑO DE LA PANTALLA

Acero por flexión

Momento de diseño en la base de la pantalla:

Estado limite de Resistencia I

Para el estado limite de Resistencia I, calculamos η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$M_u = n(1.75(M_{LS}) + 1.50(M_{EH})) = 21.453 \text{ Ton-m}$

Estado limite de viento Extremo I

Para el estado limite de Evento Extremo I, calculamos η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$M_u = n(1(M_{EH}) + 0.50(M_{LS})) = 11.702 \text{ Ton-m}$

$M_{u,diseño} = 21.453 \text{ Ton-m}$

$\phi_{\text{varilla, asumida cm}} = \frac{3/4}{2.85} = 1.91 \text{ cm}$

Área de varilla asumida = $\frac{2.85 \text{ cm}^2}{\text{recn} = 5.00 \text{ cm}}$
 $b_w = 100 \text{ cm}$
 $\beta_1 = 0.85$
 $\phi = 1$
 $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 40.00 \text{ cm}$

$a = d - \sqrt{d^2 - \phi \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot b}$

$z = \text{rec} + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 5.95 \text{ cm}$

$d = t_{\text{min}} - z = 34.05 \text{ cm}$

$a = \frac{AS(f_y)}{b_1(f'_c)(b)} = 3.73 \text{ cm}$

$$As = \frac{M_{U\text{asumida}}}{(\phi, \text{asumido})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 15.87 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 0.18 \text{ m} \approx 0.15 \text{ m}$$

Usamos: 1Ø 3/4 @ 0.15 m

As máxima: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
As mínima: La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2 M_{cr} y 1.33 M_U.

Donde:
 Módulo de Ruptura del concreto = $f_r = 2.01 \sqrt{f'c} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de sección = $S = \frac{b(h^3)}{6} = 26667 \text{ cm}^3$
 a) $M_{cr} = 1.1 (f_r)(S) = 8.54 \text{ tn.m}$
 b) $1.33 M_U = 28.53 \text{ tn.m}$

$$\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{U}) = 8.54 \text{ tn.m}$$

Verificamos que: $\frac{W_{Resistencia}}{21.45 \text{ tn.m}} > \frac{\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{U\text{Resistencia}})}{8.54 \text{ tn.m}}$ **OK**

$$As_{\text{min}} = 0.52 \left(\frac{\sqrt{f'c}}{f_y} \right) (b)(d) = 6.11 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

Acero por flexión en la cara opuesta al terreno.

$\phi_{\text{varilla, asumida cm}} = \frac{1}{2} = 1.27 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 1.27 cm^2
 rec = 5.00 cm
 b = 100 cm
 $B_1 = 0.85$
 $\phi = 1$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 40.00 \text{ cm}$
 $z = \text{rec} + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 5.64 \text{ cm}$
 $d = t_{\text{min}} - z = 34.37 \text{ cm}$
 $a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 1.42 \text{ cm}$
 $As = \frac{M_{U\text{asumida}}}{(\phi, \text{asumido})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 6.11 \text{ cm}^2$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 0.21 \text{ m} \approx 0.20 \text{ m}$$

Usamos: 1Ø 1/2 @ 0.20 m

As de temperatura:

Datos:
 b = 0.40 m
 h = t_{min} = 4.10 m
 $As_{\text{temperatura}} = \frac{0.18(b)(h)}{2(b + h)} \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$
 $As_{\text{temperatura}} = 3.28 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verificamos que: $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As_{\text{temperatura}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 3.28 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$ **OK**

$\phi_{\text{varilla, asumida cm}} = \frac{5}{8} = 1.59 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 1.98 cm^2

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{As} = 0.60 \text{ m}$$

Separaciones máximas (s):
 $s_{\text{máx1}} = 3(t_{\text{min}}) = 12.30 \text{ m}$
 $s_{\text{máx2}} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$

Elegimos: $s_{\text{min}} = \text{min}(s, s_{\text{máx1}}, s_{\text{máx2}}) = 0.45 \text{ m}$

Usamos: 1Ø 5/8 @ 0.20 m

Revisión de fisuración por distribución de armadura

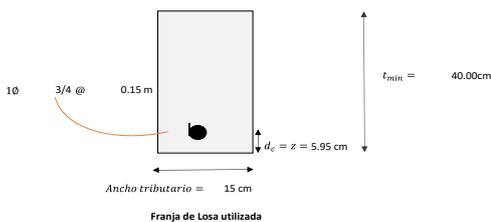
Para el acero positivo (dirección paralela al tráfico):
 Momento actuante: Usando la sección agrietada y una franja de 0.15 m de ancho, para el diseño por

Estado límite de Servicio I
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$$

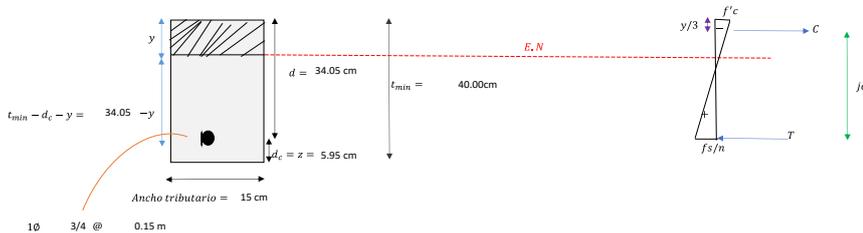
$$M_{U} = n(1.00(M_{LS}) + 1.00(M_{RW})) = 13.652 \text{ Ton-m}$$

Para un ancho tributario de 0.15 m: $M_{\text{serv}} = \frac{M_{U\text{Servicio I}}}{\text{Ancho Tributario}} = 2.05 \text{ tn.m}$



Ubicación del eje neutro:

$E_c = 2.04E+06$
 $E_s = 2.22E+05$
 $n = \frac{E_s}{E_c} = 10.0$
 $d_c = z = 5.95 \text{ cm}$
 $\text{Área de varilla} = 2.90 \text{ cm}^2$
 $\text{Área de acero transformada} = n(\text{Área de varilla}) = 29.00 \text{ cm}^2$



Momentos respecto al eje neutro:

$\text{Ancho Tributario}(y) \left(\frac{y}{2}\right) = (\text{Área de acero transformada})(d - y)$
 $15 \text{ cm}(y) \left(\frac{y}{2}\right) = (29.00 \text{ cm}^2)(34.05 \text{ cm} - y)$
 $y = 9.70 \text{ cm}$
 $y = -13.57 \text{ cm}$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

$jd = d - \frac{y}{3} = 34.05 \text{ cm} - \frac{9.70 \text{ cm}}{3} = 30.81 \text{ cm}$
 $\text{esfuerzo del acero: } f_{cs} \leq 0.6(f_y)$
 $\frac{M_s}{jd(A_s)} \leq 0.6(f_y)$
 $\frac{2.05E+05 \text{ kg.cm}}{(30.81 \text{ cm})(2.90 \text{ cm}^2)} \leq 0.6(4200.0 \text{ kg/cm}^2)$
 $2292 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2$ **OK**

Separación máxima de la armadura:

Donde:
 γ_e : Factor de exposición = 1
 f_{cs} : Esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio
 $B_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1 + \frac{5.95 \text{ cm}}{0.7(40.00 \text{ cm} - 5.95 \text{ cm})} = 1.25$
 $S_{m\acute{a}x} = \frac{125000(\gamma_e) - 2d_c}{B_s(f_{cs})} = \frac{125000(1.00) - 2(5.95)}{1.25(2427)} = 11.91 \text{ cm}$
 $S_{m\acute{a}x} = 29.30 \text{ cm}$
 Debe cumplirse que: $S_{m\acute{a}x} > \text{Separación}$
 $29.30 \text{ cm} > 15.00 \text{ cm}$ **OK**

Revisión por corte

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos η

$\eta_D = \text{Factor relacionado con la ductilidad} = 1.00$
 $\eta_R = \text{Factor relacionado con la redundancia} = 1.00$
 $\eta_I = \text{Factor relacionado con la importancia operativa} = 1.00$

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$
 $V_u = n(1.75(V_{LS}) + 1.50(V_{EH})) = 12.785 \text{ Tn}$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos η

$\eta_D = \text{Factor relacionado con la ductilidad} = 1.00$
 $\eta_R = \text{Factor relacionado con la redundancia} = 1.00$
 $\eta_I = \text{Factor relacionado con la importancia operativa} = 1.00$

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$
 $V_u = n(0.50(V_{LS}) + 1.00(V_{EH})) = 7.368 \text{ Tn}$

$V_{u\text{diseño}} = 12.78 \text{ tn.m}$

Cortante resistente ... $V_c = V_c(\emptyset)$

Siendo V_c , el menor valor de:

$$\left[\begin{array}{l} V_{n,1} = V_c + V_p = \\ V_{n,2} = 0.25(f'c)(b_w)(d_w) + V_p = 168.95 \text{ Ton} \end{array} \right]$$

● Cortante nominal resistente del concreto

Siendo:
 $\beta = 1.17$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $b_w = 100.00 \text{ cm}$
 $d_w = 32.18 \text{ cm}$
 $V_c = 0.265(\beta)(\sqrt{f'c})(b_w)(d_w)$
 $V_c = 14.46 \text{ Ton}$

no menor que el mayor valor de $\left\{ \begin{array}{l} 0.90(d_w) = 30.64 \text{ cm} \\ 0.72h = 28.80 \text{ cm} \end{array} \right.$

● Cortante nominal resistente del acero

Siendo:
 $\theta = 45.00^\circ$
 $\alpha_c = 90.00^\circ$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $d_w = 32.18 \text{ cm}$
 $\phi_{cs} = 5/8$
 Ramas = 1.6
 Separación asum = 20.00 cm
 $A_v = (Nro \text{ Ramas})(\phi_{estribo}) = 3.18 \text{ cm}^2$
 $V_s = \frac{A_v(f_y)(d_w)}{\text{separación}}$
 $V_s = 21.52 \text{ Ton}$
 $V_p = 0.00 \text{ Ton}$

$V_n = V_c + V_s + V_p = 35.98 \text{ Ton}$

Cortante resistente $V_r = V_r(\phi) = 32.38 \text{ Ton}$
 Verificamos que $V_r > V_{Máximo}$
 $32.38 \text{ Ton} > 12.78 \text{ Ton}$ **OK**

Refuerzo transversal mínimo
 $A_{v,min} \geq 0.27 \left(\frac{b_w}{f_y} \right) (s_e)_{separación}$
 $A_{v,min} = 3.00 \text{ cm}^2$ **OK**

DISEÑO DE LA ZAPATA
Acero parte superior de la zapata

Estado límite de Resistencia I
Para el estado límite de Resistencia I, calculamos : η
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00
 $n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$
 $M_u = n(1.75(M_{LS}) + 1.25(M_{DC}) + 1.35(M_{EV})) = 22.955 \text{ Ton-m}$

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dB(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	2952	0.15	442.80
DC2		492	0.37	180.40
DC3		2976	0.15	446.40
EV1	EV	12824.8	0.85	10901.08
EV2		165.6	0.39	63.82
EV3		3312	0.9	2980.80
LSy	LS	1876.8	0.85	1595.28
TOTAL		24599.2		16610.58

Estado límite de viento Extremo I
Para el estado límite de Evento Extremo I, calculamos : η
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00
 $n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$
 $M_u = n(0.50(M_{LS}) + 1.00(M_{DC}) + 1.00(M_{EV})) = 15.813 \text{ Ton-m}$

$M_{u,diseño} = 22.955 \text{ Ton-m}$
 $\phi_{varilla, asumida} \text{ cm} = \frac{1}{3} = 2.54 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 5.07 cm^2
 $rec = 7.50 \text{ cm}$
 $b = 100 \text{ cm}$
 $B_1 = 0.85$
 $\phi = 1$
 $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 40.00 \text{ cm}$
 $z = rec + \frac{\phi_{varilla, cm}}{2} = 8.77 \text{ cm}$
 $d = t_{min} - z = 31.23 \text{ cm}$
 $a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'_c)(b)} = 4.43 \text{ cm}$
 $As = \frac{M_u \text{ amplificado}}{(\phi, asumido)(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 18.84 \text{ cm}^2$
 Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 0.27 \text{ m} \approx 0.15 \text{ m}$

Usamos : 1Ø 1 @ 0.15 m

As máximo: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
As mínimo: La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2 M_{cr}$ y $1.33 M_{u(-)}$

Donde:
 Módulo de Ruptura del concreto = $f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de sección = $S = \frac{b(h^2)}{6} = 26667 \text{ cm}^3$
 a) $M_{cr} = 1.1 (f_r) S = 8.54 \text{ tn.m}$
 b) $1.33 M_u = 30.53 \text{ tn.m}$

$\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u(-)}) = 8.54 \text{ tn.m}$
 Verificamos que : $\frac{M_{u(-)}}{22.96 \text{ tn.m}} > \frac{\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u(-)})}{8.54 \text{ tn.m}}$ **OK**

$As_{min} = 0.52 \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) (b)(d) = 5.60 \text{ cm}^2$ **OK**

As de temperatura

Datos:
 $b = 3.10 \text{ m}$
 $h = f_{min} = 0.40 \text{ m}$
 $As_{temperatura} = \frac{0.18(b)(h)}{2(b+h)} \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$
 $As_{temperatura} = 3.19 \text{ cm}^2/\text{m}$
 Verificamos que : $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As_{temperatura} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 3.19 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$ **OK**

$\phi_{varilla, asumida} \text{ cm} = \frac{3/4}{2.85} = 1.91 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 2.85 cm^2
 Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{As} = 0.90 \text{ m}$

Separaciones máximas (s): $s_{máx1} = 3(t_{min}) = 1.20 \text{ m}$
 $s_{máx2} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$

Elegimos : $s_{min} = \text{min}(s, s_{máx1}, s_{máx2}) = 0.45 \text{ m}$
Usamos : 1Ø 3/4 @ 0.20 m

Revisión de fisuración por distribución de armadura

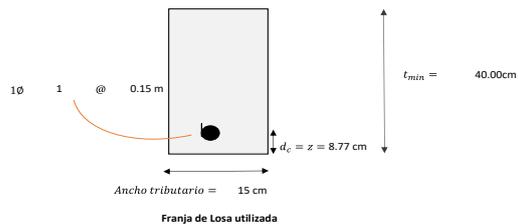
Para el acero positivo (dirección paralela al tráfico):
 Momento actuante: Usando la sección agrietada y una franja de **0.15 m** de ancho, para el diseño por

Estado límite de Servicio I
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$$M_u = n(1.00(M_{LS}) + 1.00(M_{RV}) + 1.00(M_{DC})) = 16.611 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

Para un ancho tributario de 0.15 m: $M_{serv} = \frac{M_{servicio 1}}{\text{Ancho Tributario}} = 2.49 \text{ tn}\cdot\text{m}$



Ubicación del eje neutro:

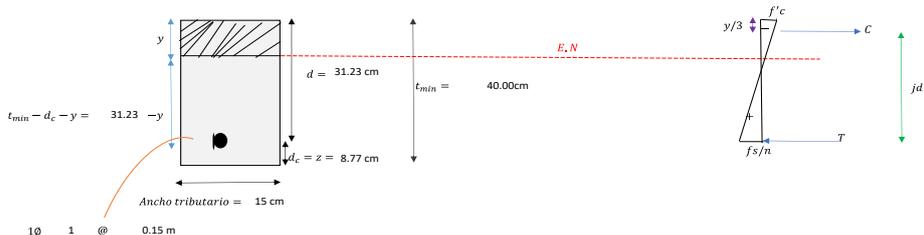
$$E_s = 2.04E+06 \quad \text{Área de acero transformada} = n(\text{Área de varilla}) = 51.00 \text{ cm}^2$$

$$E_c = 2.22E+05$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = 10.0$$

$$d_c = z = 8.77 \text{ cm}$$

$$\text{Área de varilla} = 5.10 \text{ cm}^2$$



Momentos respecto al eje neutro:

$$\text{Ancho Tributario}(y) \left(\frac{y}{2}\right) = (\text{Área de acero transformada})(d - y)$$

$$15 \text{ cm} (y) \left(\frac{y}{2}\right) = (51.00 \text{ cm}^2)(31.23 \text{ cm} - y)$$

$$y = 11.56 \text{ cm} \quad \text{or} \quad y = -18.36 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad y = 11.56 \text{ cm}$$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

$$jd = d - \frac{y}{3} = 31.23 \text{ cm} - 3.85 \text{ cm} = 27.38 \text{ cm}$$

$$\text{esfuerzo del acero: } f_{ss} \leq 0.6(f_y)$$

$$\frac{M_s}{jd(As)} \leq 0.6(f_y)$$

$$\frac{2.49E+05 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{(27.38 \text{ cm})(5.10 \text{ cm}^2)} \leq 0.6 \quad (4200.0 \text{ kg/cm}^2)$$

$$1785 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{OK}$$

Separación máxima de la armadura:

Donde: γ_e : Factor de exposición = 1
 f_{ss} : Esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio

$$B_s = 1 + \frac{0.7}{0.7} \left\{ \frac{8.77 \text{ cm}}{31.23} \right\} = 1.41$$

$$s_{max} = \frac{125000(\gamma_e)}{B_s(f_{ss})} = \frac{125000(1.00)}{1.41 \cdot 2520 \text{ kg/cm}^2} = 17.54 \text{ cm}$$

$$s_{max} = 17.64 \text{ cm}$$

Debe cumplirse que: $s_{max} > \text{Separación}$
 17.64 cm > 15.00 cm **OK**

Revisión por corte

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos : η

$$\eta_D = \text{Factor relacionado con la ductilidad} = 1.00$$

$$\eta_R = \text{Factor relacionado con la redundancia} = 1.00$$

$$\eta_I = \text{Factor relacionado con la importancia operativa} = 1.00$$

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$$

$$V_u = n(1.25(V_{DC}) + 1.25(V_{RV}) + 1.75(V_{LS})) = 33.318 \text{ Tn}$$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos : η

$$\eta_D = \text{Factor relacionado con la ductilidad} = 1.00$$

$$\eta_R = \text{Factor relacionado con la redundancia} = 1.00$$

$$\eta_I = \text{Factor relacionado con la importancia operativa} = 1.00$$

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$$

$$V_u = n(1.00(V_{DC}) + 1.00(V_{RV}) + 0.50(V_{LS})) = 23.661 \text{ Tn}$$

$$V_{u(diseño)} = 33.32 \text{ tn}\cdot\text{m}$$

Cortante resistente $V_r = V_r(\emptyset)$

Siendo V_n , el menor valor de:

$$\left[\begin{array}{l} V_{n,1} = V_c + V_{cs} + V_p = \\ V_{n,2} = 0.25 (f'_c)(b_w)(d_v) + V_p = 152.32 \text{ Ton} \end{array} \right]$$

● Cortante nominal resistente del concreto

Siendo:

$\beta = 1.17$		$V_c = 0.265(\beta)(\sqrt{f'c})(b_w)(d_w)$
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		$V_c = 13.04 \text{ Ton}$
$b_w = 100 \text{ cm}$		
$d_w = 29.01 \text{ cm}$		

no menor que el mayor valor de

$0.90(d_w) = 28.11 \text{ cm}$	}	$V_n = V_c + V_s + V_p = 38.23 \text{ Ton}$
$0.72h = 28.80 \text{ cm}$		

● Cortante nominal resistente del acero

Siendo:

$\theta = 45.00^\circ$		$V_s = \frac{A_v(f_y)(d_w)}{\text{separación}}$
$\alpha = 90.00^\circ$		$V_s = 25.19 \text{ Ton}$
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$		$V_p = 0.00 \text{ Ton}$
$d_w = 29.01 \text{ cm}$		

$A_v = (Nro \text{ Ramas})(\phi_{estribo}) = 3/4$

Ramas = 1.45
Separación asum = 20.00 cm
 $\phi_{estribo} = 4.13 \text{ cm}^2$

Cortante resistente ... $V_r = V_r(\theta) = 34.41 \text{ Ton}$

Verificamos que $V_r > V_{diseño}$

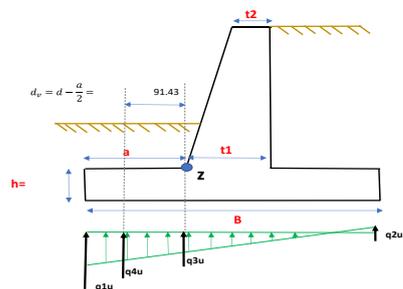
$34.41 \text{ Ton} > 33.32 \text{ Ton}$ **OK**

Refuerzo transversal mínimo

$A_{v,min} \geq 0.27(\sqrt{f'c})(b_w)(\text{separación}) / f_y$

$A_{v,min} = 1.86 \text{ cm}^2$ **OK**

Acero parte inferior de la zapata.



Para el diseño estructural del cimiento cargado excentricamente consideramos una distribución de esfuerzos triangular o trapezoidal (Art. 10.6.5).

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos : η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$V_u = n(1.25(V_{DC}) + 1.25(V_{DW}) + 1.75(V_{LW})) = 33.318 \text{ Tn}$

$e = 0.40 \text{ m}$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos : η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$V_u = n(1.00(V_{DC}) + 1.00(V_{DW}) + 0.50(V_{LW})) = 23.661 \text{ Tn}$

$e = 0.29 \text{ m}$

$V_{diseño} = 33.318 \text{ Tn}$

Calculamos las presiones sobre el terreno

$q_u = \frac{V_u}{B} (1 \pm \frac{6e}{B})$

$q_{1u} = 19.02 \text{ Ton/m}$
 $q_{2u} = 2.47 \text{ Ton/m}$

Entonces la distribución de esfuerzos es: trapezoidal

Calculamos los esfuerzos en el punto Z y a una distancia dv (paralelo de corte efectivo) de ese punto:

$L_p = 1.00 \text{ m}$
 $dv = 0.91 \text{ m}$
 $x_{trap} = 0.36 \text{ m}$
 $q_{1u} = 12.09 \text{ Ton/m}$
 $q_{2u} = 18.43 \text{ Ton/m}$
 18.427976

Despreciando del lado conservador el peso del terreno (EV) y de la punta de zapata (DC), el momento actuante en la sección crítica por flexión es:

$M_u = \frac{L^2}{6} (q_{1u} + 2q_{2u})$ $M_u = \frac{V_u}{B} (1 + \frac{6e}{B})$

$L = L_{punta} = 1.00 \text{ m}$
 $M_u = 2.84 \text{ Ton-m}$

$M_{u,diseño} = 2.839 \text{ Ton-m}$

$\phi_{varilla,asumida} = \frac{3/4}{2.85 \text{ cm}^2} = 1.91 \text{ cm}$

Área de varilla asumida = 2.85 cm²

rec = 7.50 cm
 b = 100 cm
 $B_1 = 0.85$
 $\phi = 3/4$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 100.00 \text{ cm}$

$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$

$z = rec + \frac{\phi_{varilla,cm}}{2} = 8.45 \text{ cm}$

$d = t_{min} - z = 91.55 \text{ cm}$

$a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 0.23 \text{ cm}$

$As = \frac{M_{amplificado}}{(\phi_{asumido})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 0.99 \text{ cm}^2$ Usando As min **16.43 cm²**

Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 0.17 \text{ m} \approx$ **0.15 m**

Usamos : **1φ 3/4 @ 0.15 m**

As máxima: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
As mínima: La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2 M_{cr} y 1.33 $M_{U(1)}$

Donde:
 Módulo de Ruptura del concreto = $f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de sección = $S = \frac{b(h^2)}{6} = 166667 \text{ cm}^3$
 a) $M_{cr} = 1.1 (f_r)(S) = 53.40 \text{ tn.m}$
 b) $1.33 M_U = 3.78 \text{ tn.m}$

$\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{U(1)}) = 3.78 \text{ tn.m}$
 $A_{s_{\text{min}}} = 0.52 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \right) (b)(d) = 16.43 \text{ cm}^2$ **USAR EL Asmin**

Revisión de fisuración por distribución de armadura

Para el acero positivo (dirección paralela al tráfico):

Momento actuante: Usando la sección agrietada y una franja de **0.15 m** de ancho, para el diseño por

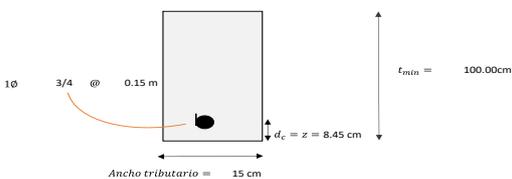
Estado límite de Servicio I

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$M_U = \eta (1.00(M_{LS}) + 1.00(M_{EV}) + 1.00(M_{DC})) = 16.611 \text{ Tn.m}$

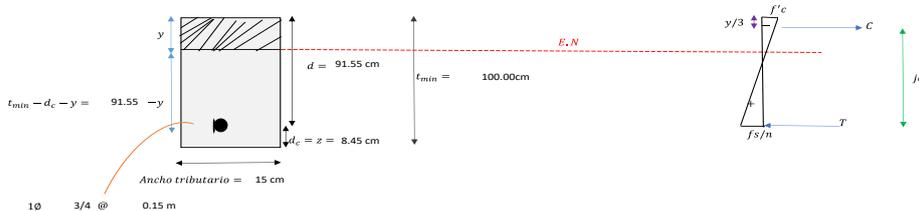
Para un ancho tributario de **0.15 m**: $M_{\text{serv}} = \frac{M_{\text{servicio I}}}{\text{Ancho Tributario}} = 2.49 \text{ tn.m}$



Ubicación del eje neutro:

$E_c = 2.04 \times 10^6$
 $E_s = 2.22 \times 10^5$
 $n = \frac{E_s}{E_c} = 10.0$
 $d_c = z = 8.45 \text{ cm}$
 Área de varilla = 2.90 cm^2

Área de acero transformada = $n(\text{Área de varilla}) = 29.00 \text{ cm}^2$



Momentos respecto al eje neutro:

Ancho Tributario $(y) \left(\frac{y}{2} \right) = (\text{Área de acero transformada})(d - y)$

$15 \text{ cm} (y) \left(\frac{y}{2} \right) = (29.00 \text{ cm}^2)(91.55 \text{ cm} - y)$
 $y = 16.98 \text{ cm}$
 $y = -20.85 \text{ cm}$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

$jd = d - \frac{y}{3} = 91.55 \text{ cm} - 5.66 \text{ cm} = 85.89 \text{ cm}$
 Esfuerzo del acero: $f_{sr} \leq 0.6(f_y)$
 $\frac{M_s}{jd(A_s)} \leq 0.6(f_y)$
 $\frac{2.49 \times 10^5 \text{ kg.cm}}{(85.89 \text{ cm})(2.90 \text{ cm}^2)} \leq 0.6 (4200.0 \text{ kg/cm}^2)$
 $1000 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2$ **OK**

Separación máxima de la armadura:

Donde: γ_c : Factor de exposición = 1
 f_{ts} : Esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio

$B_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)}$
 $B_s = 1.14$

$s_{\text{max}} = \frac{125000(\gamma_c)}{B_s(f_{ts})} - 2d_c$
 $s_{\text{max}} = \frac{125000(1.00)}{1.14(2520 \text{ kg/cm}^2)} - 16.91 \text{ cm}$
 $s_{\text{max}} = 26.61 \text{ cm}$

Debe cumplirse que: $s_{\text{max}} > \text{Separación}$
 $26.61 \text{ cm} > 15.00 \text{ cm}$ **OK**

Revisión por corte

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$\eta = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$V_u = \eta (1.25(V_{DC}) + 1.25(V_{EV}) + 1.75(V_{LS})) = 33.318 \text{ Tn}$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos : η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$V_u = \eta (1.00(V_{DC}) + 1.00(V_{EV}) + 0.50(V_{LS})) = 41.619 \text{ Tn}$

$V_{u\text{diseño}} = 41.62 \text{ tn.m}$

Cortante resistente $V_r = V_r(\emptyset)$

Siendo V_n , el menor valor de : $V_{n,1} = V_c + V_s + V_p =$ }
 $V_{n,2} = 0.25 (f'c)(b_w)(d_w) + V_p = 480.02 \text{ Ton}$ }

● Cortante nominal resistente del concreto

Siendo:

$\beta = 1.17$	} $V_c = 0.265(\beta)(\sqrt{f'c})(b_w)(d_w)$
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
$b_w = 100 \text{ cm}$	
$d_w = 91.43 \text{ cm}$	

$V_c = 41.08 \text{ Ton}$

no menor que el mayor valor de $\left\{ \begin{array}{l} 0.90(d_w) = 82.39 \text{ cm} \\ 0.72h = 0.00 \text{ cm} \end{array} \right.$

● Cortante nominal resistente del acero

Siendo:

$\theta = 45.00^\circ$	} $V_s = \frac{A_v(f_y)(d_w)}{\text{separación}}$
$\alpha = 90.00^\circ$	
$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	
$d_w = 91.43 \text{ cm}$	
$\emptyset_{\text{distribo}} = 3/4$	

Ramas = 5
 Separación asum = 20.00 cm
 $A_v = (\text{Nro Ramas})(\emptyset_{\text{distribo}}) = 8.71 \text{ cm}^2$

$V_s = 167.22 \text{ Ton}$
 $V_p = 0.00 \text{ Ton}$

Cortante resistente $V_r = V_n(\emptyset) = 187.47 \text{ Ton}$

Verificamos que $V_r > V_{u\text{diseño}}$
 $187.47 \text{ Ton} > 41.62 \text{ Ton}$ **OK**

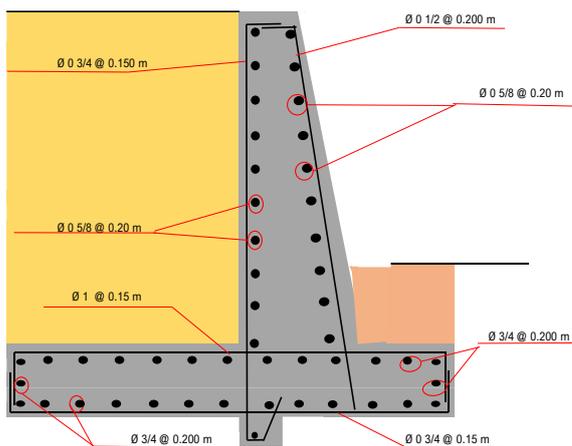
→ Refuerzo transversal mínimo

$A_{v,\text{mín}} \geq 0.27 (\sqrt{f'c}) \frac{(b_w)(\text{separación})}{f_y}$

$A_{v,\text{mín}} = 1.86 \text{ cm}^2$ **OK**

DISPOSICIÓN DE ARMADURA EN MURO

Acero en la pantalla	Usamos : 1Ø 3/4 @ 0.15 m	
Acero por flexión-cara adyacente al terreno	Usamos : 1Ø 1/2 @ 0.20 m	
Acero por flexión-cara opuesta al terreno (As mín)	Usamos : 1Ø 5/8 @ 0.20 m	en cada cara
Acero de temperatura		
Acero superior de la zapata	Usamos : 1Ø 1 @ 0.15 m	
Acero por flexión	Usamos : 1Ø 3/4 @ 0.20 m	en cada cara
Acero de temperatura		
Acero en fondo de zapata	Usamos : 1Ø 3/4 @ 0.15 m	
Acero por flexión		



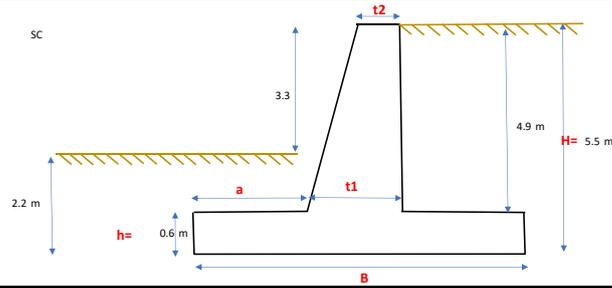
Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO

DATOS

Tipo de suelo = Arcilla arcillosa de mediana plasticidad SC
 Material de relleno = 5.5 m
 Peso unitario $\gamma_t = 1840 \text{ kg/m}^3$
 Capacidad última del terreno $q_n = 1.2 \text{ kg/cm}^2$
 Ángulo de fricción interna $\phi = 25.5^\circ$
 Peso específico del concreto = 2400 kg/m^3
 Fluencia del acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 Resist. a compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$\Phi = \text{Áng. de fricción interna} = 25.50^\circ = 0.45 \text{ rad}$
 $\delta = \text{Áng de fricción entre el suelo y el muro} = 0.00^\circ = 0 \text{ rad}$
 $F_s = 3.00$
 $\beta = \text{Áng del mat del suelo con la horiz} = 0.00^\circ = 0.00 \text{ rad}$
 $\theta = \text{Áng de inclinac. del muro del lado del terreno} = 90.00^\circ = 1.57 \text{ rad}$



PREDIMENSIONAMIENTO

Ancho del cimientto B = $1/2(H) = 2.75 \text{ m}$
 $2/3(H) = 3.67 \text{ m}$ → 3.21 m → 3.0 m

Altura del cimientto h = $H/12 = 0.46 \text{ m}$ → 0.6 m

Longitud de punta a = $B/3 = 1.27 \text{ m}$ → 1.1 m

Grosor mayor de la pantalla t1 = $H/12 = 0.46 \text{ m}$ → 0.6 m

Grosor menor de la pantalla t2 = $H/24 = 0.23 \text{ m}$ → 0.2 m

Tabla 3.11.5.3-1 – Ángulo de fricción entre diferentes materiales (U.S. Department of the Navy 1982a)

Materiales en interfase	Ángulo de fricción, δ (°)	Coefficiente de fricción, $\tan \delta$
Hormigón masivo sobre los siguientes materiales de fundación:		
• Roca sana y limpia	35	0.70
• Grava limpia, mezclas de grava y arena, arena gruesa	29 a 31	0.55 a 0.60
• Arena limpia fina a media, arena limosa media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24 a 29	0.45 a 0.55
• Arena fina limpia, arena limosa o arcillosa fina a media	19 a 24	0.34 a 0.45
• Limo fino arenoso, limo no plástico	17 a 19	0.31 a 0.34
• Arcilla residual o preconsolidada muy rígida y dura	22 a 26	0.40 a 0.49
• Arcilla de rigidez media y rígida; arcilla limosa	17 a 19	0.31 a 0.34

Sobre estos materiales de fundación la superposición tiene los mínimos factores de fricción.

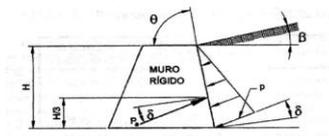
CAPACIDAD DE LA CARGA MAYORADA DEL TERRENO EN EL ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA (qR)

LS: Sobrecarga por carga viva en el terreno
 EV: Presión vertical por carga viva en el terreno
 EH: Presión horizontal por carga muerta del terreno
 DC: Carga muerta

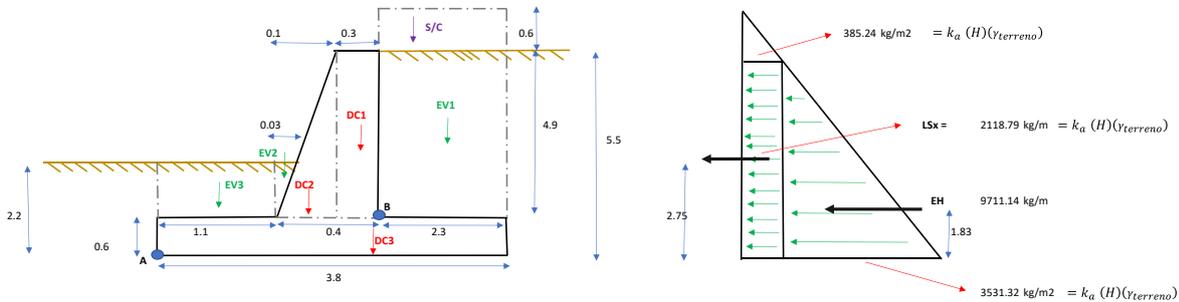
Coefficiente de empuje activo

$$\Gamma = \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\theta - \delta) \sin(\theta + \beta)} \right]^2 = 2.556$$

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) = 0.349$$



$\Phi_b = 0.45$
 $qR = \Phi_b \cdot q_n = 0.540 \text{ kg/cm}^2$
 $qR = \Phi_b (F_s \cdot q_{adm}) = 1.620 \text{ kg/cm}^2$



DENSIDAD DE FLUIDO EQUIVALENTE

Aplicando el método del fluido equivalente para determinar la magnitud de la presión activa del terreno:

$\gamma_t = 560 \text{ kg/m}^3$

ALTURA EQUIVALENTE DE SUELO POR S/C

Por cargas vehiculares actuando sobre el terreno, agregamos una porción equivalente de suelo. Por interpolación :

$H = 5.5 \text{ m} \rightarrow h' = x$

Altura de suelo equivalente para carga vehicular sobre estribos perpendiculares al tráfico

Tabla 3.1.1.G.4-1

Altura del estribo (m)	h_{eq} (m)
1.5	1.2
3.0	0.9
≥ 6.0	0.6

FUENTE: Puentes, Ing. Arturo Rodríguez Serquen

$$\frac{1.5}{-0.3} = \frac{-2.5}{0.9 - h'}$$

$h' = 0.6 \text{ m}$

METRADO DE CARGAS: CONSIDERANDO ANCHO UNITARIO

CARGAS VERTICALES

Carga muerta DC
 Muro de concreto armado:

DC1 = 3528 kg
 DC2 = 588 kg
 DC3 = 5472 kg

Carga del terreno EV:

EV1 = 20736.8 kg
 EV2 = 147.2 kg
 EV3 = 3238.4 kg

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSy = 2539.2 kg

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dA(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	3528	1.35	4762.80
DC2		588	1.17	686.00
DC3		5472	1.90	10396.80
EV1	EV	20736.8	2.65	54952.52
EV2		147.2	1.11	163.52
EV3		3238.4	0.6	1781.12
LSy	LS	2539.2	2.65	6728.88
TOTAL		36249.6		79471.64

CARGAS HORIZONTALES

Presión lateral del terreno EH

EH = 9711.14 kg/m

Sobrecarga por carga viva del terreno S/C

LSx = 2118.79 kg/m

RESUMEN DE CARGAS HORIZONTALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dA(m)	Mv(kg-m/m)
EH	EH	9711.14	1.83	17803.75
LSx	LS	2118.79	2.75	5826.68
TOTAL		11829.93		23630.43

ESTADOS LÍMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGA

FACTORES DE CARGA UTILIZADOS

ESTADO LÍMITE	γ_{DC}	γ_{DW}	γ_{EV}	γ_{L1+L2}	γ_{LSy}	γ_{LSx}	γ_{EH}	γ_{EQ}	γ_{WS}	γ_{BR}
Resistencia Ia	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	1.75	1.50	0.00	0.00	1.75
Resistencia Ib	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	1.75	1.50	0.00	0.00	1.75
Resistencia IIIa	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00
Resistencia IIIb	1.25	1.50	1.35	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	1.40	0.00
Evento Extremo I	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.00	0.50
Servicio I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00

CARGAS VERTICALES (Vu):

TIPO	DC	EV	LS	Σ				
CARGA	DC ₁	DC ₂	DC ₃	EV ₁	EV ₂	EV ₃	LS _y	Vu(ton/m)
V(kg/m)	3528.00	588 kg/m	5472 kg/m	20737 kg/m	147 kg/m	3238 kg/m	2539 kg/m	36 Ton/m
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia Ia	3175.2	529.2	4924.8	20736.8	147.2	3238.4	0	32.752
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	1.75	
Resistencia Ib	4410	735	6840	27994.68	198.72	4371.84	4443.6	48.994
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia IIIa	3175.2	529.2	4924.8	20736.8	147.2	3238.4	0	32.752
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	0.00	
Resistencia IIIb	4410	735	6840	27994.68	198.72	4371.84	0	44.550
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	
Evento Extremo I	3528	588	5472	20736.8	147.2	3238.4	1269.6	34.980
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	3528	588	5472	20736.8	147.2	3238.4	2539.2	36.250

CARGAS HORIZONTALES (H)

TIPO	EH	LS	Σ
CARGA	DC ₁	LS _x	Vu(ton/m)
V(kg/m)	9711.14	2119 kg/m	12 Ton/m
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ia	14566.7056	3707.8887	18.275
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ib	14566.7056	3707.8887	18.275
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIa	14566.7056	0	14.567
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIb	14566.7056	0	14.567
γ	1.00	0.50	
Evento Extremo I	9711.13706	1059.39677	10.771
γ	1.00	1.00	
Servicio I	9711.13706	2118.79354	11.830

MOMENTOS POR CARGAS VERTICALES (Mvu):

TIPO	DC	EV	LS	Σ				
CARGA	DC ₁	DC ₂	DC ₃	EV ₁	EV ₂	EV ₃	LS _y	Mv(ton-m/m)
V(kg/m)	4762.80	686 kg/m	10397 kg/m	54953 kg/m	164 kg/m	1781 kg/m	6729 kg/m	79 Ton/m
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia Ia	4286.52	617.4	9357.12	54952.52	163.522177	1781.12	0	71.158
γ	5953.5	857.5	12996	74185.902	220.754939	2404.512	11775.54	108.394
γ	0.90	0.90	0.90	1.00	1.00	1.00	0.00	
Resistencia IIIa	4286.52	617.4	9357.12	54952.52	163.522177	1781.12	0	71.158
γ	1.25	1.25	1.25	1.35	1.35	1.35	0.00	
Resistencia IIIb	5953.5	857.5	12996	74185.902	220.754939	2404.512	0	96.618
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	
Evento Extremo I	4762.8	686	10396.8	54952.52	163.522177	1781.12	3364.44	76.107
γ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	4762.8	686	10396.8	54952.52	163.522177	1781.12	6728.88	79.472

MOMENTOS POR CARGAS HORIZONTALES (Mhu)

TIPO	EH	LS	Σ
CARGA	DC ₁	LS _x	Vu(ton-m/m)
V(kg/m)	17803.75	5827 kg/m	24 Ton/m
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ia	26705.6269	10196.6939	36.902
γ	1.50	1.75	
Resistencia Ib	26705.6269	10196.6939	36.902
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIa	26705.6269	0	26.706
γ	1.50	0.00	
Resistencia IIIb	26705.6269	0	26.706
γ	1.00	0.50	
Evento Extremo I	17803.7513	2913.34112	20.717
γ	1.00	1.00	
Servicio I	17803.7513	5826.68224	23.630

CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

Vuelco alrededor del punto "A"

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	e_{max} (m)	
Resistencia Ia	32.75	71.16	36.902	1.05 m	0.85m	1.27	OK
Resistencia Ib	48.99	108.39	36.902	1.46 m	0.44m	1.27	OK
Resistencia IIIa	32.75	71.16	26.706	1.36 m	0.54m	1.27	OK
Resistencia IIIb	44.55	96.62	26.706	1.57 m	0.33m	1.27	OK
Evento Extremo I	34.98	76.11	20.717	1.58 m	0.32m	1.27	OK

Deslizamiento en base del estribo

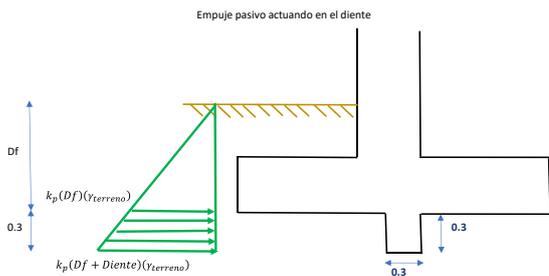
$\mu = \text{tg}(\delta) = 0.45$

Estado límite $\rightarrow \phi_T = 1.00$

Resistencia $\rightarrow \phi_T = 1.00$

Evento Extremo $\rightarrow \phi_T = 1.00$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Resistente (Ton/m) $f_f = \mu(\phi_T)(V_u)$	Actuante (Ton/m) H_u	USAR DIENTE
Resistencia Ia	32.75	14.58	18.275	OK
Resistencia Ib	48.99	21.81	18.275	OK
Resistencia IIIa	32.75	14.58	14.567	OK
Resistencia IIIb	44.55	19.84	14.567	OK
Evento Extremo I	34.98	15.57	10.771	OK



Dimensiones Diente de concreto: 0.30 x 0.30

Coef de empuje lateral pasivo $k_p = \frac{1 + \text{sen}(\theta)}{1 - \text{sen}(\theta)} = 2.512$

Calculo de la resistencia en $D_f = 2.20 \text{ m}$

$k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f) = 10168.26 \text{ kg/m}$

Cálculo de resistencia en $D_f + \text{Diente}_{\text{concreto}} = 2.50 \text{ m}$

$k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f + \text{Diente}_{\text{concreto}}) = 11554.8 \text{ kg/m}$

Presión pasiva: $R_{ep} = \frac{1}{2} (k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f) + k_p(\gamma_{\text{terreno}})(D_f + \text{Diente}_{\text{concreto}})) (\text{Diente}_{\text{concreto}}) = 3258.46 \text{ kg}$

Estado límite Resistencia $\rightarrow \phi_{ep} = 0.5$

Estado límite Evento Extre. $\rightarrow \phi_{ep} = 1.0$

$R_R = R_f + \phi_{ep} = 18.833 > 10.771$ **OK**

Presiones actuantes en la base del estribo

Capacidad de carga factorada del terreno

1) Estado límite de resistencia

$\phi_b = 0.55$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 1.98 \text{ kg/cm}^2$

2) Estado límite de evento extremo

$\phi_b = 1.00$

$q_r = \phi_b(FS)(q_{adm}) = 3.60 \text{ kg/cm}^2$

3) Estado límite de servicio

$q_{adm} = 1.20 \text{ kg/cm}^2$

ESTADO	Vu (Ton/m)	Mvu (Ton.m/m)	Mhu (Ton.m/m)	$x_o = \frac{M_{vu} - M_{hu}}{V_u}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$q = \frac{V_u}{B - 2e}$	q_r	
Resistencia Ia	32.75	71.16	36.902	1.05 m	0.85m	1.57	2.0 kg/cm2	OK
Resistencia Ib	48.99	108.39	36.902	1.46 m	0.44m	1.68	2.0 kg/cm2	OK
Resistencia IIIa	32.75	71.16	26.706	1.36 m	0.54m	1.21	2.0 kg/cm2	OK
Resistencia IIIb	44.55	96.62	26.706	1.57 m	0.33m	1.42	2.0 kg/cm2	OK
Evento Extremo I	34.98	76.11	20.717	1.58 m	0.32m	1.10	3.6 kg/cm2	OK
Servicio I	36.250	79.472	23.630	1.54 m	0.36m	1.18	1.20 kg/cm2	OK

DISEÑO DEL ACERO

DISEÑO DE LA PANTALLA

Acero por flexión

Momento de diseño en la base de la pantalla:

Estado límite de Resistencia I

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos η

- $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
- $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
- $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$M_u = n(1.75(M_{LS}) + 1.50(M_{EH})) = 36.902 \text{ Ton-m}$

Estado límite de viento Extremo I

Para el estado límite de Evento Extremo I, calculamos η

- $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
- $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
- $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$

$M_u = n(1(M_{EH}) + 0.50(M_{LS})) = 20.717 \text{ Ton-m}$

$M_{u, \text{diseño}} = 36.902 \text{ Ton-m}$

$\phi_{\text{varilla, asumida}} = \frac{1}{5.07 \text{ cm}^2} = 2.54 \text{ cm}$

Área de varilla asumida = 5.07 cm²

- rec = 5.00 cm
- b = 100 cm
- $B_s = 0.85$
- $\phi = 1$
- $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- t = 40.00 cm

$z = \text{rec} + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 6.27 \text{ cm}$

$d = t_{\text{min}} - z = 33.73 \text{ cm}$

$a = \frac{As(f_y)}{B_s(f'c)(b)} = 6.82 \text{ cm}$

$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$

$$A_s = \frac{M_{u\text{amplificado}}}{(\phi, \text{asumido})(f_y)(d - \frac{d}{2})} = 28.98 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación} = s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{A_s} = 0.17 \text{ m} \approx 0.15 \text{ m}$$

Usamos: 1Ø 1 @ 0.15 m

As máxima: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
As mínima: La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2 M_{cr} y 1.33 M_{u1}

Donde:
 Módulo de Ruptura del concreto = $f_r = 2.01 \sqrt{f'c} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de sección = $S = \frac{b(h^3)}{6} = 26667 \text{ cm}^3$
 a) $M_{cr} = 1.1 (f_r) (S) = 8.54 \text{ tn.m}$
 b) $1.33 M_u = 49.08 \text{ tn.m}$

$$\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u1}) = 8.54 \text{ tn.m}$$

Verificamos que: $\frac{M_{u\text{realizada}}}{36.90 \text{ tn.m}} > \frac{\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u\text{realizada}})}{8.54 \text{ tn.m}}$ **OK**

$$A_{s\text{min}} = 0.52 \left(\frac{\sqrt{f'c}}{f_y} \right) (b)(d) = 6.05 \text{ cm}^2 \text{ **OK**}$$

Acero por flexión en la cara opuesta al terreno

$\phi_{\text{varilla, asumida cm}} = \frac{1}{2} = 1.27 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = $\frac{1.27 \text{ cm}^2}{5.00 \text{ cm}} = 0.254 \text{ cm}^2$
 $b = 100 \text{ cm}$
 $B_1 = 0.85$
 $\phi = 1$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 40.00 \text{ cm}$
 $z = \text{rec} + \frac{\phi_{\text{varilla, cm}}}{2} = 5.64 \text{ cm}$
 $d = t_{\text{min}} - z = 34.37 \text{ cm}$
 $a = \frac{A_s(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 1.42 \text{ cm}$
 $a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\phi \cdot 0.85 \cdot f'c \cdot b}}$
 $A_s = \frac{M_{u\text{amplificado}}}{(\phi, \text{asumido})(f_y)(d - \frac{d}{2})} = 6.05 \text{ cm}^2$
 Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{A_s} = 0.21 \text{ m} \approx 0.20 \text{ m}$

Usamos: 1Ø 1/2 @ 0.20 m

As de temperatura:

Datos:
 $b = 0.40 \text{ m}$
 $h = t_{\text{min}} = 4.90 \text{ m}$
 $A_{s\text{temperatura}} = \frac{0.18(b)(h)}{2(b+h)} \frac{\text{cm}^2}{\text{m}} = 3.33 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verificamos que: $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq A_{s\text{temperatura}} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 3.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$ **OK**

$\phi_{\text{varilla, asumida cm}} = \frac{5}{8} = 1.59 \text{ cm}$
 Área de varilla asumida = 1.98 cm^2

Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{A_s} = 0.60 \text{ m}$

Separaciones máximas (s):
 $s_{\text{máx1}} = 3(t_{\text{min}}) = 14.70 \text{ m}$
 $s_{\text{máx2}} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$

Elegimos: $s_{\text{min}} = \text{min}(s, s_{\text{máx1}}, s_{\text{máx2}}) = 0.45 \text{ m}$

Usamos: 1Ø 5/8 @ 0.20 m

Revisión de fisuración por distribución de armadura

Para el acero positivo (dirección paralela al tráfico):

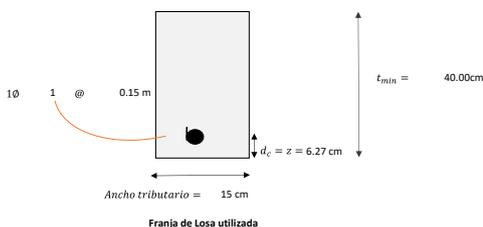
Momento actuante: Usando la sección agrietada y una franja de 0.15 m de ancho, para el diseño por

Estado límite de Servicio I
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$$

$$M_u = n(1.00(M_{LS}) + 1.00(M_{EH})) = 23.630 \text{ Ton.m}$$

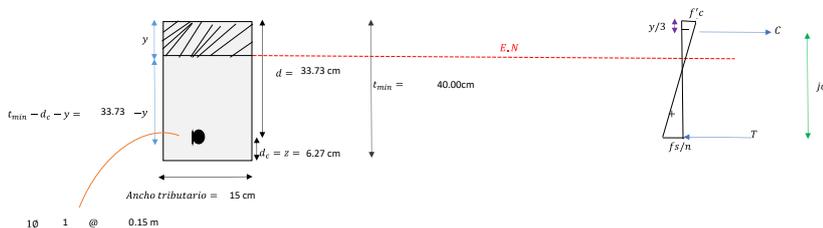
Para un ancho tributario de 0.15 m: $M_{\text{serv}} = \frac{M_{\text{servicio I}}}{\text{Ancho Tributario}} = 3.54 \text{ tn.m}$



Franja de Losa utilizada

Ubicación del eje neutro:

$E_s = 2.04E+06$
 $E_c = 2.22E+05$
 $n = \frac{E_s}{E_c} = 10.0$
 $d_c = z = 6.27 \text{ cm}$
 Área de varilla = 5.10 cm²
 Área de acero transformada = n(Área de varilla) = 51.00 cm²



Momentos respecto al eje neutro:

Ancho Tributario(y) $\left(\frac{y^2}{2}\right) = (\text{Área de acero transformada})(d - y)$

15 cm (y) $\left(\frac{y^2}{2}\right) = (51.00 \text{ cm}^2)(33.73 \text{ cm} - y)$

$y = 12.12 \text{ cm}$
 $y = -18.92 \text{ cm}$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

$jd = d - \frac{y}{3} = 33.73 \text{ cm} - \frac{12.12 \text{ cm}}{3} = 29.69 \text{ cm}$

esfuerzo del acero: $f_{ss} \leq 0.6(f_y)$

$\frac{M_s}{jd(As)} \leq 0.6(f_y)$

$\frac{3.54E+05 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{(29.69 \text{ cm})(5.10 \text{ cm}^2)} \leq 0.6 (4200.0 \text{ kg/cm}^2)$
 $2341 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2$ **OK**

Separación máxima de la armadura:

Donde: γ_c : Factor de exposición = 1
 f_{ts} : Esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio

$B_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1 + \frac{6.27 \text{ cm}}{0.7(33.73)} = 1.27$

$s_{max} = \frac{125000(\gamma_c) - 2d_c}{B_s(f_{ts})} = \frac{125000(1.00) - 2(6.27)}{1.27(2427)} = 12.54 \text{ cm}$
 $s_{max} = 28.01 \text{ cm}$

Debe cumplirse que: $s_{max} > \text{Separación}$
 $28.01 \text{ cm} > 15.00 \text{ cm}$ **OK**

Revisión por corte

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos:

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$
 $V_{ti} = n(1.75(V_{LS}) + 1.50(V_{ED})) = 18.275 \text{ Tn}$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos:

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$
 $V_{ti} = n(0.50(V_{LS}) + 1.00(V_{ED})) = 10.771 \text{ Tn}$
 $V_{M,diseño} = 18.27 \text{ tn}\cdot\text{m}$

Cortante resistente ... $V_r = V_c(\phi)$

Siendo V_{ri} el menor valor de:

- $V_{n,1} = V_c + V_s + V_p = 32.73 \text{ Ton}$
- $V_{n,2} = 0.25(f'c)(b_w)(d_w) + V_p = 159.18 \text{ Ton}$

● Cortante nominal resistente del concreto

Siendo: $\beta = 1.17$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, $b_w = 100.00 \text{ cm}$, $d_w = 30.32 \text{ cm}$

$V_c = 0.265(\beta)(\sqrt{f'c})(b_w)(d_w)$
 $V_c = 13.62 \text{ Ton}$

no menor que el mayor valor de: $0.90(d_w) = 30.36 \text{ cm}$, $0.72h = 28.80 \text{ cm}$

$V_n = V_c + V_s + V_p = 32.73 \text{ Ton}$

● Cortante nominal resistente del acero

Siendo: $\theta = 45.00^\circ$, $\alpha = 90.00^\circ$, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, $d_w = 30.32 \text{ cm}$, $\phi_s = 5/8$, Ramas = 1.5, Separación asum = 20.00 cm, $A_v = (Nro \text{ Ramas})(\phi_{estribos}) = 3.00 \text{ cm}^2$

$V_s = \frac{A_v(f_y)(d_w)}{\text{separación}}$
 $V_s = 19.11 \text{ Ton}$
 $V_p = 0.00 \text{ Ton}$

Cortante resistente $V_r = V_n(\phi) = 29.46 \text{ Ton}$
 Verificamos que $V_r > V_{M_{diseño}}$
 $29.46 \text{ Ton} > 18.27 \text{ Ton}$ **OK**

Refuerzo transversal mínimo
 $A_{v,min} \geq 0,27 (\sqrt{f'c}) \frac{(b_v)(separación)}{f_y}$
 $A_{v,min} = 2.82 \text{ cm}^2$ **OK**

DISEÑO DE LA ZAPATA
Acero parte superior de la zapata

Estado limite de Resistencia I

Para el estado limite de Resistencia I, calculamos : η
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00
 $n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$
 $M_u = n(1.75(M_{LS}) + 1.25(M_{DC}) + 1.35(M_{EV})) = 45.202 \text{ Ton-m}$

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES				
CARGA	TIPO	V(kg/m)	dB(m)	Mv(kg-m/m)
DC1	DC	3528	0.15	529.20
DC2		588	0.37	215.60
DC3		5472	0.40	2188.80
EV1	EV	20736.8	1.15	23847.32
EV2		147.2	0.39	57.28
EV3		3238.4	1.0	3076.48
LSy	LS	2539.2	1.15	2920.08
TOTAL		36249.6		32834.76

0.5292
0.2156
2.1888
23.84732
0.057277823
3.07648
2.92008

Estado limite de viento Extremo I

Para el estado limite de Evento Extremo I, calculamos : η
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00
 $n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1$
 $M_u = n(0.50(M_{LS}) + 1.00(M_{DC}) + 1.00(M_{EV})) = 31.375 \text{ Ton-m}$
 $M_{u,diseño} = 45.202 \text{ Ton-m}$

$\phi_{varilla, asumida} \text{ cm} = 1$ = 2.54 cm
 Área de varilla asumida = 5.07 cm^2
 $rec = 7.50 \text{ cm}$
 $b = 100 \text{ cm}$
 $B_1 = 0.85$
 $\phi = 1$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 60.00 \text{ cm}$
 $z = rec + \frac{\phi_{varilla, cm}}{2} = 8.77 \text{ cm}$
 $d = t_{min} - z = 51.23 \text{ cm}$
 $a = \frac{As(f_y)}{B_1(f'c)(b)} = 5.21 \text{ cm}$
 $As = \frac{M_{u, multiplicado}}{(\phi, asumido)(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 22.13 \text{ cm}^2$
 Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 0.23 \text{ m} \cong 0.18 \text{ m}$

Usamos : **1Ø 1 @ 0.18 m**

As máximo: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
As mínimo: La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de 1.2 M_{cr} y 1.33 M_{u1}

Donde :
 Módulo de Ruptura del concreto = $f_r = 2,01 \sqrt{f'c} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de sección = $S = \frac{b(h^2)}{6} = 60000 \text{ cm}^3$
 a) $M_{cr} = 1.1 (f_r)(S) = 19.22 \text{ tn-m}$
 b) $1.33 M_u = 60.12 \text{ tn-m}$

$\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u1}) = 19.22 \text{ tn-m}$
 Verificamos que : $\frac{M_{u1}}{45.20 \text{ tn-m}} > \frac{\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u1})}{19.22 \text{ tn-m}}$ **OK**

$As_{min} = 0,52 \left(\frac{\sqrt{f'c}}{f_y} \right) (b)(d) = 9.19 \text{ cm}^2$ **OK**

As de temperatura :

Datos :
 $b = 3.80 \text{ m}$
 $h = t_{min} = 0.60 \text{ m}$
 $As_{temperatura} = \frac{0,18(b)(h)}{2(b+h)} \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$
 $As_{temperatura} = 4.66 \text{ cm}^2/\text{m}$

Verificamos que : $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq As_{temperatura} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$
 $2.33 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 4.66 \text{ cm}^2/\text{m} \leq 12.70 \text{ cm}^2/\text{m}$ **OK**

$\phi_{varilla, asumida} \text{ cm} = 3/4$ = 1.91 cm
 Área de varilla asumida = 2.85 cm^2
 Separación = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida de temperatura}}{As} = 0.60 \text{ m}$

Separaciones máximas (s) :
 $s_{máx1} = 3(t_{min}) = 1.80 \text{ m}$
 $s_{máx2} = 45 \text{ cm} = 0.45 \text{ m}$
 Elegimos : $s_{min} = \text{min}(s, s_{máx1}, s_{máx2}) = 0.45 \text{ m}$
 Usamos : **1Ø 3/4 @ 0.25 m**

Revisión de fisuración por distribución de armadura

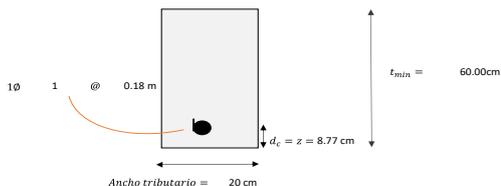
Para el acero positivo (dirección paralela al tráfico):
 Momento octavante: Usando la sección agrietada y una franja de **0.18 m** de ancho, para el diseño por

Estado limite de Servicio I

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00
 $n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$$M_u = n(1.00(M_{LS}) + 1.00(M_{EV}) + 1.00(M_{DC})) = 32.835 \text{ Tn}\cdot\text{m}$$

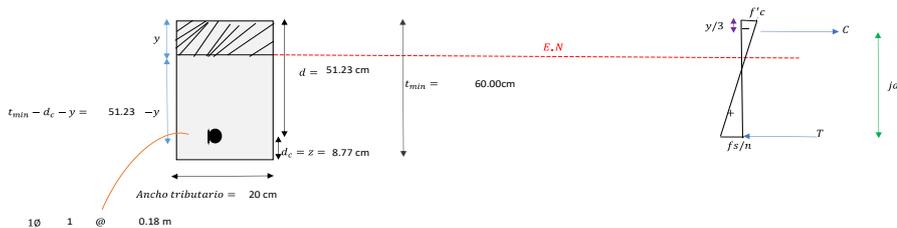
Para un ancho tributario de **0.18 m**: $M_{serv} = \frac{M_{servicio\ i}}{\text{Ancho Tributario}} = 5.91 \text{ tn}\cdot\text{m}$



Franja de Losa utilizada

Ubicación del eje neutro:

$E_s = 2.04 \times 10^6$ $\text{Área de acero transformada} = n(\text{Área de varilla}) = 51.00 \text{ cm}^2$
 $E_c = 2.22 \times 10^5$
 $n = \frac{E_s}{E_c} = 10.0$
 $d_c = z = 8.77 \text{ cm}$
 $\text{Área de varilla} = 5.10 \text{ cm}^2$



Momentos respecto al eje neutro:

$\text{Ancho Tributario}(y) \left(\frac{y}{2}\right) = (\text{Área de acero transformada})(d - y)$
 $20 \text{ cm} (y) \left(\frac{y}{2}\right) = (51.00 \text{ cm}^2)(51.23 \text{ cm} - y)$
 $y = 13.81 \text{ cm}$
 $y = -18.91 \text{ cm}$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

$jd = d - \frac{y}{3} = 51.23 \text{ cm} - 4.60 \text{ cm} = 46.63 \text{ cm}$
 $\text{esfuerzo del acero: } f_s \leq 0.6(f_y)$
 $\frac{M_s}{jd(As)} \leq 0.6(f_y)$
 $\frac{5.91 \times 10^5 \text{ kg}\cdot\text{cm}}{(46.63 \text{ cm})(51.00 \text{ cm}^2)} \leq 0.6(4200.0 \text{ kg}/\text{cm}^2)$
 $2485 \text{ kg}/\text{cm}^2 \leq 2520 \text{ kg}/\text{cm}^2$ **OK**

Separación máxima de la armadura:

Donde: γ_c : Factor de exposición = 1
 f_{ss} : Esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio
 $B_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1 + \frac{8.77 \text{ cm}}{0.7(51.23)} = 1.25$
 $s_{m\acute{a}x} = \frac{125000(\gamma_c)}{B_s(f_{ss})} - 2d_c = \frac{125000(1.00)}{1.25(2520 \text{ kg}/\text{cm}^2)} - 17.54 \text{ cm} = 22.14 \text{ cm}$
 $s_{m\acute{a}x} = 22.14 \text{ cm} > 18.00 \text{ cm}$ **OK**

Revisión por corte:

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos : η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$
 $V_u = n(1.25(V_{DC}) + 1.25(V_{EV}) + 1.75(V_{LS})) = 48.994 \text{ Tn}$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos : η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$
 $V_u = n(1.00(V_{DC}) + 1.00(V_{EV}) + 0.50(V_{LS})) = 34.980 \text{ Tn}$

$V_{u\text{diseño}} = 48.99 \text{ tn}\cdot\text{m}$

Cortante resistente $V_r = V_r(\emptyset)$

Siendo V_{r1} , el menor valor de:

$$\left[\begin{array}{l} V_{r1} = V_c + V_p = \\ V_{r2} = 0.25(f'_c)(b_v)(d_v) + V_p = 255.29 \text{ Ton} \end{array} \right]$$

● Cortante nominal resistente del concreto

Siendo:
 $\beta = 1.17$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $b_w = 100 \text{ cm}$
 $d_v = 48.63 \text{ cm}$

$$V_c = 0.265(\beta)(\sqrt{f'c})(b_w)(d_v)$$

$$V_c = 21.85 \text{ Ton}$$

no menor que el mayor valor de $\left\{ \begin{array}{l} 0.90(d_v) = 46.11 \text{ cm} \\ 0.72h = 43.20 \text{ cm} \end{array} \right.$

$$V_u = V_c + V_p = 67.14 \text{ Ton}$$

● Cortante nominal resistente del acero

Siendo:
 $\theta = 45.00^\circ$
 $\alpha = 90.00^\circ$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $d_v = 48.63 \text{ cm}$
 $\phi_{escribo} = 3/4$
 Ramas = 1.95
 Separación asum = 25.00 cm
 $\phi_{escribo} = 5.54 \text{ cm}^2$

$$V_s = A_v(f_y)(d_v)$$

$$V_s = 45.29 \text{ Ton}$$

$$V_p = 0.00 \text{ Ton}$$

$$A_v = (Nro \text{ Ramas})(\phi_{escribo})$$

$$\text{Cortante resistente} \dots \dots \dots V_r = V_s(\phi) = 60.42 \text{ Ton}$$

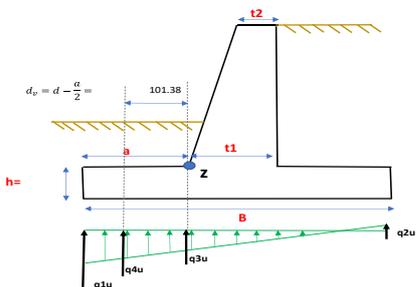
Verificamos que $V_r > V_{u \text{ dise\~{n}o}}$
 $60.42 \text{ Ton} > 48.99 \text{ Ton}$ **OK**

→ Refuerzo transversal mínimo

$$A_{v \text{ min}} \geq 0.27(\sqrt{f'c})(b_w)(\text{separaci3n})$$

$$A_{v \text{ min}} = 2.33 \text{ cm}^2$$
 OK

Acero parte inferior de la zapata.



Para el diseño estructural del cimiento cargado ex3centricamente consideramos una distribuci3n de esfuerzos triangular o trapezoidal (Art. 10.6.5).

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos : η
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$$

$$V_u = n(1.25(V_{DC}) + 1.25(V_{EV}) + 1.75(V_{CS})) = 48.994 \text{ Tn}$$

Para el estado límite de Extremo I, calculamos : η
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$$

$$V_u = n(1.00(V_{DC}) + 1.00(V_{EV}) + 0.50(V_{CS})) = 34.980 \text{ Tn}$$

$$e = 0.32 \text{ m}$$

$$V_{dise\~{n}o} = 48.994 \text{ Tn}$$

Calculamos las presiones sobre el terreno

$$q_u = \frac{V_u}{B} (1 \pm \frac{6e}{B})$$

$$q_{1u} = 21.87 \text{ Ton/m}$$

$$q_{2u} = 3.92 \text{ Ton/m}$$

Entonces la distribuci3n de esfuerzos es: **trapezoidal**

Calculamos los esfuerzos en el punto Z y a una distancia dv (paralelo de corte efectivo) de ese punto:

$$L_p = 1.10 \text{ m}$$

$$d_v = 1.01 \text{ m}$$

$$x \text{ trap} = 0.58 \text{ m}$$

$$q_{3u} = 14.40 \text{ Ton/m}$$

$$q_{4u} = 21.28 \text{ Ton/m}$$

Despreciando del lado conservador el peso del terreno (EV) y de la punta de zapata (DC), el momento actuante en la secci3n crítica por flexi3n es:

$$M_u = \frac{L^2}{6}(q_{1u}s + 2q_{3u})$$

$$M_u = \frac{V_u}{B} (1 \pm \frac{6e}{B})$$

$$L = L_{punta} = 1.10 \text{ m}$$

$$M_u = 4.49 \text{ Ton-m}$$

$$M_{u \text{ dise\~{n}o}} = 4.485 \text{ Ton-m}$$

$$\phi_{varilla \text{ asumida}} \text{ cm} = \frac{3/4}{2.85 \text{ cm}^2} = 1.91 \text{ cm}$$

rec = 7.50 cm
 b = 100 cm
 $B_t = 0.85$
 $\phi = 3/4$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $t = 110.00 \text{ cm}$

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2M_u}{\phi * 0.85 * f'c * b}}$$

$$z = rec + \frac{\phi_{varilla \text{ cm}}}{2} = 8.45 \text{ cm}$$

$$d = t_{min} - z = 101.55 \text{ cm}$$

$$a = \frac{As(f_y)}{B_t(f'c)(b)} = 0.33 \text{ cm}$$

$$As = \frac{M_{u \text{ amplificado}}}{(\phi_{asumido})(f_y)(d - \frac{a}{2})} = 1.40 \text{ cm}^2$$

Usando As min **18.22 cm2**

Separaci3n = $s = \frac{\text{Área de acero de la varilla asumida}}{As} = 0.16 \text{ m} \approx$ **0.15 m**

Usamos : 1Ø 3/4 @ 0.15 m

As máximo: Las actuales disposiciones AASHTO LRFD eliminan este límite.
As mínimo: La cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de $1.2 M_{cr}$ y $1.33 M_{u(1)}$

Donde:
 Módulo de Ruptura del concreto = $f_r = 2.01 \sqrt{f'_c} = 29.13 \text{ kg/cm}^2$
 Módulo de sección = $S = \frac{b(h^3)}{6} = 201667 \text{ cm}^3$

a) $M_{cr} = 1.1 (f_r) (S) = 64.61 \text{ tn.m}$
 b) $1.33 M_u = 5.97 \text{ tn.m}$

$\text{Min}(M_{cr}, 1.33 M_{u(1)}) = 5.97 \text{ tn.m}$
 $A_{s_{\text{min}}} = 0.52 \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \right) (b)(d) = 18.22 \text{ cm}^2$ **USAR EL Asmin**

Revisión de fisuración por distribución de armadura

Para el acero positivo (dirección paralela al tráfico):

Momento actuante: Usando la sección agrietada y una franja de **0.15 m** de ancho, para el diseño por

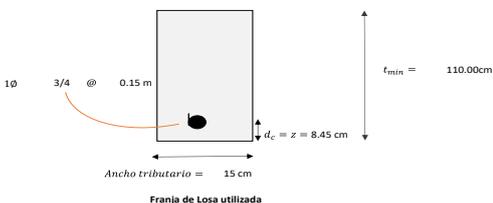
Estado límite de Servicio I

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = n_D \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

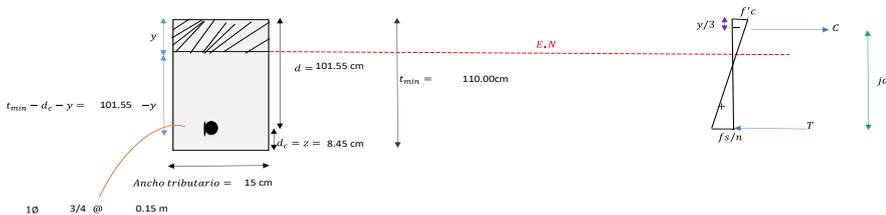
$M_u = n(1.00(M_{LS}) + 1.00(M_{EV}) + 1.00(M_{DC})) = 32.835 \text{ Tn.m}$

Para un ancho tributario de **0.15 m**: $M_{serv} = \frac{M_{servicio I}}{\text{Ancho Tributario}} = 4.93 \text{ tn.m}$



Ubicación del eje neutro:

$E_c = 2.04 \times 10^6$
 $E_s = 2.22 \times 10^8$
 $n = \frac{E_s}{E_c} = 10.0$
 $d_c = z = 8.45 \text{ cm}$
 $\text{Área de varilla} = 2.90 \text{ cm}^2$
 $\text{Área de acero transformada} = n(\text{Área de varilla}) = 29.00 \text{ cm}^2$



Momentos respecto al eje neutro:

$\text{Ancho Tributario}(y) \left(\frac{y}{2} \right) = (\text{Área de acero transformada})(d - y)$
 $15 \text{ cm} (y) \left(\frac{y}{2} \right) = (29.00 \text{ cm}^2)(101.55 \text{ cm} - y)$
 $y = 17.98 \text{ cm}$
 $y = -21.84 \text{ cm}$

Esfuerzo del acero bajo cargas de servicio:

$jd = d - \frac{y}{3} = 101.55 \text{ cm} - 5.99 \text{ cm} = 95.56 \text{ cm}$
 $\text{esfuerzo del acero: } \frac{f_s}{j d (A_s)} \leq 0.6 (f_y)$
 $\frac{4.93 \times 10^5 \text{ kg.cm}}{(95.56 \text{ cm})(2.90 \text{ cm}^2)} \leq 0.6 (4200.0 \text{ kg/cm}^2)$
 $1777 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2$ **OK**

Separación máxima de la armadura:

Donde:
 γ_c : Factor de exposición = 1
 f_{ss} : Esfuerzo de tensión en el refuerzo de acero para el estado límite de servicio
 $B_s = 1 + \frac{d_c}{0.7(h - d_c)} = 1.12$
 $s_{\text{máx}} = \frac{125000(\gamma_c)}{B_s(f_{ss})} - 2d_c = 16.91 \text{ cm}$
 $s_{\text{máx}} = 27.38 \text{ cm}$

Debe cumplirse que: $s_{\text{máx}} > \text{Separación}$
 $27.38 \text{ cm} > 15.00 \text{ cm}$ **OK**

Revisión por corte

Para el estado límite de Resistencia I, calculamos η :
 $\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = n_D \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$V_u = n(1.25(V_{DC}) + 1.25(V_{EV}) + 1.75(V_{LS})) = 48.994 \text{ Tn}$

Para el estado limite de Extremo I, calculamos : η

$\eta_D =$ Factor relacionado con la ductilidad = 1.00
 $\eta_R =$ Factor relacionado con la redundancia = 1.00
 $\eta_I =$ Factor relacionado con la importancia operativa = 1.00

$n = \eta_D \eta_R \eta_I = 1.00$

$V_u = n(1.00(V_{DC}) + 1.00(V_{EV}) + 0.50(V_{LS})) = 76.107 \text{ Tn}$

$V_{u, \text{diseño}} = 76.11 \text{ tn.m}$

Cortante resistente $V_r = V_c(\emptyset)$

Siendo V_n , el menor valor de:

$$\left[\begin{array}{l} V_{n,1} = V_c + V_s + V_p = \\ V_{n,2} = 0.25 (f'c)(b_v)(d_v) + V_p = 532.26 \text{ Ton} \end{array} \right]$$

● Cortante nominal resistente del concreto

Siendo:

$\beta = 1.17$
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $b_v = 100 \text{ cm}$
 $d_v = 101.38 \text{ cm}$

$V_c = 0.265(\beta)(\sqrt{f'c})(b_v)(d_v)$
 $V_c = 45.55 \text{ Ton}$

no menor que el mayor valor de

$$\left[\begin{array}{l} 0.90(d_v) = 91.39 \text{ cm} \\ 0.72h = 0.00 \text{ cm} \end{array} \right]$$

● Cortante nominal resistente del acero

Siendo:

$\theta = 45.00^\circ$
 $\alpha = 90.00^\circ$
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 $d_v = 101.38 \text{ cm}$
 $\emptyset_{\text{estribo}} = 3/4$
 Ramas = 4
 Separación asum = 25.00 cm
 $A_v = (Nro \text{ Ramas})(\emptyset_{\text{estribo}}) = 7.73 \text{ cm}^2$

$V_s = \frac{A_v(f_y)(d_v)}{\text{separación}}$
 $V_s = 131.58 \text{ Ton}$
 $V_p = 0.00 \text{ Ton}$

$V_n = V_c + V_s + V_p = 177.13 \text{ Ton}$

Cortante resistente $V_r = V_n(\emptyset) = 159.42 \text{ Ton}$

Verificamos que $V_r > V_{u, \text{diseño}}$

$159.42 \text{ Ton} > 76.11 \text{ Ton}$ **OK**

➔ Refuerzo transversal mínimo

$A_{v, \text{min}} \geq 0.27 (\sqrt{f'c}) \frac{(b_v)(\text{separación})}{f_y}$

$A_{v, \text{min}} = 2.33 \text{ cm}^2$ **OK**

DISPOSICIÓN DE ARMADURA EN MURO

Acero en la pantalla

Acero por flexión-cara adyacente al terreno
 Acero por flexión-cara opuesta al terreno (As min)
 Acero de temperatura

Usamos:	1Ø	1	@	0.15 m	
Usamos:	1Ø	1/2	@	0.20 m	
Usamos:	1Ø	5/8	@	0.20 m	en cada cara

Acero superior de la zapata

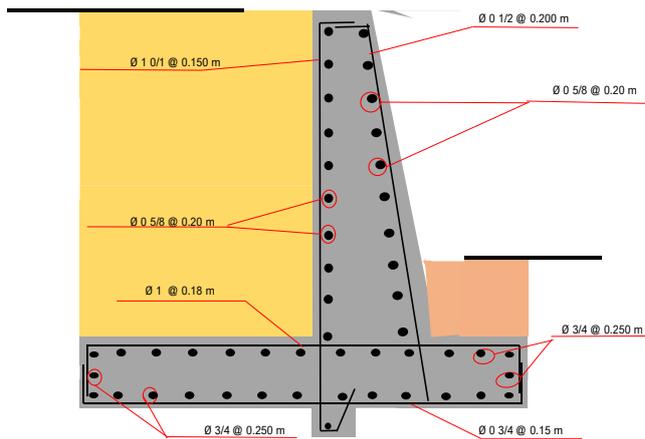
Acero por flexión
 Acero de temperatura

Usamos:	1Ø	1	@	0.18 m	
Usamos:	1Ø	3/4	@	0.25 m	en cada cara

Acero en fondo de zapata

Acero por flexión

Usamos:	1Ø	3/4	@	0.15 m	
---------	----	-----	---	--------	--



Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 9: Metrados, ACU y presupuesto

Tabla N° 9.1. Planilla de metrados

Item	Descripción	Und.	TIPO	N° VARILLAS	N° ELEMEN	DIMENSIONES			FORM.	AREA	PARCIAL	TOTAL
						LARGO	ANCHO	ALTO				
01.	OBRAS PRELIMINARES											
01.01.	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	GLB			1						1.00	1.00
01.02.	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	UND			1						1.00	1.00
01.03.	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIAS	GLB			1						1.00	1.00
01.04.	TRAZO Y REPLANTEO DEL EJE	KM			1	12.45					12.45	12.45
01.05.	CONTROL TOPOGRÁFICO	KM			1	12.45					12.45	12.45
02.	PAVIMENTOS											
02.01.	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
02.01.01	LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN	HA				12,446.05	6.00				74,676.30	7.47
02.01.02	EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO	M3										185,177.34
	<i>KM 00+000 - 00+500</i>										4,644.87	
	<i>KM 00+500 - 01+000</i>										915.93	
	<i>KM 01+000 - 01+500</i>										5,331.76	
	<i>KM 01+500 - 02+000</i>										4,810.83	
	<i>KM 02+000 - 02+500</i>										5,246.48	
	<i>KM 02+500 - 03+000</i>										4,793.18	
	<i>KM 03+000 - 03+500</i>										3,405.60	
	<i>KM 03+500 - 04+000</i>										1,307.79	
	<i>KM 04+000 - 04+500</i>										9,154.24	
	<i>KM 04+500 - 05+000</i>										19,415.31	
	<i>KM 05+000 - 05+500</i>										13,427.12	
	<i>KM 05+500 - 06+000</i>										22,179.23	
	<i>KM 06+000 - 06+500</i>										10,066.67	
	<i>KM 06+500 - 07+000</i>										6,003.63	
	<i>KM 07+000 - 07+500</i>										4,603.27	
	<i>KM 07+500 - 08+000</i>										7,020.68	
	<i>KM 08+000 - 08+500</i>										1,875.54	
	<i>KM 08+500 - 09+000</i>										7,737.86	
	<i>KM 09+000 - 09+500</i>										5,451.55	
	<i>KM 09+500 - 10+000</i>										5,700.15	
	<i>KM 10+000 - 10+500</i>										10,590.39	
	<i>KM 10+500 - 11+000</i>										3,079.34	
	<i>KM 11+000 - 11+500</i>										9,193.57	
	<i>KM 11+500 - 12+000</i>										3,348.60	
	<i>KM 12+000 - 12+446.05</i>										8,454.67	
	<i>MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE KM 07+500 - 12+446.05</i>				4946.05	0.30	5.00				7,419.08	
02.01.03	EXCAVACIÓN DE ROCA SUELTA	M3										2,296.20
	<i>KM 02+240 - 02+360</i>										2,296.20	
02.01.04	EXCAVACIÓN DE ROCA FIJA	M3										5,113.15
	<i>KM 03+550 - 03+790</i>										4,083.49	
	<i>KM 05+380 - 05+440</i>										1,029.66	
02.01.03	CONFORMACIÓN DE BANQUETAS	M2										250.00
	<i>KM 04+520 - 04+580</i>					60.00	1.00				60.00	

	CABEZAL DE ENTRADA											41.10
	ZAPATA	M3		7	1.00	0.40	1.10					3.08
	LOSA	M3		7	2.25		0.30					0.00
	DENTELLON	M3		7	2.89	0.30	0.20					1.21
	PANTALLA	M3		7	0.64		1.10					4.93
	ALETAS	M3		7	1.74		1.41					34.35
	DESCUENTO TUBERÍA TMC	M3		7	0.90	3.14	0.50					2.47
03.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO											
	CABEZAL DE ENTRADA											180.05
	ZAPATA	M2		7	11.15		0.40					31.22
	PANTALLA DELANTERA	M2		7	1.25		1.90					16.63
	ALETAS	M2		7	2.25		1.90					59.85
	PANTALLA POSTERIOR	M2		7	1.25		1.90					33.25
	ALETAS	M2		7	1.90		1.90					50.54
	DESCUENTO TUBERÍA TMC	M2		7	1.02	3.14						11.43
03.02.06	EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO FC=175 KG/CM2 + 30%PM											5.25
	DE ENTRADA	M2		7	2.50		0.15					2.63
	DE SALIDA	M2		7	2.50		0.15					2.63
03.02.07	INSTALACIÓN DE LÁMINAS											42.00
03.02.07.01	INSTALACIÓN DE LÁMINAS ALCANTARILLA 36"	ML		7	6.00							42.00
03.04.	BADEN DE CONCRETO											
	(ver plano: badenes BA)											
03.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES											
03.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	M2										105.00
	PROG 0+710			1	8.00	5.00						40.00
	PROG 4+200			1	7.00	5.00						35.00
	PROG 8+640			1	6.00	5.00						30.00
03.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
03.04.02.01	EXCAVACIÓN DE TERRENO											38.64
	LOZA	M3										
	PROG 0+710			1	8.00	5.00	0.20					8.00
	PROG 4+200			1	7.00	5.00	0.20					7.00
	PROG 8+640			1	6.00	5.00	0.20					6.00
	MAMPOSTERÍA	M3										
	PROG 0+710			1	8.00	4.00	0.20					6.40
	PROG 4+200			1	7.00	4.00	0.20					5.60
	PROG 8+640			1	6.00	4.00	0.20					4.80
	DENTELLON	M3										
	PROG 0+710			1	8.00	0.20	0.20					0.32
	PROG 4+200			1	7.00	0.20	0.20					0.28
	PROG 8+640			1	6.00	0.20	0.20					0.24
03.04.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3										0.84
03.04.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO											
	RELLENO CON AFIRMADO LOSA	M3										37.80
	PROG 0+710			1	8.00	5.00	0.20					8.00
	PROG 4+200			1	7.00	5.00	0.20					7.00
	PROG 8+640			1	6.00	5.00	0.20					6.00
	RELLENO CON AFIRMADO MAMPOSTERÍA	M3										
	PROG 0+710			1	8.00	4.00	0.20					6.40
	PROG 4+200			1	7.00	4.00	0.20					5.60
	PROG 8+640			1	6.00	4.00	0.20					4.80

	JUNTA DE DILATACIÓN CADA 9 M	UND		2						2.00	
03.05.05	LORADEROS TUBERÍA 3"										8.00
	LORADEROS 3" CADA 2 M	UND		2	4.00					8.00	
03.06.	MUROS DE CONTENCIÓN H=5.5M										
	(ver plano: muros de contención MC)										
03.06.01	MOVIMIENTO DE TIERRA										68.40
03.06.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	M3		1	30.00	3.80	0.60			68.40	
03.06.02	CONCRETO SIMPLE										114.00
03.06.02.01	SOLADO 10 CM	M2			30.00	3.80				114.00	
03.06.03	CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2										
03.06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO										338.48
	ZAPATA	M2		1	67.60		0.60			40.56	
	PANTALLA	M2		1	60.80		4.90			297.92	
03.06.03.02	CONCRETO F'C=210KG/CM2										122.55
	DENTELLON	M3		1	30.00	0.30	0.30			2.70	
	ZAPATA	M3		1	30.00	3.80	0.60			68.40	
	PANTALLA 1	M3		1	30.00	0.30	4.90			44.10	
	PANTALLA 2	M3		1	30.00	0.10	4.90			7.35	
03.06.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2										12855.90
	ACERO 1/2"	KG		1						869.92	
	ACERO 5/8"	KG		1						480.93	
	ACERO 3/4"	KG		1						3,925.94	
	ACERO 1"	KG		1						7,579.10	
03.06.04	JUNTA DE DILATACIÓN										3.00
	JUNTA DE DILATACIÓN CADA 9 M	UND		3						3.00	
03.06.05	LORADEROS TUBERÍA 3"										12.00
	LORADEROS 3" CADA 2 M	UND		2	6.00					12.00	
04.	SEÑALIZACIÓN										
	(ver plano: señalización SE)										
04.01	SEÑALES PREVENTIVAS										80.00
04.01.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS	UND		80						80.00	
04.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS										24.00
04.02.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND		24						24.00	
04.03	HITOS KILOMÉTRICOS										12.00
		UND		12						12.00	
05.	PROTECCIÓN AMBIENTAL										
05.01	PROGRAMA DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN										
05.01.01	REPOSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL										
	COBERTURA VEGETAL EN TALUDES DE RELLENO	HA			12446.05	6				74676.3	7.47
05.01.02	RIEGO PERMANENTE										
	RIEGO PERMANENTE EN VÍAS DE ACCESO DE ACARREO DE MATERIALES	M2			6,330.00	4.50					28,485.00
05.01.03	RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CAMPAMENTO										
	CAMPAMENTO	GLB									1.00
05.01.04	RESTAURACIÓN DE BOTADEROS										
	BOTADEROS	M2		2						2,500.00	5,000.00

05.02	PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL											
05.02.01	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA	GLB			1							1.00
05.02.02	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE	GLB			1							1.00
05.02.03	MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA	GLB			1							1.00
05.03	PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL											
05.03.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	GLB			1							1.00
05.04	PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL O CONTINGENCIAS											
05.04.01	PLAN DE CONTINGENCIAS	GLB			1							1.00
05.05	PROGRAMA DE ACCIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD											
05.05.01	PLAN DE RELACIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD LOCAL	GLB			1							1.00
06.	CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN											
06.01	ENSAYOS PARA CALIDAD DE OBRA	GLB			1							1.00
07.	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA											
07.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GLB			1							1.00
07.02	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	GLB			1							1.00
07.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD	GLB			1							1.00
08.	FLETE TERRESTRE											
08.01	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	GLB			1							1.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.2. Cálculo de la movilización y desmovilización de equipos y maquinaria

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIAS					
EQUIPO TRANSPORTADO					
EQUIPO	CANTIDAD	PESO (kg)	PESO TOTAL (ton)	CAMA BAJA 25 ton	CAMA BAJA 18 ton
COMPRESORA NEUMÁTICA 196 HP 600-690 PC	1	2500	2.5		0.14
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP	2	17000	34		2
TRACTOR S/ORUGAS 140/160 HP	2	20000	40	2	
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T	2	7300	14.6		1
RETROEXCAVADORA	2	9000	18		1
EXCAVADORA 225 HP	2	21500	43	2	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	2	13000	26	1	
Total de viajes				5.00	5.00
Costo de alquiler de equipo (S/.)				3050.00	2383.33
MOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO				15250.00	11916.67
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S/.)				27166.7	

Origen / Destino	Distancia (Km.)	Velocidad (Km./h)	Tiempo (Horas)
CUTERVO - OBRA	37.30	20.00	1.9
CARGA Y DESCARGA			0.5
TOTAL	37.30		2.4

EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S/.)	DISTANCIA (km)	VELOCIDAD (km/h)	HORAS	PARCIAL
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 m3	4	103.3333333	37.30	30	2	826.67
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3	4	83.33333333	37.30	30	2	666.67
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.	3	91.66666667	37.30	30	2	550
CAMIONETA PICK-UP 4 X 2 90 HP 1 ton	1	40.03	37.30	50	1	40.03

MOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	2083.37
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	2083.37
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (S/.)	4166.74

NOTA :

El resto de Equipos sera transportado en los Volquetes o remolcado por los mismos.
El Equipo de Topografía sera transportado en las camionetas.

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS	
EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	4,166.74
EQUIPO TRANSPORTADO	27,166.67
TOTAL (S/.)	S/31,333.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.3. Cálculo del flete terrestre

FLETE PLATAFORMA:		CUTERVO - CHAUPE CRUZ		
POR PESO				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PESO UNITARIO	PESO TOTAL
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	41016.9656	1	41016.96565
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	165.231209	1	165.2312093
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	2356.38965	1	2356.389647
CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"	kg	6.45	1	6.45
CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg	111.568	1	111.568
CLAVOS CON CABEZA DE 4"	kg	274.732612	1	274.7326124
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl	5399.92226	42.5	229496.6962
YESO (BOLSA DE 28 kg)	bl	144.5014	28	4046.0392
MADERA TORNILLO	pie2	8116.72031	2.5	20291.80078
ALCANTARILLAS METÁLICA Ø 24" E=2 mm	pza	137.6	36.98	5088.448
ALCANTARILLAS METÁLICA Ø 36" E=2 mm	pza	22.4	56.14	1257.536
PESO TOTAL (kg)				304111.86
UNIDAD DE TRANSPORTE				
CAPACIDAD DEL CAMIÓN (m3)		15		
CAPACIDAD DEL CAMIÓN (kg)		15000		
PRECIO POR VIAJE	S/1,500.00			
FLETE POR KG	S/0.10			
COSTO TOTAL FLETE TERRESTRE (S/.)		S/30,411.19	SIN IGV	
		S/35,885.20	CON IGV	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.4. Cálculo de rendimiento de la retroexcavadora

RETROEXCAVADORA DE ORUGA					
$R = \left(Q * \frac{3600}{T} \right)$					
Q= Capacidad del cucharón	1		R= Rendimiento en m3/hora		
T= Tiempo del ciclo en segundos	30		120.00		
R= Rendimiento en m3/jornal					
DATOS DEL EQUIPO					
MOD. RETROEXCAVADORA	E_330B	POTENCIA	225HP	PESO	32420
TIPO DE CUCHARÓN	EXCAVACION DE GRAN VOLUMEN D	ANCHO CUCHARÓN	1600mm	CAPACIDAD	1 m3
TIEMPO DE CICLO					
PROF. EXC.	CONDICION	ANG. DE GIRO	DESCARGA	TOTAL	
>4m	REGULAR	90°-180°	VOLQUETA	30	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.5. Cálculo de rendimiento del cargador frontal

TRACTOR						
$R = \left(c.c. * \frac{60}{T} \right)$						
C.C.= Capacidad del cucharón	18		812.03			
T= Tiempo de ciclo	1.33					
DATOS DEL EQUIPO						
MODELO DE CARGADOR	F_938G	POTENCIA	160HP	CAP CUCHARÓN	18	
TIEMPO DE CICLO						
TIPO DE CARGUE	EN CRUZ	Vc= Velocidad de carga (m/min)	3	211.67		
CAP. CUCHARÓN	>5M3	Vr= Velocidad de retorno (m/min)	3	675.00		
T0= CONDICION	MODERADAMENTE DIFICIL	D= Distancia de acarreo (m)		10.00		
Z= Tiempo de cargue del cucharón	0.55	1.33				
T1=TIPO MATERIAL	MEZCLADOS					0.02
T2=TIPO DE PILA	BANDA >3M					0
T3=TIEMPO DE CARGA Y DESCARGA	CAMION					0.66
T4=OTROS FACTORES	OPERACIÓN INTERMITENTE					0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.6. Cálculo de rendimiento del volquete de 15 m3

VOLQUETE 15 m3					
$R = \frac{\left(\left(\frac{J}{T} \right) * Q \right) * E / (1)}{8}$					
Q= Capacidad del volco (m3)	15		RENDIMIENTOS		
T= Tiempo de ciclo (min)	5.75		METRO CUBICO HORA	157	
J= Jornada laboral minutos	480		VIAJES DIA		
			METRO CUBICO POR DÍA	1252	
T= TIEMPO DE CICLO					
DC= Duracion total de cargue (min)			2		
TD= Tiempo descarga (min)			2.00		
d= Distancia de acarreo (m)			500.00		
t1= Tiempo de acarreo	Velocidad de recorrido (km/h)	30	1.00		
t2= Tiempo de retorno	Velocidad de recorrido (km/h)	40	0.75		
TOTAL TIEMPO DE CICLO (min)				5.75	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.7. Cálculo de rendimiento del volquete de 10 m3 distancia < 1 km

VOLQUETE 10 m3 DISTANCIA < 1 km			
$R = \frac{\left(\frac{J}{T}\right) * Q * E / (1)}{8}$			
Q= Capacidad del volco (m3)	15	RENDIMIENTOS	
T= Tiempo de ciclo (min)	5.75	METRO CUBICO HORA	157
J= Jornada laboral minutos	480	VIAJES DIA	83
		METRO CUBICO POR DÍA	1252
T= TIEMPO DE CICLO			
DC= Duracion total de cargue (min)			2
TD= Tiempo descarga (min)			2.00
d= Distancia de acarreo (m)			500.00
t1= Tiempo de acarreo	Velocidad de recorrido (km/h)	30	1.00
t2= Tiempo de retorno	Velocidad de recorrido (km/h)	40	0.75
TOTAL TIEMPO DE CICLO (min)			5.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.8. Cálculo de rendimiento del volquete de 10 m3 distancia > 1 km

RENDIMIENTO DE VOLQUETA POR HORA			
$R = \frac{\left(\frac{J}{T}\right) * Q * E / (1)}{8}$			
Q= Capacidad del volco (m3)	15	RENDIMIENTOS	
T= Tiempo de ciclo (min)	26.155	METRO CUBICO HORA	34.4
J= Jornada laboral minutos	480	VIAJES DIA	18
		METRO CUBICO POR DÍA	275
T= TIEMPO DE CICLO			
DC= Duracion total de cargue (min)			2
TD= Tiempo descarga (min)			2.00
d= Distancia de acarreo (m)			6330.00
t1= Tiempo de acarreo	Velocidad de recorrido (km/h)	30	12.66
t2= Tiempo de retorno	Velocidad de recorrido (km/h)	40	9.50
TOTAL TIEMPO DE CICLO (min)			26.16

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.9. Cálculo de rendimiento de motoniveladora

MOTONIVELADORA				
$QT = \left(\frac{60 * d * e * (Le - Lo)}{N * T} \right)$				
d= Distancia (m)		10992.00	250.42	
e= Espesor de la capa	EN V	0.292		
L= Longitud de la cuchilla		3.66		
Gados de trabajo de la cuchilla		45.00		
Le= Ancho efectivo de la cuchilla		2.59		
Lo= Ancho de traslape		0.20		
N= Numero de pasadas necesarias	CONFORMACION DE SUBRASANTES	6		
T= Tiempo de ciclo		306.33		
DATOS DEL EQUIPO				
MODELO	NA 120H	POTENCIA		125HP
		LONTUD DE HOJA	3.66	
		ALTO HOJA	0.61	
T=TIEMPO DE CICLO				
$T = \frac{d}{Va} + \frac{d}{Vr} + tf$				
d= Distancia (m)		10992.00	306.33	
Va= Velocidad de avance (m/min)	3	60.00		
Vr= Velocidad de retorno (m/min)	3	90		
tf= tiempo fijo (min)		1.00		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.10. Análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios	
DISEÑO DE LA CARRETERA CHAUPE CRUZ - SANTA CLARA DE CAMSE	
Fecha presupuesto	01/05/2023

01. OBRAS PRELIMINARES

Partida	01.01.		CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA				
Rendimiento	glb/DIA	1.0				Costo unitario directo por : glb	10,000.00
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
CAMPAMENTO			glb		1.00	10,000.00	10,000.00
							10,000.00

Partida	01.02.		CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m				
Rendimiento	und/DIA	2.0				Costo unitario directo por : und	814.40
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
OPERARIO			hh	0.5	2.00	26.15	52.30
PEON			hh	1	4.00	18.60	74.40
							126.70
	Materiales						
CLAVOS CON CABEZA DE 4"			kg		1.00	4.24	4.24
HORMIGÓN			m3		0.90	56.21	50.59
CEMENTO PORTLAND TIPO I			bl		0.90	25.71	23.14
MADERA TORNILLO			pie2		45.00	6.19	278.39
TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'			Und		3.00	29.66	88.98
PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"			Und		9.00	2.97	26.69
IMPRESIÓN DE BANNER P/CARTEL DE OBRA 3.6x2.4 m			Und		1.00	211.86	211.86
							683.90
	Equipo						
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	126.70	3.80
							3.80

Partida	01.03.		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO Y MAQUINARIAS				
Rendimiento	glb/DIA	1.0				Costo unitario directo por : glb	31,333.41

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Materiales					
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	glb		1.00	31,333.41	31,333.41
					31,333.41

Partida	01.04. TRAZO Y REPLANTEO DEL EJE				
Rendimiento	km/DIA	1.3		Costo unitario directo por : km	826.58
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
TOPOGRAFO	hh	1	6.15	26.18	161.11
PEON	hh	3	18.46	18.60	343.38
					504.49
Materiales					
YESO (BOLSA DE 28 kg)	bl		9.50	10.17	96.61
MADERA EUCALIPTO 3" x 2 m	Und		8.00	3.39	27.12
PINTURA ESMALTE	gln		2.00	46.61	93.22
					216.95
Equipo					
ESTACIÓN TOTAL	h-m		3.00	30.00	90.00
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	504.49	15.13
					105.13

Partida	01.05. CONTROL TOPOGRÁFICO				
Rendimiento	km/DIA	1.3		Costo unitario directo por : km	609.63
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
TOPOGRAFO	hh	1	6.15	26.18	161.11
PEON	hh	3	18.46	18.60	343.38
					504.49
Equipo					
ESTACIÓN TOTAL	h-m		3.00	30.00	90.00
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	504.49	15.13
					105.13

02. PAVIMENTOS

02.01. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Partida	02.01.01		LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN			
Rendimiento	ha/DIA	1.1	Costo unitario directo por : ha			1,691.49
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra					
PEON			hh	10	72.73	18.60 1,352.73
						1,352.73
	Equipo					
MOTOSIERRA			h-m	5	36.36	8.20 298.18
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	1,352.73 40.58
						338.76

Partida	02.01.02		EXCAVACIÓN DE MATERIAL SUELTO			
Rendimiento	m3/DIA	600.0	Costo unitario directo por : M3			2.88
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra					
OFICIAL			hh	1	0.01	20.57 0.27
PEON			hh	2	0.03	18.60 0.50
						0.77
	Equipo					
TRACTOR S/ORUGAS 140/160 HP			h-m	1	0.01	156.67 2.09
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	0.77 0.02
						2.11

Partida	02.01.03		EXCAVACIÓN DE ROCA SUELTA			
Rendimiento	m3/DIA	450.0	Costo unitario directo por : M3			7.77
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra					
OFICIAL			hh	1	0.02	20.57 0.37
PEON			hh	1	0.02	18.60 0.33
						0.70
	Materiales					
MECHA			m		0.50	0.82 0.41
FULMINANTE			Und		0.50	0.75 0.38
BARRENO			Und		0.004	196.61 0.79

Equipo						
TRACTOR S/ORUGAS 140/160 HP	h-m	1	0.00	156.67	0.63	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	1	0.00	196.67	0.79	
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	0.16	0.00	
					1.42	

02.01.04 PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE						
Partida	02.01.04					
Rendimiento	m2/DIA	3,160.0	Costo unitario directo por :			1.45
						M2
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
OFICIAL	hh	1	0.00	20.57	0.05	
PEON	hh	4	0.01	18.60	0.19	
					0.24	
Materiales						
AGUA	m3		0.03	2.88	0.09	
					0.09	
Equipo						
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.	h-m	1	0.00	91.67	0.23	
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T	h-m	1	0.00	153.33	0.39	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	1	0.00	196.67	0.50	
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	0.24	0.01	
					1.13	

02.01.05 RELLENO CON MATERIAL PROPIO						
Partida	02.01.05					
Rendimiento	m3/DIA	920.0	Costo unitario directo por :			6.58
						M3
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
OFICIAL	hh	1	0.01	20.57	0.18	
PEON	hh	3	0.03	18.60	0.49	
					0.66	
Materiales						
AGUA	m3		0.10	2.88	0.29	
					0.29	
Equipo						
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.	h-m	1	0.01	91.67	0.80	
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T	h-m	1	0.01	153.33	1.33	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	1	0.01	196.67	1.71	
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP	h-m	1	0.01	203.33	1.77	
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	0.66	0.02	

02.02. ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Partida	02.02.01		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DM <= 1Km				
Rendimiento	m3/DIA	1,252.2			Costo unitario directo por : M3	2.08	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
PEON			hh	1	0.01	18.60	0.12
							0.12
	Equipo						
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 m3			h-m	1	0.01	103.33	0.66
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP			h-m	1	0.01	203.33	1.30
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	0.12	0.00
							1.96

02.03. AFIRMADOS

Partida	02.03.01		EXTRACCIÓN Y ZARANDEO DE MATERIAL SELECCIONADO				
Rendimiento	m3/DIA	960.0			Costo unitario directo por : M3	4.29	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
OFICIAL			hh	1	0.01	20.57	0.17
PEON			hh	3	0.03	18.60	0.47
							0.64
	Equipo						
EXCAVADORA 225 HP			h-m	2	0.02	218.33	3.64
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	0.64	0.02
							3.66

Partida	02.03.02		CARGUIO DE MATERIAL				
Rendimiento	m3/DIA	812.0			Costo unitario directo por : M3	3.39	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de obra						
PEON			hh	3	0.03	18.60	0.55

						0.55
	Equipo					
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP		h-m	1	0.01	203.33	2.00
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3		h-m	1	0.01	83.33	0.82
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	0.55	0.02
						2.84

Partida	02.03.03	CONFORMACIÓN DE LA BASE e= 25 cm				
Rendimiento	m3/DIA	1,900.0			Costo unitario directo por : M3	13.85
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
OFICIAL		hh	1	0.00	20.57	0.09
PEON		hh	3	0.01	18.60	0.23
						0.32
	Materiales					
AFIRMADO		m3		0.25	45.48	11.37
AGUA		m3		0.10	2.88	0.29
						11.66
	Equipo					
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.		h-m	1	0.00	91.67	0.39
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T		h-m	1	0.00	153.33	0.65
MOTONIVELADORA DE 125 HP		h-m	1	0.00	196.67	0.83
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	0.32	0.01
						1.87

Partida	02.03.04	CONFORMACIÓN DE LA BASE e= 20 cm				
Rendimiento	m3/DIA	2,000.0			Costo unitario directo por : M3	11.26
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
OFICIAL		hh	1	0.00	20.57	0.08
PEON		hh	3	0.01	18.60	0.22
						0.31
	Materiales					
AFIRMADO		m3		0.20	45.48	9.10
AGUA		m3		0.03	2.88	0.08
						9.18
	Equipo					
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.		h-m	1	0.00	91.67	0.37
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T		h-m	1	0.00	153.33	0.61

MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	1	0.00	196.67	0.79
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	0.31	0.01
					1.78

Partida	02.03.05	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO HASTA 1 Km			
Rendimiento	m3/DIA	1,252.2		Costo unitario directo por : M3	2.09
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra				
OFICIAL		hh	1	0.01	20.57 0.13
					0.13
	Equipo				
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP		h-m	1	0.01	203.33 1.30
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 m3		h-m	1	0.01	103.33 0.66
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	0.13 0.00
					1.96

Partida	02.03.06	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO > 1 Km			
Rendimiento	m3/DIA	275.3		Costo unitario directo por : M3	9.53
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra				
OFICIAL		hh	1	0.03	20.57 0.60
					0.60
	Equipo				
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP		h-m	1	0.03	203.33 5.91
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 m3		h-m	1	0.03	103.33 3.00
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	0.60 0.02
					8.93

Partida	02.03.07	MEJORAMIENTO DE AFIRMADO CON TERRAZYME			
Rendimiento	m3/DIA	600.0		Costo unitario directo por : M3	13.47
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra				
OFICIAL		hh	1	0.01	20.57 0.27
PEON		hh	2	0.03	18.60 0.50
					0.77
	Materiales				

ESTABILIZANTE TERRAZYME	lt		0.03	211.86	6.36
AGUA	m3		0.15	2.88	0.43
					6.79
Equipo					
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.	h-m	1	0.01	91.67	1.22
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T	h-m	1	0.01	153.33	2.04
MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	1	0.01	196.67	2.62
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	0.77	0.02
					5.91

03. OBRAS DE ARTE

03.01. CUNETAS

03.01.01 CUNETAS REVESTIDAS CON EMBOQUILLADOS DE PIEDRA

Partida	03.01.02	CORTE Y COMPACTADO MANUAL			
Rendimiento	m2/DIA	130.0		Costo unitario directo por : M2	4.84
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra					
OFICIAL		hh	1	0.06	20.57 1.27
PEON		hh	3	0.18	18.60 3.43
					4.70
Equipo					
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	4.70 0.14
					0.14

Partida	03.01.03	COLOCACIÓN DE EMBOQUILLADO CON C:A 1:5 + PIEDRA MEDIANA			
Rendimiento	m2/DIA	70.0		Costo unitario directo por : M2	25.40
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra					
OFICIAL		hh	1	0.11	20.57 2.35
PEON		hh	3	0.34	18.60 6.38
					8.73
Materiales					
PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")		m3		0.13	66.67 8.33
ARENA GRUESA		m3		0.10	57.91 5.79
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		0.08	25.71 2.06
AGUA		m3		0.08	2.88 0.23

					16.41
	Equipo				
HERRAMIENTAS		%mo	3.00	8.73	0.26
					0.26

Partida	03.01.04	JUNTA ASFALTICA DE DILATACIÓN CADA 3 M			
Rendimiento	ml/DIA	70.0		Costo unitario directo por : M	12.22
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra				
OFICIAL		hh	1	0.11	20.57 2.35
PEON		hh	3	0.34	18.60 6.38
					8.73
	Materiales				
ASFALTO LÍQUIDO RC - 250		gal		0.13	21.19 2.82
ARENA FINA		m3		0.01	81.92 0.41
					3.23
	Equipo				
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	8.73 0.26
					0.26

03.02. ALCANTARILLAS TMC
24"
03.02.01 TRABAJOS PRELIMINARES

Partida	03.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO			
Rendimiento	m2/DIA	500.0		Costo unitario directo por : M2	3.12
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
	Mano de obra				
OPERARIO		hh	1	0.02	26.15 0.42
TOPOGRAFO		hh	2	0.03	26.18 0.84
PEON		hh	1	0.02	18.60 0.30
					1.55
	Materiales				
CLAVOS CON CABEZA DE 4"		kg		0.05	4.24 0.21
YESO (BOLSA DE 28 kg)		bl		0.02	10.17 0.20
ESTACAS DE MADERA		Und		0.25	2.12 0.53
PINTURA ESMALTE		gln		0.00	46.61 0.09
					1.04
	Equipo				

ESTACIÓN TOTAL	h-m	1	0.0160	30.00	0.48
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	1.55	0.05
					0.53

03.02.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Partida	03.02.02.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURA				
Rendimiento	m3/DIA	110.0			Costo unitario directo por : M3	14.85
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
PEON		hh	5	0.36	18.60	6.76
						6.76
	Equipo					
RETROEXCAVADORA		h-m	1	0.0727	108.33	7.88
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	6.76	0.20
						8.08

Partida	03.02.02.02	EIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE				
Rendimiento	m3/DIA	110.0			Costo unitario directo por : M3	23.64
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
PEON		hh	2	0.15	18.60	2.71
						2.71
	Equipo					
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP		h-m	1	0.0727	203.33	14.79
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3		h-m	1	0.0727	83.33	6.06
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	2.71	0.08
						20.93

Partida	03.02.02.03	CAMA DE APOYO CON ARENILLA				
Rendimiento	m2/DIA	20.0			Costo unitario directo por : M2	38.90
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
PEON		hh	1	0.40	18.60	7.44
						7.44
	Materiales					

ARENA FINA	m3		0.18	81.92	14.75
					14.75
Equipo					
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	h-m	1	0.4000	41.24	16.50
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	7.44	0.22
					16.72

Partida	03.02.02.04	RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL			
Rendimiento	m3/DIA	40.0		Costo unitario directo por : M3	64.85
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO		hh	0.1	0.0200	26.15 0.52
PEON		hh	3	0.60	18.60 11.16
					11.68
Materiales					
AFIRMADO		m3		0.98	45.48 44.57
					44.57
Equipo					
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		h-m	1	0.2000	41.24 8.25
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	11.68 0.35
					8.60

**03.03.03 ACERO FY=4200
KG/CM2**

Partida	03.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2			
Rendimiento	kg/DIA	250.0		Costo unitario directo por : KG	4.56
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO		hh	1	0.0320	26.15 0.84
PEON		hh	1	0.0320	18.60 0.60
					1.43
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.05	4.24 0.21
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60		kg		0.90	3.19 2.87
					3.08
Equipo					
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	1.43 0.04
					0.04

Partida	03.02.06		EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM			
Rendimiento	m2/DIA	50.0	Costo unitario directo por :			276.83
					M2	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
OFICIAL	hh	1	0.1600	20.57	3.29	
PEON	hh	2	0.32	18.60	5.95	
						9.24
Materiales						
PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	m3		0.36	66.67	24.00	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.22	79.10	17.40	
ARENA GRUESA	m3		0.33	57.91	19.11	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		8.02	25.71	206.16	
AGUA	m3		0.22	2.88	0.63	
						267.31
Equipo						
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	9.24	0.28	
						0.28

Partida	03.02.07.01		INSTALACIÓN DE LÁMINAS ALCANTARILLA 24"			
Rendimiento	m/DIA	15.0	Costo unitario directo por :			183.07
					M	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
OPERARIO	hh	1	0.5333	26.15	13.95	
PEON	hh	2	1.07	18.60	19.84	
						33.79
Materiales						
ALCANTARILLAS METÁLICA Ø 24" E=2 mm	pza	1	0.53	278.00	148.27	
						148.27
Equipo						
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	33.79	1.01	
						1.01

03.03.	ALCANTARILLAS TMC
03.03.01	36"
03.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES

Partida	03.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO
---------	--------------------	--------------------------

Equipo						
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP	h-m	1	0.0727	203.33	14.79	
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3	h-m	1	0.0727	83.33	6.06	
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	2.71	0.08	
					20.93	

Partida		03.03.02.03					CAMA DE APOYO CON ARENILLA	
Rendimiento	m2/DIA	20.0				Costo unitario directo por :	38.90	
						M2		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
Mano de obra								
PEON	hh	1	0.40	18.60	7.44			
					7.44			
Materiales								
ARENA FINA	m3		0.18	81.92	14.75			
					14.75			
Equipo								
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	h-m	1	0.4000	41.24	16.50			
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	7.44	0.22			
					16.72			

Partida		03.03.02.04					RELLENO CON MATERIAL DE PRÉSTAMO LATERAL	
Rendimiento	m3/DIA	40.0				Costo unitario directo por :	64.85	
						M3		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.			
Mano de obra								
OPERARIO	hh	0.1	0.0200	26.15	0.52			
PEON	hh	3	0.60	18.60	11.16			
					11.68			
Materiales								
AFIRMADO	m3		0.98	45.48	44.57			
					44.57			
Equipo								
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	h-m	1	0.2000	41.24	8.25			
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	11.68	0.35			
					8.60			

03.03.03 **ACERO FY=4200**
KG/CM2

Partida	03.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2
---------	-----------------	-----------------------------

Rendimiento	kg/DIA	250.0				Costo unitario directo por : KG	4.56
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra							
OPERARIO			hh	1	0.0320	26.15	0.84
PEON			hh	1	0.0320	18.60	0.60
							1.43
Materiales							
ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.05	4.24	0.21
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60			kg		0.90	3.19	2.87
							3.08
Equipo							
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	1.43	0.04
							0.04

03.03.04 OBRAS DE CONCRETO

Partida	03.02.04.01	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	20.0				Costo unitario directo por : M3	391.43
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra							
OPERARIO			hh	2	0.8000	26.15	20.92
OFICIAL			hh	1	0.4000	20.57	8.23
PEON			hh	6	2.40	18.60	44.64
							73.79
Materiales							
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0.32	79.10	25.31
ARENA GRUESA			m3		0.30	57.91	17.37
CEMENTO PORTLAND TIPO I			bl		10.16	25.71	261.18
AGUA			m3		0.22	2.88	0.63
							304.49
Equipo							
MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 11P3, 22 HP			h-m	1	0.4000	19.57	7.83
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP			h-m	1	0.4000	7.78	3.11
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	73.79	2.21
							13.15

Partida	03.03.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	15.0				Costo unitario directo por : M2	68.28

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
OPERARIO	hh	1	0.5333	26.15	13.95
OFICIAL	hh	1	0.5333	20.57	10.97
PEON	hh	1	0.53	18.60	9.92
					34.84
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.15	4.12	0.62
CLAVOS CON CABEZA DE 4"	kg		0.20	4.24	0.85
MADERA TORNILLO	pie2		5.00	6.19	30.93
					32.40
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	34.84	1.05
					1.05

Partida	03.02.06					EMBOQUILLADO DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM	
Rendimiento	m2/DIA	50.0				Costo unitario directo por : M2	276.83
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de obra							
OFICIAL	hh	1	0.1600	20.57	3.29		
PEON	hh	2	0.32	18.60	5.95		
					9.24		
Materiales							
PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	m3		0.36	66.67	24.00		
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.22	79.10	17.40		
ARENA GRUESA	m3		0.33	57.91	19.11		
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		8.02	25.71	206.16		
AGUA	m3		0.22	2.88	0.63		
					267.31		
Equipo							
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	9.24	0.28		
					0.28		

Partida	03.02.07.01					INSTALACIÓN DE LÁMINAS ALCANTARILLA 36"	
Rendimiento	m/DIA	14.0				Costo unitario directo por : M	270.43
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de obra							

OPERARIO	hh	1	0.5714	26.15	14.94
PEON	hh	2	1.14	18.60	21.26
					36.20
Materiales					
ALCANTARILLAS METÁLICA Ø 36" E=2 mm	pza	1	0.57	408.00	233.14
					233.14
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	36.20	1.09
					1.09

03.04. BADEN DE CONCRETO

Partida	03.04.01		TRABAJOS PRELIMINARES			
Rendimiento	m2/DIA	500.0			Costo unitario directo por : M2	2.95
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de obra						
OPERARIO			hh	1	0.0160	26.15 0.42
TOPOGRAFO			hh	2	0.0320	26.18 0.84
PEON			hh	2	0.03	18.60 0.60
						1.85
Materiales						
CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"			kg		0.05	4.24 0.21
YESO (BOLSA DE 28 kg)			bl		0.02	10.17 0.20
ESTACAS DE MADERA			Und		0.25	2.12 0.53
PINTURA ESMALTE			gln		0.00	46.61 0.09
						1.04
Equipo						
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	1.85 0.06
						0.06

03.04.02 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Partida	03.04.02.01		EXCAVACIÓN DE TERRENO			
Rendimiento	m3/DIA	110.0			Costo unitario directo por : M3	14.85
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/. Parcial S/.
Mano de obra						
PEON			hh	5	0.36	18.60 6.76
						6.76
Equipo						

RETROEXCAVADORA	h-m	1	0.07	108.33	7.88
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	6.76	0.20
					8.08

Partida	03.04.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE			
Rendimiento	m3/DIA	110.0		Costo unitario directo por : M3	23.64
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
	Mano de obra				
PEON		hh	2	0.15	18.60 2.71
					2.71
	Equipo				
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP		h-m	1	0.07	203.33 14.79
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3		h-m	1	0.07	83.33 6.06
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	2.71 0.08
					20.93

Partida	03.04.02.03	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO			
Rendimiento	m3/DIA	40.0		Costo unitario directo por : M3	29.38
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
	Mano de obra				
OPERARIO		hh	0.1	0.0200	26.15 0.52
PEON		hh	3	0.6000	18.60 11.16
					11.68
	Materiales				
AFIRMADO		m3		0.20	45.48 9.10
					9.10
	Equipo				
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP		h-m	1	0.2000	41.24 8.25
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	11.68 0.35
					8.60

03.04.03 OBRAS DE CONCRETO

Partida	03.04.03.01	CONCRETO F'C=210KG/CM2			
Rendimiento	m3/DIA	30.0		Costo unitario directo por : M3	360.42
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.

Mano de obra					
OPERARIO	hh	2	0.5333	26.15	13.95
OFICIAL	hh	1	0.2667	20.57	5.49
PEON	hh	6	1.6000	18.60	29.76
					49.19
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.32	79.10	25.31
ARENA GRUESA	m3		0.30	57.91	17.37
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		10.16	25.71	261.18
AGUA	m3		0.22	2.88	0.63
					304.49
Equipo					
MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 7P3, 18 HP	h-m	1	0.2667	11.94	3.18
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	h-m	1	0.2667	7.78	2.07
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	49.19	1.48
					6.73

Partida	03.04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	18.0		Costo unitario directo por : M2	51.78
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO	hh	1	0.4444	26.15	11.62
OFICIAL	hh	1	0.4444	20.57	9.14
PEON	hh	1	0.4444	18.60	8.27
					29.03
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.15	4.12	0.62
CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg		0.20	4.24	0.85
MADERA TORNILLO	pie2		3.30	6.19	20.42
					21.88
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	29.03	0.87
					0.87

Partida	03.04.03.03 MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30%PM				
Rendimiento	m2/DIA	100.0		Costo unitario directo por : M2	281.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OFICIAL	hh	2	0.1600	20.57	3.29

PEON	hh	2	0.1600	18.60	2.98
					6.27
Materiales					
PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	m3		0.36	66.67	24.00
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.32	79.10	25.31
ARENA GRUESA	m3		0.33	57.91	19.11
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		8.02	25.71	206.16
AGUA	m3		0.22	2.88	0.63
					275.22
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	6.27	0.19
					0.19

Partida	03.04.04		SELLADO DE JUNTAS		
Rendimiento	m/DIA	50.0		Costo unitario directo por : M	15.81
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OFICIAL	hh	1	0.1600	20.57	3.29
PEON	hh	3	0.4800	18.60	8.93
					12.22
Materiales					
ASFALTO LÍQUIDO RC - 250	gal		0.13	21.19	2.82
ARENA FINA	m3		0.01	81.92	0.41
					3.23
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	12.22	0.37
					0.37

**03.05. MUROS DE CONTENCIÓN
H=4.5M**

03.05.01 MOVIMIENTO DE TIERRA

Partida	03.05.01.01		EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS		
Rendimiento	m3/DIA	110.0		Costo unitario directo por : M3	6.97
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
PEON	hh	5	0.3636	18.60	6.76
					6.76

Equipo				
HERRAMIENTAS	%mo	3.00	6.76	0.20
				0.20

03.05.02 CONCRETO SIMPLE

Partida	03.05.02.01		SOLADO 10 CM		
Rendimiento	m2/DIA	200.0			Costo unitario directo por : M2 16.52
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO		hh	2	0.0800	26.15 2.09
OFICIAL		hh	1	0.0400	20.57 0.82
PEON		hh	6	0.2400	18.60 4.46
					7.38
Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		0.15	25.71 3.86
HORMIGÓN		m3		0.09	56.21 5.06
					8.92
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo			3.00	7.38 0.22
					0.22

03.05.03 CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2

Partida	03.05.03.01		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO		
Rendimiento	m2/DIA	12.0			Costo unitario directo por : M2 77.27
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO		hh	1	0.6667	26.15 17.43
OFICIAL		hh	1	0.6667	20.57 13.71
PEON		hh	1	0.6667	18.60 12.40
					43.55
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.15	4.24 0.64
CLAVOS CON CABEZA DE 3"		kg		0.20	4.24 0.85
MADERA TORNILLO		pie2		5.00	6.19 30.93
					32.42
Equipo					

HERRAMIENTAS	%mo	3.00	43.55	1.31
				1.31

Partida		03.05.03.02				CONCRETO F'C=210KG/CM2	
Rendimiento	m3/DIA	17.0			Costo unitario directo por : M3		377.10
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de obra							
OPERARIO	hh	2	0.9412	26.15	24.61		
OFICIAL	hh	1	0.4706	20.57	9.68		
PEON	hh	6	2.8235	18.60	52.52		
							86.81
Materiales							
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.32	79.10	25.31		
ARENA GRUESA	m3		0.32	57.91	18.53		
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		9.10	25.71	233.93		
AGUA	m3		0.22	2.88	0.63		
							278.40
Equipo							
MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 7P3, 18 HP	h-m	1	0.4706	11.94	5.62		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	h-m	1	0.4706	7.78	3.66		
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	86.81	2.60		
							11.88

Partida		03.05.03.03				ACERO FY=4200 KG/CM2	
Rendimiento	kg/DIA	250.0			Costo unitario directo por : KG		4.56
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de obra							
OPERARIO	hh	1	0.0320	26.15	0.84		
PEON	hh	1	0.0320	18.60	0.60		
							1.43
Materiales							
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.05	4.24	0.21		
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		0.90	3.19	2.87		
							3.08
Equipo							
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	1.43	0.04		
							0.04

Partida		03.05.04				JUNTA DE DILATACIÓN	
---------	--	----------	--	--	--	---------------------	--

Rendimiento	und/DIA	100.0				Costo unitario directo por : UND	7.99
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra							
OFICIAL			hh	1	0.0800	20.57	1.65
PEON			hh	3	0.2400	18.60	4.46
							6.11
Materiales							
TECNOPOPOR DE 1" (POLIESTIRENO) D=10kg/m3 PL 1.22 x 2.44			Und		0.05	16.95	0.85
SELLADOR BLANCO PARA MUROS			gln		0.03	33.90	0.85
							1.69
Equipo							
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	6.11	0.18
							0.18

Partida	03.05.05						LLORADEROS TUBERÍA 3"	
Rendimiento	und/DIA	50.0				Costo unitario directo por : UND	13.18	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra								
OPERARIO			hh	1	0.1600	26.15	4.18	
PEON			hh	1	0.1600	18.60	2.98	
							7.16	
Materiales								
ALAMBRE NEGRO N° 8			kg		0.01	4.12	0.04	
TUBERÍA PVC 3"			ml		0.34	16.95	5.76	
							5.80	
Equipo								
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	7.16	0.21	
							0.21	

**03.06. MUROS DE CONTENCIÓN
H=5.5M**

03.06.01 MOVIMIENTO DE TIERRA

Partida	03.06.01.01						EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	
Rendimiento	m3/DIA	110.0				Costo unitario directo por : M3	6.97	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	

	Mano de obra					
PEON		hh	5	0.3636	18.60	6.76
						6.76
	Equipo					
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	6.76	0.20
						0.20

03.06.02 CONCRETO SIMPLE

Partida	03.06.02.01	SOLADO 10 CM				
Rendimiento	m2/DIA	200.0			Costo unitario directo por : M2	16.52
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
OPERARIO		hh	2	0.0800	26.15	2.09
OFICIAL		hh	1	0.0400	20.57	0.82
PEON		hh	6	0.2400	18.60	4.46
						7.38
	Materiales					
CEMENTO PORTLAND TIPO I		bl		0.15	25.71	3.86
HORMIGÓN		m3		0.09	56.21	5.06
						8.92
	Equipo					
HERRAMIENTAS		%mo		3.00	7.38	0.22
						0.22

03.06.03 CONCRETO ARMADO F'C=210KG/CM2

Partida	03.06.03.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	12.0			Costo unitario directo por : M2	77.27
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de obra					
OPERARIO		hh	1	0.6667	26.15	17.43
OFICIAL		hh	1	0.6667	20.57	13.71
PEON		hh	1	0.6667	18.60	12.40
						43.55
	Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.15	4.24	0.64

CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg	0.20	4.24	0.85
MADERA TORNILLO	pie2	5.00	6.19	30.93
				32.42
Equipo				
HERRAMIENTAS	%mo	3.00	43.55	1.31
				1.31

Partida	03.06.03.02	CONCRETO F'C=210KG/CM2			
Rendimiento	m3/DIA	17.0	Costo unitario directo por :		377.10
			M3		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO	hh	2	0.9412	26.15	24.61
OFICIAL	hh	1	0.4706	20.57	9.68
PEON	hh	6	2.8235	18.60	52.52
					86.81
Materiales					
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.32	79.10	25.31
ARENA GRUESA	m3		0.32	57.91	18.53
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl		9.10	25.71	233.93
AGUA	m3		0.22	2.88	0.63
					278.40
Equipo					
MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 7P3, 18 HP	h-m	1	0.4706	11.94	5.62
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	h-m	1	0.4706	7.78	3.66
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	86.81	2.60
					11.88

Partida	03.06.03.03	ACERO FY=4200 KG/CM2			
Rendimiento	kg/DIA	250.0	Costo unitario directo por :		4.56
			KG		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO	hh	1	0.0320	26.15	0.84
PEON	hh	1	0.0320	18.60	0.60
					1.43
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.05	4.24	0.21
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		0.90	3.19	2.87
					3.08
Equipo					

HERRAMIENTAS	%mo	3.00	1.43	0.04
				0.04

Partida	03.06.04		JUNTA DE DILATACIÓN		
Rendimiento	und/DIA	100.0	Costo unitario directo por :		7.99
			UND		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OFICIAL	hh	1	0.0800	20.57	1.65
PEON	hh	3	0.2400	18.60	4.46
					6.11
Materiales					
TECNOPOR DE 1" (POLIESTIRENO) D=10kg/m3 PL 1.22 x 2.44	Und		0.05	16.95	0.85
SELLADOR BLANCO PARA MUROS	gln		0.03	33.90	0.85
					1.69
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	6.11	0.18
					0.18

Partida	03.06.05		LLORADEROS TUBERÍA 3"		
Rendimiento	und/DIA	50.0	Costo unitario directo por :		13.18
			UND		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra					
OPERARIO	hh	1	0.1600	26.15	4.18
PEON	hh	1	0.1600	18.60	2.98
					7.16
Materiales					
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.01	4.12	0.04
TUBERÍA PVC 3"	ml		0.34	16.95	5.76
					5.80
Equipo					
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	7.16	0.21
					0.21

04. SEÑALIZACIÓN
SEÑALES
4.01 PREVENTIVAS

Partida	04.01.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS		
---------	-----------------	--	--	--

Rendimiento		und/DIA	8.0	Costo unitario directo por :		UND	191.18
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de obra							
OFICIAL	hh	1	1.0000	20.57	20.57		
PEON	hh	2	2.0000	18.60	37.20		
							57.77
Materiales							
PERNO 5/8 x 6"	Und		4.00	1.44	5.76		
PERNOS DE EXPANSION DE 3/8" x 3" C/ARANDELA	Und		4.00	4.24	16.95		
TUBERÍA FONDO 2" x 3 m	m		1.00	49.72	49.72		
SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg		0.20	15.25	3.05		
PLATINA DE FIERRO/ML 1 1/4" x 316"	m		0.25	26.27	6.57		
PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gln		0.10	46.61	4.66		
PINTURA ANTICORROSIVA	gln		0.15	49.44	7.42		
TINTA SERIGRÁFICA	gln		0.01	46.61	0.47		
PINTURA ESMALTE EPOXI-POLIAMIDA P/SUPERF. GALV.	gln		0.10	46.61	4.66		
PLANCHA DE FIERRO 1/4"	m2		0.04	94.63	3.79		
PLANCHA DE FIERRO 1/16"	m3		0.20	93.22	18.64		
							121.68
Equipo							
SOLDADORA ELÉCTRICA	h-m	1	1.00	10.00	10.00		
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	57.77	1.73		
							11.73

4.02 SEÑALES REGLAMENTARIAS

Partida		04.02.01	HABILITACIÓN E INSTALACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS				
Rendimiento		und/DIA	10.0	Costo unitario directo por :		UND	330.82
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de obra							
OFICIAL	hh	1	0.8000	20.57	16.46		
PEON	hh	4	3.2000	18.60	59.52		
							75.98
Materiales							
LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	m2		10.60	11.02	116.78		
SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg		0.80	15.25	12.20		
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		0.96	83.33	80.00		
PLATINA 2" x 1/8"	m		1.30	25.42	33.05		
THINNER	gln		0.01	21.47	0.11		

PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gln		0.04	46.61	1.86
TINTA SERIGRÁFICA NEGRA	gln		0.01	46.61	0.47
TINTA SERIGRÁFICA ROJA	gln		0.00	46.61	0.09
					244.56
Equipo					
SOLDADORA ELÉCTRICA	h-m	1	0.80	10.00	8.00
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	75.98	2.28
					10.28

4.03 HITOS KILOMÉTRICOS

Partida	4.03		HITOS KILOMÉTRICOS			
Rendimiento	und/DIA	10.0			Costo unitario directo por : UND	107.72
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.
Mano de obra						
OFICIAL			hh	1	0.8000	20.57 16.46
PEON			hh	4	3.2000	18.60 59.52
						75.98
Materiales						
ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.10	4.24 0.42
CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"			kg		0.10	4.24 0.42
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60			kg		3.25	3.19 10.37
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"			m3		0.02	79.10 1.58
ARENA GRUESA			m3		0.01	57.91 0.58
CEMENTO PORTLAND TIPO I			bl		0.22	25.71 5.66
AGUA			m3		0.01	2.88 0.03
MADERA TORNILLO			pie2		0.55	6.19 3.40
PINTURA ESMALTE SINTÉTICO			gln		0.15	46.61 6.99
						29.46
Equipo						
HERRAMIENTAS			%mo		3.00	75.98 2.28
						2.28

05. PROTECCIÓN AMBIENTAL

5.01 PROGRAMA DE PREVENCIÓN, CONTROL Y MITIGACIÓN

Partida	05.01.01		REPOSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL			
Rendimiento	ha/DIA	0.8			Costo unitario directo por : ha	1,296.88
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/. Parcial \$/.

Mano de obra						
PEON	hh	5	50.0000	18.60	930.00	
						930.00
Materiales						
PLANTAS Y ARBUSTOS	Und		200.00	1.69	338.98	
						338.98
Equipo						
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	930.00	27.90	
						27.90

Partida	05.01.02		RIEGO PERMANENTE				
Rendimiento	m2/DIA	2,500.0				Costo unitario directo por : M2	0.42
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra							
PEON	hh		2		0.0064	18.60	0.12
							0.12
Equipo							
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.	h-m		1		0.00	91.67	0.29
HERRAMIENTAS	%mo				3.00	0.12	0.00
							0.30

Partida	05.01.03		RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CAMPAMENTO				
Rendimiento	GLB/DIA	1.0				Costo unitario directo por : M2	3,070.70
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de obra							
OPERARIO	hh		1		3.0000	26.15	78.45
PEON	hh		3		12.0000	18.60	223.20
							301.65
Equipo							
RETROEXCAVADORA	h-m		1		8.00	108.33	866.67
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3	h-m		1		8.00	83.33	666.67
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T	h-m		1		8.00	153.33	1,226.67
HERRAMIENTAS	%mo				3.00	301.65	9.05
							2,769.05

Partida	05.01.04		RESTAURACIÓN DE BOTADEROS				
Rendimiento	m2/DIA	2,500.0				Costo unitario directo por : M2	2.17

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
OPERARIO	hh	2	0.0064	26.15	0.17
PEON	hh	3	0.0096	18.60	0.18
					0.35
Equipo					
CARGADOR S/LLANTAS 110-125 HP	h-m	1	0.00	203.33	0.65
MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	1	0.00	196.67	0.63
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3	h-m	2	0.01	83.33	0.53
HERRAMIENTAS	%mo		3.00	0.35	0.01
					1.82

**PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTROL
5.02 AMBIENTAL**

Partida	05.02.01		MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
Rendimiento	GLB/DIA	15.0			Costo unitario directo por : GLM 3,200.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
ESTUDIO DE MUESTRAS DE AGUA	Und	1	0.53	6,000.00	3,200.00
					3,200.00

Partida	05.02.02		MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN DEL AIRE		
Rendimiento	GLB/DIA	15.0			Costo unitario directo por : GLM 2,506.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL	Und	1	0.53	4,700.00	2,506.67
					2,506.67

Partida	05.02.03		MONITOREO PARA MITIGACIÓN DE CONTAMINACIÓN SONORA		
Rendimiento	GLB/DIA	15.0			Costo unitario directo por : GLB 2,666.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
PRUEBAS CON SODÓMETRO DIGITAL	Und	1	0.53	5,000.00	2,666.67
					2,666.67

5.03 PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Partida	05.03.01	PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL				
Rendimiento	GLB/DIA	15.0				Costo unitario directo por : GLB 13,440.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
MATERIAL DE ESCRITORIO		glb	1	0.53	400.00	213.33
EQUIPO MULTIMEDIA		glb	1	0.53	1,000.00	533.33
EQUIPO INFORMATIVO		glb	1	0.53	1,500.00	800.00
VOLANTES INFORMATIVO		glb	1	0.53	500.00	266.67
REFRIGERIOS		glb	1	0.53	1,800.00	960.00
CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL		glb	1	0.53	20,000.00	10,666.67
						13,440.00

Partida	5.04	PLAN DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL O CONTINGENCIAS				
Rendimiento	GLB/DIA	1.0				Costo unitario directo por : GLB 5,000.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
PLAN DE CONTINGENCIAS		glb		1.00	5,000.00	5,000.00
						5,000.00

Partida	5.05	PROGRAMA DE ACCIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD				
Rendimiento	GLB/DIA	1.0				Costo unitario directo por : GLB 5,000.00
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales						
SENSIBILIZACIÓN SOCIAL		glb		1.00	5,000.00	5,000.00
						5,000.00

06. CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN

Partida	6.01	ENSAYOS PARA CALIDAD DE OBRA				
Rendimiento	GLB/DIA	1.0				Costo unitario directo por : GLB 6,801.69

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
DENSIDAD DE CAMPO	Und		20.00	35.00	700.00
COMPRESIÓN SIMPLE	Und		200.00	30.51	6,101.69
					6,801.69

07. SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

Partida	7.01		EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL		
Rendimiento	GLB/DIA	1.0		Costo unitario directo por : GLB	7,407.91
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
LENTES DE SEGURIDAD	Und		70.00	8.47	593.22
CASCO DE SEGURIDAD	Und		70.00	11.30	790.96
GUANTES DE SEGURIDAD	Und		70.00	6.69	468.64
BOTAS DE SEGURIDAD	Und		70.00	38.14	2,669.49
TAPONES PARA EL OÍDO	Und		70.00	7.34	514.12
MASCARILLA PARA POLVO	Und		70.00	2.06	144.35
CHALECO REFLECTIVO	Und		70.00	19.77	1,384.18
BOTIQUÍN CON MEDICINAS DE PRIMEROS AUXILIOS	Und		4.00	43.79	175.14
CAMILLA	Und		4.00	166.95	667.80
					7,407.91

Partida	7.02		CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD		
Rendimiento	GLB/DIA	1.0		Costo unitario directo por : GLB	10,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	glb		1.00	10,000.00	10,000.00
					10,000.00

Partida	7.03		SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD		
Rendimiento	GLB/DIA	1.0		Costo unitario directo por : GLB	13,093.22
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales					
MALLA CERCADORA NARANJA (h=1.25 m)	m		4,000.00	1.27	5,084.75

CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO	rl	5.00	29.66	148.31
CONOS REFLECTANTES	Und	200.00	33.81	6,762.71
POSTES DE SEGURIDAD	Und	50.00	21.95	1,097.46
				13,093.22

08. FLETE TERRESTRE

Partida		08. FLETE TERRESTRE				
Rendimiento	GLB/DIA	1.0			Costo unitario directo por : GLB	58,448.54
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales					
FLETE TERRESTRE DE INSUMOS		glb		1.00	58,448.54	58,448.54
						58,448.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.11. Cotización de maquinaria



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

SR : LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE
 ASUNTO : REMITO PROPUESTA ECONOMICA
 FECHA : Cutervo, mayo del 2023

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo hacer llegar mi propuesta económica

PROPUESTA ECONOMICA

DESCRIPCION	POTENCIA	CAPACIDAD	CANTIDAD	PRECIO H/M	TOTAL S/
CARGADOR S/LLANTAS	125 HP	-	1	S/220.00	S/220.00
TRACTOR S/ORUGAS	140 HP	-	1	S/160.00	S/160.00
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	100 HP	9 TN	1	S/150.00	S/150.00
RETROEXCAVADORA	138 HP	-	1	S/115.00	S/115.00
EXCAVADORA	225 HP	-	1	S/225.00	S/225.00
MOTONIVELADORA	125 HP	-	1	S/200.00	S/200.00
CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA)	165 HP	2000 GLN	1	S/90.00	S/90.00
CAMION VOLQUETE	-	10M3	1	S/85.00	S/85.00
CAMION VOLQUETE	-	15M4	1	S/100.00	S/100.00

DESCRIPCION	POTENCIA	CAPACIDAD	PRECIO N° VIAJES	TOTAL S/
CAMION PLATAFORMA 4x6	300 HP	18 TN	S/2,500.00	S/2,500.00
CAMION PLATAFORMA 4x6	400 HP	25 TN	S/3,000.00	S/3,000.00

los costos de los servicios no incluye IGV
 Es todo cuanto informo a usted, apra su conocimiento y fines

Atentamente,

SERVICIOS CONSTRUCCIONES
 NIÑO JESUS S.R.L.

 Ramiro Díaz Muñoz
 REPRESENTANTE GENERAL

JR. LA MERCED N° 1800
 CUTERVO - CAJAMARCA

TELF 074 - 265229
 RPM * 950 901672

Fuente: Servicios construcciones Niño Jesús

TEODORO CUBAS BERNAL

RUC: 10272443187

COTIZACION

Sr. : LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE

RUC:

DIRECCION : LA CAPILLA

Estimados señores

Por medio de la presente nos es grato saludarlos cordialmente ya la vez hacerles llegar nuestra propuesta de alquiler de maquinaria:

UND	DETALLE	P. HORA
1	EXCAVADORA	S/220.00
1	RETROEXCAVADORA	S/110.00
1	MOTONIVELADORA	S/200.00
1	VOLQUETE 10 M3	S/80.00
1	VOLQUETE 15 M3	S/100.00
1	CARGADOR S/LLANTAS	S/200.00
1	TRACTOR S/ORUGAS	S/150.00
1	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO	S/150.00
1	CAMION CISTERNA 4x2	S/95.00

UND	DETALLE	P. VIAJE
1	CAMION PLATAFORMA 4x6 18 TN	S/2,600.00
1	CAMION PLATAFORMA 4x6 25 TN	S/3,100.00

Condiciones:

EL PRECIO UNITARIO NO INCLUYE IGV, MÁQUINA SECA OPERADA

Atentamente;

Cutervo, 15 mayo 2023



TEODORO CUBAS BERNAL
RUC 10272443187

Teléfono: 962881904 / Pasaje Súcota s/n – Cutervo – Cutervo - Cajamarca

Fuente: Teodoro Cubas Bernal

"AQUIRA CONSTRUCTOR S.A.C"

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

Señor:

LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE

Estimados señores:

Nos dirigimos a ustedes para saludarlos cordialmente como representantes de la mencionada empresa, y desde luego para presentar nuestra OFERTA de alquiler de maquinaria.

PROPUESTA ECONOMICA

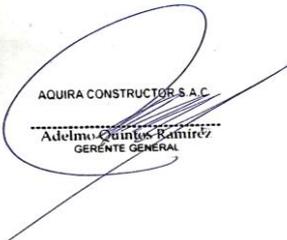
DETALLE	CANTIDAD	HORA/ MAQUINA
EXCAVADORA 225 HP	01	S/210.00
RETROEXCAVADORA 138 HP	01	S/100.00
MOTONIVELADORA 125 HP	01	S/190.00
VOLQUETE 10 M3	01	S/85.00
VOLQUETE 15 M3	01	S/110.00
CARGADOR S/LLANTAS 125 HP	01	S/190.00
TRACTOR S/ORUGAS 140HP	01	S/160.00
RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 100HP	01	S/160.00
CAMION CISTERNA 4x2	01	S/90.00

DETALLE	UND	P. VIAJE
CAMION PLATAFORMA 4x6 18 TN	01	S/2,050.00
CAMION PLATAFORMA 4x6 25 TN	01	S/3,050.00

EL PRECIO DE LA OFERTA NO INCLUYE IGV

Sin otro particular.

Atentamente,



AQUIRA CONSTRUCTOR S.A.C

Adelmio Quings Ramirez
GERENTE GENERAL

Fuente: Aquira Constructor

Tabla N° 9.12. Cotización de insumos

COTIZACION N° 00185-2023



JR. ELOY BELLO - CUTERVO

20488147359

CLIENTE:	LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE	FECHA	
DIRECCION:		RUC	
		REF:	

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	MARCA	U/M	CANT	P.U	IMPORTE
1	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	SIDER	kg	1	S/4.00	S/4.00
2	AFIRMADO	S/M	m3	1	S/55.00	S/55.00
3	ALAMBRE NEGRO N° 8	PRODAC	kg	1	S/5.00	S/5.00
4	ARENA FINA	S/M	m3	1	S/95.00	S/95.00
5	ARENA GRUESA	S/M	m3	1	S/65.00	S/65.00
6	BOTIQUÍN CON MEDICINAS DE PRIMEROS AUXILIOS	S/M	Und	1	S/51.00	S/51.00
7	CAL (BOLSA x 20 kg)	HADES	bl	1	S/16.90	S/16.90
8	CAMILLA	TOOLCRAFT	Und	1	S/197.00	S/197.00
9	CEMENTO PORTLAND TIPO I	PACASMAYO	bl	1	S/30.00	S/30.00
10	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	PRODAC	kg	1	S/5.00	S/5.00
11	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	PRODAC	kg	1	S/5.00	S/5.00
12	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	PRODAC	kg	1	S/5.00	S/5.00
13	EXTINTOR DE POLVO SECO	WALL SAFETY	Und	1	S/101.00	S/101.00
14	HORMIGÓN	S/M	m3	1	S/68.00	S/68.00
15	PERNOS DE EXPANSION DE 3/8" x 3" C/ARANDELA	S/M	Und	1	S/5.00	S/5.00
16	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	S/M	m3	1	S/90.00	S/90.00
17	PIEDRA GRANDE (MÁX 8")	S/M	m3	1	S/78.00	S/78.00
18	PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	S/M	m3	1	S/78.00	S/78.00
19	PIEDRA MEDIANA (MÁX 6")	S/M	m3	1	S/78.00	S/78.00
20	PINTURA ANTICORROSIVA	REYES	gln	1	S/60.00	S/60.00
21	PINTURA ESMALTE	REYES	gln	1	S/55.00	S/55.00
22	PINTURA ESMALTE EPOXI-POLIAMIDA P/SUPERF. GALV.	REYES	gln	1	S/55.00	S/55.00
23	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	REYES	gln	1	S/55.00	S/55.00
24	PINTURA LATEX	CPP	gln	1	S/50.00	S/50.00
25	PINTURA LATEX LAVABLE	CPP	gln	1	S/50.00	S/50.00
26	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	CPP	gln	1	S/40.00	S/40.00
27	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	CELLOCORD	kg	1	S/18.00	S/18.00
28	TECNOPOR DE 1" (POLIESTIRENO) D=10kg/m3 PL 1.22 x 2.44	DIPROPOR	Und	1	S/20.00	S/20.00
29	TORNILLO DE FIJACIÓN 2" C/TARUGOS DE PLASTICO	S/M	Und	1	S/2.00	S/2.00
30	TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'	IMPORTADO	Und	1	S/35.00	S/35.00
31	YESO (BOLSA DE 28 kg)	S/M	bl	1	S/12.00	S/12.00
32	CALAMINA GALVANIZADA N° 30 DE 1.83 x 0.83 x 3 mm	ACEROS	Und	1	S/19.50	S/19.50
33	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	S/M	Und	1	S/3.50	S/3.50
34	ASFALTO LÍQUIDO RC - 250	RC	gal	1	S/25.00	S/25.00
35	ALAMBRE NEGRO N° 16	PRODAC	kg	1	S/5.00	S/5.00
36	TUBERÍA PVC 3"	EUROTUBO	Und	1	S/20.00	S/20.00
37	PERNO 5/8 x 6"	IMPORTADO	Und	1	S/1.70	S/1.70
38	TUBERÍA FONO 2" x 3 m	IMPORTADO	m	1	S/60.00	S/60.00
39	PLATINA DE FIERRO/ML 1 1/4" x 316"	IMPORTADO	m	1	S/31.00	S/31.00
40	PLANCHA DE FIERRO 1/4"	IMPORTADO	m2	1	S/110.00	S/110.00
41	PLANCHA DE FIERRO 1/16"	IMPORTADO	m3	1	S/110.00	S/110.00
42	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	IMPORTADO	m2	1	S/13.00	S/13.00
43	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	IMPORTADO	m2	1	S/100.00	S/100.00
44	PLATINA 2" x 1/8"	IMPORTADO	m	1	S/30.00	S/30.00
45	THINNER	ANYPSA	gln	1	S/25.00	S/25.00
46	LENTES DE SEGURIDAD	SEGPRO	Und	1	S/10.00	S/10.00
47	CASCO DE SEGURIDAD	SEGPRO	Und	1	S/12.00	S/12.00
48	GUANTES DE SEGURIDAD	WERKEN	Und	1	S/7.90	S/7.90
49	BOTAS DE SEGURIDAD	XTREME	Und	1	S/45.00	S/45.00
50	TAPONES PARA EL OÍDO	TRUPER	Und	1	S/10.00	S/10.00
51	MASCARILLA PARA POLVO	KN95	Und	1	S/2.50	S/2.50
52	MALLA CERCADORA NARANJA (h=1.25 m)	REDLINE	m	1	S/1.50	S/1.50
53	CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO	IMPORTADO	rtl	1	S/35.00	S/35.00
54	CONOS REFLECTANTES	REDLINE	Und	1	S/39.90	S/39.90
55	POSTES DE SEGURIDAD	S/M	Und	1	S/25.90	S/25.90
56	CHALECO REFLECTIVO	WERKEN	Und	1	S/25.00	S/25.00
TOTAL S/.						

*PRECIO INCLUYE IGV

FERMAR CORPORATION CARLL

Carmen Del Pilar Rodríguez Rojas
 GERENTE GENERAL



COTIZACION	
N° COTIZACION	80
FECHA	
VALIDO HASTA	

DATOS DE LA PERSONA O EMPRESA

CLIENTE: LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE
PROYECTO: "DISEÑO DE LA CARRETERA CHAUPE CRUZ - SANTA CLARA DE CAMSE, CUTERVO, CAJAMARCA 2021"
DIRECCION: JR.LA MERCED N°519 - CUTERVO-CUTERVO CAJAMARCA

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U	TOTAL
1	kg	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	S/3.80	S/3.80
2	m3	AFIRMADO	S/50.00	S/50.00
3	kg	ALAMBRE NEGRO N° 8	S/4.80	S/4.80
4	m3	ARENA FINA	S/100.00	S/100.00
5	m3	ARENA GRUESA	S/70.00	S/70.00
6	Und	BOTIQUÍN CON MEDICINAS DE PRIMEROS AUXILIOS	S/52.00	S/52.00
7	bl	CAL (BOLSA x 20 kg)	S/16.90	S/16.90
8	Und	CAMILLA	S/197.00	S/197.00
9	bl	CEMENTO PORTLAND TIPO I	S/30.00	S/30.00
10	kg	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	S/5.00	S/5.00
11	kg	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	S/5.00	S/5.00
12	kg	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	S/5.00	S/5.00
13	Und	EXTINTOR DE POLVO SECO	S/99.00	S/99.00
14	m3	HORMIGÓN	S/68.00	S/68.00
15	Und	PERNOS DE EXPANSION DE 3/8" x 3" C/ARANDELA	S/5.00	S/5.00
16	m3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	S/95.00	S/95.00
17	m3	PIEDRA GRANDE (MÁX 8")	S/80.00	S/80.00
18	m3	PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	S/80.00	S/80.00
19	m3	PIEDRA MEDIANA (MÁX 6")	S/80.00	S/80.00
20	gln	PINTURA ANTICORROSIVA	S/60.00	S/60.00
21	gln	PINTURA ESMALTE	S/55.00	S/55.00
22	gln	PINTURA ESMALTE EPOXI-POLIAMIDA P/SUPERF.	S/55.00	S/55.00
23	gln	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	S/55.00	S/55.00
24	gln	PINTURA LATEX	S/50.00	S/50.00
25	gln	PINTURA LATEX LAVABLE	S/50.00	S/50.00
26	gln	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	S/40.00	S/40.00
27	kg	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	S/18.00	S/18.00
28	Und	TECNOPOPOR DE 1" (POLIESTIRENO) D=10kg/m3 PL 1.22 x	S/20.00	S/20.00
29	Und	TORNILLO DE FIJACIÓN 2" C/TARUGOS DE PLASTICO	S/2.00	S/2.00
30	Und	TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'	S/35.00	S/35.00
31	bl	YESO (BOLSA DE 28 kg)	S/12.00	S/12.00
32	Und	CALAMINA GALVANIZADA N° 30 DE 1.83 x 0.83 x 3 mm	S/20.00	S/20.00
33	Und	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	S/3.50	S/3.50
34	gal	ASFALTO LÍQUIDO RC - 250	S/25.00	S/25.00
35	kg	ALAMBRE NEGRO N° 16	S/5.00	S/5.00
36	Und	TUBERÍA PVC 3"	S/20.00	S/20.00
37	Und	PERNO 5/8 x 6"	S/1.70	S/1.70
38	m	TUBERÍA FONO 2" x 3 m	S/58.00	S/58.00
39	m	PLATINA DE FIERRO/ML 1 1/4" x 316"	S/31.00	S/31.00
40	m2	PLANCHA DE FIERRO 1/4"	S/110.00	S/110.00
41	m3	PLANCHA DE FIERRO 1/16"	S/110.00	S/110.00
42	m2	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	S/13.00	S/13.00
43	m2	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	S/100.00	S/100.00
44	m	PLATINA 2" x 1/8"	S/30.00	S/30.00
45	gln	THINNER	S/26.00	S/26.00
46	Und	LENTES DE SEGURIDAD	S/10.00	S/10.00
47	Und	CASCO DE SEGURIDAD	S/15.00	S/15.00
48	Und	GUANTES DE SEGURIDAD	S/7.90	S/7.90
49	Und	BOTAS DE SEGURIDAD	S/45.00	S/45.00
50	Und	TAPONES PARA EL OÍDO	S/8.00	S/8.00
51	Und	MASCARILLA PARA POLVO	S/2.50	S/2.50
52	m	MALLA CERCADORA NARANJA (h=1.25 m)	S/1.50	S/1.50
53	rlil	CINTA SENALIZADORA COLOR AMARILLO	S/35.00	S/35.00
54	Und	CONOS REFLECTANTES	S/39.90	S/39.90
55	Und	POSTES DE SEGURIDAD	S/25.90	S/25.90
56	Und	CHALECO REFLECTIVO	S/23.00	S/23.00
TOTAL S/.				

*PRECIO INCLUYE IGV

NEGOCIOS E INVERSIONES
 SAID S.R.L.
 María Del Rosario Collazos Flores
 DNI: 72276713
 DPT VENTAS

ALUNTAMIENTO

 Dárron David Llanos Torillo
 DNI: 45084792
 DPT VENTAS

Si usted tiene alguna pregunta sobre esta cotización, por favor, póngase en contacto con nosotros:
 912 313 089 - 915 213 431 ventas@saidecuttervo@gmail.com

Gracias por la preferencial

**COTIZACIÓN-2023**

SOLICITANTE: LUIS FERNANDO GUERRERO IRENE
 PROYECTO: "DISEÑO DE LA CARRETERA CHAUPE CRUZ - SANTA CLARA DE CAMSE, CUTERVO, CAJAMARCA 2021"
 FECHA: 18 DE MAYO DEL 2023

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	P.U
1	kg	ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	S/3.50
2	m3	AFIRMADO	S/56.00
3	kg	ALAMBRE NEGRO N° 8	S/4.80
4	m3	ARENA FINA	S/95.00
5	m3	ARENA GRUESA	S/70.00
6	Und	BOTIQUÍN CON MEDICINAS DE PRIMEROS AUXILIOS	S/52.00
7	bl	CAL (BOLSA x 20 kg)	S/16.90
8	Und	CAMILLA	S/197.00
9	bl	CEMENTO PORTLAND TIPO I	S/31.00
10	kg	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"	S/5.00
11	kg	CLAVOS CON CABEZA DE 3"	S/5.00
12	kg	CLAVOS CON CABEZA DE 4"	S/5.00
13	Und	EXTINTOR DE POLVO SECO	S/95.00
14	m3	HORMIGÓN	S/63.00
15	Und	PERNOS DE EXPANSION DE 3/8" x 3" C/ARANDELA	S/5.00
16	m3	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	S/95.00
17	m3	PIEDRA GRANDE (MÁX 8")	S/78.00
18	m3	PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	S/78.00
19	m3	PIEDRA MEDIANA (MÁX 6")	S/78.00
20	gln	PINTURA ANTICORROSIVA	S/55.00
21	gln	PINTURA ESMALTE	S/55.00
22	gln	PINTURA ESMALTE EPOXI-POLIAMIDA P/SUPERF. GALV	S/55.00
23	gln	PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	S/55.00
24	gln	PINTURA LATEX	S/50.00
25	gln	PINTURA LATEX LAVABLE	S/50.00
26	gln	SELLADOR BLANCO PARA MUROS	S/40.00
27	kg	SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	S/18.00
28	Und	TECNOPOR DE 1" (POLIESTIRENO) D=10kg/m3 PL 1.22 x 2.44	S/20.00
29	Und	TORNILLO DE FIJACIÓN 2" C/TARUGOS DE PLASTICO	S/2.00
30	Und	TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'	S/35.00
31	bl	YESO (BOLSA DE 28 kg)	S/12.00
32	Und	CALAMINA GALVANIZADA N° 30 DE 1.83 x 0.83 x 3 mm	S/20.00
33	Und	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	S/3.50
34	gal	ASFALTO LIQUIDO RC - 250	S/25.00
35	kg	ALAMBRE NEGRO N° 16	S/5.00
36	Und	TUBERÍA PVC 3"	S/20.00
37	Und	PERNO 5/8 x 6"	S/1.70
38	m	TUBERÍA FONO 2" x 3 m	S/58.00
39	m	PLATINA DE FIERRO/ML 1 1/4" x 316"	S/31.00
40	m2	PLANCHA DE FIERRO 1/4"	S/115.00
41	m3	PLANCHA DE FIERRO 1/16"	S/110.00
42	m2	LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	S/13.00
43	m2	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	S/95.00
44	m	PLATINA 2" x 1/8"	S/30.00
45	gln	THINNER	S/25.00
46	Und	LENTES DE SEGURIDAD	S/10.00
47	Und	CASCO DE SEGURIDAD	S/13.00
48	Und	GUANTES DE SEGURIDAD	S/7.90
49	Und	BOTAS DE SEGURIDAD	S/45.00
50	Und	TAPONES PARA EL OÍDO	S/8.00
51	Und	MASCARILLA PARA POLVO	S/2.30
52	m	MALLA CERCADORA NARANJA (h=1.25 m)	S/1.50
53	rl	CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO	S/35.00
54	Und	CONOS REFLECTANTES	S/39.90
55	Und	POSTES DE SEGURIDAD	S/25.90
56	Und	CHALECO REFLECTIVO	S/22.00

Tabla N° 9.13. Relación de insumos

FORMULA POLINÓMICA						
Agrupamiento preliminar						
INSUMO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.PARCIAL	IU	INCIDENCIA
ACERO DE CONSTRUCCIÓN LISO						
ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	165.231	S/4.12	S/681.46	2	0.000
ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	2356.390	S/4.24	S/9,984.70	2	0.003
CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"	kg	6.450	S/4.24	S/27.33	2	0.000
CLAVOS CON CABEZA DE 3"	kg	111.568	S/4.24	S/472.75	2	0.000
CLAVOS CON CABEZA DE 4"	kg	274.733	S/4.24	S/1,164.12	2	0.000
PERNOS DE EXPANSION DE 3/8" x 3" C/ARANDELA	Und	320.000	S/4.24	S/1,355.93	2	0.000
PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	Und	9.000	S/2.97	S/26.69	2	0.000
PERNO 5/8 x 6"	Und	320.000	S/1.44	S/461.02	2	0.000
ACERO DE CONSTRUCCIÓN CORRUGADO						
ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2 GRADO 60	kg	41016.966	S/3.19	S/130,929.86	3	0.034
AGREGADO FINO						
ARENA FINA	m3	19.427	S/81.92	S/1,591.48	4	0.000
ARENA GRUESA	m3	1278.456	S/57.91	S/74,034.86	4	0.019
AGREGADO GRUESO						
AFIRMADO	m3	3324.533	S/45.48	S/151,200.53	5	0.040
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3	162.057	S/79.10	S/12,818.09	5	0.003
PIEDRA MEDIANA (MÁX 4")	m3	1411.348	S/66.67	S/94,089.84	5	0.025
HORMIGÓN	m3	16.740	S/56.21	S/941.03	38	0.000
CEMENTO PORTLAND TIPO I						
CEMENTO PORTLAND TIPO I	bl	5876.680	S/25.71	S/151,067.20	21	0.040
YESO (BOLSA DE 28 kg)	bl	144.501	S/10.17	S/1,469.51	21	0.000
AGUA	m3	10712.237	S/2.88	S/30,865.77	39	0.008
ASFALTO LÍQUIDO RC - 250	gal	423.306	S/21.19	S/8,968.34	13	0.002
TECNOFOR DE 1" (POLIESTIRENO) D=10kg/m3 PL 1.22 x 2.44	Und	0.250	S/16.95	S/4.24	60	0.000
SELLADOR BLANCO PARA MUROS	gln	0.125	S/33.90	S/4.24	54	0.000
PINTURA						
PINTURA ANTICORROSIVA	gln	12.000	S/49.44	S/593.22	54	0.000
PINTURA ESMALTE	gln	27.518	S/46.61	S/1,282.64	54	0.000
PINTURA ESMALTE EPOXI-POLIAMIDA P/SUPERF. GALV.	gln	8.000	S/46.61	S/372.88	54	0.000
PINTURA ESMALTE SINTÉTICO	gln	10.760	S/46.61	S/501.53	54	0.000
TINTA SERIGRÁFICA	gln	0.800	S/46.61	S/37.29	54	0.000
TINTA SERIGRÁFICA NEGRA	gln	0.240	S/46.61	S/11.19	54	0.000
TINTA SERIGRÁFICA ROJA	gln	0.048	S/46.61	S/2.24	54	0.000
THINNER	gln	0.120	S/21.47	S/2.58	54	0.000
DETONANTE						
DINAMITA	kg	740.935	S/15.68	S/11,616.35	28	0.003
FULMINANTE	Und	3704.675	S/0.75	S/2,778.51	27	0.001
MECHA	m	3704.675	S/0.82	S/3,045.37	27	0.001
HERRAMIENTA MANUAL						
HERRAMIENTAS	%mo	0.000	S/0.00	S/19,964.78	37	0.005
MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	glb	1.000	S/31,333.41	S/31,333.41	37	0.008
ALCANTARILLADO						
ALCANTARILLAS METÁLICA Ø 24" E=2 mm	pza	137.600	S/278.00	S/38,252.80	38	0.010
ALCANTARILLAS METÁLICA Ø 36" E=2 mm	pza	24.000	S/408.00	S/9,792.00	38	0.000
PLATINA DE FIERRO/ML 1 1/4" x 316"	m	20.000	S/26.27	S/525.42	6	0.000
PLATINA 2" x 1/8"	m	31.200	S/25.42	S/793.22	6	0.000
PLANCHA DE FIERRO 1/4"	m2	3.200	S/94.63	S/302.82	61	0.000
PLANCHA DE FIERRO 1/16"	m3	16.000	S/93.22	S/1,491.53	61	0.000
FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2	23.400	S/83.33	S/1,920.00	30	0.001
TUBERÍA FONO 2" x 3 m	m	80.000	S/49.72	S/3,977.40	72	0.001
TUBERÍA PVC 3"	m	6.800	S/16.85	S/115.25	72	0.000
MALLA CERCADORA NARANJA (h=1.25 m)	m	4000.000	S/1.27	S/5,084.75	30	0.001
MADERA NACIONAL PARA ENCOFRADO Y CARPINTERÍA						
MADERA EUCALIPTO 3" x 2 m	Und	99.568	S/3.39	S/337.52	43	0.000
MADERA TORNILLO	pie2	8116.720	S/6.19	S/50,213.61	43	0.013
ESTACAS DE MADERA	Und	328.305	S/2.12	S/695.56	43	0.000
TRIPLAY LUPUNA 6 mm x 4' x 8'	Und	3.000	S/29.66	S/88.98	44	0.000
DÓLAR MÁS INFLACION MERCADO USA (f)						
POSTES DE SEGURIDAD	Und	50.000	S/21.95	S/1,097.46	30	0.038
BARRENO	Und	29.637	S/196.61	S/5,827.01	30	0.002
SOLDADURA CELLOCORD P 3/16"	kg	35.200	S/15.25	S/536.95	30	0.000
REFRIGERIOS	glb	0.533	S/1,800.00	S/960.00	30	0.000
TAPONES PARA EL OÍDO	Und	70.000	S/7.34	S/514.12	30	0.000
CASCO DE SEGURIDAD	Und	70.000	S/11.30	S/790.96	30	0.000
MASCARILLA PARA POLVO	Und	70.000	S/2.06	S/144.35	30	0.000
CHALECO REFLECTIVO	Und	70.000	S/19.77	S/1,384.18	30	0.000
BOTAS DE SEGURIDAD	Und	70.000	S/38.14	S/2,669.49	30	0.001
GUANTES DE SEGURIDAD	Und	70.000	S/6.69	S/468.64	30	0.000
LENTES DE SEGURIDAD	Und	70.000	S/8.47	S/593.22	30	0.000
CONOS REFLECTANTES	Und	200.000	S/33.81	S/6,762.71	30	0.002
LÁMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	m2	254.400	S/11.02	S/2,802.71	30	0.001
DENSIDAD DE CAMPO	Und	20.000	S/35.00	S/700.00	30	0.000
COMPRESIÓN SIMPLE	Und	200.000	S/30.51	S/6,101.69	30	0.002
IMPRESIÓN DE BANER P/CARTEL DE OBRA 3.6x2.4 m	Und	1.000	S/211.86	S/211.86	30	0.000
ESTUDIO DE MUESTRAS DE AGUA	Und	0.533	S/6,000.00	S/3,200.00	30	0.001
PROGRAMA DE VIGILANCIA Y CONTROL	Und	0.533	S/4,700.00	S/2,506.67	30	0.001
ESTABILIZANTE TERRAZYME	lt	280.036	S/211.86	S/59,328.45	30	0.016
PLAN DE CONTINGENCIAS	glb	1.000	S/5,000.00	S/5,000.00	30	0.001
PRUEBAS CON SODÓMETRO DIGITAL	Und	0.533	S/5,000.00	S/2,666.67	30	0.001
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.000	S/10,000.00	S/10,000.00	30	0.003
CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO	glb	5.000	S/29.66	S/148.31	30	0.000
MATERIAL DE ESCRITORIO	glb	0.533	S/400.00	S/213.33	30	0.000
EQUIPO MULTIMEDIA	glb	0.533	S/1,000.00	S/533.33	30	0.000
EQUIPO INFORMATIVO	glb	0.533	S/1,500.00	S/800.00	30	0.000
VOLANTES INFORMATIVO	glb	0.533	S/500.00	S/266.67	30	0.000
CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	glb	0.533	S/20,000.00	S/10,666.67	30	0.003
SENSIBILIZACIÓN SOCIAL	glb	1.000	S/5,000.00	S/5,000.00	30	0.001
BOTIQUÍN CON MEDICINAS DE PRIMEROS AUXILIOS	Und	4.000	S/43.79	S/175.14	30	0.000
GAMILLA	Und	4.000	S/166.95	S/667.80	30	0.000
PLANTAS Y ARBUSTOS	Und	1493.526	S/1.69	S/2,531.40	30	0.001
CAMPAMENTO	glb	1.000	S/10,000.00	S/10,000.00	30	0.003
MANO DE OBRA						
OPERARIO	hh	3034.758	S/26.15	S/79,358.92	47	0.021
OFICIAL	hh	7661.686	S/20.57	S/157,600.89	47	0.041
PEON	hh	22764.606	S/18.60	S/423,421.67	47	0.111
TOPOGRAFO	hh	195.229	S/26.18	S/5,111.10	47	0.001
MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL						
COMPRESORA NEUMÁTICA 196 HP 600-690 PC	h-m	143.084	S/50.00	S/7,154.22	49	0.002
MARTILLO NEUMÁTICO DE 25-29 KG	h-m	286.169	S/6.73	S/1,925.92	49	0.001
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 m3	h-m	1483.487	S/103.33	S/153,293.62	49	0.040
CAMIÓN VOLQUETE DE 10 m3	h-m	274.274	S/83.33	S/22,856.17	49	0.006
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	h-m	41.372	S/41.24	S/1,706.16	49	0.000
CARGADOR S/LANTAS 110-125 HP	h-m	2209.415	S/203.33	S/449,247.79	49	0.118
TRACTOR S/ORUGAS 140/160 HP	h-m	2613.114	S/156.67	S/409,387.83	49	0.108
MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 7P3, 18 HP	h-m	89.630	S/11.94	S/1,070.18	49	0.000
MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 11P3, 22 HP	h-m	112.485	S/19.57	S/2,201.34	49	0.001
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	h-m	202.116	S/7.78	S/1,572.46	49	0.000
SOLDADORA ELÉCTRICA	h-m	99.200	S/10.00	S/992.00	49	0.000
ESTACIÓN TOTAL	h-m	94.020	S/30.00	S/2,820.59	49	0.001
RODILLO LISO VIBR AUTTOP 70-100 HP 7-9 T	h-m	859.184	S/153.33	S/131,741.53	49	0.035
RETROEXCAVADORA	h-m	66.432	S/108.33	S/7,196.81	49	0.002
EXCAVADORA 225 HP	h-m	320.526	S/218.33	S/69,981.56	49	0.016
MOTONIVELADORA DE 125 HP	h-m	868.182	S/196.67	S/170,742.50	49	0.045
MOTOSIERRA	h-m	271.550	S/8.20	S/2,226.71	49	0.001
CAMIÓN CISTERNA DE 4 x 2 (AGUA) 2000 GAL.	h-m	942.336	S/91.67	S/86,380.79	49	0.023
FLETE TERRESTRE						
FLETE TERRESTRE DE INSUMOS	glb	1.000	S/32,446.39	S/32,446.39	32	0.009
ÍNDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR						
GASTOS GENERALES Y UTILIDAD				S/580,139.78	39	0.153
SUB TOTAL PRESUPUESTO				S/	3,803,138.55	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.13. Gastos generales

Gastos Generales Variables						
Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I	Mano de Obra Indirecta					
A	Área de Producción					
	Ing. Residente de Obra	Mes	1.00	6.0	S/ 8,000.00	S/ 48,000.00
	Ing. De Medio Ambiente y Seguridad	Mes	1.00	4	S/ 6,000.00	S/ 24,000.00
	Ing. Asistente de Obra	Mes	1.00	6.0	S/ 4,000.00	S/ 24,000.00
	Maestro de obra	Mes	1.00	6.0	S/ 2,500.00	S/ 15,000.00
B	Área Administrativa					
	Administrador	Mes	1.00	6.0	S/ 2,500.00	S/ 15,000.00
	Contador	Mes	1.00	6.0	S/ 2,500.00	S/ 15,000.00
	Secretaria	Mes	1.00	6.0	S/ 1,025.00	S/ 6,150.00
	Almacenero	Mes	1.00	6.0	S/ 1,025.00	S/ 6,150.00
	Guardián	Mes	1.00	6.0	S/ 600.00	S/ 3,600.00
C	Asistencia Técnica					
	Topógrafo Seguimiento y Control Topográfico	Mes	1.00	6.0	S/ 2,000.00	S/ 12,000.00
	Ayudante de Topografía	Mes	1.00	6.0	S/ 1,025.00	S/ 6,150.00
	Técnico Laboratorista	Mes	1.00	4	S/ 2,000.00	S/ 8,000.00
D	Área de Gestión Comercial					
	Ing. Metrados y Valorizaciones (Control de Obra)	Mes	1.00	6.0	S/ 2,500.00	S/ 15,000.00
E	Área de Equipo Mecánico					
	Ing. Mecánico	Mes	1.00	6.0	S/ 2,000.00	S/ 12,000.00
	Mecánico	Mes	1.00	6.0	S/ 1,200.00	S/ 7,200.00
	Ayudante de Mecánica	Mes	1.00	6.0	S/ 1,025.00	S/ 6,150.00
II	Movilización de Personal					
	Personal Profesional y Técnico (Terrestre)	Vje	8.00	6.0	S/ 30.00	S/ 1,440.00
III	Alimentación					
	Empleados	Mes	15.00	6.0	S/ 200.00	S/ 18,000.00
IV	Vehículos					
	Camioneta 4x4/producción	Mes	1.00	6.0	S/ 3,500.00	S/ 21,000.00
	Camioneta 4x4/Topografía	Mes	1.00	6.0	S/ 3,500.00	S/ 21,000.00
V	Materiales de Limpieza					
	Materiales de Limpieza	Glb	1.00	1	S/ 500.00	S/ 500.00
VI	Asistencia Médica					
	Asistencia Médica Externa	Mes	1	6.0	S/ 250.00	S/ 1,500.00
	Medicinas en Campamento	Mes	1	6.0	S/ 150.00	S/ 900.00
VII	Materiales, Servicios y Equipos de Oficinas					
	Computadoras e Impresoras	Und	2	6.0	S/ 150.00	S/ 1,800.00
	Materiales de Oficina	Mes	1	6.0	S/ 80.00	S/ 480.00
	Copias en General	Mes	1	6.0	S/ 80.00	S/ 480.00
VIII	Gastos Financieros					
	Carta Fianza de Adelanto	Glb.	1	1	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento	Glb.	1	1	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
Total de Gastos Generales Variables S/.						S/ 292,500.00

Análisis de Gastos Generales						
Gastos Generales Fijos						
Item	Descripción	Und.	Cant. Descripción	Cant. Unidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I	Campamento					
	Compra de muebles para oficinas	Glb.	1.00	1.00	S/ 700.00	S/ 700.00
	Alquiler de viviendas para Ingenieros y Técnicos	Glb.	1.00	8.50	S/ 350.00	S/ 2,975.00
II	Liquidación de Obra					
	Copias Varias	est.	1.00	1.00	S/ 400.00	S/ 400.00
	Copias de Planos	est.	1.00	1.00	S/ 500.00	S/ 500.00
	Comunicaciones	est.	1.00	1.00	S/ 400.00	S/ 400.00
	Servicios para Oficina	est.	1.00	1.00	S/ 350.00	S/ 350.00
III	Impuestos					
	Sencico (del Total sin I.G.V.)	Glb.	1.00	0.20%	S/ 3,181,253.61	S/ 6,362.51
	Impuesto a las Transacciones Financieras I.T.F	Glb.	1.00	0.005%	S/ 3,181,253.61	S/ 159.06
IV	Gastos Diversos					
	Gastos Legales	Glb.	1.00	100.00%	S/ 600.00	S/ 600.00
Total de Gastos Generales Fijos S/.						S/ 12,446.57

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N° 10: Cronograma de obra (*diagrama Gantt*)

ANEXO N° 11: Cronograma de obra (*diagrama Pert*)

ANEXO N° 12: Evaluación económica
Tabla N° 12.1. Mantenimiento rutinario de la carretera

COSTO DEL MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA						
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	SUB TOTAL
01.01.00	CALZADA					
01.01.01	BACHEO	m3	22402.80	6.22	S/139,278.63	S/146,716.36
01.01.02	LIMPIEZA GENERAL	km	12.45	283.69	S/3,531.93	
01.01.03	ROCE DE MALEZAS	km	12.45	313.72	S/3,905.80	
01.02.00	LIMPIEZA DE OBRAS DE DRENAJE					
01.02.01	LIMPIEZA DE CUNETAS	m2	12446.00	3.15	S/39,205.25	S/39,205.25
01.02.01	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	und	50.00	255.44	S/12,772.00	S/12,772.00
01.02.01	LIMPIEZA DE BADENES	und	3.00	153.26	S/459.79	S/459.79
					COSTO DIRECTO SOLES AL AÑO	S/199,153.40
					SOLES/KM AL AÑO	S/18,118.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12.2. Costo de la inversión

COSTO DE LA INVERSIÓN					
			(En Nuevos Soles)	Fecha de Costos	24/07/2023
ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN					
Longitud		12.45 KM			
Concepto(*)	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (soles)	Costo subtotal (soles)	Costo por Componente
Obras Preliminares y Provisionales	glb	1	60,025	60,025.2	83,579.1
Pavimentos	glb	1	2,012,770	2,012,770.0	2,802,580.9
Obras de arte	glb	1	988,662	988,662.3	1,376,613.4
Señalización	glb	1	24,527	24,527.0	34,151.4
Protección ambiental	glb	1	67,265	67,265.0	93,659.8
Calidad en la construcción	glb	1	6,802	6,801.7	9,470.7
Salud y seguridad en obra	glb	1	30,501	30,501.1	42,469.8
Flete terrestre	glb	1	32,446	32,446.4	45,178.4
(*): Estructura de costos Referencial	COSTO DIRECTO			3,222,998.8	
		GASTOS GENERALES	10.00%	322,299.9	
		UTILIDAD	8%	257,839.9	
		SUB TOTAL		3,803,138.5	
		IMPUESTOS (IGV)	18%	684,564.9	
		PRESUPUESTO DE OBRA		4,487,703.5	
		COSTO DE SUPERVISIÓN		179,508.1	
		INVERSION TOTAL		4,487,703.5	
		INVERSION /Km		360,572.5	

Fuente: Ficha técnica MTC

Tabla N° 12.3. Aspectos de la demanda del proyecto

ASPECTOS DE LA DEMANDA											HOJAN 01
Tasa de Crecimiento x Región en %											$r_{vp} = 0.57\%$ (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros))
2.4 Proyección de la población del área de influencia o beneficiarios directos											
Proyección de la población											
Población	Años										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Proyección Población	829	834	838	843	848	853	858	863	868	873	877
Promedio	856										

Fuente: Ficha técnica MTC

Tabla N° 12.4. Evaluación económica del proyecto

EVALUACION ECONOMICA**A) FACTORES DE CONVERSIÓN A PRECIOS SOCIALES**

Obras Factor	Tasa Social de Descuento 8%
Inversión 0.79	
Mantenimiento y Operación 0.75	

B) COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO A PRECIOS DEL MERCADO

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	
		Alternativa Solucion	
		Inversión	Mantenimiento*
0		4,487,703.5	
1	1,149,500.0		199,153.4
2	1,149,500.0		199,153.4
3	1,149,500.0		199,153.4
4	1,149,500.0		199,153.4
5	1,149,500.0		199,153.4
6	1,149,500.0		199,153.4
7	1,149,500.0		199,153.4
8	1,149,500.0		199,153.4
9	1,149,500.0		199,153.4
10	1,149,500.0		199,153.4

* Incluye costo de operación, el cual considera un 10% del costo de mantenimiento rutinario.

C) COSTOS DE INVERSIÓN Y MANTENIMIENTO A PRECIOS SOCIALES

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto	
		Alternativa Solucion	
		Inversión	Mantenimiento*
0		3,545,285.8	
1	862,125.0		149,365.1
2	862,125.0		149,365.1
3	862,125.0		149,365.1
4	862,125.0		149,365.1
5	862,125.0		149,365.1
6	862,125.0		149,365.1
7	862,125.0		149,365.1
8	862,125.0		149,365.1
9	862,125.0		149,365.1
10	862,125.0		149,365.1

D) COSTOS INCREMENTALES

En Soles a Precios Sociales

Año	Alternativa Solución	
	Inversión	Mantenimiento*
0	3,545,285.8	-3,545,285.8
1		712,759.9
2		712,759.9
3		712,759.9
4		712,759.9
5		712,759.9
6		712,759.9
7		712,759.9
8		712,759.9
9		712,759.9
10		712,759.9
	Valor Actual de los Costos (VAC)	8,327,963
	Ratio C-E	9,734.61
	Costo Anual Equivalente (CAE)	1,241,112
	Costo por Kilómetro	360,573
	TIR	15.24%

Fuente: Ficha técnica MTC

ANEXO N° 13: Plan de manejo ambiental

Plan de Manejo Ambiental (PMA)

Generalidades

En la evaluación ambiental efectuada sobre los trabajos en la Carretera, se ha encontrado que su ejecución podría ocasionar impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos, dentro de su ámbito de influencia.

Gracias a los resultados del análisis y metodología de impactos se ha preparado el presente Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual constituye un Documento Técnico que contiene un conjunto de medidas estructuradas en Programas, orientadas a prevenir, corregir o mitigar los impactos ambientales, logrando que la construcción y operación de esta obra se realice en conformidad con la conservación del ambiente.

- **Programa de prevención, control y/o mitigación**

Este programa está constituido por un conjunto de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas para los impactos identificados.

Cabe señalar que el planteamiento de medidas se realiza de conformidad con las prescripciones ambientales contenidas en el Manual de Gestión Social Ambiental para Proyectos Viales Departamentales aprobado y publicado por la Dirección General de Medio Ambiente del MTC.

Control y Prevención de la producción de material suelto, gases y ruido.

Para la emisión de material suelto

Durante el proceso de construcción se ha identificado partidas que generan emisiones de polvo en los frentes de la propia obra, en el traslado de material, y en la disposición final de materiales excedentes, para ellos se tendrá en cuenta lo siguiente:

Como las actividades de excavación, movilización y desmovilización de equipos estará presente en todo el tiempo que dure el proyecto, se programará una partida de riego

de agua en todas las superficies donde intervenga el proyecto, así todas las áreas mantendrán un grado de humedad necesario para evitar en lo posible la emisión de polvo. Esta partida se ejecutará a través de un camión cisterna con rutinas diarias, y los trabajadores deben contar con equipos de protección personal (mascarillas)

Para la emisión de gases en fuentes móviles

Los vehículos y maquinarias pesadas que se utilizaran en obra tendrán un programa de mantenimiento preventiva cada dos meses, de esta forma se evitara o reducirá las emisiones de gases.

Las maquinarias pesadas y vehículos que no garantice la reducción de emisiones serán separadas de sus funciones para ser revisado y darle un mantenimiento requerido.

Para la emisión de fuentes de ruido innecesarias

A cada maquinaria y vehículo, tendrán prohibido el uso de sirena o algún otro tipo que genere ruido innecesario, de esta forma se evitara el incremento de niveles de ruidos y solo serán utilizadas en caso de emergencias.

Todos los vehículos deberán tener silenciadores que atenúen el ruido generado por los gases de escape de la combustión.

Estará prohibido la instalación y uso de dispositivos o accesorios que produzcan ruidos, como válvulas, resonadores o pitos adaptados a los sistemas de frenos de aire.

Control de vertimientos

Las medidas preventivas que se tomarán para este tipo de control serán las siguientes:

No decantar material en las orillas ni cauce de quebradas a intervenir que se encuentren en la zona de influencia.

Realizar un control estricto de los movimientos de tierras en el cauce de cada quebrada a intervenir durante la extracción de materiales.

Evitar rodar innecesariamente con la maquinaria por el cauce de cada quebrada a intervenir motivo del proyecto.

Ejecutar un control riguroso para las operaciones de mantenimiento que involucran cambio de aceite, lavado de maquinaria y recarga de combustible, evitando que se realice en las orillas de los ríos o quebradas y áreas próximas, de para que no contamine el agua con líquidos contaminantes.

El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible se realizará solamente en el área seleccionada y asignada para tal fin, denominada Patio de Máquinas.

Control y Prevención de la alteración de la calidad del suelo

Los lubricantes y aceites usados, residuos de limpieza, desmantelamiento de talleres serán almacenados en envases herméticos.

Una vez realizado la partida de excavaciones serán retiradas rápidamente de las áreas de trabajo, para su traslado posterior a los botaderos o DME protegidos debidamente.

Las casetas temporales, campamentos y frentes de obra deberán estar provistos de 02 recipientes apropiados para la disposición y almacenamiento temporal de residuos sólidos (recipientes plásticos con tapa de 135 lt. de capacidad en color verde para residuos orgánicos y blanco para inorgánicos) con tapas herméticas.

Una vez concluida la obra, todas las áreas serán desmanteladas, como casetas temporales, campamento, talleres y demás construcciones temporales, para que luego todas esas áreas que fueron ocupadas sean restauradas.

- **Programa de seguimiento y monitoreo ambiental.**

El programa de monitoreo ambiental permitirá la evaluación periódica y estable de las variables ambientales, para lo cual se deberá contar con los parámetros correspondientes con el fin de abastecer información precisa y actualizada para las decisiones necesarias, orientadas a la conservación del ambiente durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

El programa permitirá el cumplimiento de las medidas propuestas y de tal forma se emitirán informes periódicos a la entidad competente a través de la municipalidad del distrito mediante el área de gerencia de servicios municipales y gestión del medio ambiente, la que se encargue de verificar el cumplimiento del PMA.

Monitoreo del agua:

Se deberá realizar monitoreos periódicos durante el proceso de construcción luego se recomienda monitoreos trimestrales durante la operación y funcionamiento.

Monitoreo de la calidad del aire:

Se verificará la calidad del aire, en las áreas de canteras, el tiempo que transcurra la partida de excavación, así como la partida de movilización y desmovilización de maquinaria, como sabemos son una de las acciones con mayor magnitud. Por ende, se establecerán dos puntos de monitoreo.

Parámetros: Para el caso de plantas de chancado o tamizado, solo se monitoreará la cantidad de material particulado (PM10) generado por las actividades extractivas en las canteras.

Frecuencia: La frecuencia de monitoreo se deberá hacer una vez a la semana y se realizará según las formas y métodos de análisis establecidas en el D.S N°074-2001-PCM (Estándares Nacionales de Calidad de Aire)

Monitoreo de nivel sonoro:

Se verificará el monitoreo de nivel sonoro a fin de evitar la emisión de altos niveles de ruido que perjudique la salud y tranquilidad de los trabajadores de obra así como de los pobladores.

Se tendrá que monitorear los niveles ambientales de ruido de acuerdo a la escala db (A) uno de ellos es el área donde se realizan las actividades relacionadas a la construcción y otro a distancias entre 100 y 200m, según lo recomiende el supervisor ambiental. Las horas del día en que debe hacerse el monitoreo se dará de acuerdo al cronograma de actividades.

Frecuencia: Se realizará mediciones trimestrales, siguiendo el cronograma de actividades de obra, al mismo tiempo que se realice el monitoreo de calidad de aire. Se tendrá en cuenta los niveles máximos permisibles que establece el reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (D.S. N°085-2003.PCM)

- **Programa capacitación y educación ambiental**

Este Programa contiene los lineamientos principales de capacitación y educación ambiental, para concientizar al personal que tendrá a su cargo la ejecución de la obra; así como, de funcionarios, personal profesional y técnico de instituciones del sector público y de organizaciones privadas y no gubernamentales y poblaciones asentadas a lo largo de la vía, sobre la importancia de la conservación de los recursos naturales y de la protección del medio ambiente.

Los esfuerzos por desarrollar una adecuada concientización ambiental del recurso humano se hacen muy necesaria, debido a que los ecosistemas involucrados en el presente proyecto podrían ser alterados; lo cual, repercutiría y reduciría significativamente las posibilidades de desarrollo social y la calidad de vida de la población.

Actividades De Capacitación

Las Actividades de Capacitación, están dirigidas fundamentalmente: Al personal de obra, personal técnico y profesional que trabajará durante las fases de construcción y operación que involucra el Proyecto.

Al personal de obra (1 curso): La capacitación que se imparta al personal de obra (técnicos y profesionales) en la etapa constructiva, tendrá mayor énfasis sobre los componentes ambientales, ya que constituye el período en que el medio ambiente estará expuesto a la ocurrencia de impactos debido a la ejecución de las obras civiles; no obstante, en la etapa de operación, se deberá

continuar con charlas sobre la conservación ambiental al personal responsable de las obras de mantenimiento.

Al personal profesional y técnico (2 cursos): La capacitación ambiental especializada dirigida al grupo profesional y técnico, deberá prestar especial atención sobre la comprensión, evaluación y ordenación del medio ambiente y los recursos naturales, incorporando el concepto de desarrollo sostenible.

Actividades De Educación Ambiental

Las actividades de educación ambiental buscan desarrollar una serie de acciones que permitan a los pobladores asentados a lo largo de la carretera, actuar como promotores de la conservación del medio ambiente en las comunidades donde viven. Para ello, se requiere crear conciencia a nivel de los habitantes de la zona, sobre la importancia y la necesidad de manejar y conservar los recursos naturales y el medio ambiente, logrando así, que el poblador, se sienta preocupado por el entorno en que vive y tenga conocimiento de la problemática de su ámbito, y esté motivado para implementar acciones para conservación del medio ambiente.

Los objetivos de las actividades de educación son:

Concientizar a las diferentes organizaciones sociales, que deberán contribuir en la formación de los valores y hábitos de las personas y a su vez difundir conocimientos y habilidades para proteger la naturaleza.

Promover el trabajo a nivel local, buscando la organización de las comunidades en torno a la solución de sus problemas ambientales.

- **Programa de contingencias**

Está dirigido a evitar y/o reducir los daños que pudieran ocasionar las situaciones de emergencia relacionadas con los riesgos ambientales, y/o desastres naturales que se podrían producir durante la ejecución y operación de la obra vial e interferir con el normal desarrollo del Proyecto. Al encontrarse el área de influencia del Proyecto, sujeta a la probable ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural, vinculados a la geodinámica externa de la región como son: deslizamientos, derrumbes, inundaciones, procesos erosivos, así como, las acciones que se recomiendan deberán ser cumplidas en forma conjunta por el personal de las entidades involucradas en la ejecución del Proyecto. De la misma manera, se establecerán medidas contra los casos fortuitos de incendios, ya sean éstos provocados o accidentales.

Implementación Del Programa De Contingencias

Con el objeto de llevar una correcta y adecuada aplicación del Programa de Contingencias, se realizarán las coordinaciones necesarias, con las autoridades correspondientes.

Asimismo, durante la etapa de operación del Proyecto, se deberá continuar con el funcionamiento de la Unidad de Contingencias, debiendo incluir lo siguiente:

Capacitación del personal

Todo personal que trabaje en la obra deberá ser capacitado para afrontar cualquier caso de riesgo identificado, incluyendo la instrucción técnica en los métodos de primeros auxilios y temas como: nudos y cuerda, transporte de víctimas sin equipo, liberación de víctimas por accidentes, detección de gases, utilización de máscaras y equipos respiratorios, recuperación de víctimas de gases, equipos de reanimación, salvamento de personas caídas al agua, organización de la operación de socorro, reconocimiento y primeros auxilios de lesiones de la columna vertebral.

Asimismo, la capacitación indicada deberá incluir el reconocimiento e identificación y señalización de las áreas susceptibles de ocurrencias de fenómenos de actividad geodinámica externa, como huaicos, deslizamientos de roca, etc., así como, de las rutas posibles a seguir por los conductores en caso de producirse estos fenómenos.

En cada grupo de trabajo, se designará a un encargado del Programa de Contingencias, quien estará a cargo de las labores iniciales de rescate o auxilio e informará a la central del tipo y magnitud del desastre.

- **Programa de abandono y cierre**

Para este programa se debe tener en cuenta que todo proyecto vial debe ser restaurada como una forma de evitar cualquier impacto negativo después de concluida su vida útil del proyecto.

Este programa contempla una restauración ecológica, morfológica y biológica de los recursos naturales afectados, tratando de devolver la forma que tenía la zona antes de iniciado el proyecto, o en todo caso mejorarlo.

Lugar de depósito de materiales excedentes:

La materia orgánica guardada adecuadamente, podrá ser utilizada durante la revegetalización de la superficie del lugar de disposición de materiales excedentes. De

requerirse mayor cantidad de elementos vegetales, deberá utilizarse especies nativas similares a las que se encuentran en áreas aledañas.

El material excedente no debe perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario. Asimismo, no debe colocarse sobre laderas que tengan dirección hacia los ríos o cualquier curso de agua.

La disposición de los materiales excedentes será realizada de manera tal, que se evite al máximo la emisión de material particulado, si se considera pertinente se debe humedecer adecuadamente el material transportado y depositado a fin de reducir dichos efectos.

Campamento de obra:

Las actividades que se van a realizar para la restauración del área afectada por la instalación y operación del campamento son:

Finalizada la construcción de la obra, las instalaciones del campamento serán demolidas y desmanteladas. Todo el material excedente y/o desmonte será dispuesto adecuadamente, de acuerdo con el caso, en las áreas de depósito de material excedente.

Una vez desmanteladas las instalaciones y vías de acceso, se procederá a escarificar el suelo, y a readecuarlo a la morfología existente del área, en lo posible a su estado inicial, pudiendo para ello utilizar la vegetación y materia orgánica reservada anteriormente.

Botaderos

En los botaderos seleccionados, previamente se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones: Si el volumen de material es considerable se deberá compactar el material formando terrazas teniendo en cuenta que por cada capa de 0.50 depositada en el área del botadero se realizará 10 pasadas de tractor de oruga para su nivelación y estabilización.

Se efectuará el recubrimiento del material acumulado con la capa superficial de suelo retirada previamente, a fin de revegetar dicha área.

ANEXO N° 14: Especificaciones Técnicas**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

PROYECTO : “Diseño de la carretera Chaupe Cruz – Santa Clara de Camse, distrito de Santo Domingo de la Capilla, Cutervo, Cajamarca, 2021”

1. TRABAJOS PRELIMINARES**1.1. CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA****DESCRIPCIÓN:**

El Contratista construirá el campamento de obra provisional, que incluirán las instalaciones necesarias para alojar al personal obrero, así como ambientes para almacén. El Contratista, debe tener en cuenta dentro de su propuesta el dimensionamiento de los campamentos para cubrir satisfactoriamente las necesidades básicas descritas anteriormente. Los campamentos y oficinas deberán reunir todas las condiciones básicas de habitabilidad, sanidad e higiene; el contratista proveerá la mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarias para cumplir tal fin. El Contratista implementará en forma permanente de un botiquín de primeros auxilios, a fin de atender urgencias de salud del personal de obra.

MATERIALES:

Los materiales para la construcción de las Obras Provisionales serán: Madera tornillo, clavos, Triplay Lupuna y calamina galvanizada.

MEDICIÓN:

La Construcción del Campamento Provisional de Obra será medida en metros cuadrados (m²).

BASE DE PAGO:

El precio unitario constituirá la compensación total por toda mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida.

1.2. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS

DESCRIPCIÓN:

Esta partida comprende el trabajo necesario para reunir y transportar a la obra, todo el equipo mecánico requerido para empezar la construcción y concluirla en el plazo establecido, así como su retorno al lugar de origen al término de obra. El Contratista transportará el equipo ofrecido en su propuesta previa aprobación del Supervisor.

Para movilizar la maquinaria que se realizará por vía terrestres se usará un camión plataforma, con capacidad de carga de 25 y 18 toneladas y el equipo liviano (volquetes, cisternas, etc.) por sus propios medios (Autotransportado). En este último serán transportados las herramientas y otros equipos menores como compactadores vibratorios, mezcladoras, etc.

EQUIPOS MÍNIMOS

Camión cisterna 4x2 (agua) 122 hp 2,000

Camión volquete 10 m³.

Camión volquete 15 m³.

Rodillo liso vibr. Autop. 70-100 hp 7-9 t.

Cargador s/llantas 125-155 hp 3 yd³

Tractor de orugas de 140-160 hp

Motoniveladora de 125 hp

Retroexcavadora 75 hp

MEDICIÓN:

Para efectos del pago, la medición será en forma global (Glb), de acuerdo al equipo realmente movilizado a la obra.

BASE DE PAGO:

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

50% del monto otorgado a la partida al momento de finalizar el traslado de la maquinaria y equipo a la obra.

50% del monto otorgado a la partida al finalizar los trabajos de la obra y el retiro de toda la maquinaria y equipo.

1.3. TRAZO Y REPLANTEO DEL EJE**DESCRIPCIÓN:**

Esta partida consiste en el replanteo de los planos de secciones transversales y perfil longitudinal, croquis y/u otros en el terreno, nivelando y fijando los ejes de referencia y las estaca a lo largo de la carretera. Incluyen los trabajos de campo y gabinete y la presentación final de los planos de Secciones transversales y Perfil longitudinal, y finalmente replanteándose el trazo de la carretera en la nueva topografía. Se deberá tener una brigada de topografía completa y permanente hasta el final de la obra, la misma que se encargará de controlar la información planialtimétrica que se indica en los planos. Todas las obras deberán representarse tal como se indica en los planos de detalle. Cuando existan diferencias, el Supervisor mediante su brigada de topografía efectuará los ajustes necesarios a fin de que las obras no se paralicen.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN:

El Contratista procederá a ubicar el eje proyectado, utilizando para tal efecto estacas, las que deberán de colocarse a intervalos de 20 m. en alineamientos rectos y cada 10 m. en curvas de enlace, debiendo tenerse en cuenta los vértices de la poligonal de apoyo, cuyas coordenadas figuran en los planos respectivos y/o los puntos más adecuados que se consideren necesarios, incluyendo los puntos notables indicados en los planos.

MEDICIÓN:

La unidad de pago será por Kilómetro (Km.) de trazo y replanteo ejecutado.

BASES DE PAGO:

El precio unitario constituirá compensación completa por el suministro de las cuadrillas topográficas, equipos, materiales y por todos los costos necesarios para ejecutar las labores propias de topografía relacionadas al replanteo de los ejes y secciones indicados en los planos de la obra.

1.4. CONTROL TOPOGRÁFICO**DESCRIPCIÓN:**

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

MATERIALES Y EQUIPOS:

El personal, equipo y materiales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Personal: Se implementarán cuadrillas de topografía, en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras de acuerdo a los programas y cronogramas. El personal deberá estar suficientemente tecnificado y calificado para cumplir de manera adecuada con sus funciones en el tiempo establecido. La cuadrilla estará bajo responsabilidad del Ingeniero Residente.

Equipo: Se deberá implementar el equipo de topografía necesario capaz de trabajar dentro los rangos de tolerancia especificado. Así mismo se deberá proveer el equipo de soporte para el cálculo, procesamiento y dibujo.

Materiales: Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentado, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

MEDICIÓN:

El control topográfico se medirá por Kilómetro (Km).

BASES DE PAGO:

El pago del Control Topográfico será de la siguiente forma: 20% del monto global de la partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de georeferenciación con el establecimiento y definición de sus coordenadas. El 80% del monto global de la partida se pagará en forma correlativa y uniforme en los meses que dura la ejecución del proyecto.

1.5. CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 3.6 X 2.4 m

DESCRIPCIÓN:

Esta partida consiste en la construcción de un cartel en forma rectangular de 3.60 m de ancho y 2.40 m de alto, utilizando planchas de triplay como tablero sobre marcos de madera. El contenido de la inscripción será la que esté normada por las oficinas de la Entidad Contratante y colocados preferentemente al inicio de la obra y en lugar visible.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El cartel según las especificaciones antes mencionadas se pagará por Unidad (Und).

BASES DE PAGO:

El Cartel de Obra, medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato, por unidad (Und), entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra, equipos, herramientas, materiales.

2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

2.1. LIMPIEZA Y DEFORESTACIÓN

Este trabajo consiste en la limpieza del terreno y el desbroce de la vegetación, es decir eliminar todos los árboles, arbustos, matorrales, otra vegetación, raíces y cualquier elemento o instalación que pueda obstaculizar el normal desarrollo de los trabajos. El volumen obtenido por esta labor no se depositará por ningún motivo en lugares donde

interrumpa alguna vía altamente transitada o zonas que sean utilizadas por la población como acceso a centros de importancia social, salvo si el supervisor lo autoriza por circunstancias de fuerza mayor.

MEDICIÓN:

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea (Ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y desbrozada satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en los planos o indicadas por el supervisor.

BASES DE PAGO:

El número de hectáreas medido en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario, entendiéndose que dicho pago constituye compensación completa por toda la mano de obra, equipo, herramientas.

2.2. EXCAVACIÓN EN MATERIAL SUELTO

DESCRIPCIÓN:

Corte de Material Suelto: Se considera material suelto, aquel que se encuentra casi sin cohesión y puede ser trabajado a lampa y pico, o con un tractor para su desagregación. No requiere el uso de explosivos. Dentro de este grupo están las arenas, tierras vegetales húmedas, tierras arcillosas secas, arenas aglomeradas con arcilla seca y tierras vegetales secas. Esta partida comprende la excavación y explanación de la carretera en los puntos indicados en los planos, para conformar la subrasante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los alineamientos, rasantes y dimensiones indicadas en los planos.

Esta partida consiste en la excavación y corte de material suelto a fin de alcanzar las secciones transversales exigidas en los planos. Se entiende como material común aquel que para su remoción no necesita uso de explosivos, ni de martillos neumáticos, pudiendo ser excavados mediante el empleo de tractores, excavadores o cargadores frontales, y desmenuzado mediante el escarificador de un tractor sobre orugas.

MEDICIÓN

El trabajo ejecutado se medirá en metros cúbicos de material aceptado excavado de acuerdo con lo antes especificado.

BASE DE PAGO

El pago se efectuará al precio unitario de contrato por metros cúbicos, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipo, herramienta.

2.2. EXCAVACIÓN EN ROCA SUELTA

DESCRIPCIÓN:

Corte de Roca Suelta: Comprende la excavación de masas de rocas medianamente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, debe ser removido necesariamente con equipo pesado.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual menor de un metro cúbico (01m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural y requieran ser fragmentadas. La partida incluye remover, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios aprobados el material fragmentado de los cortes requeridos hasta el nivel indicado para la subrasante descrito en los planos y las secciones transversales del proyecto con la aprobación de la Supervisión.

ALMACENAMIENTO

En ningún caso los estopines, fulminantes y otros detonadores se transportarán o almacenarán en el mismo vehículo o lugar en donde se transporte o guarde pólvora, dinamita u otros explosivos.

MEDICIÓN

La medición de esta partida se realizará en metros cúbicos (M³), medidos en su posición original, siendo reconocidas únicamente las áreas requeridas para demolición, indicadas en el proyecto y aprobadas por la Supervisión.

BASE DE PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipo, ensayos de control de calidad, herramientas e imprevistos y todos los gastos que demande el cumplimiento del trabajo.

2.2. EXCAVACIÓN EN ROCA FIJA

DESCRIPCIÓN:

Corte de Roca Suelta: Comprende la excavación de masas de rocas medianamente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, debe ser removido necesariamente con equipo pesado.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual menor de un metro cúbico (01m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural y requieran ser fragmentadas. La partida incluye remover, cargar y transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios aprobados el material fragmentado de los cortes requeridos hasta el nivel indicado para la subrasante descrito en los planos y las secciones transversales del proyecto con la aprobación de la Supervisión.

ALMACENAMIENTO

En ningún caso los estopines, fulminantes y otros detonadores se transportarán o almacenarán en el mismo vehículo o lugar en donde se transporte o guarde pólvora, dinamita u otros explosivos.

MEDICIÓN

La medición de esta partida se realizará en metros cúbicos (M³), medidos en su posición original, siendo reconocidas únicamente las áreas requeridas para demolición, indicadas en el proyecto y aprobadas por la Supervisión.

BASE DE PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, materiales, equipo, ensayos de control de calidad, herramientas e imprevistos y todos los gastos que demande el cumplimiento del trabajo.

2.4. CONFORMACIÓN DE BANQUETAS DE CORTE

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la ejecución de trabajos de conformación de terraplenes en zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado o a media ladera, mediante cortes escalonados (banquetas) que permitan asegurar la estabilidad del terraplén, evitando deslizamientos. El trabajo incluye el corte de banquetas, el perfilado y compactado de zona de corte y la conformación del terraplén.

MEDICIÓN

La unidad de medida para el detalle de banquetas será por metro cuadro (m²), aceptado por el Supervisor, en su posición final y determinado mediante el método de las áreas medias.

BASE DE PAGO

El pago se efectuará al precio unitario de contrato por metros cuadro, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipo, herramienta.

2.5. PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE

DESCRIPCIÓN:

Bajo esta partida, se realizará los trabajos necesarios de modo que la superficie de la sub-rasante presente los niveles, alineamiento, dimensiones y grado de compactación indicados, tanto en los planos del proyecto, como en las presentes especificaciones. Se denomina sub-rasante a la capa posterior 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 mediante los cortes previstos en el proyecto. La superficie de la sub-rasante estará libre de raíces, hierbas, desmonte o material suelto.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Una vez concluido los cortes, se procederá a escarificar la superficie del camino mediante el uso de una motoniveladora o de rastras en zonas de difícil acceso, en una profundidad mínima entre 8 y 15 cm.; los agregados pétreos mayores a 2" que pudieran haber quedado serán retirados.

Posteriormente, se procederá al extendido, riego y batido del material, con el empleo repetido y alternativo de camiones cisterna, provisto de dispositivos que garanticen un riego uniforme y motoniveladora.

La operación será continua hasta lograr un material homogéneo, de humedad lo más cercana a la óptima definida por el ensayo de compactación Próctor 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 que, de acuerdo a los perfiles y geometría proyectada y una vez compactada, alcance el nivel de la sub-rasante 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 (AASHTO T-180. METODO 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.

MÉTODOS 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 medidas en su posición final. El trabajo deberá contar con la conformidad del Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

La superficie media en la forma descrita anteriormente será pagada al precio unitario del contrato, por metro cuadrado, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales.

3. ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

3.1. ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE A DME $D \leq 1$ KM

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la carga, transporte y descarga en los lugares de destino final (depósitos de material excedente), de materiales granulares, excedentes, roca, derrumbes y otros a distancias menores o iguales a 1km, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de pago de esta partida será el metro cúbico (m³) trasladado, ósea, el volumen en su posición final de colocación, por la distancia de transporte determinada de acuerdo con el criterio o criterios de cálculo o formulas establecidos en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor. El precio unitario debe incluir los trabajos de carga y descarga.

BASES DE PAGO

El pago de las cantidades de materiales transportados, determinados en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario del contrato, incluye la carga, descarga y cualquier otro concepto necesario para la conclusión satisfactoria del trabajo.

4. AFIRMADOS

4.1. EXTRACCIÓN DEL MATERIAL SELECCIONADO M3

DESCRIPCIÓN

De las canteras establecidas se evaluará conjuntamente con el Supervisor el volumen total a extraer de cada una. La excavación se ejecutará mediante el empleo de equipo mecánico, tipo tractor de orugas o similares, el cual efectuará trabajos de extracción y acopio necesario. Se deberá realizar las excavaciones de tal manera que no se produzca deslizamientos inesperados, identificando el área de trabajo y verificando que no haya personas u construcciones cerca. Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

El material no seleccionado deberá ser apilado convenientemente, a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cúbico (m³).

BASES DE PAGO

El pago se hará por metro cúbico (m³), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

4.2. CARGUIO DE MATERIAL SELECCIONADO

DESCRIPCION

Es la actividad de cargar el material resultante de la mezcla preparada en la cantera mediante el empleo de cargador frontal, a los volquetes, para ser transportados al lugar donde se va a colocar.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cúbico (m³).

BASES DE PAGO

El pago se hará por metro cúbico (m³), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

4.3. CONFORMACIÓN DE LA BASE (20-25cm)

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una capa de afirmado, seleccionando material arcilloso del corte y que al mezclarlo con hormigón de la zona en una proporción de 20% de arcilla y 80% de hormigón. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor, y teniendo en cuenta lo establecido en el Plan de Manejo Ambiental.

Generalmente el afirmado que se especifica en esta sección se utilizará como superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas.

Esta partida incluirá el riego y la compactación será colocado en una superficie debidamente preparada y será compactada en capas de mínimo 15 cm, máximo 25 cm. de espesor final compactado.

Luego que el material de afirmado haya sido esparcido sobre la superficie compactada del camino (sub-rasante), será completamente mezclado por medio de la cuchilla de la motoniveladora, llevándolo alternadamente hacia el centro y hacia la orilla de la calzada.

Se regará el material durante la mezcla mediante camión cisterna, cuando la mezcla tenga el contenido óptimo de humedad será nuevamente esparcida perfilada hasta obtener la sección transversal deseada.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m²).

BASES DE PAGO

El pago se hará por metro cuadrado (m³), al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección, así como con la especificación respectiva y aceptada por el Supervisor.

4.4. TRANSPORTE DE MATERIAL DE AFIRMADO

DESCRIPCIÓN

Esta actividad consiste en el transporte de material granular en su posición final utilizando las canteras determinadas. El esponjamiento de material a transportar está incluido en el precio unitario.

Se deberá transportar y depositar el material de modo, que no se produzca segregación, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar, ni cause daño a las poblaciones aledañas.

La distancia de transporte es la distancia media calculada en el expediente técnico. Las distancias y volúmenes serán aprobados por el Ingeniero Supervisor.

MEDICIÓN

Las unidades de medida para el transporte de materiales será el metro cúbico (m³) de material transportado, o sea, el momento de transporte (T): el volumen de material en su posición final de colocación. El contratista debe considerar en los precios unitarios de su oferta el carguío, los esponjamientos y las contracciones de los materiales, diferenciando los volúmenes correspondientes a distancias menores a 1 Km. y distancias mayores a 1 Km.

PAGO

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinados en la forma indicada anteriormente se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en esta Sección y a las instrucciones del Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo,

herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado para ejecutar correctamente los trabajos aquí contemplados.

4.5. MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE SUB RASANTE CON ADITIVO TERRAZYME

DESCRIPCIÓN:

Consiste en la aplicación de un aditivo natural que lleva por nombre Terrazyme con la finalidad de mejorar la subrasante por motivos de baja resistencia según ensayos realizados. TerraZyme mejora la integridad estructural de la base del camino y con el tiempo aumenta la capacidad para soportar carga (CBR). Esto extiende la vida útil del camino.

MATERIALES

TerraZyme es también un catalizador eficaz que permite acelerar y fortalecer la unión del material de la base del camino. TerraZyme crea una base más densa, cohesiva y estable, cuya resistencia a la compresión aumenta con el tiempo.

El aditivo debe cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

ASPECTO	TerraZyme®
Tecnología	Sistema enzimático
Efecto en la estructura mineral de la arcilla	Reduce la plasticidad y permeabilidad Incrementa la densidad y CBR.
Características y comportamiento	Reacciones e intercambio iónico, electroquímico con las partículas de la arcilla; reducción de tensión superficial; degradación enzimática del material orgánico en el suelo.
Naturaleza	Tecnología de fermentación de vegetales. Líquido.
Rango	Amplio rango de suelos naturales incluyendo materiales con alto contenido arcilloso cohesivo.
Aplicación	Los requerimientos de aplicación son mínimos, es de fácil aplicación. Construcción económica. Aplicación manual, basado en una buena mezcla de suelo, suficiente dilución en agua del producto y una adecuada compactación. Moderado PI; especificado (<20). El suelo puede contener material orgánico.
Rendimiento	Un Bidón de 20 Lts. Rinde para 660 m ³ , con un largo de 1100 m, ancho de 4 m, y espesor de 15 cm. Rinde 1 Lt. para 220 m ² ó 1 Lt. sirve para 33 m ³ .
Fabricante	NATUREplus, Inc. (USA) Presentación: Bidones de 20 Lts.
Vencimiento	36 meses, contados desde la fecha de su fabricación.
Medio ambiente	Ecológico. No tóxico, biodegradable.
Propiedades a 25 °C	PH = 4 - 9 Gravedad específica = 1,0-1,10 Color = Marrón claro Viscosidad, CPS = 20 Olor = Inodoro
Test de laboratorio y evaluación	Análisis usuales durante la pre - construcción: Granulometría del suelo, límite líquido e índice de plasticidad, PH, Humedad natural, Ensayo Proctor. DCP/CBR y medidas de densidad en carreteras tratadas, para establecer el incremento de compactación con respecto al tiempo. Las condiciones en el campo y resultado se simulan en el laboratorio.

Fuente: STASOIL SAC

MÉTODO DE MEDICIÓN

El mejoramiento de subrasante con TerraZyme, será medido en metros cúbicos (m³) compactados en su posición final, mezclado, conformado, regado y compactado, de acuerdo con los alineamientos, rasantes, secciones y espesores indicados en los planos y estudios del proyecto y a lo establecido en estas especificaciones. El trabajo deberá contar con la aprobación del Ingeniero Supervisor.

BASES DE PAGO

El será pagado al precio unitario pactado en el contrato por metro cúbico (m³) de mejoramiento de subrasante, debidamente aprobado por el Supervisor. Entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, materiales, herramientas e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente el trabajo.

5. OBRAS DE DRENAJE

5.1. ALCANTARILLAS

5.1.1. TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR DE ALCANTARILLAS

DESCRIPCIÓN:

Comprende todos los trabajos para materializar el eje de las alcantarillas, así como sus niveles y dimensiones en planta. Se incluye además el control topográfico durante la ejecución de la obra. La responsabilidad total por el mantenimiento de niveles recae sobre el contratista. Comprende el replanteo de los planos en el terreno ya nivelado, fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación contando con el siguiente equipo como son: wincha plástica (20 m.), estación total según su requerimiento u otro equipo igual o superior previamente aprobada por el supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El supervisor verificará en la obra que el contratista realice todas las labores indicadas en esta partida. Se considerará como método de medición el metro cuadrado (m²) a satisfacción del supervisor.

BASE DE PAGO

El pago está considerado por metro cuadrado (m²), dicho precio y pago constituirán compensación total por:

Todos los instrumentos topográficos necesarios para realizar el replanteo planimétrico y altimétrico de las obras, así como el respectivo control topográfico durante la ejecución de la obra.

Todo el equipo requerido en gabinete.

□ Estacas, pintura, hitos, etc. El pago tendrá en cuenta toda mano de obra (incluidas las leyes sociales), equipos, herramientas.

5.1.2. EXCAVACIÓN EN TERRENO DE ALCANTARILLA

DESCRIPCIÓN:

Este ítem comprenderá toda excavación necesaria para instalar la alcantarilla de tubería metálica corrugada con uso de mano de obra, incluye el retiro de los materiales de desecho dentro de una distancia de 120 metros; todo de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicados en los planos u ordenado por el Ingeniero Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Las excavaciones para estructuras se medirán en metros cúbicos (m³), empleando el método común de cuantificación de volúmenes u otro método aplicable aprobado por el supervisor.

BASES DE PAGO

La cantidad determinada según el método de medición será pagada al precio unitario del contrato por metro cúbico establecido para esta partida. Dicho precio y pago constituirá compensación total por el costo de los materiales, equipo, mano de obra, herramientas necesarias para completar la partida.

5.1.3. CAMA DE APOYO CON ARENILLA DE ALCANTARILLA

DESCRIPCIÓN:

Este ítem comprende la conformación de una capa de arenilla (10cm), sobre el relleno compactado, encima de la cual se procederá a colocar las alcantarillas

MÉTODO DE MEDICIÓN

El supervisor verificará en la obra que el contratista realice todas las labores indicadas en esta partida. Se considerará como método de medición el metro cuadrado (m²) a satisfacción del supervisor.

BASES DE PAGO

La forma de pago será la cantidad de metros cuadrados y de acuerdo al precio unitario por metro cuadrado (m²), este precio y pago se considerará compensación por toda mano de obra, materiales e imprevistos necesarios a la ejecución de la partida.

5.1.4. RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PRESTAMO DE ALCANTARILLA

DESCRIPCIÓN:

Esta partida consistirá de todo relleno relacionado con la construcción de alcantarillas que no hubieran sido consideradas bajo otra partida; así como para reemplazar el material encontrado que resulte inconveniente debajo del nivel de fundaciones de alcantarillas que se construirán donde indiquen los planos u órdenes del supervisor.

MATERIALES.

El material usado para formar el relleno deberá ser de un tipo adecuado, aprobado por el Supervisor; no deberá contener escombros, tocones, ni resto vegetal alguno y estar exento de materia orgánica. El material excavado húmedo y destinado a rellenos será utilizado cuando tenga la humedad apropiada.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El volumen medido en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario por metro cúbico (m³)

BASES DE PAGO

El precio y pago constituirá compensación completa por toda mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarios para completar la partida.

5.1.5. CONCRETO F'C=210KG/CM2

DESCRIPCIÓN

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, Durante el traslado de los materiales, se tendrá cuidado en que no emitan partículas a la atmósfera, humedeciendo el material. Todo concreto deberá ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto deberá ser colocado en forma tal que no produzca segregación, y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, aprobada por el Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.1.6. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su propio peso, el peso o empuje. Los encofrados serán herméticos a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente a lineados y nivelados de tal manera que formen elementos de ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.

Con el objeto de facilitar el desencofrado, las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor. El Desencofrado de las alcantarillas podrán realizarse después de dos días de realizado el vaciado del concreto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²) total del encofrado se obtiene sumando las superficies a dar forma de la alcantarilla.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará por metro cuadrado (m²) con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total.

5.1.7. EMBOQUILLADO DE PIEDRA, F'C=175KG/CM² + 30%PM

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de concreto de cemento Portland de resistencia 175kg/cm² + 30% P.G. a la compresión, para la construcción de estructuras de drenaje como las alcantarillas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cubico (m²) de alcantarilla satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

El Supervisor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de alcantarillas cuyas dimensiones sean inferiores a las de diseño.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.1.9. INSTALACIÓN DE TUBERIA TMC

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consiste en el suministro de la mano de obra, herramientas manuales y la ejecución de los trabajos de instalación y colocación de Tubería Metálica Corrugada, con los diámetros y armaduras mostrados en los planos u ordenados por el Supervisor.

MATERIALES

Los materiales (Tubería Metálica Corrugada, pernos y tuercas para la instalación, brea para proteger la tubería.), serán de primera mano.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La Unidad de Medida para el Pago es el Metro Lineal (m) de tubería colocada, de acuerdo con las presentes especificaciones.

BASES DE PAGO

El precio unitario incluye, los costos de mano de obra, materiales, herramientas y todos los costos necesarios para el suministro y colocación de la tubería metálica corrugada, así como todos los accesorios requeridos para su colocación, conforme se indica en los planos.

5.2.BADENES

5.2.1. TRAZO Y REPLANTEO

DESCRIPCIÓN:

Comprende todos los trabajos para materializar el eje de los badenes, así como sus niveles y dimensiones en planta. Se incluye además el control topográfico durante la ejecución de la obra. La responsabilidad total por el mantenimiento de niveles recae sobre el contratista.

Comprende el replanteo de los planos en el terreno ya nivelado, fijando los ejes de referencia y las estacas de nivelación contando con el siguiente equipo como son: wincha plástica (20 m.), teodolito y nivel según su requerimiento u otro equipo igual o superior previamente aprobada por el supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El supervisor verificará en la obra que el contratista realice todas las labores indicadas en esta partida. Se considerará como método de medición el metro cuadrado (m²) a satisfacción del supervisor.

BASE DE PAGO

El pago está considerado por metro cuadrado (m²), dicho precio y pago constituirán compensación total por:

Todos los instrumentos topográficos necesarios para realizar el replanteo planimétrico y altimétrico de las obras, así como el respectivo control topográfico durante la ejecución de la obra.

Todo el equipo requerido en gabinete.

Estacas, pintura, hitos, etc.

El pago tendrá en cuenta toda mano de obra (incluidas las leyes sociales), equipos, herramientas.

5.2.2 EXCAVACIÓN DE TERRENO

DESCRIPCIÓN:

Este ítem comprenderá toda excavación necesaria para instalar el badén con uso de mano de obra, incluye el retiro de los materiales de desecho dentro de una distancia de 120 metros; todo de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicados en los planos u ordenado por el Ingeniero Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Las excavaciones para estructuras se medirán en metros cúbicos (m³), empleando el método común de cuantificación de volúmenes u otro método aplicable aprobado por el supervisor.

BASES DE PAGO

La cantidad determinada según el método de medición será pagada al precio unitario del contrato por metro cúbico establecido para esta partida. Dicho precio y pago constituirá compensación total por el costo de los materiales, equipo, mano de obra, herramientas necesarias para completar la partida.

5.2.3. RELLENO Y COMPACTACION CON MATERIAL PRESTAMO

DESCRIPCIÓN:

Esta partida consistirá de todo relleno relacionado con la construcción de badenes que no hubieran sido consideradas bajo otra partida; así como para reemplazar el material encontrado que resulte inconveniente debajo del nivel de fundaciones de alcantarillas que se construirán donde indiquen los planos u órdenes del supervisor.

MATERIALES.

El material usado para formar el relleno deberá ser de un tipo adecuado, aprobado por el Supervisor; no deberá contener escombros, tocones, ni resto vegetal alguno y estar exento de materia orgánica. El material excavado húmedo y destinado a rellenos será utilizado cuando tenga la humedad apropiada.

MÉTODO DE MEDICIÓN

El volumen medido en la forma descrita anteriormente será pagado al precio unitario por metro cúbico (m³)

BASES DE PAGO

El precio y pago constituirá compensación completa por toda mano de obra, materiales, equipos y herramientas necesarios para completar la partida.

5.2.4. CONCRETO F'C=210KG/CM2

DESCRIPCIÓN

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, Durante el traslado de los materiales, se tendrá cuidado en que no emitan partículas a la atmósfera, humedeciendo el material. Todo concreto deberá ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto deberá ser colocado en forma tal que no produzca segregación, y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, aprobada por el Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.2.5. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su propio peso, el peso o empuje. Los encofrados serán herméticos a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente a lineados y nivelados de tal manera que formen elementos de ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.

Con el objeto de facilitar el desencofrado, las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor. El Desencofrado de las alcantarillas podrán realizarse después de dos días de realizado el vaciado del concreto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²) total del encofrado se obtiene sumando las superficies a dar forma de la alcantarilla.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará por metro cuadrado (m²) con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total.

5.2.6. MAMPOSTERÍA DE PIEDRA, F'C=175KG/CM² + 30%PM

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de concreto de cemento Portland de resistencia 175kg/cm² + 30% P.G. a la compresión, para la construcción de estructuras de drenaje como las alcantarillas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cubico (m²) de baden satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

El Supervisor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de alcantarillas cuyas dimensiones sean inferiores a las de diseño.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.2.7. JUNTAS PARA BADENES

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende la colocación del material para las juntas transversales la cual consistirá en mortero asfáltico (asfalto líquido RC250), cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30. Se programará el suministro, elaboración y colocación del material en las juntas. Las mismas que no contendrán ningún tipo de residuo o material extraño en sus paredes que pueda alterar la composición del material asfáltico. La partida se desarrollará tomando en cuenta los aspectos indicados

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medición para todos los tipos juntas en badenes será en metros lineales (ml), aprobados y aceptados por el Ing. Supervisor

BASES DE PAGO

El pago de esta partida se efectuará de acuerdo con el precio unitario del Contrato y constituirá la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra (incluyendo leyes sociales), imprevistos y todo lo necesario para la realización de este trabajo a satisfacción de la Supervisión.

5.3. CUNETAS REVESTIDAS

5.3.1. PERFILADO Y COMPACTADO MANUAL

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende el perfilado y compactación manual. El Contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en los planos o establecidas por el Supervisor.

Luego del perfilado y acondicionado de la superficie de la cuneta, se procederá a la eliminación del material mediante el empleo de herramientas manuales según indique el Supervisor.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m²).

BASES DE PAGO

La valorización por este concepto se efectuará por metro cuadrado (m²). El precio unitario esta compensado con la mano de obra, materiales y equipo necesario para cumplir esta partida.

5.3.2. EMBOQUILLADO DE PIEDRA, F'C=175KG/CM2 + 30%PM

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de concreto de cemento Portland de resistencia 175kg/cm² + 30% P.G. a la compresión, para la construcción de estructuras de drenaje como las alcantarillas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cubico (m²) de alcantarilla satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

El Supervisor no autorizará el pago de trabajos efectuados por fuera de los límites especificados, ni el de alcantarillas cuyas dimensiones sean inferiores a las de diseño.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.3.3. JUNTAS PARA CUNETAS

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende la colocación del material para las juntas transversales la cual consistirá en mortero asfáltico (asfalto líquido RC250), cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

Se programará el suministro, elaboración y colocación del material en las juntas. Las mismas que no contendrán ningún tipo de residuo o material extraño en sus paredes que pueda alterar la composición del material asfáltico. La partida se desarrollará tomando en cuenta los aspectos indicados

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medición para todos los tipos juntas en badenes será en metros lineales (ml), aprobados y aceptados por el Ing. Supervisor

BASES DE PAGO

El pago de esta partida se efectuará de acuerdo con el precio unitario del Contrato y constituirá la compensación total por el equipo, materiales, herramientas, mano de obra (incluyendo leyes sociales), imprevistos y todo lo necesario para la realización de este trabajo a satisfacción de la Supervisión.

5.4. MURO DE CONTENCION

5.4.1. EXCAVACIÓN EN TERRENO

DESCRIPCIÓN:

Este ítem comprenderá toda excavación necesaria para el muro de contención con uso de mano de obra o maquinaria, incluye el retiro de los materiales de desecho dentro de una distancia de 120 metros; todo de acuerdo con las presentes especificaciones y en conformidad con los requisitos para las estructuras indicados en los planos u ordenado por el Ingeniero Supervisor.

METODO DE MEDICIÓN

Las excavaciones para estructuras se medirán en metros cúbicos (m³), empleando el método común de cuantificación de volúmenes u otro método aplicable aprobado por el supervisor.

BASES DE PAGO

La cantidad determinada según el método de medición será pagada al precio unitario del contrato por metro cúbico establecido para esta partida. Dicho precio y pago constituirá compensación total por el costo de los materiales, equipo, mano de obra, herramientas necesarias para completar la partida.

5.4.3. CONCRETO SIMPLE 140 KG/CM2

DESCRIPCIÓN

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, Durante el traslado de los materiales, se tendrá cuidado en que no emitan partículas a la atmósfera, humedeciendo el material. Todo concreto deberá ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto deberá ser colocado en

forma tal que no produzca segregación, y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, aprobada por el Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.4.3. CONCRETO F'C=210KG/CM²

DESCRIPCIÓN

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla, Durante el traslado de los materiales, se tendrá cuidado en que no emitan partículas a la atmósfera, humedeciendo el material. Todo concreto deberá ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de su mezclado. El concreto deberá ser colocado en forma tal que no produzca segregación, y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Se evitará salpicar los encofrados antes del vaciado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico, de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, aprobada por el Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el Supervisor.

5.4.4. ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

Los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables las cargas impuestas por su propio peso, el peso o empuje. Los encofrados serán herméticos a fin de mantener su posición y forma. Los encofrados serán debidamente a lineados y nivelados de tal manera que formen elementos de ubicación y de las dimensiones indicadas en los planos.

Con el objeto de facilitar el desencofrado, las formas podrán ser recubiertas con aceite soluble u otras sustancias aprobadas por el Supervisor. El Desencofrado de las alcantarillas podrán realizarse después de dos días de realizado el vaciado del concreto.

MÉTODO DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cuadrado (m²) total del encofrado se obtiene sumando las superficies a dar forma de la alcantarilla.

BASES DE PAGO

El pago se efectuará por metro cuadrado (m²) con el precio unitario del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total.

5.4.5. ACERO DE REFUERZO FY=4200KG/CM²

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo consiste en el suministro, transportes, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor

MÉTODOS DE MEDICIÓN

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para estructuras de concreto, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Supervisor.

La medida para barras se basará en el peso computado para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando los pesos unitarios indicados en la tabla de Peso de las barras por unidad de longitud, de la presente especificación.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto u ordenadas por el Supervisor.

BASES DE PAGO

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo, herramientas, equipo, mano de obra.

5.4.5. JUNTA PARA MUROS

DESCRIPCIÓN

Esta partida se refiere a la ejecución de juntas de dilatación de muros de contención, de concreto ciclópeo y concreto armado, según detalle y disposición indicada en los planos respectivos. Las juntas se colocarán cada 15.00 m y tendrán un ancho de 1", el sellante elástico se aplicará en todo el perímetro de la junta, excepto al fondo. La profundidad del sellante será de 1.5 cm. y el resto de la sección transversal será rellenado con material de respaldo y con espuma sintética de poliuretano (tecnopor).

MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m²) de junta construida del tipo de muro al que se aplique, y aprobada por el Supervisor.

PAGO

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario del contrato de la partida. Este precio y pago constituirá compensación total por todo el material (imprimante, sellante asfáltico, espuma plástica, material de respaldo, arena), mano de obra, beneficios sociales, elementos de limpieza de la junta, herramienta e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente esta partida y a entera satisfacción del Supervisor.

5.4.6. LLORADEROS DE TUBERIA PVC 3”

DESCRIPCIÓN

Esta partida consistirá en el suministro y colocación de tubería PVC-SAP de diferentes diámetros, para drenaje en muros, losas, pontones y puentes, ubicados y con pendiente de acuerdo con los indicado en los planos de proyecto, ó según lo ordene el Supervisor.

Los segmentos de tubo se instalarán con una pendiente mínima de 1% para drenar las filtraciones del agua subterránea en los casos de muros. Estos drenes serán instalados y asegurados en su posición correcta antes del colocado de material de relleno y vaciado de concreto, según corresponda, evitando el ingreso de materiales extraños en el interior de los ductos durante el encofrado, vaciado de concreto o relleno. El tipo de embone será espina – campana y utilizando pegamento para PVC.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Las tuberías de PVC – SAP serán medidas en unidades (und) en su posición final, de acuerdo a lo indicado en los planos y/o lo ordenado por el Supervisor.

PAGO

La cantidad de unidades ejecutados y medidos, de acuerdo al párrafo anterior, se pagará con el precio unitario de las partidas.

6. SEÑALIZACIÓN

6.1. SEÑALES PREVENTIVAS

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de advertir al usuario sobre ciertas condiciones de la vía, que impliquen peligro real o potencial, que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones necesarias, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

El material para emplearse en las señales serán los que indiquen los planos el fondo de la señal será con material retro reflectivo color amarillo de alta intensidad prismático. El símbolo y el borde del marco se pintarán en color negro con el sistema de serigrafía. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por unidad (und).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por unidad (und) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

6.2. SEÑALES REGLAMENTARIAS

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación de dispositivos de control vertical permanente, con la finalidad de advertir al usuario sobre ciertas condiciones de la vía, que impliquen peligro real o potencial, que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones necesarias, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente. El material por emplearse en las señales serán los que indiquen los planos el fondo de la señal será con material retro reflectivo color blanco de alta intensidad prismático. El símbolo y el borde del marco se pintarán en color negro con el sistema de serigrafía. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por unidad (und).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por unidad (und) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

6.3. POSTES KILOMÉTRICOS

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación de hitos de concreto armado de $f'c=140$ kg/cm², que tienen por finalidad indicar el kilometraje de una vía, en forma progresiva, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el Proyecto, en el marco del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras vigente.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con el Proyecto y la presente especificación, y aprobada por el Supervisor.

BASES DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo poste de kilometraje instalado y aprobado por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

7. PROTECCIÓN AMBIENTAL

7.1. REPOSICIÓN DE COBERTURA VEGETAL

DESCRIPCIÓN

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo poste de kilometraje instalado y aprobado por el Supervisor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos de materiales, fabricación, pintura, manejo, almacenamiento y transporte del poste hasta el sitio de instalación; la excavación y el concreto para el anclaje; carga, transporte y

disposición en los sitios que defina el Supervisor de los materiales excavados; la instalación del poste y, en general, todo costo adicional requerido para la correcta ejecución del trabajo especificado.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por hectárea (ha), y en él se incluye los trabajos necesarios para el programa de revegetación en la forma especificada.

Estos trabajos deberán ser aprobados por el supervisor y que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por hectárea (ha) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida

7.2 RESTAURACIÓN DE ÁREAS DE CAMPAMENTOS

DESCRIPCIÓN

Esta partida consiste en restaurar las áreas ocupadas por los campamentos levantados; es obligación del contratista llevarlo a cabo, una vez concluida la obra mediante las siguientes acciones:

- Eliminación de desechos
- Clausura de sitios y rellenos sanitarios
- Eliminación de pisos
- Recuperación de la morfología

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cuadrado (m²), cuando el campamento haya sido retirado y esté concluido el tratamiento ambiental del área.

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por metro cuadrado (m²) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

7.3. RESTAURACIÓN DE BOTADEROS

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por metro cúbico (m³), y en él se incluye los trabajos necesarios para restaurar los depósitos de material excedente en la forma especificada. Estos trabajos deberán ser aprobados por el supervisor y que hayan sido efectivamente recuperados cumpliendo las disposiciones que se dan en esta especificación.

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por metro cúbico (m³) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

7.4. PROGRAMA DE MEDIDAS DE CONTROL AMBIENTAL

7.4.1. MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA

DESCRIPCIÓN

Se debe realizar un seguimiento de la calidad del agua, a fin de identificar si se está contaminando los cuerpos de agua, así como en los cruces del trazo de la carretera a rehabilitar con los cursos agua naturales, a fin de establecer las medidas para el control de cualquier fuente de contaminación.

Para las actividades de monitoreo deberá tenerse en cuenta las siguientes consideraciones que se describen líneas abajo:

- Obtener información confiable y representativa que permita diagnosticar el estado de la calidad físico y químico de los cuerpos de agua en los puntos de monitoreo
- Confrontar los registros existentes, con los resultados obtenidos, y evaluar el comportamiento de los parámetros ambientales, estableciendo las causas y posibles soluciones a los problemas encontrados.
- Efectuar las recomendaciones necesarias para optimizar el manejo y calidad de las aguas.

Con relación a los puntos de monitoreo, estos se ubicarán a 100 m tanto aguas abajo como aguas arriba. Al respecto, para el control de la calidad del agua, se utilizarán los parámetros estipulados por la normatividad vigente y que son relevantes para la actividad constructiva específica al proyecto vial y las particularidades ambientales del área en el cual se desarrolla el mismo.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por punto (pto).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por punto (pto) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

7.4.2. MONITOREO DE LA CALIDAD DE AIRE

DESCRIPCIÓN

A fin de proteger la salud de la población, así como de la preservación del ecosistema local, durante las actividades de rehabilitación y mejoramiento, se debe controlar la calidad del aire, la misma que puede ser alterada por: actividades de explotación de las canteras, transporte de materiales, y el tránsito continuo de los volquetes y maquinarias.

Los puntos a ser tomados para el monitoreo tendrán que estar en la alineación con la dirección predominante señalada de los vientos, sotavento

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por punto (pto).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por punto (pto) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

7.4.3. MONITOREO DEL RUIDO

DESCRIPCIÓN

El objeto del monitoreo de ruidos en el proyecto es asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental establecidos para esta materia.

Durante las etapas de rehabilitación y mejoramiento, los ruidos son generados por los equipos y maquinarias, así como por los vehículos que Transitarán por las vías. Por tal motivo, se deben verificar que los equipos, maquinarias y vehículos tengan silenciadores para mitigar ruidos. Asimismo, se realizarán pruebas trimestrales en los siguientes puntos:

- Control de los niveles sonoros, dentro de las instalaciones auxiliares, así como en el entorno de las mismas (canteras, DME, plantas chancadoras, campamento)
- Control de los niveles sonoros, entre la vía y el entorno del área urbana.

Para realizar el monitoreo de ruido ambiental, se considerará la siguiente metodología: Se elaborará un mapa de ruidos en cada instalación auxiliar, con excepción de los DMEs, y posteriormente se tomará la medición de los niveles sonoros dentro y fuera de cada instalación (frecuencia: mensual)

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá por punto (pto).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será por punto (pto) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

7.5. PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL

7.5.1. PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN

La función de monitores ambientales será realizada por el Coordinador Ambiental de El CONTRATISTA; las mismas que deberán abarcar, pero no limitarse, a dar seguimiento a las medidas para el control de la erosión, la calidad del agua, la calidad del aire, así como de la protección de las especies silvestres, los recursos hídricos, la vegetación.

Aspectos Especiales de Monitoreo durante la Construcción

Los monitores ambientales deben observar y registrar todas las actividades relacionadas con los siguientes elementos:

- Las medidas de restauración de las áreas alteradas.
- El espacio geográfico en que se realizan las actividades de construcción y la autorización para la utilización del mismo.
- Los requisitos establecidos en el Plan de Contingencias y su grado de cumplimiento.
- Las prácticas de recolección y disposición de residuos.
- Documentar, con fotografías, la condición de los espacios de trabajo antes, durante y después de la construcción.
- Documentar, con fotografías, las actividades de construcción.
- Identificar los problemas ambientales potenciales y recomendar El CONTRATISTA las acciones apropiadas, antes de que dichos problemas ocurran.

Comunicar y brindar capacitación sobre temas y asuntos ambientales específicos del proyecto a El CONTRATISTA.

El éxito de las medidas de revegetación en las áreas de restauración.

MÉTODOS DE MEDICIÓN

Los Programas de Educación y Monitoreo Ambientales, se medirán en forma global (glb)

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será de forma Global (glb) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida

7.5.2. PLAN DE CONTIGENCIA

DESCRIPCIÓN

El Plan de Medidas de Control de Accidentes o Contingencias, tiene por objetivo brindar una serie de medidas destinadas a evitar y/o controlar eventos no previstos que ponen en peligro la integridad física de las personas, el medio ambiente y/o alteren el desarrollo normal de la carretera. Este plan será implementado por EL CONTRATISTA.

El objetivo principal es disponer de una herramienta organizacional, administrativa y operativa que permita prevenir y controlar sucesos no planificados, pero previsibles mediante la aplicación de guías de organización y respuesta que optimicen la velocidad y eficacia de las acciones de control de la emergencia.

MÉTODOS DE MEDICIÓN

Los Programas de Contingencias se medirán en forma global (glb).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será de forma Global (glb) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida

8. SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA

8.1. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

DESCRIPCIÓN

Comprende todos los equipos de protección individual (EPI) que deben ser utilizados por el personal de la obra, para estar protegidos de los peligros asociados a los trabajos que se realicen, de acuerdo con la Norma G.050 Seguridad durante la construcción, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Entre ellos se debe considerar, sin llegar a ser una limitación: casco de seguridad, gafas de acuerdo con el tipo de actividad, escudo facial, guantes de acuerdo al tipo de actividad (cuero, aislantes, etc.), botines/botas de acuerdo al tipo de actividad (con puntera de acero, dieléctricos, etc.), protectores de oído, respiradores, arnés de cuerpo entero y línea de enganche, prendas de protección dieléctrica, chalecos reflectivos, ropa especial de trabajo en caso se requiera, otros

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá en forma Global (glb), cumpliendo con lo requerido en el Expediente Técnico de Obra en lo referente a la cantidad de equipos de protección individual para todos los obreros expuestos al peligro de acuerdo al planeamiento de obra y al Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será de forma Global (glb) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

8.2. SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN

Comprende, sin llegar a limitarse, las señales de advertencia, de prohibición, de información, de obligación, las relativas a los equipos de lucha contra incendios y todos aquellos carteles utilizados para rotular áreas de trabajo, que tengan la finalidad de

informar al personal de obra y público en general sobre los riesgos específicos de las distintas áreas de trabajo, instaladas dentro de la obra y en las áreas perimetrales. Cintas de señalización, conos reflectivos, luces estroboscópicas, alarmas audibles, así como carteles de promoción de la seguridad y la conservación del ambiente, etc.

Se deberán incluir las señalizaciones vigentes por interferencia de vías públicas debido a ejecución de obras.

MÉTODO DE MEDICIÓN

Esta partida se medirá en forma Global (glb), cumpliendo con lo requerido en el Expediente Técnico de Obra en lo referente a la cantidad de señales y elementos complementarios necesarios para proteger a los obreros expuestos al peligro, de acuerdo al Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será de forma Global (glb) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

8.3. CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

DESCRIPCIÓN

Comprende las actividades de adiestramiento y sensibilización desarrolladas para el personal de obra. Entre ellas debe considerarse, sin llegar a limitarse: Las charlas de inducción para el personal nuevo, las charlas de sensibilización, las charlas de instrucción, la capacitación para la cuadrilla de emergencias, etc.

MÉTODO DE MEDICIÓN

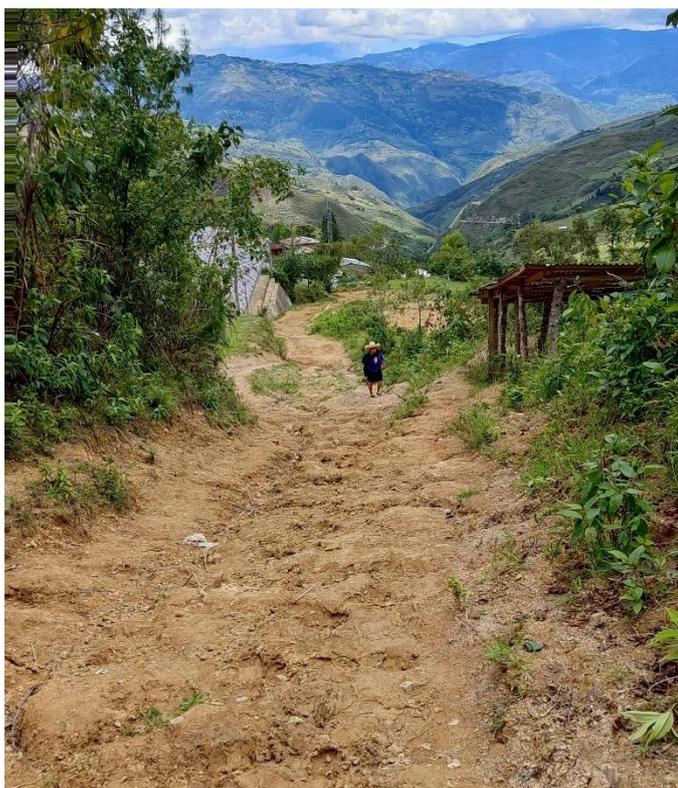
Esta partida se medirá en forma Global (glb), cumpliendo con lo requerido en el Expediente Técnico de Obra en lo referente a los objetivos de capacitación del personal de la obra, planteados en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST).

BASES DE PAGO

El pago por este concepto será de forma Global (glb) y dicho precio y pago constituirá compensación completa por la partida.

ANEXO N° 15: Fotos

FOTOFRAFÍA 1: CAMINO DE HERRADURA



Fuente: Propia.

FOTOFRAFÍA 2: ENCUESTA A LOS POBLADORES

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 3: PRODUCCIÓN AGRICOLA DE SANTA CLARA DE CAMSE

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 4: PRODUCCIÓN AGRICOLA DE CHAUPE CRUZ

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 5: PARTICIPACIÓN EN LA SESIÓN DE RONDA

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 6: PRECONOCIMIENTO DE LA ZONA DE ESTUDIO

Fuente: Propia.

FOTOFRAFÍA 7: ZONA DE DENSA VEGETACIÓN (BOSQUES)

Fuente: Propia.

FOTOFRAFÍA 8: CONTEO VEHICULAR



Fuente: Propia.

FOTOFRAFÍA 9: CONTEO VEHICULAR



Fuente: Propia.

FOTOFRAFÍA 10: CONTEO VEHICULAR

Fuente: Propia.

FOTOFRAFÍA 11: CONTEO VEHICULAR

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 12: CHALEO



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 13: VERIFICACIÓN DE PENDIENTES CON ECLÍMETRO



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 14: VERIFICACIÓN DE PENDIENTES CON ECLÍMETRO

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 15: VERIFICACIÓN DE PENDIENTES CON ECLÍMETRO

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 16: COLOCACIÓN DE ESTACAS DE LA RUTA SELECCIONADA



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 17: ESTACADO DE LA RUTA SELECCIONADA



Fuente: Propia.

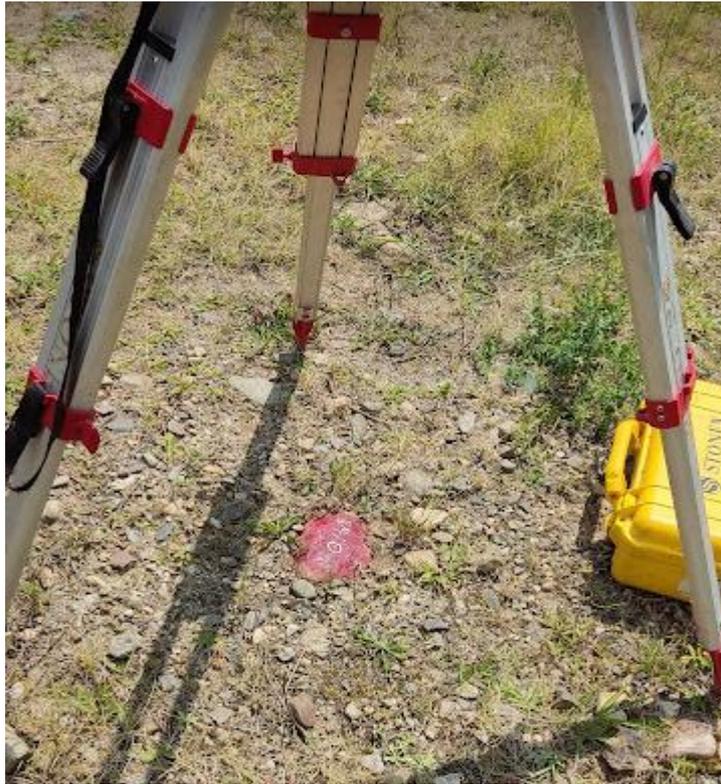
FOTOGRAFÍA 18: PUNTO DE CONTROL 1 UBICADO EN CHAUPE CRUZ

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 19: PUNTO DE CONTROL 1 UBICADO EN CHAUPE CRUZ

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 20: PUNTO DE CONTROL 1 UBICADO EN CHAUPE CRUZ



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 21: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON GPS DIFERENCIAL



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 22: ESTACIÓN DEL RECEPTOR EN UN LUGAR DESPEJADO

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 23: ESTACIÓN DEL RECEPTOR EN UN LUGAR DESPEJADO

Fuente: Propia

FOTOGRAFÍA 24: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO CON GPS DIFERENCIAL



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 25: CONFIGURACIÓN PARA INICIO DEL TRABAJO DE CAMPO



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 26: UBICACIÓN DE BM's



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 27: PINTADO DE BM's



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 28: PINTADO DE BM's



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 29: PINTADO DE BM's



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 30: EXPLORACIÓN DE SUELOS PARA OBTENCIÓN DE MUESTRAS



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 31: EXPLORACIÓN DE SUELOS PARA OBTENCIÓN DE MUESTRAS



Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 32: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

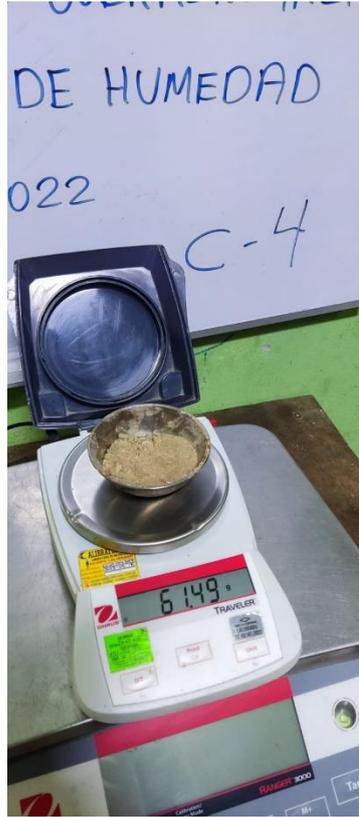


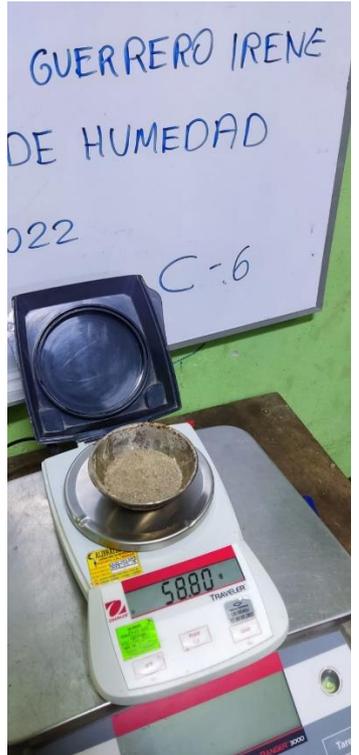
Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 33: ENSAYOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	PESO SUELO HUMEDO + RECIPEnte	PESO SUELO SECO + RECIPEnte
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPEnte	PESO SUELO SECO + RECIPEnte



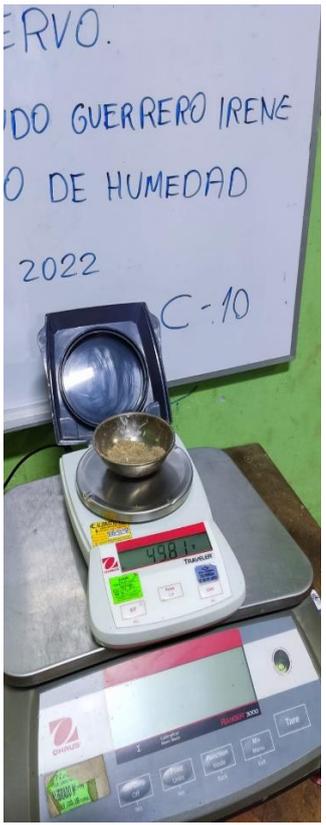
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	PESO SUELO SECO + RECIPENTE
		
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	PESO SUELO SECO + RECIPENTE
		

	PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	PESO SUELO SECO + RECIPENTE
		

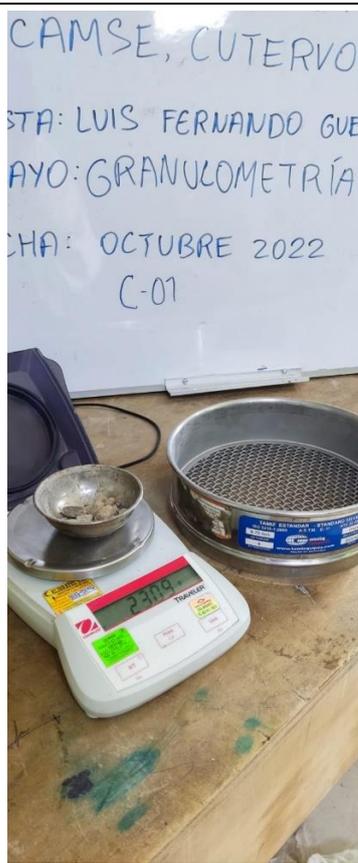
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPENTE	PESO SUELO SECO + RECIPENTE
		

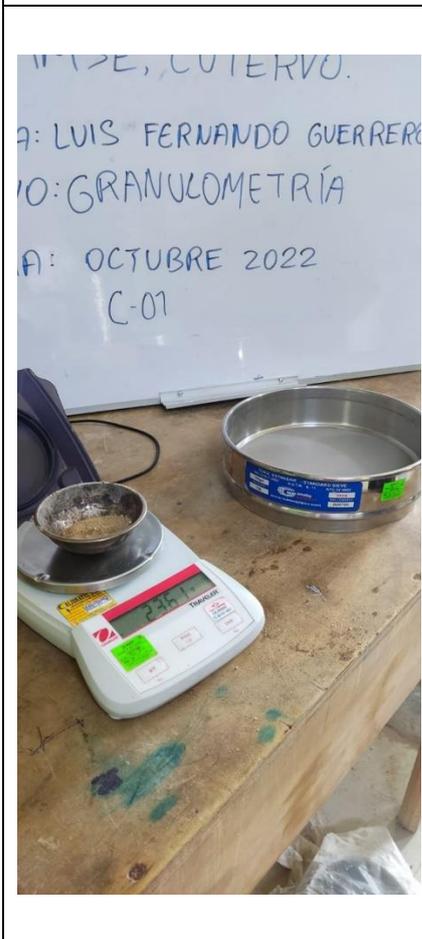
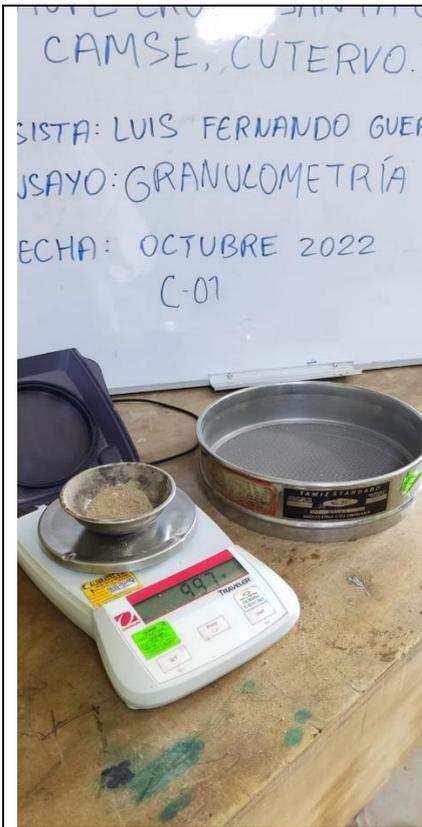
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPE	PESO SUELO SECO + RECIPE
		

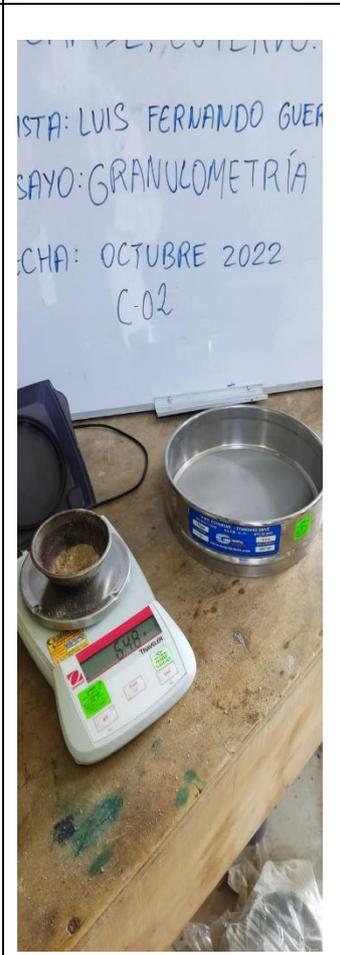
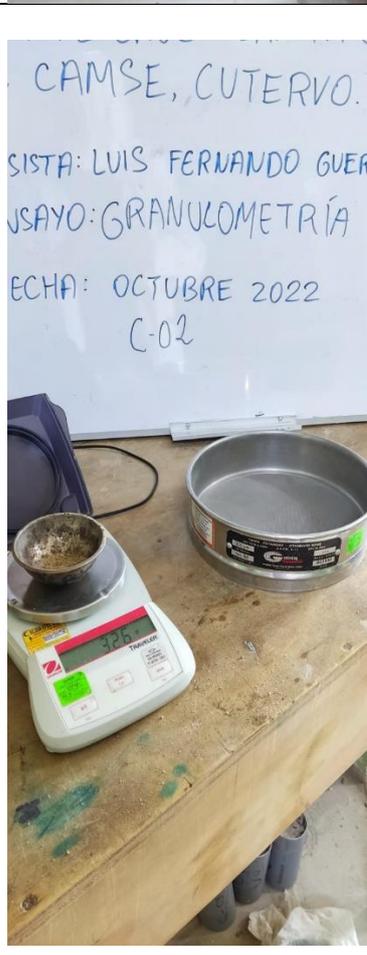
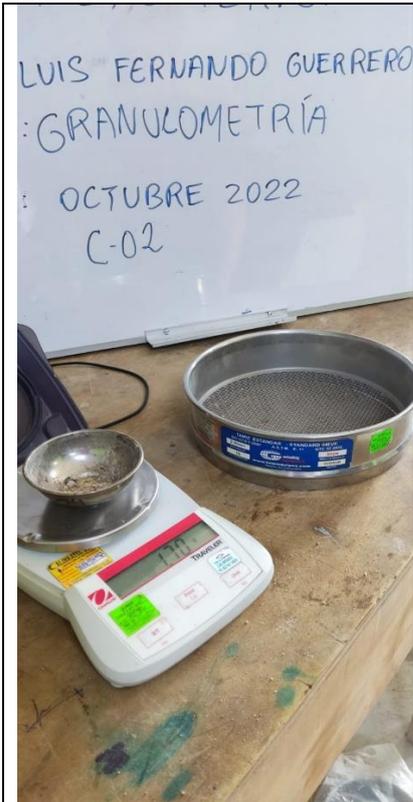
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPE	PESO SUELO SECO + RECIPE
		

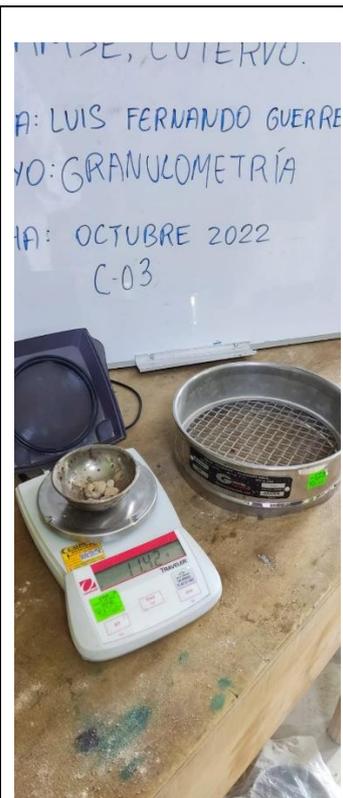
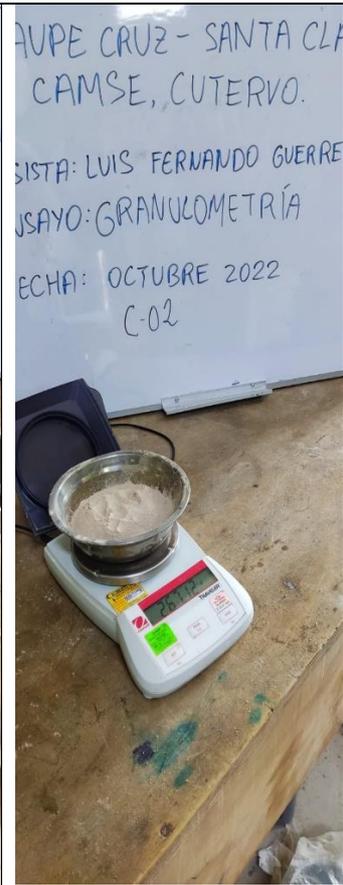
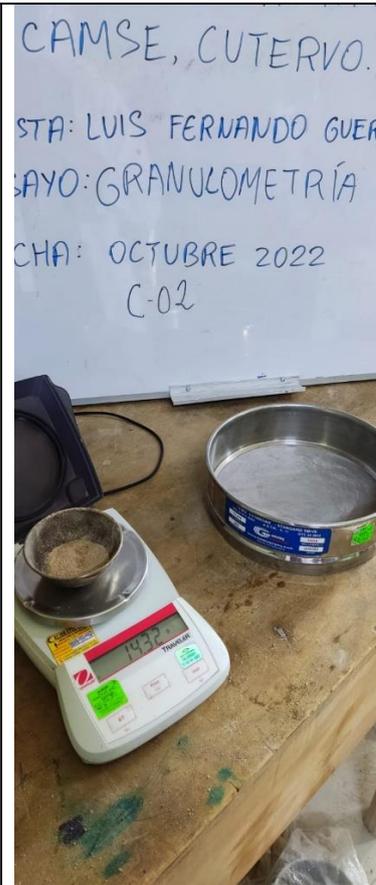
	PESO SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	PESO SUELO SECO + RECIPIENTE
		

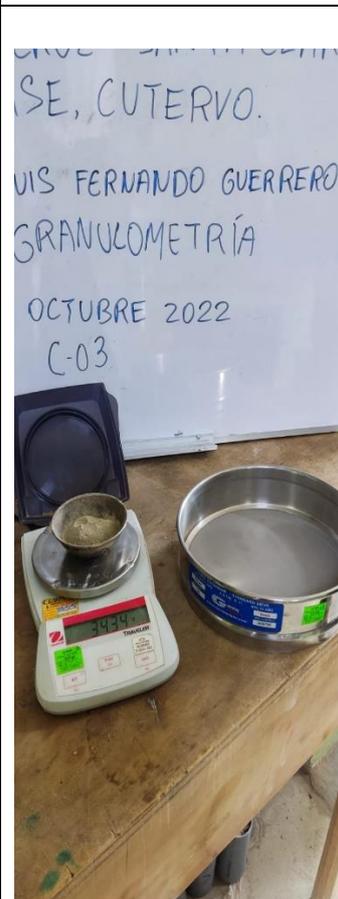
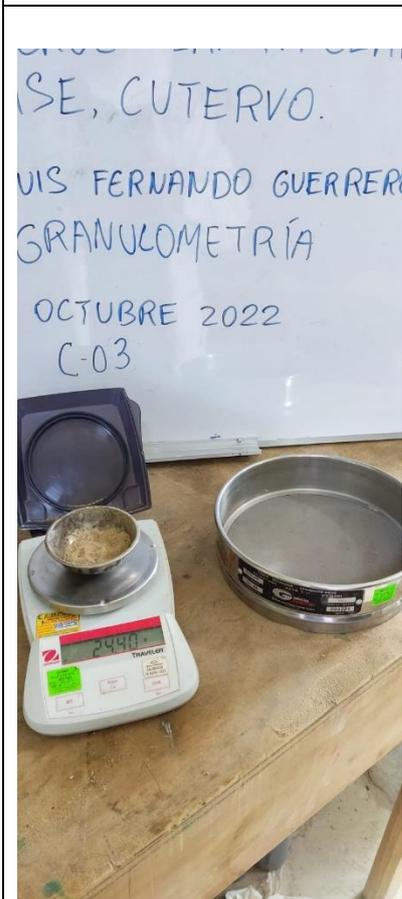
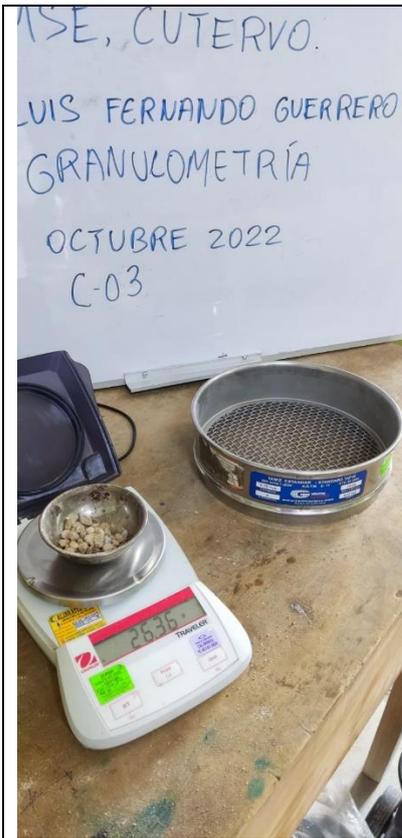
FOTOGRAFÍA 34: GRANULOMETRÍA

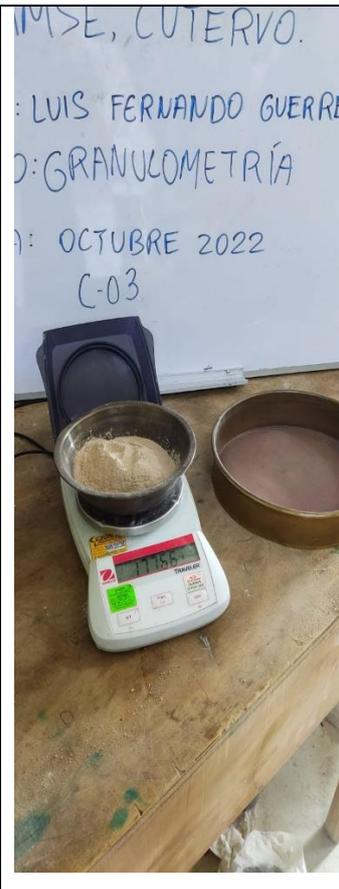
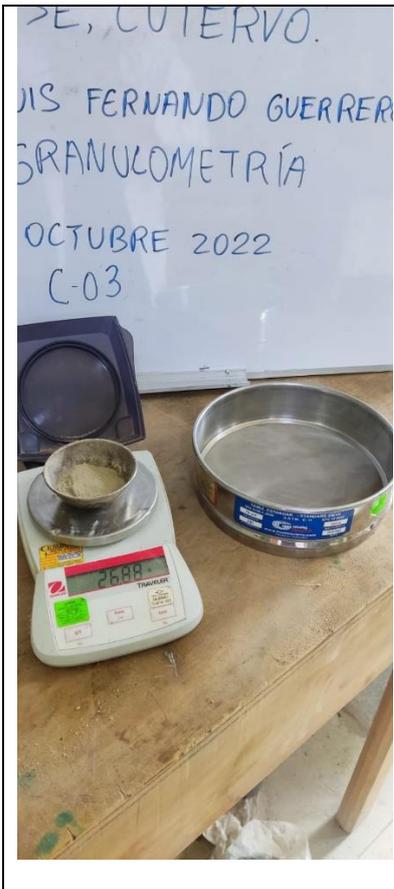


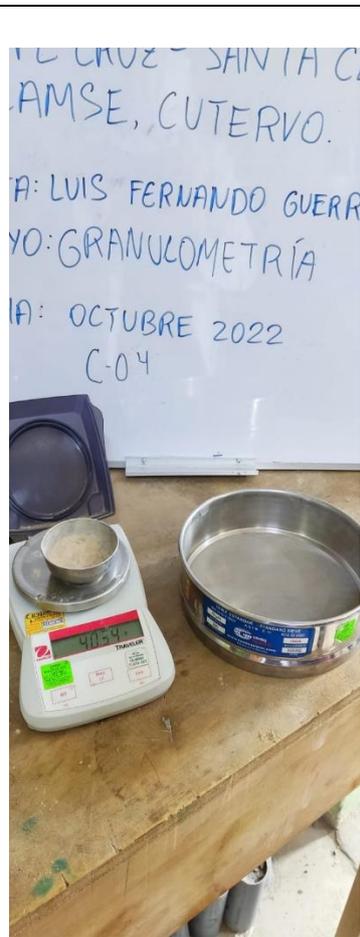
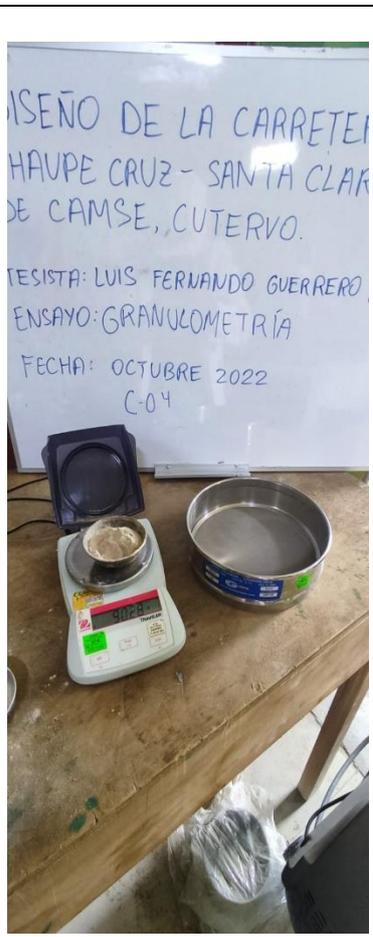
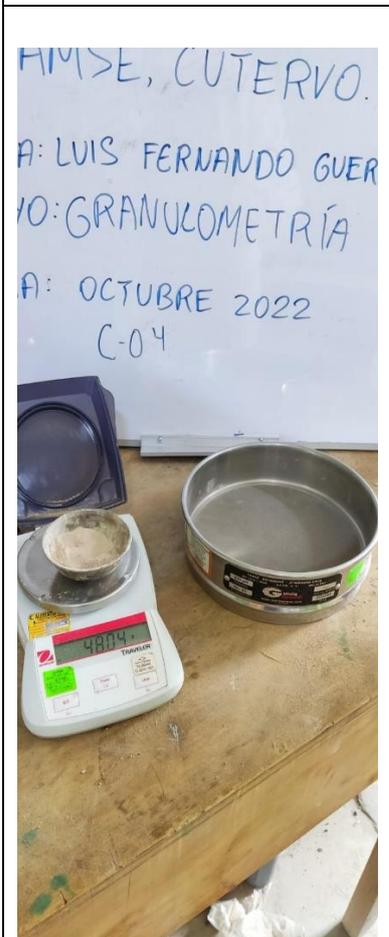
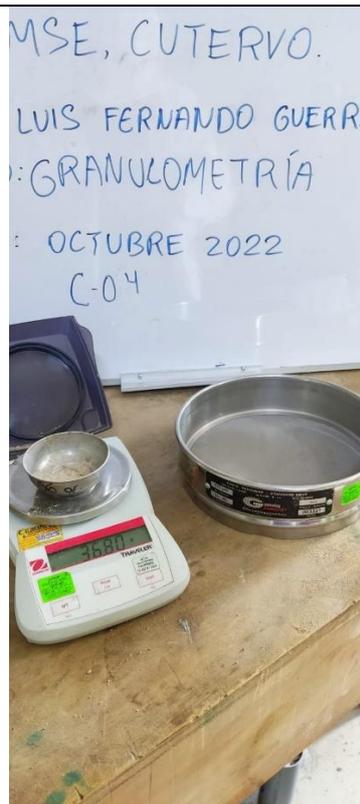
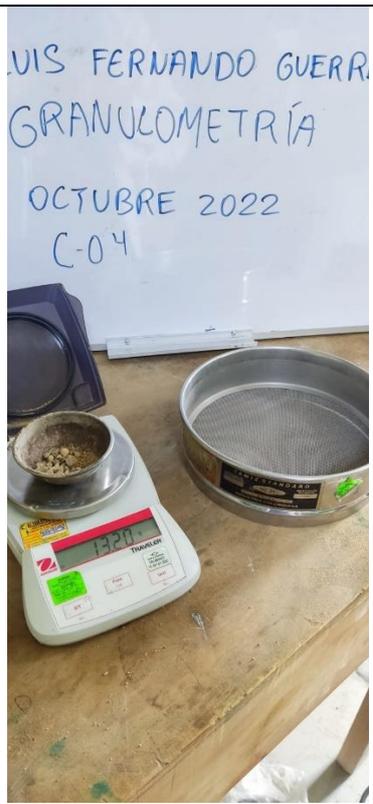
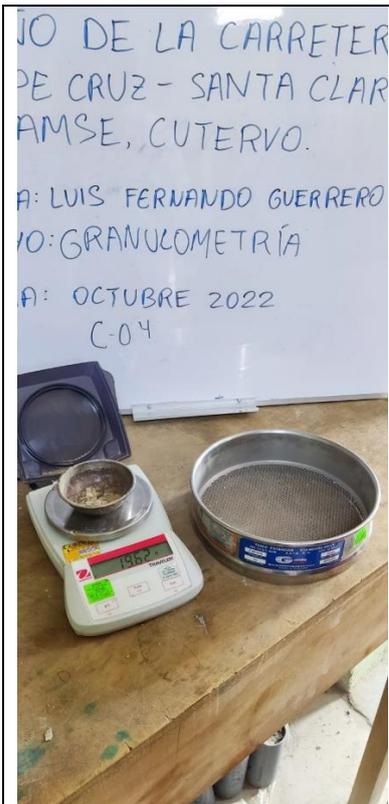


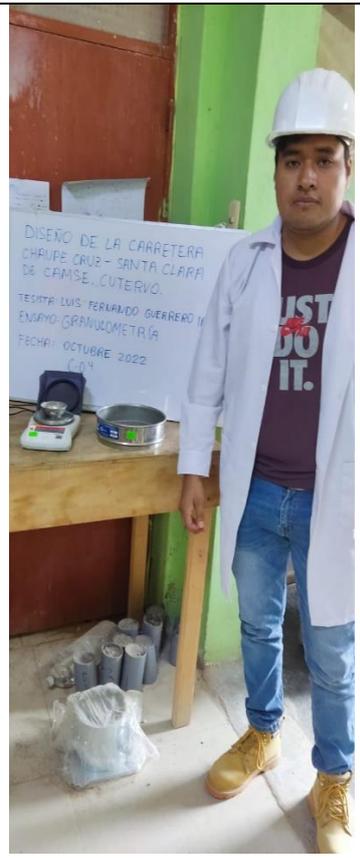


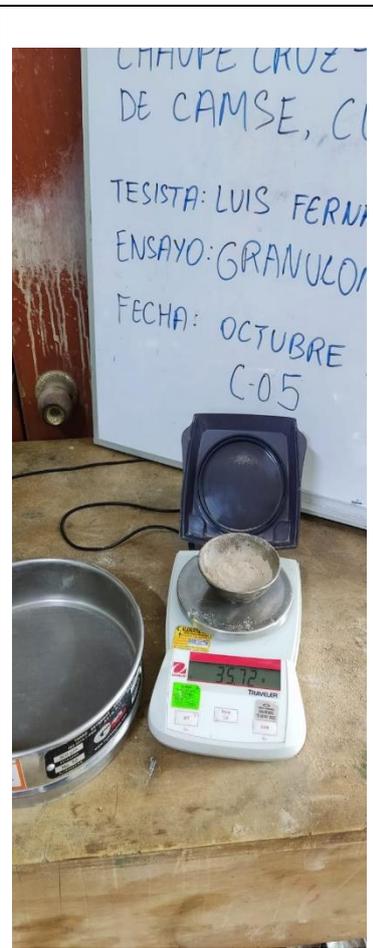
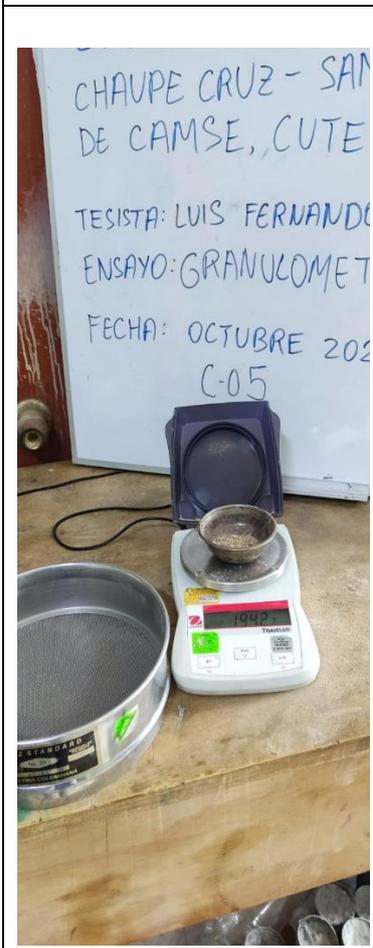
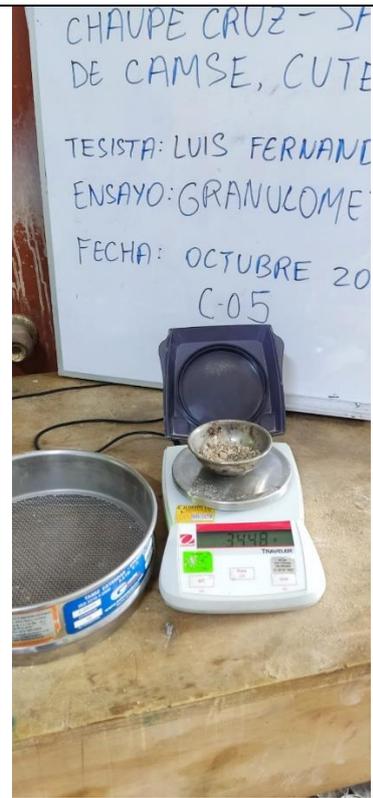


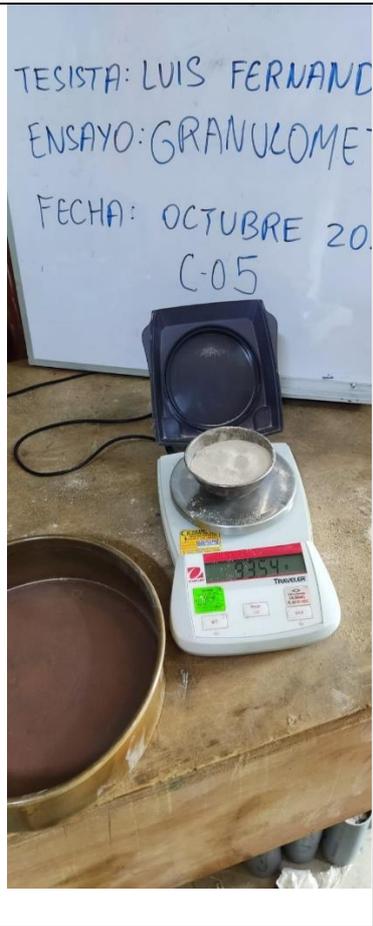


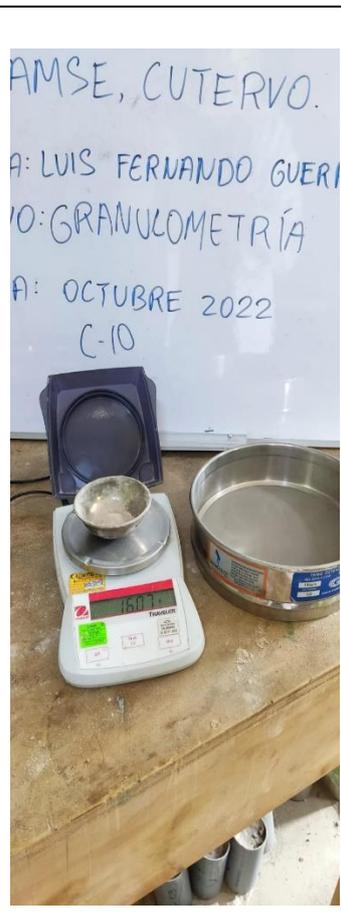
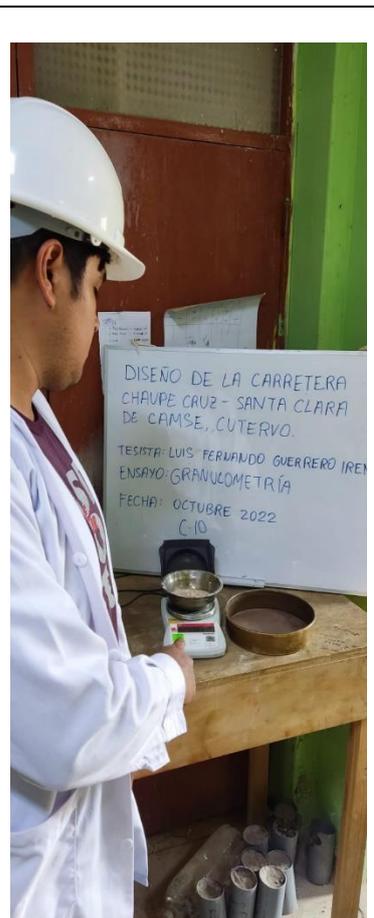
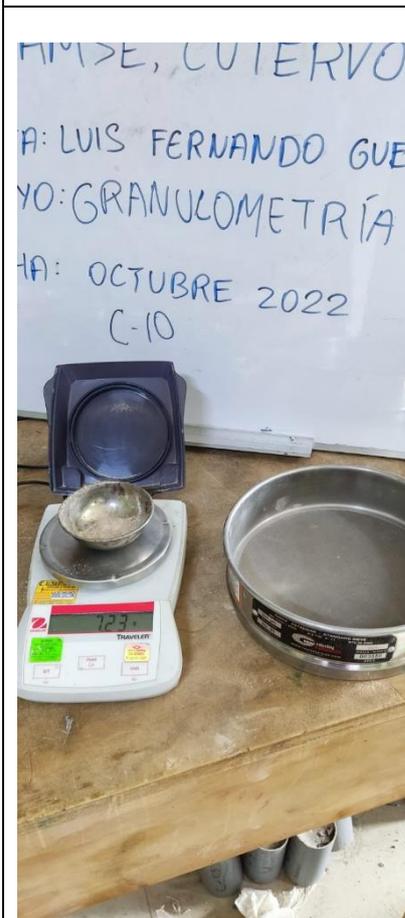
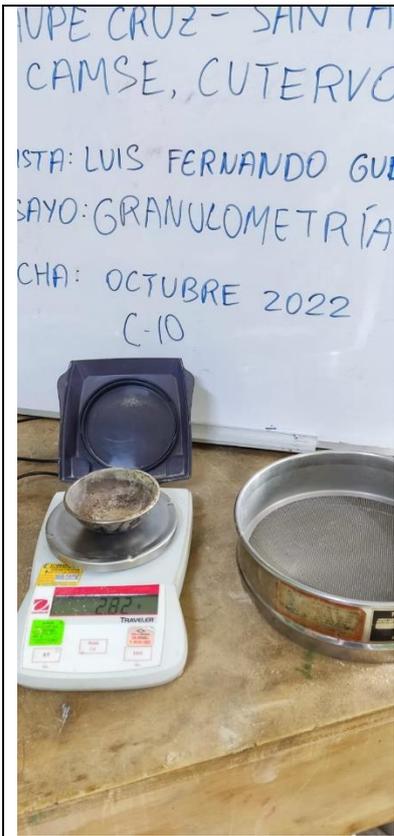










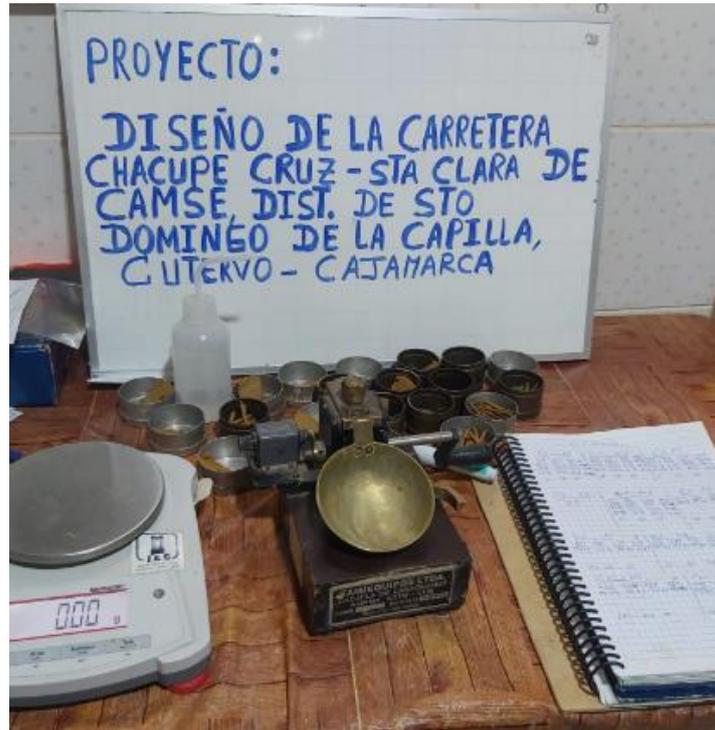


FOTOGRAFÍA 34: MUESTRA PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO

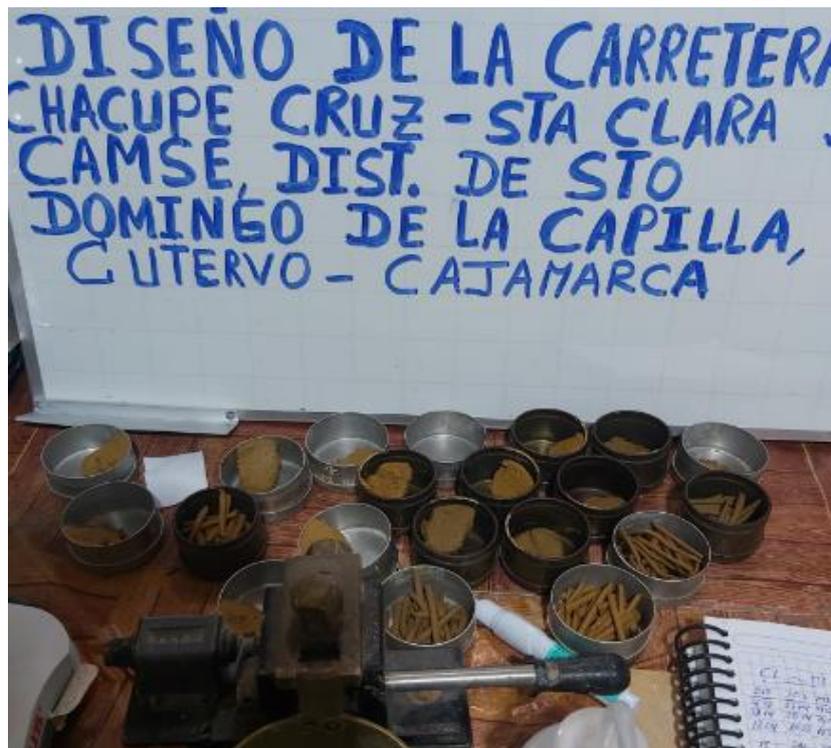
Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 35: PESO DE MUESTRA

Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 36: ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO

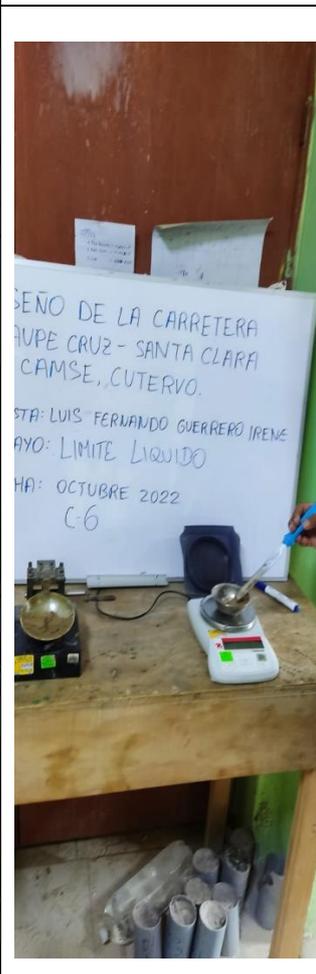
Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 37: ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO

Fuente: Propia.

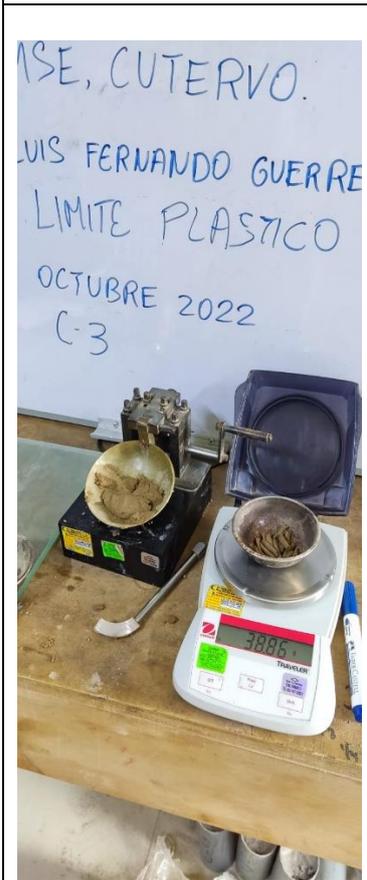
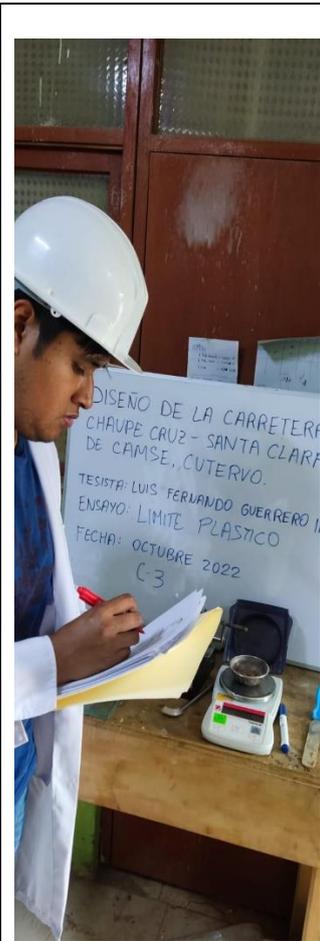
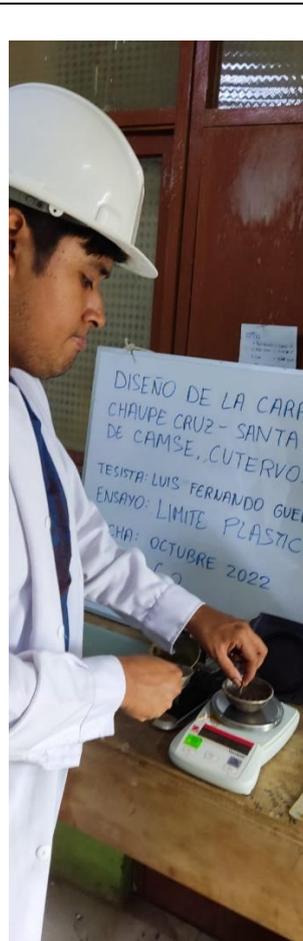
FOTOGRAFÍA 38: ENSAYO LÍMITES DE ATTENBERG

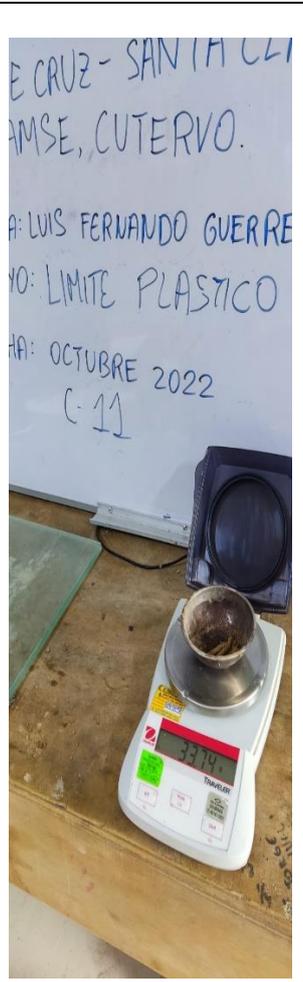












FOTOGRAFÍA 39: TOMA DE DATOS DE LABORATORIO

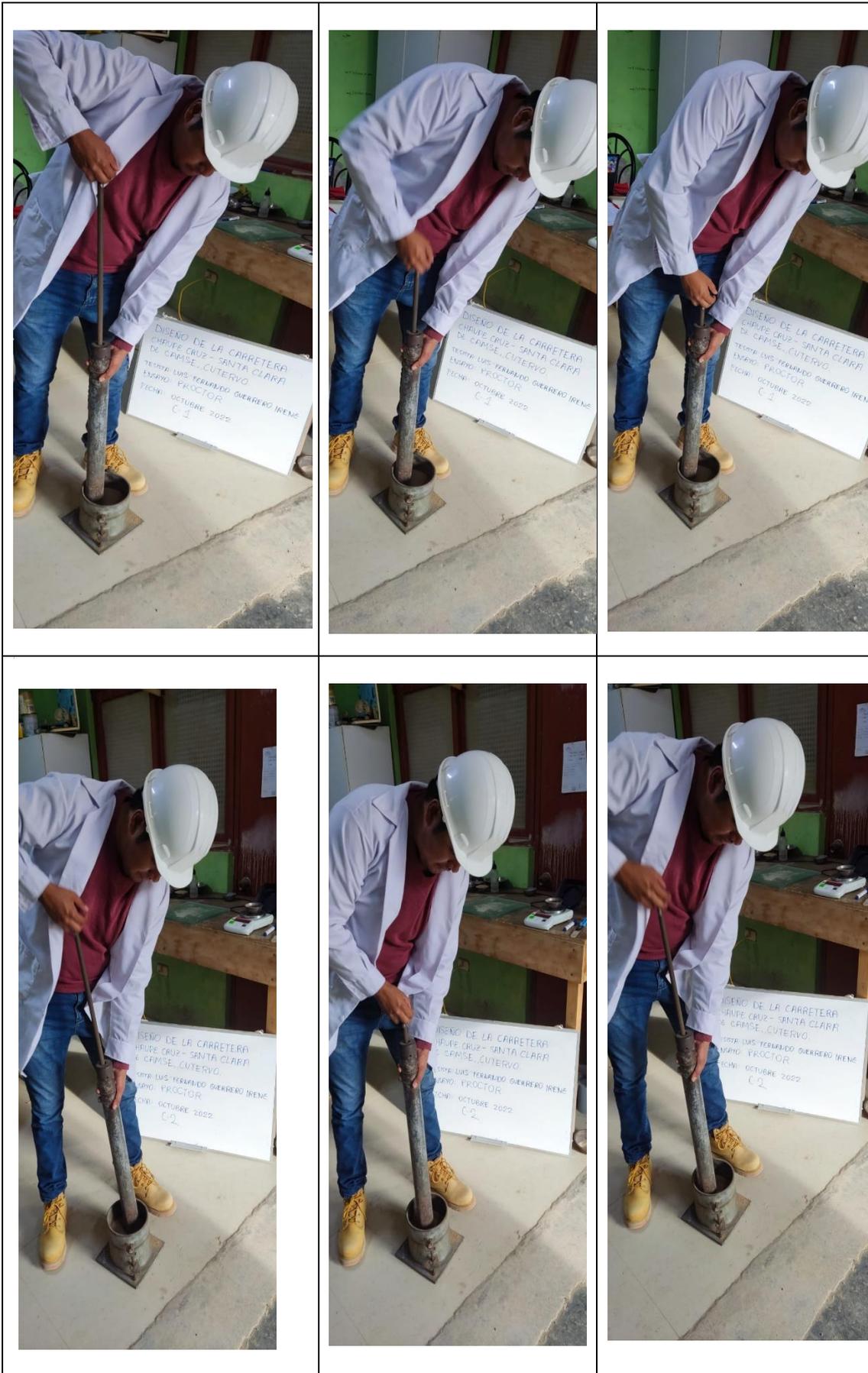


Fuente: Propia.

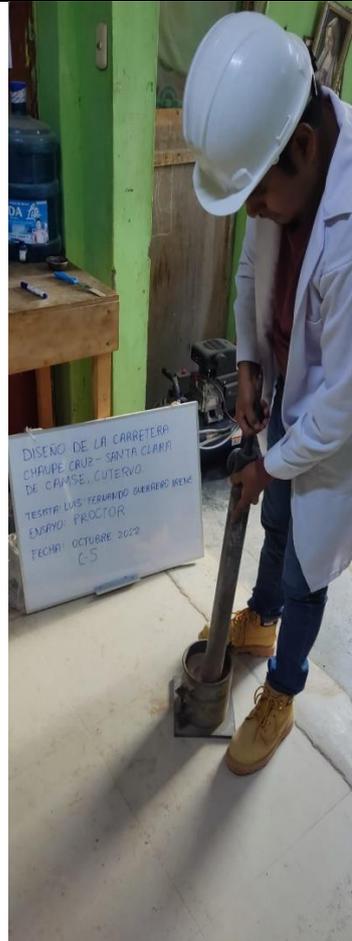
FOTOGRAFÍA 40: PESANDO MUESTRA

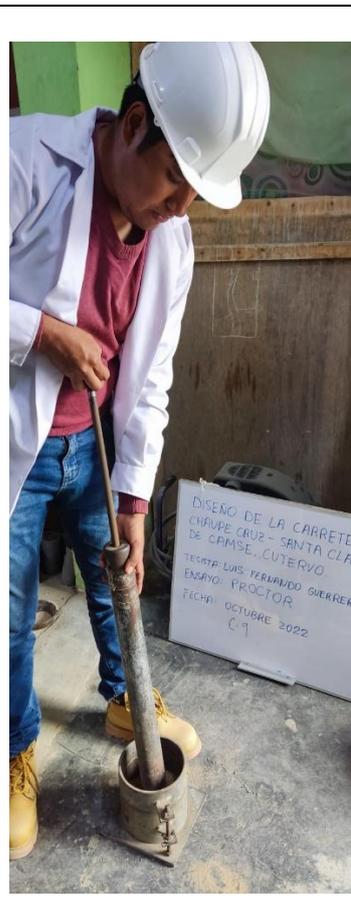
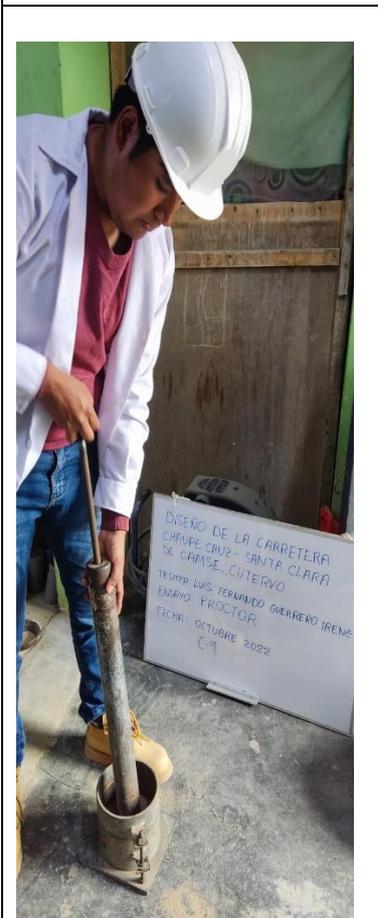


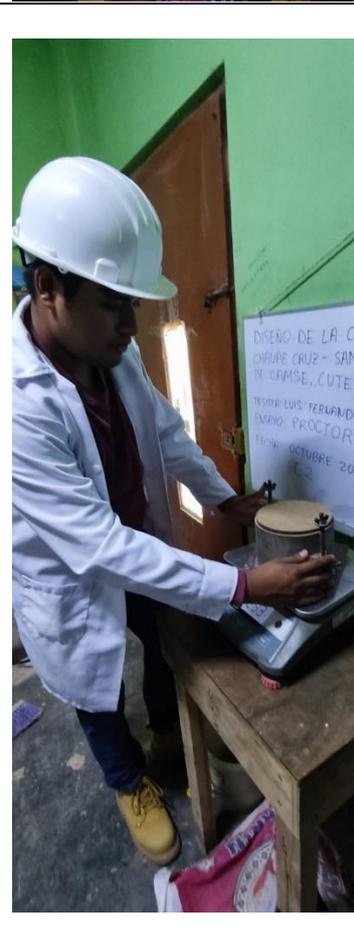
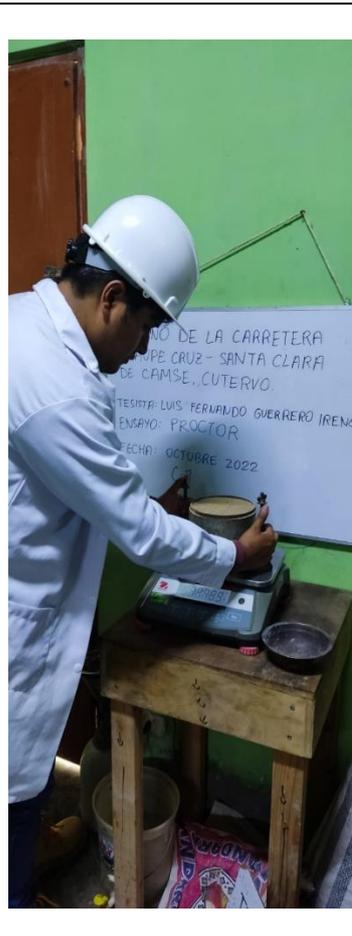
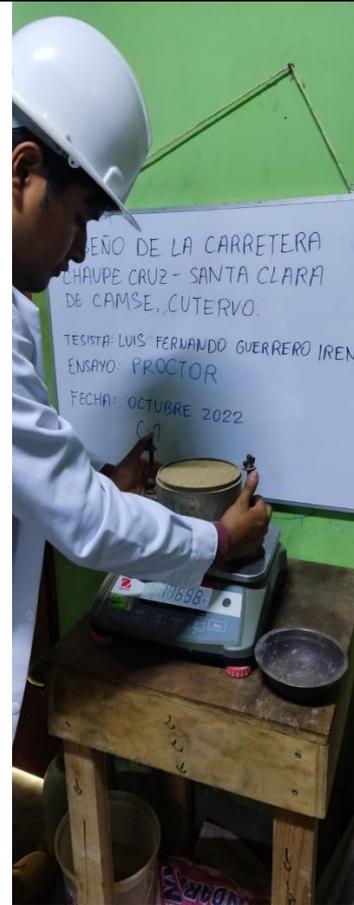
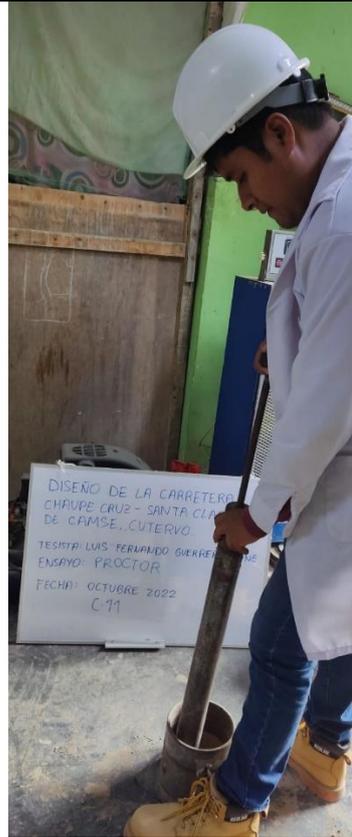
Fuente: Propia.

FOTOGRAFÍA 41: ENSAYO Y CBR



















PLANOS