



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

“DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTORES

GALDOS TORRES, Freddy Alexis

VILLARREAL CASTILLO, Karen Elizabeth

ASESOR

Ing. HORNA ARAUJO, Luis Alberto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura Vial

TRUJILLO - PERÚ

2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN

TESIS:

"DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE
– SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO,
PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD"

AUTORES:

- BR. KAREN ELIZABETH VILLARREAL CASTILLO
- BR. FREDDY ALEXIS GALDOS TORRES

JURADO CALIFICADOR:



.....
ING. RICARDO DELGADO ARANA
PRESIDENTE



.....
ING. JAVIER RAMIREZ MUÑOZ
SECRETARIO



.....
ING. LUIS HORNA ARAUJO
VOCAL

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico en primer lugar a Dios por guiarme por el camino del bien, brindarme las fuerzas para seguir adelante, enseñarme a enfrentar las adversidades del día a día e ir resolviéndolas satisfactoriamente.

A mi familia quien fue el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, inculcando en mí las bases de responsabilidad, empeño, perseverancia, dedicación y deseos de superación; además de ofrecerme su amor, protección y calidez. Mi padre por el esfuerzo, a mi madre por el apoyo y a mi hermano por el cariño inmenso que siempre me concedieron junto con todos nuestros familiares en general. Recalcando el apoyo infinito e incondicional de mi abuelita Isabel que sin obligación alguna me lo brindó.

A mis amigos por el apoyo moral además de los consejos y ánimos brindados a lo largo de la carrera y de mi vida en general; en sí a todos los que aportaron con un granito de arena hasta llegar al culmino de mi profesión.

Karen Villarreal Castillo

Mi tesis la dedico con mucho amor a mis padres los cuales me enseñaron a luchar por mi sueños, los cuales fueron el motivo de mis desvelos día a día para poder concluir con mi carrera, agradecer siempre el apoyo moral y económico que me brindaron, el cual algún día será retribuido de mi parte con el mismo esfuerzo que hicieron por mí, los amo padres.

A mi hermano Harvey que aunque no esté presente en mi vida sé que desde el cielo siempre me proteges y guías por el buen camino hasta esperar que algún día volvamos a estar juntos en la eternidad, te extraño mucho.

A mis hermanos Guido y Paola que estuvieron pendiente de mí apoyándome desde el inicio hasta el final tanto económicamente como psicológicamente, solo me queda decirles gracias por tanto cariño que me brindaron los quiero mucho hermanos.

Freddy Galdos Torres

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradecemos a la Universidad César Vallejo por habernos acogido como parte de su familia abriéndonos las puertas de su seno científico para brindarnos enseñanza y confraternidad de alumnos. Así también a los diferentes buenos docentes de la Facultad de Ingeniería por impartirnos sus conocimientos con paciencia y entrega.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis el Ing. Horna Araujo por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, así como la disponibilidad de su tiempo y la paciencia con la que nos guío.

Un agradecimiento importante también dirigido al Ing. Ponce Aguilar Jeiner, jefe de estudio y proyectos, por habernos aceptado que se realice el trabajo en la Municipalidad de Santiago de Chuco y además de facilitarnos información valiosa para el desarrollo de éste.

Y por último, un agradecimiento especial a nuestros compañeros de clase que hemos tenido durante todos los niveles de la carrera ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo han aportado en un alto porcentaje a las ganas de seguir adelante en nuestra carrera profesional.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Karen Elizabeth Villarreal Castillo identificado con DNI N° 70283703 y Freddy Alexis Galdos Torres identificado con DNI N° 70865055; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 09 de Noviembre del 2017



KAREN ELIZABETH VILLARREAL CASTILLO



FREDDY ALEXIS GALDOS TORRES

PRESENTACIÓN

Presentamos ante ustedes la tesis titulada **“DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA, DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”**, con el propósito de realizar el proyecto empleando las normas vigentes que rige el MTC el cual es desarrollado con la finalidad de mejorar las vías acceso y comunicación a los caseríos mencionados con transporte eficiente y permanente; en cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requerimientos de aprobación.

Los Autores

ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES	PÁG.
PÁGINA DE JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN	IX
ABSTRAC	X
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:	11
1.1.1. ASPECTOS GENERALES:	12
1.1.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS:	15
1.2. TRABAJOS PREVIOS:	19
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA:	21
1.3.1. MARCO TEÓRICO:	21
1.3.2. MARCO CONCEPTUAL:	24
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:	32
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:	32
1.6. HIPÓTESIS:	33
1.7. OBJETIVOS:	33
1.7.1. OBJETIVO GENERAL:	33
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	33
II. MÉTODO	35
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	35
2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN:	35
2.2.1. VARIABLE DE DISEÑO:	35
2.2.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL:	35
2.2.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL:	35
2.2.4. DIMENSIONES:	36
2.2.5. OPERACIÓN DE VARIABLES:	38
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:	39
2.3.1. POBLACIÓN:	39
2.3.2. MUESTRA:	39
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	39
2.4.1. TÉCNICA: OBSERVACIÓN	39
2.4.2. INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN	39
2.4.3. INFORMANTES:	40
2.4.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:	40
2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:	40
2.6. ASPECTOS ÉTICOS:	41
III. RESULTADOS	42
3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:	42
3.1.1. GENERALIDADES:	42
3.1.2. UBICACIÓN:	42
3.1.3. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO:	42
3.1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO:	43
3.1.5. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO:	44
3.1.6. TRABAJO DE GABINETE:	54

3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERA:	55
3.2.1. GENERALIDADES:	55
3.2.2. ESTUDIO DE SUELOS:	55
3.2.3. ESTUDIO DE CANTERA:	63
3.3. ESTUDIO DE HIDROLÓGICO Y OBRAS DE ARTE:	65
3.3.1. HIDROLOGÍA:	65
3.3.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA Y CARTOGRÁFICA:	82
3.3.3. HIDRÁULICA Y DRENAJE:	90
3.3.4. RESUMEN DE OBRAS DE ARTE:	100
3.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA:	101
3.4.1. GENERALIDADES:	101
3.4.2. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA:	102
3.4.3. SECCIÓN TRANSVERSAL DE DISEÑO:	102
3.4.4. TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA:	103
3.4.5. PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO:	103
3.4.6. ALINEAMIENTO HORIZONTAL:	107
3.4.7. ALINEAMIENTO VERTICAL:	113
3.4.8. COORDINACIÓN ENTRE EL DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL:	116
3.4.9. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL:	117
3.4.10. CUNETAS:	120
3.4.11. RESUMEN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO:	122
3.4.12. DISEÑO DEL PAVIMENTO:	124
3.4.13. SEÑALIZACIÓN:	134
3.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:	144
3.5.1. GENERALIDADES:	144
3.5.2. OBJETIVOS:	144
3.5.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO:	146
3.5.4. DIAGNÓSTICO ACTUAL:	148
3.5.5. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA Y SU ÁREA DE INFLUENCIA:	150
3.5.6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:	151
3.5.7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL:	159
3.5.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:	168
3.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:	170
3.6.1. OBRAS PROVISIONALES:	170
3.6.2. OBRAS PRELIMINARES:	174
3.6.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS:	184
3.6.4. PAVIMENTOS:	213
3.6.5. OBRAS DE CONCRETO:	227
3.6.6. OBRAS DE DRENAJE:	273
3.6.7. SEÑALIZACIÓN:	276
3.6.8. TRANSPORTE:	302
3.6.9. MEDIO AMBIENTE:	312
3.7. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS:	318
3.7.1. RESUMEN DE METRADOS:	318
3.7.2. PRESUPUESTO GENERAL:	320
3.7.3. CÁLCULO DE PARTIDA COSTO DE MOVILIZACIÓN:	322
3.7.4. DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES:	323
IV. DISCUSIÓN	326
V. CONCLUSIONES	326
VI. RECOMENDACIONES	328
VII. REFERENCIAS	328
ANEXOS	

RESUMEN

El trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD” se realiza con la finalidad de diseñar una vía de 11.060 km de longitud, la cual involucra los caseríos de Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara pertenecientes al distrito y provincia de Santiago de Chuco, La Libertad.

La presente investigación consta de un estudio técnico, necesario para la construcción de la carretera a nivel de afirmado; el cual empezó con la recopilación de datos en campo como la topografía del terreno, el área de influencia, características socioeconómicas entre otros. Previamente analizada la información, se procederá a realizar los estudios correspondientes para elaborar el diseño de la vía, los cálculos del monto total y la programación de obra. Estos estudios serán: Levantamiento Topográfico, Mecánica de Suelos, Diseño Geométrico, Señalización y Seguridad Vial, Diseño del Afirmado, Impacto Ambiental y Análisis de Costos y Presupuestos; todos ellos bajo la normativa vigente que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Este proyecto consiste en la elaboración de una carretera de tercera clase debido al bajo volumen de tránsito y las condiciones técnico - económicas analizadas. La carretera contará con una extensión de 11.060 km y según los resultados del diseño geométrico tendrá una velocidad directriz de 30 km/h, una calzada de 7 m (dos carriles de 3 m cada uno más 0.5 m de berma a cada lado) con un bombeo de 3%. El estudio de suelos nos determina que el área de trabajo se divide en dos tramos, el primero contiene un material limo orgánico y el segundo arcilla inorgánica, con altos contenidos de humedad además de una baja plasticidad. Además determinó un CBR promedio de 9%; el cual junto con el número de repeticiones de ejes equivalentes, en este caso 50 000, nos determina que el diseño del afirmado consta de un espesor de 20 cm. El estudio de impacto ambiental establece condiciones que garantizan la preservación del medio ambiente en el área de influencia del proyecto. Finalmente se realizó los metrados de la obra para obtener el presupuesto total, estableciendo un determinado tiempo de trabajo.

Palabras claves: mejoramiento, carretera, Cunguay, transporte, pavimento.

ABSTRACT

The research work entitled "DESIGN OF THE CUNGUAY HIGHWAY - QUERQUERBALL - FREE PEOPLE - SURUVARA (HIGH AND LOW), SANTIAGO DE CHUCO DISTRICT, SANTIAGO DE CHUCO PROVINCE - LA LIBERTAD" is carried out with the purpose of designing a route of 11,060 km from length, which involves the hamlets of Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre and Suruvara belonging to the district and province of Santiago de Chuco, La Libertad.

The present investigation consists of a technical study, necessary for the construction of the road at the affirmed level; which began with the collection of data in the field such as the topography of the land, the area of influence, socioeconomic characteristics among others. Previously analyzed the information, it will proceed to carry out the corresponding studies to elaborate the design of the route, the calculations of the total amount and the programming of work. These studies will be: Topographic Survey, Soil Mechanics, Geometric Design, Signaling and Road Safety, Affirmed Design, Environmental Impact and Analysis of Costs and Budgets; all of them under the current regulations established by the Ministry of Transport and Communications.

This project consists of the development of a third class highway due to the low volume of traffic and the technical-economic conditions analyzed. The road will have an extension of 11,060 km and according to the results of the geometric design will have a guideline speed of 30 km / h, a road of 7 m (two lanes of 3 m each plus 0.5 m of berm on each side) with a 3% pumping. The study of soils determines that the work area is divided into two sections, the first contains an organic silt material and the second inorganic clay, with high moisture content as well as low plasticity. In addition, it determined an average CBR of 9%; which together with the number of repetitions of equivalent axes, in this case 50 000, determines that the design of the affirmed consists of a thickness of 20 cm. The environmental impact study establishes conditions that guarantee the preservation of the environment in the area of influence of the project. Finally the measurements of the work were made to obtain the total budget, establishing a certain working time.

Keywords: improvement, road, Cunguay, transport, pavement.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

En la actualidad los caseríos CUNGUAY, QUERQUERBALL, PUEBLO LIBRE y SURUVARA (ALTA Y BAJA) no cuentan con una vía o carretera que les permita transportarse de una forma eficiente y permanente, por lo cual no pueden desarrollar el intercambio socio-económico en su zona de influencia y sobre todo con la provincia a la que pertenecen. La comunicación se hace mediante un camino de herradura y su medio de transporte son las acémilas, para los que cuentan con este tipo de animales, para los que no, caminan por largas horas hasta llegar a su destino.

Debido a la inadecuada infraestructura vial en la zona y para tener un acceso eficiente de la vía que conectará al Distrito de Santiago de Chuco con los pobladores de Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara, se tendrá que realizar el diseño de la carretera en toda la longitud del camino para así poder obtener una ruta en óptimas condiciones, con la finalidad de elevar el nivel de comercio agrícola y agropecuario entre los pobladores del distrito y alrededores , con ellos se mejorará e impulsará las actividades comerciales y sobre todo reducirá los tiempos de transporte, ahorrándose así horas de camino.

En la actualidad el camino cuenta con un tramo corto de trocha en mal estado al inicio del trazo posteriormente no existe ningún camino que conduzca a los caseríos.

Analizando el entorno de la zona se puede mencionar que a raíz de la demora en el tiempo de viaje, ya que es a pie, además del impedimento del ingreso de vehículos debido a la ausencia de una vía; han surgido una serie de problemas asociados como por ejemplo la falta de tecnología, la ausencia de avances en la educación pues es difícil que lleguen materiales y personal capacitado para el refuerzo en el estudio así como ayuda para los problemas de salud ya que es difícil el acceso rápido.

La base de la economía de estos caseríos es la agricultura, específicamente la siembra y cosecha de cereales como trigo, maíz y

cebada. Siendo así de gran aporte la construcción de esta carretera ya que logrará la interacción de los cuatro pueblos en mención, además facilitará la salida de sus productos a los principales mercados de la provincia o porque no decirlo a provincias aledañas aumentando así su producción y por ende los ingresos económicos de los pobladores de todas estas zonas.

Como se puede evidenciar, la población de estos caseríos necesita la carretera es por ello que la Municipalidad de Santiago de Chuco nos ha proporcionado el proyecto para que una vez efectuados los estudios necesarios prosiga su posterior ejecución.

1.1.1. ASPECTOS GENERALES:

La Municipalidad Provincial de Santiago de Chuco, dentro de sus políticas y plan de inversiones, considera la infraestructura vial como eje importante de desarrollo, promoviendo estudios a nivel de perfil y expediente técnico, y su posterior ejecución.

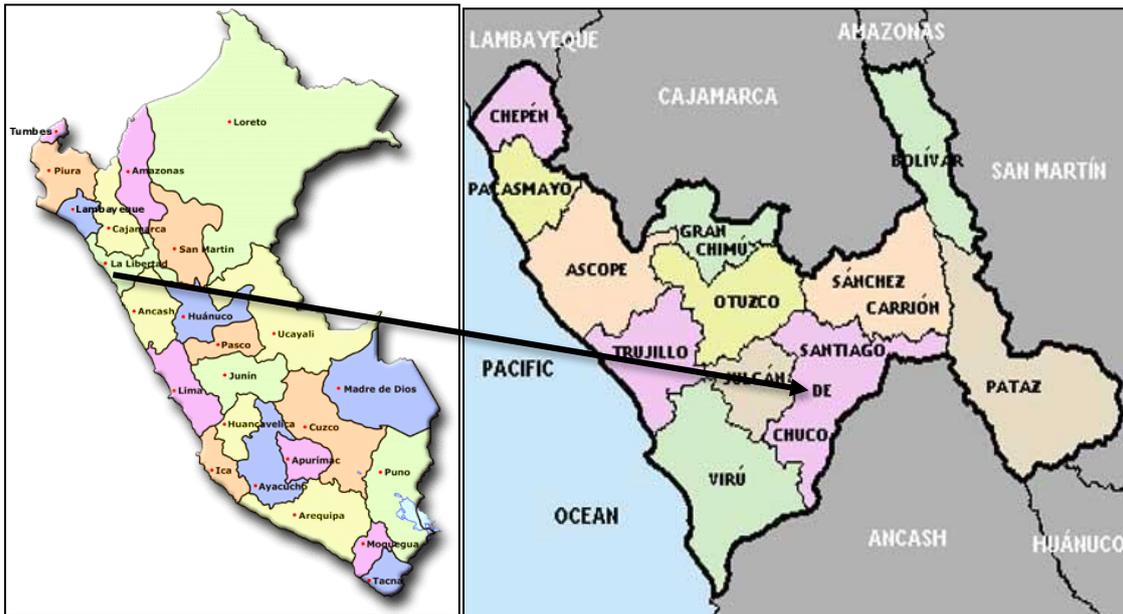
El presente estudio de Ingeniería es elaborado para la construcción de una nueva carretera vecinal que genere buenas condiciones de transitabilidad vehicular a fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores ubicados en la zona de influencia directa del proyecto, generando una serie de mejoras sociales y económicas.

La planificación de esta construcción abarca aproximadamente 12 km que separan los caseríos que serán beneficiados con el proyecto además de su área de influencia.

1.1.1.1. Ubicación Política:

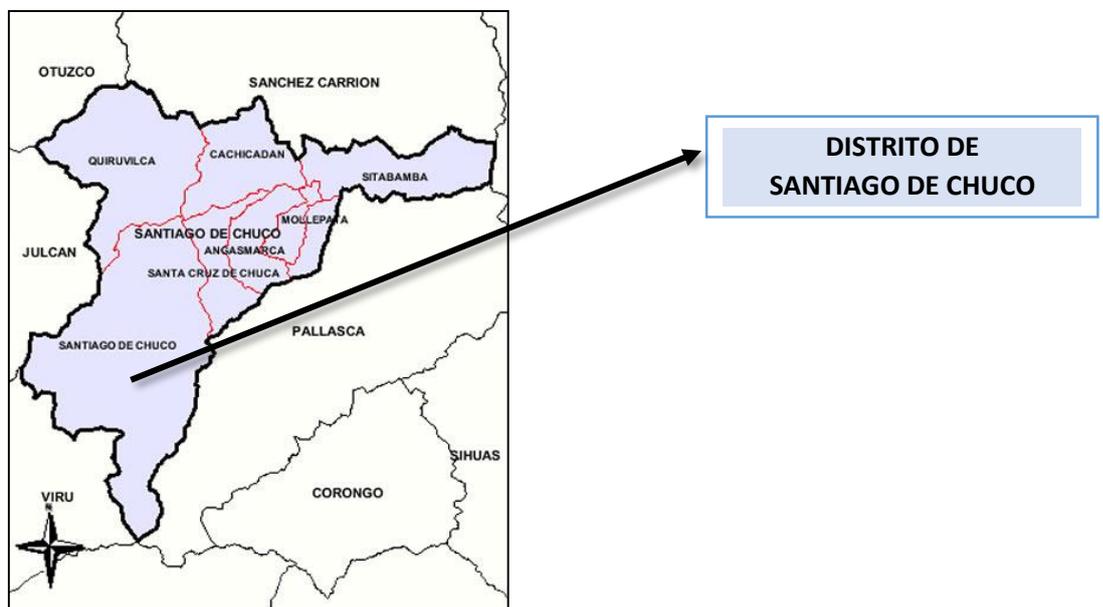
- **Zona de Estudio** : Caseríos Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre, Suruvara (Alta y Baja).
- **Distrito** : Santiago de Chuco
- **Provincia** : Santiago de Chuco
- **Departamento** : La Libertad
- **Superficie Territorial:** El distrito Santiago de Chuco tiene una superficie territorial de 1073.63 km².
- **Altitud** : Ubicada a una altura de 3115 m.s.n.m.

**GRÁFICO N° 01: MAPA DE MACROLOCALIZACIÓN
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD – PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO**



Fuente: INEI, MED, MINSA, MTC, IGN

**GRÁFICO N° 02: MAPA DE MICROLOCALIZACIÓN
PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO**



Fuente: INEI, MED, MINSA, MTC, IGN

1.1.1.2. Ubicación Geográfica:

El proyecto se encuentra situado en la sierra liberteña, específicamente en la provincia y distrito de Santiago de Chuco, en la Vertiente Occidental de la Cordillera Norte del país.

La ciudad de Santiago de Chuco, está situada en la margen izquierda del río Patarata, en las faldas de la montaña de La Luna (Cerro Quillajirca). Se encuentra rodeada por extensas áreas de cultivo y bosques de eucaliptos.

La capital de la provincia, es decir el distrito Santiago de Chuco, se ubica entre las coordenadas, 08° 08' 45" de Latitud Sur, y los 78° 15' 08" de Longitud Oeste, sobre los 3115 m.s.n.m.

1.1.1.3. Límites y Extensión:

La provincia de Santiago de Chuco es una de las doce que conforman el departamento de La Libertad, se encuentra bajo la administración del Gobierno Regional de La Libertad. Limita con las siguientes provincias:

- Norte : Otuzco y Sanchez Carrión
- Este : Pataz
- Sur : Departamento de Ancash
- Oeste : Virú y Julcán

La extensión de la provincia de Santiago de Chuco es 2658.96 km² mientras que el distrito de Santiago de Chuco cubre 1073.63 km².

La provincia políticamente se divide en 8 distritos, como son: Santiago de Chuco (Distrito capital), Quiruvilca, Cachicadán, Santa Cruz de Chuca, Angasmarca, Mollebamba, Mollepata y Sitabamba.

1.1.1.4. Climatología:

Santiago de Chuco por ser una zona de la sierra de La Libertad, es de clima templado en las zonas bajas y temperaturas frías por las zonas altas con precipitaciones entre los meses de Enero a Marzo.

Las características climatológicas son las siguientes:

- Temperatura Mínima : 10° C
- Temperatura Media Anual : 20° C
- Temperatura Máxima : 28° C

Es decir su clima es variado con una temperatura que oscila entre los 15 a 24°C.

La altitud en el área de la obra fluctúa entre 3000 a 3700 m.s.n.m. El mes más seco es Julio mientras que el mes de Febrero tiene las mayores precipitaciones.

1.1.1.5. Topografía:

La topografía de la zona en estudio, es muy accidentada con pendientes entre 10% y 20%. El área a desarrollarse es de terreno semi rocoso por algunos tramos, acotando que la inclinación del terreno natural es favorable para evacuar los desagües por gravedad pero se tendrá que disminuir obligatoriamente las pendientes en el nuevo trazo para cumplir con los parámetros de diseño.

1.1.1.6. Suelos:

El suelo de la zona del proyecto se caracteriza por ser de consistencia arcillosa en el primer tramo mientras que en el segundo es semi rocoso.

1.1.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS:

1.1.2.1. Población Beneficiada:

A continuación se presenta un cuadro con el número de población beneficiada por cada caserío, además de su equivalente en familias:

CUADRO N° 01: POBLACIÓN BENEFICIADA

POBLACIÓN BENEFICIADA			
CASERÍO	TOTAL		FAMILIAS
CUNGUAY	279	HAB	75
QUERQUERBALL	220	HAB	67
PUEBLO LIBRE	290	HAB	58
SURUVARA (ALTA Y BAJA)	2161	HAB	695
TOTAL =	2950	HAB	895

Fuente: Municipalidad Provincial Santiago De Chuco

A nivel provincial, la carretera beneficiará a todos los pobladores de Santiago de Chuco; siendo 58320 habitantes, según el Censo Nacional de Población y Vivienda que se realizó en el año 2007.

GRÁFICO N° 03: POBLACIÓN CENSADA DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD – PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO

DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD: POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN PROVINCIA, 1981 - 2007			
Provincia	1981	1993	2007
Total	982 074	1 270 261	1 617 050
Trujillo	408 845	597 315	811 979
Ascope	106 926	108 976	116 229
Bolívar	13 674	16 814	16 650
Chepén	49 753	59 167	75 980
Julcán	10 937	36 797	32 985
Oluzco	80 962	83 687	88 817
Pacasmayo	58 579	78 927	94 377
Pataz	53 155	63 426	78 383
Sánchez Carrión	84 740	108 300	136 221
Santiago de Chuco	64 324	52 991	58 320
Gran Chimú	27 180	29 187	30 399
Virú	22 999	34 674	76 710

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1981, 1993 y 2007

Fuente: INEI-Censos Nacionales de Población Y Vivienda, 2007

1.1.2.2. Vías de Acceso:

Santiago de Chuco, tierra de cataratas y enormes montañas, es uno de los atractivos más representativos de la Libertad está ubicado a 590km al norte de Lima, Perú. Para llegar Santiago de Chuco hay que llegar a la ciudad de Trujillo, la ciudad más cercana, unida a la provincia de Santiago Chuco por excelente carretera pavimentada y sobre acogedor paisaje serrano.

Ubicada en la región norteña, Santiago de Chuco cuenta con un relieve accidentado con punas y pastizales que fueron escenarios de inspiración para obras literarias de profundo contenido social como Paco Yunque o el Tungsteno.

Santiago de Chuco ofrece a los visitantes la oportunidad de conocer la morada de Cesar Vallejo, y observar, casi en su estado original, los cuartos, pasadizos, cocina y el jardín interior

donde pasó su niñez y parte de su juventud. También se encuentra a los miradores de Chaychugo, con su impresionante vista de la cordillera negra, puede ser otra buena opción de visita. Además este encantador pueblo destaca turísticamente por el sistema de cavernas de Patarata, situada a 3.055 msnm., de diversos tamaños y profundidades; de ellas destaca la de Chiminiga, con pinturas rupestres casi imperceptibles por el abandono. Los jóvenes de la zona lo aprovechan para armar sus campamentos y realizar largas jornadas de caminatas y ciclismo de montaña.

Las modalidades de viaje son únicamente terrestre que pueden ser: por bus, minivan o automóvil; variando el tiempo y la comodidad según la elección del tipo o la forma de viaje. El viaje demora de 3:30 a 4:30 horas desde Trujillo ya que 162 km separan a ambas provincias. Los precios son relativamente cómodos además de variedad en horarios. Entre las empresas que destacan para este recorrido tenemos: TRANSPORTES ROYAL TRAVEL y TRANSPORTES TUNESA.

1.1.2.3. Aspectos económicos:

➤ Agricultura:

En cuanto a la tenencia de tierras cabe mencionar la forma del minifundio, es decir la tierra fraccionada, que va desde varias hectáreas hasta un solar por familia debido al crecimiento acelerado de la población lo cual va generando desocupación.

La principal actividad de todos los caseríos beneficiados y de las zonas aledañas al proyecto, es la cultivación de cereales y tubérculos tales como son (el trigo, la cebada, la papa, el maíz, el chocho, entre otros).

➤ Ganadería:

En el aspecto ganadero, no todos los caseríos se dedican a la crianza mayoritaria de alguna especie ni tampoco todos

cuentan con un establo que proporcione ganancias económicas para sus familias. La crianza de animales únicamente es para su consumo, para el trabajo sus tierras de cultivo (las famosas yuntas) y para utilizarlos como medio de transporte. Estos son gallinas, pollos, pavos, cuyes, toros, vacas, corderos, conejos, acémilas, etc.

Existen ciertos comerciantes de reses que compran toros y acémilas a la población de estos caseríos con la finalidad de incrementar los recursos económicos de estas zonas, pero dicha actividad es muy poco usual.

➤ **El Comercio:**

Para los caseríos beneficiados con el proyecto, el comercio e intercambio de productos se da con la provincia a la que pertenecen; realizando la venta de sus productos cosechados y logrando así obtener o canjear productos de primera necesidad (arroz, fideos, azúcar, sal, entre otros). En algunos casos son trasladados a otras provincias.

1.1.2.4. Infraestructura de Servicios:

➤ **Viviendas:**

El tipo de viviendas en las localidades de Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara, mayormente son de tapial con coberturas de teja y calamina; y una mínima parte tiene techos de paja e ichu. En su mayoría, las viviendas constan de 02 habitaciones, donde cada ambiente se le da múltiples usos.

➤ **Saneamiento Ambiental:**

La mayor parte de los caseríos cuentan con sistemas de agua potable, de los cuales en algunos sectores se necesita mantenimiento. La eliminación de excretas se realiza a campo abierto o mediante letrinas sanitarias.

➤ **Servicios de Salud:**

Referente a la salud, solo el caserío de Suruvara cuenta con una posta médica. Los otros tres caseríos no cuentan con servicios de salud, y por lo general los enfermos son trasladados al Centro de Salud Tipo I y al hospital de Santiago de Chuco, cuando sus tratamientos requieren una atención especial. Las enfermedades más frecuentes son las respiratorias (gripe, resfríos) y las estomacales, las cuales son a causa de un déficit en el sistema de saneamiento básico.

➤ **Educación:**

Todos los caseríos cuentan con centros educativos iniciales y primarios. En algunos casos, un determinado porcentaje de estudiantes se traslada a centros educativos ubicados en Santiago de Chuco, realizando un largo recorrido a pie ya que no se cuenta aún con una carretera que una a dichos caseríos con el distrito capital.

1.2. TRABAJOS PREVIOS:

Para la realización de este proyecto se tomará en cuenta estudios de investigación anteriores donde se muestre experiencia en aplicaciones de diversos métodos para el diseño de carreteras, éstos fueron:

- **Gómez Cubas (2014)** en su tesis titulada **“DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE: CRUCE EL BADO – EL HOSPITAL, A NIVEL DE AFIRMADO, DISTRITO DE QUIRUVILCA, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO, REGIÓN LA LIBERTAD”** presentada en la Universidad César Vallejo sede Trujillo diseñó una carretera de tercera clase a nivel de afirmado de 7.10 km con una velocidad máxima de 20 km/h, la cual será de un carril de 4 m de calzada y 0.5 de berma, con una pendiente máxima es 12 %. Con un CBR de 11% y una capa de afirmado de 20 cm.

El proyecto contará con 14 alcantarillas además de las cuentas que acompañarán a la vía a lo largo del trayecto. El valor referencial de la obra

es de S/.1,427,300.39 y el tiempo de ejecución de obra se programó para 60 días calendario.

- **Abad & Rodríguez (2015)** en su tesis titulada **“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA A NIVEL AFIRMADO ENTRE LAS LOCALIDADES DE LAS MANZANAS Y QUILLUPAMPA, DISTRITO DE ANGASMARCA, PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”** presentada en la Universidad César Vallejo sede Trujillo diseñaron una carretera de tercera clase a nivel de afirmado de 15.28 km con una velocidad máxima de 30 km/h, con una pendiente máxima de 7.6 % con una calzada de 7 metros. Con un CBR entre 11.35 % - 41 %.

El presupuesto total de la obra es de S/. 2, 789,620.37.

- **García & Moreno (2014)** en su tesis titulada **“DISEÑO DE LA CARRETERA TRAMO ALTO PARAISO – EMPALME CHINCHIVARA, DISTRITO DE SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”** presentada en la Universidad César Vallejo sede Trujillo diseñaron una carretera de tercera clase a nivel de afirmado de 14 km con una velocidad máxima de 30 km/h, cuya pendiente máxima es 9 % con una calzada de 7 metros. Con un CBR de 9% y una capa de afirmado de 15 cm. Las dimensiones de las cunetas serán 0.30 x 0.75 m.

El presupuesto de la obra es de 5, 805,372.90

- **Lázaro & Liñán (2014)** en su tesis titulada **“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO DE LA CARRETERA ANGASMARCA – LAS MANZANAS – LA COLPA SECA, DISTRITO DE ANGASMARCA – PROVINCIA DE SANTIAGO DE CHUCO – REGIÓN LA LIBERTAD”** presentada en la Universidad César Vallejo sede Trujillo diseñaron el mejoramiento de una carretera de tercera clase a nivel de afirmado de 12.27 km, cuya pendiente máxima es 12 %, la velocidad máxima será de 30 km/h. Con un CBR de 2.12% a 2.28% y una capa de afirmado de 15 cm.

La intensidad de precipitación de la zona es de 42.64 mm/h a 58.69 mm/h y caudales de 1.61m³/s a 2.56 m³/s, que permitió calcular las obras de arte proyectadas, como son cunetas de 0.30m x 0.75m, alcantarillas de paso de TMC de 48” de diámetro y alcantarillas de alivio de TMC de 36”

de diámetro para la evacuación de las aguas acumuladas en las cunetas.
El presupuesto total es de S/. 8, 395,659.70.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA:

1.3.1. MARCO TEÓRICO:

Para la elaboración del presente trabajo de investigación se ha considerado los siguientes reglamentos, normas, libros y autores:

➤ **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

“Manual de Carreteras – Diseño Geométrico (DG–2014)”

Lima – 2014

Organiza y recopila las técnicas y procedimientos para el diseño vial, en función a su concepción y desarrollo, y acorde a determinados parámetros. Abarca la información necesaria y los diferentes procedimientos, para la elaboración del diseño geométrico de los proyectos, de acuerdo a su categoría y nivel de servicio, en concordancia con las demás normativas vigentes sobre la gestión de infraestructura vial. Indica consideraciones para el diseño horizontal de la carretera incluyendo los tipos de alineaciones horizontales, el diseño vertical con los tipos de alineaciones verticales y sus características, y por último el diseño transversal para los peraltes y el galibo. También proporciona los parámetros a tener en cuenta, es decir, velocidad directriz, visibilidad, pendientes, curvas verticales, secciones transversales y las curvas horizontales (radios, peraltes, sobre ancho).

➤ **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

“Manual de Carreteras – Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Lima – 2014

Establece pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor

desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto.

➤ **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

“Manual de Carreteras – Hidrología, Hidráulica y Drenaje”

Lima – 2011

Establece el diseño de las obras de drenaje superficial y subterráneo de la infraestructura vial para la determinación de los parámetros hidrológicos e hidráulicos, adecuados a la ubicación de cada proyecto.

➤ **MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

“Manual de Ensayo de Materiales”

Lima – 2016

Este manual tiene por finalidad estandarizar el método y procedimientos, para la ejecución de los ensayos de laboratorio y de campo, de los materiales que se utilizan en los proyectos de infraestructura vial, con el objetivo de asegurar que su comportamiento correspondan a los estándares de calidad propuestos en los estudios, para las obras y actividades de mantenimiento vial.

➤ **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

“Norma E.050 Suelos y Cimentaciones”

Establece los requisitos para la ejecución de estudios de mecánica de suelos, con fines de cimentación, edificación y otras obras indicadas en esta norma, con la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras para promover la utilización racional de los recursos.

➤ **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

“Norma CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes”

Establecer las consideraciones técnicas mínimas, para el mejoramiento requerido de la resistencia de los suelos y de la

estabilidad de taludes, mediante métodos químicos, mecánicos o de modificación topográfica.

- Máximo Villón Bejar en su libro “Diseño de Estructuras Hidráulicas” con relación a la Hidrología e Hidráulica menciona la siguiente: La lluvia cae sobre la superficie del suelo, hay una parte que escurre inmediatamente, otra que se evapora y el resto se infiltra en el terreno. Cuando el agua de infiltración alcanza la carretera, si no dispone de los elementos necesarios para conducirla o desviarla, puede ocasionar la inundación de la calzada, el debilitamiento de la estructura de la carretera y la erosión o derrumbe de los taludes. Esto se evitará mediante obras de drenaje superficial o sub-drenajes. Además en su libro “Hidrología” nos establece que para las precipitaciones pluviales se debe tener en cuenta el diseño de elementos de drenaje para poder desviar el agua y así conducirla a un punto de desfogue; evitando una posible inundación la cual pueda debilitar la estructura u ocasionar el derrumbe de algún talud.
- Con relación a la Señalización, Cal Reyes, Reyes Spíndola M. & Cárdenas Grisales J. (2007) “Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones” dice: que las señales de tránsito son todos aquellos dispositivos viales o de otro tipo que regulan la circulación de vehículos y peatones.
- De acuerdo con Montes (1996) en su libro “Topografía S.E.P.” las condiciones para el trazo del levantamiento topográfico tiene que abarcar el cálculo de superficies y volumen, para así tener una representación de los puntos tomados en campo la cual se plasmara en los planos, perfiles y secciones transversales.
- Según Juárez (1979) en su libro “Mecánica de Suelos - Tomo I” expone que para la identificación de las características físicas y mecánicas junto con las propiedades del área de terreno en estudio se tomará en cuenta en primer lugar un análisis granulométrico, luego se realizarán los ensayos de contenido de humedad, límites de consistencia considerando la normativa del SUCS y AASHTO

para poder determinar los valores de Próctor y CBR; los cuales nos proporcionarán datos exactos para el estudio completo de mecánica de suelos.

- De acuerdo con Agudelo (2002) en su libro “Diseño Geométrico de Vías” brinda parámetros a partir de elementos y/o factores externos e internos que se configuran de manera definitiva con el fin de obtener satisfacción en cuanto a la seguridad, comodidad, estética y funcionalidad de la carretera para el beneficio de los pobladores y a vez que se desarrolle la economía de la zona. Como se sabe una carretera se considera terminada por completo cuando está correctamente señalizada y aquí se nos brinda detalles básicos que se debe tener en cuenta para una buena señalización.

1.3.2. MARCO CONCEPTUAL:

Los conceptos mencionados a continuación han sido extraídos del “**GLOSARIO DE TÉRMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**”, publicado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones:

- **Acceso:** Punto de ingreso y/o salida a una obra de infraestructura vial.
- **Afirmado:** Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables.
- **Alcantarilla:** Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera. Construido en forma transversal al eje o siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

- **Altitud:** Altura o distancia vertical de un punto superficial del terreno respecto al nivel del mar. Generalmente se identifica con la sigla “msnm” (metros sobre el nivel del mar).
- **Análisis Granulométrico:** Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños.
- **Arcillas:** Partículas finas con tamaño de grano menor a 2 μm (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de rocas y minerales.
- **Área de Trabajo:** Superficie de terreno comprendida dentro de un perímetro donde se efectúa una obra y sus instalaciones complementarias tales como: almacenes, canteras, polvorines, accesos, depósitos de material excedente, plantas de producción de materiales, etc.
- **Badén:** Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.
- **Bombeo:** Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.
- **Calicata:** Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas.
- **Calzada:** Parte de la carretera destinada normalmente a la circulación de los vehículos.
- **Cantera:** Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la Construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.
- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el MTC.

- **Carretera Afirmada:** Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de AFIRMADO.
- **Carretera no Pavimentada:** Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.
- **Construcción:** Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.
- **Contenido de Humedad:** Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones y expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo, es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.
- **Cunetas:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger el estado de la carretera.
- **Curva de Nivel:** Línea definida por la intersección del terreno con un plano horizontal estableciéndose una cota determinada, la curva de nivel une puntos de igual cota.
- **Curva Horizontal:** Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.
- **Curva Vertical:** Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente.
- **Curva Granulométrica:** La curva granulométrica de un suelo es una representación gráfica de los resultados obtenidos en un laboratorio cuando se analiza la estructura del suelo desde el punto de vista del tamaño de las partículas que lo forman.
- **CBR:** (California Bearing Ratio): Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo.
- **Densidad:** Relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

- **Derrumbe:** Desprendimiento y precipitación de masas de tierra y piedra, obstaculizando el libre tránsito de vehículos por la carretera.
- **Drenaje superficial:** Sistema que evacua y dirige rápidamente las aguas pluviales u otras aguas hacia un medio natural de drenaje o red de alcantarillado. También llamado desagüe superficial.
- **Drenaje del terreno:** Sistema de recogida y evacuación del agua superficial y subterránea de un terreno para evitar su acumulación.
- **Distancia de Visibilidad de Adelantamiento:** Distancia mínima de visibilidad necesaria para que en condiciones de seguridad un vehículo pueda adelantar a otro.
- **Distancia de Visibilidad de Cruce:** Distancia mínima de visibilidad a lo largo de una carretera en ambas direcciones, que requiere observar el conductor de que pretende atravesar una carretera.
- **Diseño Geométrico de Vías:** El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, es la proyección sobre un plano horizontal del eje real o espacial de la carretera. En la filosofía de diseño convencional, dicho eje está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas horizontales.
- **Corona:** conjunto formado por la calzada (zona de la vía pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado) y las bermas (fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas).
- **Eje de Carretera:** Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.
- **Enrocado:** Colocación de piedras grandes en forma ordenada para fundación de cimentación o protección de taludes.
- **Estaca:** Elemento de madera, metal u otro material con punta en un extremo, que se hincan en el terreno para marcar un punto.

- **Estación Total:** Instrumentos topográfico que combina un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador.
- **Estrato Típico:** Estrato de suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.
- **Estudios Básicos de Ingeniería:** Documento técnico que forma parte del estudio definitivo y contiene como mínimo lo siguiente: tráfico; topografía; suelos; canteras y fuentes de agua; hidrología y drenaje; geología y geotecnia.
- **Estudio Definitivo:** Documento Técnico donde se establecen los detalles de diseño de ingeniería de los elementos que constituyen el proyecto vial y que contiene como mínimo lo siguiente: I) Resumen ejecutivo, II) Memoria descriptiva, III) Metrados, IV) Análisis de precios unitarios, V) Presupuesto, VI) Formulas polinómicas (según corresponda), VII) Cronogramas, VIII) Especificaciones Técnicas, IX) Estudios básicos, X) Diseños, XI) Plan de mantenimiento, XII) Impacto Ambiental, XIII) Planos.
- **Estudio Topográfico:** Un estudio topográfico consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el Levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano.
- **Estudio de Perfil:** Documento técnico que comprende la estimación inicial tanto de aspectos técnicos como de beneficios y costos de un conjunto de alternativas.
- **Estudio de Suelos:** Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones de carga.

- **Estudios de Impacto Ambiental (EIA):** Documento técnico que contiene el plan de manejo socio-ambiental de los proyectos de infraestructura vial según su grado de riesgo, para las diferentes fases de estudios, ejecución de obras, mantenimiento y operación, incluyendo los sistemas de supervisión y control en concordancia con los dispositivos legales sobre la materia. Además incluye las normas, guías y procedimientos relativos al Reasentamiento Involuntario y temas relacionados con el desarrollo de pueblos indígenas y arqueología del área de trabajo.
- **Explanación:** Movimiento de tierra para obtener la plataforma de la carretera (calzada o superficie de rodadura, bermas y cunetas).
- **Grava:** Agregado grueso, obtenido mediante proceso natural o artificial de los materiales pétreos.
- **Granulometría:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.
- **Índice Medio Diario (IMDA):** Volumen promedio del tránsito de vehículos en ambos sentidos durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), para un período anual.
- **Levantamiento Topográfico:** Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.
- **Límite Líquido:** Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el líquido de un suelo.
- **Límite Plástico:** Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el semi-sólido.
- **Línea de Gradiente:** Procedimiento de trazado directo de una poligonal estacada en el campo, como eje preliminar con cotas que configuran una pendiente constante, hasta alcanzar un punto referencial de destino en un trazo nuevo.
- **Mecánica de Suelos:** La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de Ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no

consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas independientemente de que tengan o no contenido de materia orgánica.

- **Metrado:** Cuantificación detallada por partidas de las actividades por ejecutar o ejecutadas en una obra.
- **Napa Freática:** Nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.
- **Obras de Drenaje:** Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.
- **Pendiente:** La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno. A mayor inclinación mayor valor de pendiente.
- **Perfil Longitudinal:** Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.
- **Peso Específico (productos asfálticos):** Sólidos y semisólidos. Relación del peso de un volumen dado de material a 25°C y el peso de un volumen aquel de agua a la temperatura indicada.
- **Planos del Proyecto:** Representación conceptual de una obra vial constituido por plantas, perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución. Los planos muestran la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutar.
- **Quebrada:** Abertura entre dos montañas, por formación natural o causada por erosión de las aguas.
- **Rasante:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.
- **Red Vial Vecinal o Rural:** Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es

articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

- **Roca:** Material formado por diversos minerales unidos por fuerzas cohesivas permanentes.
- **Ruta:** Carretera definido entre dos puntos determinados, con origen, itinerario y destino debidamente identificados.
- **Sección Transversal:** Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas.
- **Subrasante:** Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.
- **Suelo Arenoso:** Conformado por arena o con predominancia de ésta. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.
- **Suelo Arcilloso:** Conformado por arcillas o con predominancia de éstas. Por lo general, no es adecuado para el tránsito vehicular.
- **Suelo Limoso:** Son los suelos que contienen una proporción muy elevada de limo. El Limo, es un tipo de suelo muy compacto, sin llegar a serlo tanto como los arcillosos. Estos suelos resultan producidos por la sedimentación de materiales muy finos arrastrados por las aguas o depositados por el viento. Suelen presentarse junto a los lechos de los ríos y son muy fértiles.
- **Talud:** Inclinação de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.
- **Tamiz:** Aparato, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material, y donde las aberturas son cuadradas.
- **Terraplén:** Parte de la EXPLANACIÓN situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno.
- **Trafico:** Paso de vehículos, personas o mercancías por un lugar.
- **Trocha Carrozable:** Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera.
- **Usuario:** Persona natural o jurídica, pública o privada que utiliza la infraestructura vial pública.

- **Velocidad de Diseño:** Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.
- **Vida Útil:** Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido.
- **Zanja de Coronación:** Canal abierto en terreno natural, encima de un talud de corte, destinado a captar y conducir las aguas de escorrentía y evitar la erosión del talud.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:

¿Qué características debe tener el “**Diseño de la carretera Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja), Distrito Santiago De Chuco, Provincia Santiago De Chuco - La Libertad**” para atender las necesidades de transporte vehicular garantizando un servicio de tránsito eficiente para la población?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO:

La población no cuenta con una carretera que permita el ingreso vehicular, lo cual les obliga a tener como único medio de transporte a las acémilas, generando una serie de problemas que derivan de ello; mediante la construcción de la carretera que une los caseríos de Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara (Alta y Baja) se pretende obtener un medio de comunicación que solucione los problemas de los pobladores de la zona, básicamente en cuestión al transporte para facilitar su traslado al igual que la realización de sus actividades diarias, tratando de aumentar a su vez la comercialización o intercambio de los productos agrícolas y ganaderos para aportar de cierta manera a un incremento en la economía de la zona o al menos facilitando la obtención de sus productos básicos, lo cual justifica de sobre manera el estudio de esta vía.

La red vial además integrará e intercomunicará a la población de la zona de influencia afectada, refiriéndonos básicamente al tema social y cultural entre los pueblos de la provincia de Santiago de Chuco; lo cual permite el

desarrollo y crecimiento de los mismos. Muy aparte de la generación de empleos en la temporada de ejecución u operación de la obra y su respectivo mantenimiento. Además luego de ello se generará una red de transporte la cual pasará por los cuatro caseríos y beneficiará a los pobladores para su traslado a las otras zonas sobre todo a los niños para llegar en menos tiempo a su respectiva escuela.

1.6. HIPÓTESIS:

El diseño de la carretera Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja), distrito Santiago de Chuco, provincia Santiago de Chuco - La Libertad tendrá características técnicas que cumplan con la normativa que se establece en el Manual de Diseño de Carreteras DG-2014 con la finalidad de obtener un medio de transporte eficiente para la población, garantizando así un avance socio económico en la zona y su área de influencia.

1.7. OBJETIVOS:

1.7.1. OBJETIVO GENERAL:

Realizar el “Diseño de la carretera Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja), Distrito Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco - La Libertad” empleando las normas vigentes que rige el MTC, con la finalidad de crear una vía de acceso y comunicación a los caseríos mencionados para un transporte eficiente y permanente.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar el Levantamiento Topográfico considerando las pendientes máximas y mínimas de la carretera.
- Determinar las características estratigráficas, físicas y químicas mediante un estudio de Mecánica de Suelos.
- Ejecutar el Estudio Hidrológico de la zona y el diseño de Obras de Arte que se requieren lo largo del proyecto.
- Elaborar el Diseño Geométrico de la carretera bajo la normativa vigente del MTC.

- Efectuar el Estudio de Impacto Ambiental para evaluar si el proyecto causaría alguna consecuencia ambiental y así brindarle una respectiva solución.
- Elaborar el Análisis de Costos y Presupuestos, para obtener un presupuesto referencial con su respectiva programación de obra.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

En el estudio el “Diseño de la Carretera Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja), Distrito Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco - La Libertad”, se utilizará el método No Experimental: Descriptivo.

$$M \text{ ---- } > O$$

En donde:

M: Simboliza el lugar donde se realizan los estudios del proyecto y la población beneficiada.

O: Representa la información que se obtuvo de campo.

2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN:

2.2.1. VARIABLE DE DISEÑO:

Diseño de la carretera Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja), Distrito Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco - La Libertad.

2.2.2. DEFINICIÓN CONCEPTUAL:

Consiste en establecer las características geométricas, técnicas y estructurales de una vía para brindar transitabilidad a una determinada zona; y así poder obtener un medio seguro, económico, directo y sobre todo cómodo, tratando a su vez que en su construcción no se genere impactos negativos en el medio ambiente.

2.2.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL:

El diseño de una carretera comprende los siguientes estudios: Estudio de Tráfico, Levantamiento Topográfico, Estudio de Mecánica de Suelos, Estudio Hidrológico y Obras de Arte, Diseño de Pavimentación, Estudio de Impacto Ambiental y Social, Presupuesto

y Programación de la Obra; para los cuales se requerirá el empleo de software y la aplicación de estudios de campo.

2.2.4. DIMENSIONES:

➤ **Levantamiento topográfico:** Es el conjunto de operaciones necesarias para la elaboración de una correcta representación gráfica planimétrica, o plano, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferencias de cotas o desniveles que presenta dicha extensión. Es primordial contar con una buena representación gráfica, que contemple tanto los aspectos altimétricos como planimétricos, para ubicar de buena forma un proyecto. Cabe resaltar que este estudio se realiza con la ayuda de equipos topográficos cada vez más modernos y con mucha más precisión.

➤ **Estudio de Mecánica de Suelos:** Es el conjunto de procedimientos que permiten conocer las características físicas y mecánicas del suelo, con el fin de conocer que elementos componen cada uno de los estratos que podamos encontrar en la calicata en estudio. La normativa del SUCS y AASHTO nos brindarán la clasificación que se debe tener en cuenta al término de los estudios necesarios en laboratorio (granulometría, límites de consistencia, etc.), además de la resistencia y capacidad portante (Próctor y CBR).

➤ **Estudio Hidrológico y Obras de Arte:** Estudio que permite obtener la estimación del caudal de diseño para lograr elaborar las estructuras de drenaje requeridas en el proyecto, las cuales permitirán controlar y/o eliminar el exceso de agua superficial y subterránea que discurren sobre la calzada o debajo de ella. Con el fin que no desestabilicen la estructura del pavimento y a su vez que se cumpla con las exigencias hidrológicas y geomorfológicas del área de estudio sin afectar el drenaje natural de la zona ni de las propiedades adyacentes. La relación de ambos puntos se puede resumir en lo siguiente: la zona debido a constantes lluvias necesita la utilización de cunetas al costado de la carretera las cuales derivarán el agua hacia las alcantarillas, éstas últimas son consideradas obras de arte al igual

que los pontones, los cuales en algunos casos su utilización es necesaria a lo largo del trazo de la carretera.

➤ **Diseño Geométrico de la Carretera:** El MTC establece parámetros y criterios que se debe tener en cuenta cuando se elabora el diseño geométrico de la vía.

➤ **Estudio de Impacto Ambiental:** Es el análisis que indica las características de una actividad o proyecto que se pretende realizar o modificar; para el cual se establece un análisis de los efectos positivos y negativos antes y después de la elaboración de la carretera. Un estudio de impacto ambiental debe proporcionar antecedentes fundados para la predicción, identificación, e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que realizará para mitigar o en algunos casos erradicar sus efectos significativamente adversos. Los Estudios de Impacto Ambiental “EIA”, permiten determinar si el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos ambientales que generará, mediante la aplicación de medidas de mitigación, reparación y compensación.

➤ **Análisis de Costos y Presupuestos:** El análisis de costos y presupuestos se basa exclusivamente en los metrados asociándolos con los costos vigentes en el mercado actual. Mediante una serie de operaciones se logrará obtener el presupuesto total del proyecto a lo que se puede añadir una programación de obra. Para este análisis se necesitará la utilización de ciertos programas como por ejemplo el S10 y el MS Project.

2.2.5. OPERACIÓN DE VARIABLES:

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de la carretera - Cunguay - Querquerball - Pueblo Libre - Suruvara (Alta y Baja), Distrito Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco - La Libertad.	Consiste en establecer las características geométricas, técnicas y estructurales de una vía para brindar transitabilidad a una determinada zona; y así poder obtener un medio seguro, económico, directo y sobre todo cómodo, tratando a su vez que en su construcción no se genere impactos negativos en el medio ambiente.	El diseño de una carretera comprende los siguientes estudios: Estudio de Tráfico, Levantamiento Topográfico, Estudio de Mecánica de Suelos, Estudio Hidrológico y Obras de Arte, Diseño de Pavimentación, Estudio de Impacto Ambiental y Social, Presupuesto y Programación de la Obra; para los cuales se requerirá el empleo de software y la aplicación de estudios de campo.	Levantamiento Topográfico	Trazo Longitudinal	Intervalo
				Perfiles Longitudinales	Intervalo
				Vista en Planta y Secciones	Intervalo
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	Razón
				Límites de Consistencia	Razón
				Contenido de Humedad	Razón
				Densidad Máxima	Razón
				Óptimo C. de Humedad	Razón
				Límite Líquido	Razón
				Límite Plástico	Razón
			Estudio Hidrológico y Obras de Arte	C.B.R.	Razón
				Caudal	Intervalo
				Intensidad de Precipitación	Intervalo
			Diseño Geométrico de la Carretera	Cuencas	Intervalo
				Elementos del Diseño Geométrico(velocidad directriz, trazo y alineamientos, perfil longitudinal, secciones transversales)	Intervalo
				Derecho de Vía	Intervalo
				Parámetros Básicos de Diseño	Intervalo
			Estudio de Impacto Ambiental	Señalización	Intervalo
				Impacto Positivo	Intervalo
			Análisis de Costos y Presupuestos	Impacto Negativo	Intervalo
Metrado	Intervalo				
Costo Directo	Intervalo				
Costo Indirecto	Intervalo				
Gastos Generales	Intervalo				
	Utilidad	Intervalo			

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA:

2.3.1. POBLACIÓN:

La carretera Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja), Distrito Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco - La Libertad y toda su área de influencia.

2.3.2. MUESTRA:

No se trabajará con muestra para este proyecto.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

2.4.1. TÉCNICA: OBSERVACIÓN

Se utilizará la técnica de la observación para recopilar la información del estado actual de la zona a través del levantamiento topográfico y la toma de muestras de suelo.

2.4.2. INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN

La guía de observación es el instrumento de la técnica que requiere el proyecto, pero para completar este procedimiento se necesita de instrumentos en el Levantamiento Topográfico y en el Estudio de Mecánica de Suelos. A continuación la lista de estos instrumentos:

- **Equipos Topográficos:**
 - Estación Total
 - GPS
 - Prismas
 - Cinta Métrica
- **Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos:**
 - Tamices
 - Balanza Electrónica
 - Horno
 - Espátulas
 - Bandejas
 - Herramientas Manuales

- **Equipo de Oficina:**

- Cámara fotográfica
- Libreta de Campo
- Calculadora
- Computadora

2.4.3. INFORMANTES:

Se contará con el apoyo de los funcionarios y trabajadores de la Municipalidad de Santiago de Chuco, también con los pobladores de los caseríos: Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara.

2.4.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

La recopilación de datos en el campo de trabajo se hará siguiendo la guía de observación, con la ayuda de equipos topográficos, software y ensayos para las muestras de suelo.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS:

El procesamiento de los datos obtenidos se realizará mediante la utilización de tablas, gráficos y fórmulas, añadiéndose los cálculos y sus respectivas interpretaciones; además de emplear programas de ingeniería como: AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, S10, MS Project, Microsoft Office, etc.

Dichos softwares brindan una perspectiva detallada de todos los avances del proyecto:

- AutoCAD: Presentación, modificación y edición de planos.
- AutoCAD Civil 3D: Orografía, perfil longitudinal, secciones transversales, diseño geométrico.
- S10: Elaboración de Costos y Presupuesto.
- Ms Project: Programación de obras.
- Microsoft office: Presentación, elaboración del informe y los cálculos que requiera la presente investigación.

Para determinar las conclusiones se tendrá en cuenta los objetivos planteados en un inicio además se elaborará recomendaciones apropiadas, con el fin de lograr la mejora del proyecto in situ.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS:

La investigación del presente proyecto de tesis se desarrollará con mucha dedicación y esfuerzo para así retribuir la acogida de la población de los caseríos y de las áreas de influencia, quienes además de necesitar la carretera por motivos ya expuestos nos han brindado su apoyo y cariño durante la realización de los estudios. Además aseguramos que las investigaciones presentadas serán con datos verdaderos extraídos de la zona y los puntos a analizar se realizarán con honestidad, eficacia y la responsabilidad que lo amerita.

El investigador se compromete a trabajar con veracidad, responsabilidad y eficacia los resultados obtenidos en campo, así como garantizar la confiabilidad de los datos en laboratorio y el correcto análisis en gabinete, además de poner dedicación y esmero durante el desarrollo de la investigación, preservando las mejores condiciones para el medio ambiente en instancias que el proyecto requiera.

También, se contará con el respaldo del alcalde de la Municipalidad de Santiago de Chuco y pobladores de los caseríos Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara, los cuales facilitarán una mejor información histórica y visual además de brindar su apoyo en el empleo de los equipos e instrumentos necesarios en campo.

III. RESULTADOS

3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:

3.1.1. GENERALIDADES:

El estudio topográfico es la base principal para la ubicación correcta de la carretera y el trazo que ésta debe seguir; los cuales, en conjunto con el apropiado diseño de sus elementos lograrán cumplir con los estándares requeridos para este proyecto. Este estudio nos permite definir el eje principal de la carretera, sus pendientes y secciones transversales, las cuales deben regirse al Manual de Carreteras vigente.

El levantamiento topográfico se realizó teniendo en cuenta el camino de herradura existente hasta los tres primeros kilómetros y empleando un equipo topográfico (en este caso Estación Total). Obteniendo de esta forma un trazo preliminar y niveles de referencia para poder concluir con el trazo definitivo de la ruta.

A lo largo de la investigación se puede llegar a la conclusión que el área de estudio presenta una topografía muy accidentada.

3.1.2. UBICACIÓN:

- **Caseríos** : Cunguay – Querquerball – Pueblo Libre – Suruvara (Alta y Baja)
- **Distrito** : Santiago de Chuco
- **Provincia** : Santiago de Chuco
- **Región** : La Libertad

3.1.3. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO:

Para el estudio del presente proyecto de investigación se ha recorrido totalmente el camino y su zona de influencia, identificando la geomorfología y orografía del terreno, los posibles desarrollos del trazo de carretera, las áreas consolidadas de población y viviendas, para posteriormente tomar los criterios técnicos y la mejor alternativa

de trazo y diseño acorde con la normativa teniendo en cuenta la economía y confortabilidad.

Durante la evaluación de campo, se encontró parcialmente caminos existentes en el inicio del tramo, consolidados en terreno natural, los cuales se encuentran en malas condiciones, con carencia de un sistema de drenaje, cunetas y alcantarillas, sin cumplir ningún parámetro de diseño vial, inclusive con pendiente longitudinal por encima de 12%. Este camino es utilizado actualmente como recorrido de las acémilas de carga, transporte peatonal y menores.

3.1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO:

3.1.4.1. Personal:

- 01 topógrafo
- 02 tesistas
- 04 pobladores de apoyo

3.1.4.2. Equipos:

- 01 estación total (TOPCOM)
- 01 trípode
- 04 prismas
- 01 GPS navegador (map60 csxGARMIN)

3.1.4.3. Materiales:

- 01 libreta de campo
- 02 bolígrafos
- 02 radios de comunicación
- ¼ pintura
- 01 comba pequeña
- 01 wincha de 5m
- 02 spray color blanco

3.1.5. PROCEDIMIENTO DE TRABAJO:

3.1.5.1. Recopilación de Datos:

Las actividades de recopilación de datos se han realizado con el fin de investigar las características físicas y/o mecánicas del suelo además de la topografía, ambas nos permitirán evaluar el estado actual del camino y establecer los criterios de diseño para la carretera.

Los trabajos de campo iniciaron con una visita in situ a todos los caseríos que serán beneficiados con el proyecto previamente haciendo las coordinaciones respectivas con cada uno de sus dirigentes; además de ver los accesos para poder realizar el levantamiento topográfico y hacer un reconocimiento del terreno en estudio lógicamente con un recorrido a pie a lo largo de cada kilómetro.

Posteriormente los trabajos de campo se orientaron a explorar el camino de herradura existente analizando la condición en el que se encuentra. Para una mejor evaluación se realizó la excavación de 12 calicatas distribuidas a cada 1000 m. lineales con una profundidad de 1.50 m.

3.1.5.2. Descripción del Terreno:

Esta es la etapa inicial del proyecto, corresponde a determinar la evaluación del camino de herradura del área de estudio.

El camino de herradura en estudio se encuentra en un pésimo estado, predominando la existencia de baches (diámetro máximo de 0.20 m), zonas inclinadas con presencia de rocas, zonas con bastantes pencas que obstaculizan el camino, alcantarillas hechas por los mismos pobladores rústicamente, presentan cambio de pendiente o gradiente muy pronunciadas que superan la máxima pendiente del Manual de Carreteras (DG-2014).

3.1.5.3. Descripción Detallada por Km:

A continuación se presenta la descripción detallada de cada kilómetro que conforma el proyecto partiendo desde Cunguay hasta Suruvara:

- **Km. 0+000 al Km. 1+000:**

En este tramo se observa claramente la presencia de piedras de todo tamaño, zonas rocosas, vegetación (pencas y arbustos), baches y ahuellamientos leves, formado probablemente por las lluvias de la zona, también presenta alcantarillas a colmatadas hechas de manera rustica, pendientes elevadas que superan el 12% y un ancho de camino de 2.5m. Los suelos de fundación de este sector, corresponden a los suelos rocosos.

- **Km. 1+000 al Km. 2+000:**

En este tramo se observa fácilmente las deformaciones y ahuellamientos en la superficie, pendientes muy pronunciadas, vegetación, zonas con alta presencia de rocas, zonas encalaminadas, zonas donde el camino tiene (1 m de ancho), baches pronunciados, presencia de eucaliptos, las curvas de volteo no cumplen con los radios mínimos de la norma y finalmente se necesita un ensanchamiento al costado del río.

- **Km. 2+000 al Km. 3+000:**

En este tramo se observa presencia de deformaciones y ahuellamientos, pendientes altas, zonas altamente rocosas, vegetación (pencas, arbustos y gras), zonas de cultivo donde el camino es demasiado angosto, piedras en casi todo el kilómetro. Los suelos de fundación de este sector, corresponden a los suelos rocosos y arcillosos ligeramente húmedos, de color marrón oscuro de consistencia media. El ancho de la trocha es de 2.00 m.

- **Km. 3+000 al Km. 4+000:**

En este tramo del camino de herradura, se observa la presencia de baches y ahuellamientos profundos, en donde se realizará la construcción de la plataforma, también se ve la presencia de un canal de regadío, alcantarillas, desvíos de agua, vegetación en casi todo el trayecto, gran presencia de suelos rocosos y piedras en todo el camino, pendientes que superan la máxima (12%), se tiene que realizar por lo menos dos curvas para dar solución a la pendiente, campos de cultivo, cercos de piedras y finalmente el ancho del camino es de 2.50 m en todo el kilometraje.

Los suelos de fundación de este sector, corresponden a los suelos rocosos, y arcillosas, de color marrón oscuro, ligeramente húmedos. Lo más rescatable de este tramo es que abarca el 50% de la población del caserío de Pueblo Libre.

- **Km. 4+000 al Km. 5+000:**

En este tramo se observa un desvío hacia la población de Suruvara con la finalidad de considerar la totalidad de la población, abarca un 10% de la población del caserío de Suruvara Baja, también se observa el desvío hacia el caserío de Pueblo Libre. En este tramo no se evidencia la presencia de terrenos agrícolas, se observa gran cantidad de vegetación (gras) en casi todo el camino y a lo largo del kilómetro, también se observa ahuellamientos longitudinales largos y baches de 15cm de profundidad ocasionados por las lluvias, zonas encalaminadas, zonas con presencia de palos de eucalipto y finalmente se observa gran cantidad de piedras a ambos lados. El ancho del camino es de 2.5m. El terreno de fundación de este sector corresponde al grupo de suelos arcillosos, con

presencia de raíces de gran profundidad, se visualiza un color marrón oscuro y son ligeramente húmedos.

- **Km. 5+000 al Km. 6+000:**

En este tramo se observa claramente la presencia de rocas y vegetación en todo el ancho del camino, presencia de ahuellamientos, zonas con piedras de aproximadamente de $\frac{3}{4}$, desde este tramo se puede observar el centro educativo del caserío de Suruvara, presencia de casas cerca al camino, bastante terreno agrícola. Lo más resaltante de este tramo es que se considera el acceso al Centro de Salud del caserío de Suruvara y abarca un 25% más de la población beneficiada de Suruvara. Este sector presenta raíces de gran profundidad además de ligera humedad.

- **Km. 6+000 al Km. 7+000:**

En este tramo lo más resaltante es que se encuentra el 50% de la población de Suruvara Baja; también existen desvíos de trochas carrozables construidas, una de ellas nos lleva hacia el Centro Educativo y otra hacia el caserío de Huaychaca. Además tiene acceso a la Iglesia del caserío, se observa casas a ambos lados del camino, muros de piedras, ahuellamientos y baches, vegetación y finalmente un canal de regadío que pasa por un costado y bastantes piedras de $\frac{3}{4}$. El camino tiene 2.5m de ancho.

Los suelos de fundación de este sector, corresponden a los suelos semi rocosos, el cascajo se encuentra a 90cm de profundidad.

- **Km. 7+000 al Km. 8+000:**

Lo más rescatable de este tramo es que se está considerando acceso al otro 50% de la población de Suruvara Alta, se observa la forma de traslado de sus productos de primera necesidad por parte de los

pobladores, existe presencia de ahuellamientos y baches de 20 cm de profundidad, bastantes piedras de $\frac{3}{4}$ a lo largo de tramo, presencia de casas a ambos lados del camino, vegetación, piedras también a ambos lados del camino, y finalmente cercos de piedra y es necesario bastante corte de terreno. Ancho del camino es de 2m.

Los suelos de fundación de este sector, corresponden a los suelos altamente rocosos, con una capa de 60cm de terreno agrícola.

- **Km.8+000 al Km. 11+000**

En este tramo se está considerando la totalidad de la población se Suruvara Alta, es necesario realizar bastante corte para cumplir con el ancho de la carretera, casi todo el kilómetro de este tramo esta encalaminado con piedras de $\frac{3}{4}$ aproximadamente, existe gran cantidad de piedras el todo el tramo, vegetación y ahuellamientos. En este tramo también está ubicado el reservorio del caserío, 60 m arriba culmina el tramo de la carretera que se va diseñar.

Los suelos de fundación de este sector, corresponden a los suelos altamente rocosos rocosos, con una capa de 60cm de terreno agrícola.

3.1.5.4. Evaluación de Campo:

Los trabajos de exploración de campo se ejecutaron para evaluar los materiales que componen la superficie, realizados mediante la toma de muestras, llamados ensayos destructivos del tipo Calicatas.

3.1.5.5. Trabajos de Campo:

Las calicatas se realizaron manualmente en la huellas de la vía en estudio, hasta una profundidad promedio de 1.50 m, cada 3 km. Con el fin de conocer la capacidad de soporte de suelo de

fundación empleando herramientas tales como lampa, pico, barreta.

Las muestras extraídas de cada calicata a lo largo de todo el recorrido presentan un solo estrato.

3.1.5.6. Ubicación del Punto Inicial y Punto Final:

➤ Punto Inicial:

El punto inicial se ubicó en el caserío de CUNGUAY, obteniendo mediante la utilización de un GPS.

CUADRO N° 02: COORDENADAS DEL PUNTO INICIAL

PUNTO INICIAL - CUNGUAY		
COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	COTA
9096591	810743	3081 msnm

Fuente: Elaboración Propia – Levantamiento Topográfico

➤ Punto Final:

El punto final se ubica en SURUVARA ALTA, y sus coordenadas son las siguientes:

CUADRO N° 03: COORDENADAS DEL PUNTO FINAL

PUNTO FINAL SURUVARA ALTA		
COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE	COTA
9096063	803088	3800 msnm

Fuente: Elaboración Propia – Levantamiento Topográfico

3.1.5.7. Condiciones Generales del Trazo:

Consiste en definir las condiciones del eje a fin de determinar las posibles variantes, para lograr elementos de diseño permitidos en el Manual de Diseño de Carreteras DG-2014.

3.1.5.8. Sistema de Unidades:

El sistema de unidades que se utilizará en todos los trabajos topográficos es el Sistema Métrico Decimal.

Las medidas angulares se expresarán en Grados, Minutos y Segundos Sexagesimales.

Las medidas de longitud se expresarán en Kilómetros (Km.), Metros (m), Centímetros (cm.) o Milímetros (mm), según corresponda.

3.1.5.9. Sistema de Referencia:

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

Por lo tanto, el sistema de coordenadas del levantamiento es un sistema de coordenadas planas ligado en vértices de coordenadas UTM lo que permitirá efectuar la transformación para una adecuada georreferenciación. Las cotas o elevaciones se referirán al nivel medio del mar.

3.1.5.10. Levantamiento Topográfico de la Zona:

Para abordar el trabajo de campo, se ha utilizado un equipo topográfico que permita descargar toda la información para un trabajo de gabinete automatizado, eficiente y sin contratiempos.

Cabe agregar que el diseño en la pantalla aumenta notablemente la precisión, puesto que las distancias medidas representan las reales porque la unidad con que se trabaja planimétricamente corresponde a unidades de dibujo.

En el levantamiento topográfico objeto de presente estudio, se ha utilizado el sistema de plano tri-ortogonal como referencia, donde el eje Z (cota) tiene la dirección de la vertical, el eje Y la dirección Norte y el eje X la dirección Este.

Las coordenadas planas están referidas al sistema nacional UTM, de modo que el Sistema WGS84 cuyo origen es el vértice inicial de la carretera objeto de estudio.

El sistema altimétrico de coordenadas está referido a la cota del nivel medio del mar. Para su obtención se han usado los pares de puntos proporcionados con los equipos topográficos de GPS diferencial.

Asimismo, a lo largo de todo el tramo se realizó la red de BMs para la nivelación geométrica de los elementos del trazo. La cota para el BM de partida se determinó con los datos proporcionados por el GPS, habiéndose hecho el cierre con ida y vuelta entre BMs con la precisión que permiten las normas de diseño vial.

Bajo las consideraciones expresadas, se procedió con el levantamiento de la faja del camino así como los levantamientos especiales en los cruces de caminos, cruces de canales, quebradas, obras de arte y zonas críticas.

Finalmente, cabe mencionar que el levantamiento topográfico computarizado realizado en el tramo de la zona de estudio, reduce en gran medida la posibilidad de errores que sí son frecuentes en el levantamiento topográfico tradicional donde se producen errores tales como: malas anotaciones con datos errados, escritura poco legible, ingreso de datos errados a la calculadora, mala digitación, trazado impreciso de líneas, interpolación errada en las curvas de nivel. Además, cualquier modificación o corrección en los planos será posible, puesto que los archivos de trabajo se pueden volver a cargar sobre la computadora las veces que sean necesarias.

3.1.5.11. Trazo de la Poligonal:

El uso de poligonales es uno de los procedimientos topográficos más comunes. Se usan generalmente para

establecer puntos de control y puntos de apoyo para el levantamiento de detalles y elaboración de planos, para el replanteo de proyectos.

Una poligonal es una sucesión de líneas quebradas, conectadas entre sí en los vértices. Las poligonales pueden ser clasificadas en: abiertas y cerradas.

El trazo de la poligonal tiene como fin tener una referencia que permita replantear el diseño del eje de la carretera, así como definir los puntos de intersección (PI) con sus respectivas coordenadas. En este estudio la poligonal es de tipo abierta, ya que el punto inicial y final son distintos.

El levantamiento topográfico, que se realizó mediante una poligonal abierta, siendo E-01 el primer punto de la poligonal, la metodología a seguir es realizar un levantamiento por radiación de cada estación a la mayoría de puntos que sea posible visar.

Para iniciar con el procedimiento se colocó el equipamiento de la Estación Total en un punto fijo e inamovible y se tomó como base referencial al norte magnético (ángulo horizontal $00^{\circ}00'00''$), se procedió a medir por repetición los ángulos y distancias. Definido el método se procedió a ubicar los PIs respectivos, dando prioridad a los puntos de control y teniendo en cuenta lo siguiente:

Los PIs del eje definitivo, se han ubicado tratando de no tener excesivo volumen de corte y/o relleno para no encarecer la futura construcción de la vía.

Se ha procurado no tener tangentes largas para evitar la fatiga del conductor durante el día, tratando de mantener la velocidad directriz uniforme en casi todo el tramo.

Los ángulos de intersección de los alineamientos están dentro los límites previstos.

Las secciones transversales del eje de la carretera, tienen más área de corte que de relleno.

Se ubicó la poligonal definida a partir del punto inicial, luego de medir el azimut del lado inicial, midiéndose a continuación la longitud de los lados con valores numéricos enteros con Wincha, los vértices de la poligonal así como las estaciones ubicadas para efectuar el levantamiento.

3.1.5.12. Selección de Estaciones:

Se realizó el levantamiento topográfico de los caseríos Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre Y Suruvara, con la finalidad de determinar la forma y elevación del terreno. A continuación el cuadro que indica la lista de BM'S con sus respectivas coordenadas y la cota de cada uno de ellos:

CUADRO N° 04: BM'S

BM	COORDENADA		ELEVACIÓN
	ESTE	NORTE	
BM 0	810844.46	9096653.2	3070
BM 1	810832.79	9096656.4	3070
BM 2	810785.48	9095925.5	3155
BM 3	810754.07	9095772.7	3176
BM 4	810790.12	9095713.3	3175
BM 5	810682	9095495	3204
BM 6	810332.31	9095345.7	3238
BM 7	810162.02	9095524.5	3260
BM 8	810154.58	9095622.2	3280
BM 9	809866.93	9095412.8	3345
BM 10	809680.2	9095403.2	3374
BM 11	809499.61	9095305.8	3397
BM 12	809120.88	9095187.3	3420
BM 13	808744.11	9095055.1	3476
BM 14	808369.75	9095160.8	3521
BM 15	808264.02	9095148.8	3531
BM 16	808669.56	9095220.7	3558

BM 17	807873.41	9095256.6	3587
BM 18	807653.39	9095244.5	3615
BM 19	807802.6	9094903.2	3622
BM 20	807943.01	9094679.1	3616
BM 21	807896.33	9094199.6	3622
BM 22	808741.66	9093917.2	3603
BM 23	807067.52	9095109.2	3635
BM 24	806607.11	9094923.3	3657
BM 25	806397.79	9094857.9	3685
BM 26	806236.15	9094978.9	3698
BM 27	805950.07	9095207	3732
BM 28	804896.64	9095681.2	3762
BM 29	804896.64	9095681.2	3730
BM 30	804463.13	9095973	3766
BM 31	804187.53	9096159.8	3786
BM 32	804057.19	9096263.8	3794
BM 33	803933.02	9096260.2	3790

Fuente: Elaboración propia - Levantamiento Topográfico

3.1.6. TRABAJO DE GABINETE:

Culminadas las tareas de recolección de datos se empezará con el trabajo de gabinete, en el cual se realizará el procesamiento de los mismos.

Para el trabajo de gabinete se realizó lo siguiente: Todos los datos obtenidos del levantamiento topográfico en campo fueron almacenados en la memoria de la estación total de marca (TOPCOM), luego los datos fueron descargados en una memoria USB para finalmente ser procesados por el software de dibujo CIVIL 3D. En esta fase podemos realizar específicamente lo siguiente:

- Procesamiento de la información obtenida en campo.
- Cálculo de las coordenadas iniciales y finales.
- Dibujo del plano de curvas de nivel de área de estudio.
- Trazo de la poligonal abierta de la ruta.
- Trazo de la rasante de la ruta.

- Diseño de las secciones transversales.
- Cálculo de las áreas de corte y relleno
- Cálculo de los volúmenes de corte y relleno

3.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERA:

3.2.1. GENERALIDADES:

El capítulo Estudio de Mecánica de Suelos y Cantera del proyecto de investigación “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA, (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD” tiene la finalidad de determinar las características físico - mecánicas del terreno de fundación del eje trazado mediante la extracción de muestras, para las cuales se realizarán calicatas a cada km siguiendo la dirección del trazo. Además de analizar las muestras de la cantera más cercana al proyecto, la cual nos abastecerá del material requerido siempre y cuando cumpla con las condiciones necesarias y los estándares de calidad que exige la normativa vigente de proyectos viales.

3.2.2. ESTUDIO DE SUELOS:

3.2.2.1. Objetivo:

Reconocer las características físico – mecánicas que posee el suelo en estudio, para poder identificar los componentes de cada estrato del terreno de fundación. Ubicando a su vez una cantera aledaña al área de estudio del proyecto de investigación “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”.

3.2.2.2. Metodología de Trabajo:

Con la finalidad de descubrir las condiciones físico – mecánicas del suelo en estudio ejecutaremos una serie de

calicatas, las cuales serán de 1 m x 1 m con una profundidad de 1.20 a 1.50 m a cielo abierto. Para obtener resultados uniformes el número de calicatas se regirá a la normativa establecida por el MTC según el tipo de carretera proyectada. En este caso, por ser una carretera de cajo volumen de tránsito, las calicatas serán distribuidas de km en km a lo largo del eje trazado.

➤ **Determinación del Número de Calicatas y su Ubicación:**

El número de calicatas que se deben realizar por Km se encuentra indicado en el cuadro N° 05 según la Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Suelos del MTC 2014.

CUADRO N° 05: NÚMERO DE CALICATAS PARA EXPLORACIÓN DE SUELOS

TIPO DE CARRETERA	PROFUNDIDAD (M)	N° MÍNIMO DE CALICATAS
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata x km

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Cabe mencionar que la ubicación de las calicatas se realizará en los puntos representativos sobre la superficie del terreno natural teniendo en cuenta los esfuerzos exteriores de dicho punto.

En este proyecto se ha realizado 12 calicatas, distribuidas a cada kilómetro a lo largo del trazo.

➤ **Determinación del Número de Ensayos de CBR:**

Para este proyecto, como es una carretera de bajo volumen de tránsito, se realizará 4 ensayos de CBR, uno cada 3 km como lo indica el cuadro N° 06 basado en la Sección Suelos y Pavimentos del Manual de Suelos del MTC 2014.

CUADRO N° 06: NÚMERO DE ENSAYOS DE MR Y CBR

TIPO DE CARRETERA	N° MR Y CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC

➤ Determinación de la Categoría de Subrasante:

Según los resultados obtenidos del ensayo de CBR se podrá determinar la categoría de subrasante a la que pertenece el suelo del proyecto como lo muestra el cuadro N° 07.

CUADRO N° 07: CATEGORÍAS DE LA SUBRASANTE

CATEGORÍAS DE SUBRASANTE	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante Pobre	De CBR \geq 3% a CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR \geq 6% a CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR \geq 10% a CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR \geq 20% a CBR < 30%
S5 : Subrasante Excelente	CBR \geq 30%

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

3.2.2.3. Tipos de Ensayos Realizados:

Se realizaron una serie de ensayos normados, con la finalidad de determinar las características físicas y mecánicas de las muestras más representativas extraídas del terreno natural logrando obtener el Estudio de Mecánica de Suelos completo. Dichos ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo sede Trujillo, los cuales son:

- Análisis Granulométrico MTC E 107 ASTM D – 422
- Contenido de Humedad MTC E 108 ASTM D – 2216

- Límites de Atteberg:

Limite Líquido	MTC E 110	ASTM D – 4318
Limite Plástico	MTC E 111	ASTM D – 4318
- Índice de Plasticidad MTC E 111
- Clasificación del Suelo. Método SUCS ASTM D – 2787
- Clasificación del Suelo. Método AASHTO M – 145
- Proctor Modificado MTC E 115 ASTM D – 1557
- California Bearing Ratio (CBR) MTC E 132 ASTM D – 1883

3.2.2.4. Sectorización:

El proceso de sectorización necesita de análisis y del criterio del ingeniero, el cual debe tener en cuenta las características y condiciones del material del suelo de la subrasante, el tráfico vial, el drenaje y/o subdrenaje, microclimas y otros aspectos que crea conveniente considerar.

3.2.2.5. Descripción de Calicatas:

- **Calicata C – 01:**

E-1 / (Km. 01+000) LIMOS ORGÁNICOS, ARCILLAS LIMOSAS ORGÁNICAS de baja plasticidad, con un 58.29 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-5 (5)”. Con un Contenido de Humedad de 18.59%.

- **Calicata C – 02:**

E-1 / (Km. 02+000) LIMOS ORGÁNICOS, ARCILLAS LIMOSAS ORGÁNICAS de baja plasticidad, con un 60.63 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-4 (5)”. Con un Contenido de Humedad de 32.57%.

- **Calicata C – 03:**

E-1 / (Km. 03+000) LIMO ORGÁNICO CON ARENA de baja plasticidad, con un 51.02 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-4 (3)”. Con un Contenido de Humedad de 9.78%.

- **Calicata C – 04:**

E-1 / (Km. 04+000) LIMO ORGÁNICO CON ARENA, de baja plasticidad, con un 51.82 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-4 (3)”. Con un Contenido de Humedad de 9.67%.

- **Calicata C – 05:**

E-1 / (Km. 05+000) LIMO ORGÁNICO, color marrón oscuro, no presenta plasticidad, con un 65.38 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-4 (6)”. Con un Contenido de Humedad de 9.86%.

- **Calicata C – 06:**

E-1 / (Km. 06+000) LIMO ORGÁNICO, color marrón oscuro, no presenta plasticidad, con un 74.55 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-4 (7)”. Con un Contenido de Humedad de 6.81%.

- **Calicata C – 07:**

E-1 / (Km. 07+000) LIMO ORGÁNICO, color marrón oscuro, no presenta plasticidad, con un 60.16 % que pasa la malla N° 200.

Clasificación SUCS como un suelo “ML”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-4 (5)”. Con un Contenido de Humedad de 10.81%.

- **Calicata C – 08:**

E-1 / (Km. 08+000) ARCILLA INORGÁNICA CON GRAVA Y ARENA, de baja plasticidad, con un 61.78% que pasa la malla N°200.

Clasificación SUCS como un suelo “CL”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-6 (5)”. Con un Contenido de Humedad de 7.91%.

- **Calicata C – 09:**

E-1 / (Km. 09+000) ARCILLA INORGÁNICA CON GRAVA Y ARENA, de baja plasticidad, con un 60.22 % que pasa la malla N°200.

Clasificación SUCS como un suelo “CL”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-6 (5)”. Con un Contenido de Humedad de 8.97%.

- **Calicata C – 10:**

E-1 / (Km. 10+000) ARCILLA INORGÁNICA, de mediana plasticidad, con un 56.10 % que pasa la malla N°200.

Clasificación SUCS como un suelo “CL”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-6 (4)”. Con un Contenido de Humedad de 13.33%.

- **Calicata C – 11:**

E-1 / (Km. 11+000) ARCILLA INORGÁNICA, de mediana plasticidad, con un 58.97 % que pasa la malla N°200.

Clasificación SUCS como un suelo “CL”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-6 (5)”. Con un Contenido de Humedad de 38.79%.

- **Calicata C – 12:**

E-1 / (Km. 12+000) ARCILLA INORGÁNICA, de mediana plasticidad, con un 56.57 % que pasa la malla N°200.

Clasificación SUCS como un suelo “CL”, y en el sistema AASHTO como un suelo “A-7-6 (8)”. Con un Contenido de Humedad de 15.40%.

3.2.2.6. Resultados del Estudio de Suelos:

Los resultados del estudio de suelos nos indican que el terreno a lo largo del primer tramo (km 00+000 – km 08+000) presenta un material con gran parte de limos orgánicos y en el segundo tramo (km 08+000 – km 12+000), abundante presencia de arcillas inorgánicas; ambos con índices de baja plasticidad.

Con respecto al contenido de humedad es muy variado a lo largo de todo el tramo, se tiene resultados bajos como 6.81% en la calicata N° 06 como contenidos de humedad muy altos como 38.79 % en la calicata N° 11.

En el proyecto se extrajo muestras de cuatro calicatas para el ensayo de CBR, cuyo ensayo nos da los siguientes resultados: 10.15 %, 9.88 %, 7.75 % y 7.45 %. Según el reglamento se podrá sacar el promedio de todos ellos, llegando a un promedio de 9%.

CUADRO N° 08: CUADRO RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS A CADA CALICATA

N°	Descripción del Ensayo	Unid.	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12
			E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01	E-01
1	Granulometría													
1.01	N° 3/8"	%	88.81	98.54	100	100	99.88	99.92	100	91.92	91.52	100	100	100
1.02	N° 1/4"	%	85.65	98.17	98.92	99.06	99.88	99.79	99.37	87.98	87.85	98.36	98.27	100
1.03	N° 4	%	84.17	97.60	97.67	97.66	99.82	99.61	98.86	84.31	83.53	96.23	95.47	96.35
1.04	N° 10	%	79.97	94.14	90.09	89.55	98.99	99.05	96.98	81.67	80.36	91.40	81.10	87.53
1.05	N° 40	%	70.99	80.62	64.21	63.88	90.59	95.59	87.59	74.95	73.30	79.30	65.20	72.98
1.06	N° 60	%	66.23	73.50	58.65	58.61	81.33	91.67	77.91	72.09	69.88	74.39	62.34	67.16
1.07	N° 200	%	58.29	60.63	51.02	51.82	65.38	74.55	60.16	61.78	60.22	56.10	58.97	56.57
2	Contenido de Humedad	%	18.59	32.57	9.78	9.67	9.86	6.81	10.81	7.91	8.97	13.33	38.79	15.40
3	Límite Líquido	%	47	32	31	30	0	0	0	25	26	33	39	45
4	Límite Plástico	%	38	27	25	23	0	0	0	13	15	21	25	25
5	Índice de Plasticidad	%	9	5	6	7	0	0	0	12	11	12	14	20
6	Clasificación SUCS		ML	ML	ML	ML	ML	ML	ML	CL	CL	CL	CL	CL
7	Clasificación ASSHTO		A-5(5)	A-4 (5)	A-4 (3)	A-4 (3)	A-4 (6)	A-4 (7)	A-4 (5)	A-6 (5)	A-6 (5)	A-6 (4)	A-6 (5)	A-7-6 (8)
8	Peso Específico	Gr/cm3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	CBR													
9.01	Máxima Densidad Seca	Gr/cm3	-	-	1.89	-	-	1.80	-	1.86	-	-	-	1.85
9.02	Óptimo C Humedad	%	-	-	10.65	-	-	11.25	-	9.40	-	-	-	17.15
9.03	CBR al 100%	%	-	-	15.19	-	-	13.51	-	10.15	-	-	-	14.07
9.04	CBR al 95 %	%	-	-	10.15	-	-	9.88	-	7.75	-	-	-	7.45
10	Nivel Freático	Mts.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia –Estudio de Suelos

3.2.3. ESTUDIO DE CANTERA:

3.2.3.1. Objetivo:

El objetivo de estudio de las canteras o fuentes de materiales de donde se extraerán agregados para sus diferentes usos como mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, sub-base y base granular, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, por tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio. En el caso del presente estudio se utilizará para material de relleno y el afirmado.

Para el proyecto se necesitará de dos canteras una ubicada en Santiago de Chuco y la otra en Cachicadán precisamente en la Villa San Antonio, siendo ambas las más cercanas al área de trabajo y además de ello cumpliendo con las condiciones de calidad y cantidad.

3.2.3.2. Ubicación y Características:

Distrito : Cachicadán - Santiago de Chuco

Provincia : Santiago de Chuco

Departamento : La Libertad

La cantera de la cual se extraerá el AFIRMADO se ubica en el distrito de Santiago de Chuco, a una distancia de 1.3 km desde el caserío de Cunguay.

Y la cantera de la cual se obtendrá los AGREGADOS para el relleno y la construcción de los muros de contención, se ubica en Villa San Antonio (distrito de Cachicadán) a 19 km desde el punto de inicio de la obra.

CUADRO N° 09: ACCESIBILIDAD A CANTERA

PUNTO INICIO	PUNTO LLEGADA	DISTANCIA (KM)
Cantera Santiago de Chuco	Caserío Cunguay	1.3 Km
Cantera San Antonio	Caserío Cunguay	19 Km

Fuente: Elaboración Propia – Estudio de Suelos y Cantera

CUADRO N° 10: CARACTERÍSTICAS DE CANTERA

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RESULTADOS
% que Pasa la Malla N°4	%	54.86
% que Pasa la Malla N°200	%	16.56
Límite Líquido	%	27
Límite Plástico	%	22
Índice de Plasticidad	%	5
% de Humedad	%	9.53
Clasificación de Suelos “SUCS”	---	GC-GM
Clasificación de Suelos “AASHTO”	---	A-1-b(0)
CBR		
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.10
Óptimo Contenido de Humedad	%	11.45
CBR al 100%	%	82.91
CBR al 95%	%	63.05

Fuente: Elaboración Propia – Estudio de Suelos y Cantera

3.2.3.3. Ensayos de Laboratorio:

Los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo a las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras del MTC (vigente). Estos ensayos serán:

- Análisis Granulométrico MTC E 107 ASTM D – 422
- Contenido de Humedad MTC E 108 ASTM D – 2216
- Límites de Atteberg:
 - Limite Líquido MTC E 110 ASTM D – 4318
 - Limite Plástico MTC E 111 ASTM D – 4318
- Índice de Plasticidad MTC E 111

- Clasificación del Suelo. Método SUCS ASTM D – 2787
- Clasificación del Suelo. Método AASHTO M – 145
- Proctor Modificado MTC E 115 ASTM D – 1557
- California Bearing Ratio (CBR) MTC E 132 ASTM D – 1883

3.2.3.4. Resultados del Estudio de Cantera:

Se obtuvo una muestra de la cantera para realizar los ensayos en el laboratorio de Mecánica de Suelos; obteniendo el siguiente resultado, es una Grava con Limos y Arcilla, de baja plasticidad, con un 16.56 % que pasa la malla N° 200.

Según su clasificación SUCS es un “GC-GM” y la clasificación AASHTO es “A-1-b (0)”. Tiene un Contenido de Humedad de 9.53%.

Su CBR al 95% tienes un valor de 63.05 %, lo cual indica que es un material excelente y se podrá utilizar en los tramos donde sea necesario a lo largo del proyecto.

3.3. ESTUDIO DE HIDROLÓGICO Y OBRAS DE ARTE:

3.3.1. HIDROLOGÍA:

3.3.1.1. Generalidades:

Una vía tiene que ir obligatoriamente acompañada de un buen control de drenaje, de éste dependerá el cumplimiento del periodo de diseño; debido a que si existiera un mal manejo de las aguas drenadas perjudicaría la conservación del estado de la superficie y de los componentes de la plataforma de la carretera, por otro lado, también repercutirá en el medio ambiente causando algún daño leve o quizás en algunas ocasiones un evento de gran magnitud.

El drenaje cumple con la función de reducir y conducir la cantidad apropiada de agua que transcurrirá por los diferentes puntos de la vía. Para lograr esto se diseñará obras de arte, las

cuales cumplirán con diferentes estándares de diseño logrando un apropiado manejo.

En el proyecto, el eje de la carretera atraviesa en ciertos puntos algunos terrenos de cultivo, los cuales no requieren de abundante agua para su cosecha es por ello; que no se ha considerado como un agente negativo, el cual pueda aumentar la humedad y por ende perjudicar las capas del pavimento.

3.3.1.2. Objetivos del Estudio:

- Evaluar las estructuras de drenaje existentes, si las hubiese.
- Analizar las características hidrológicas, geomorfológicas e hidráulicas de las quebradas y cuencas que se interceptan con la carretera proyectada.
- Recolectar información disponible acerca de las precipitaciones máximas y caudales máximos de diseño de la estación más cercana al proyecto.
- Diseñar obras de arte para drenar correctamente el agua, logrando evacuar el caudal máximo de diseño; garantizando un buen funcionamiento y la continuidad del servicio aún en épocas de precipitaciones máximas e inclusive en temporadas de estiaje.

3.3.1.3. Importancia del Estudio Hidrológico:

Realizar el estudio hidrológico es importante debido a que la proyección de obras de arte servirá de drenaje en la carretera Cunguay - Querquerball - Pueblo Libre - Suruvara (Alta y Baja), distrito Santiago de Chuco, provincia Santiago de Chuco - La Libertad logrando la conservación de la vía en mención, además de la evaluación de los cambios en el comportamiento hidrológico e hidráulico de la zona pronosticando futuros eventos de gran magnitud.

3.3.1.4. Descripción del Proyecto:

El estudio hidrológico del proyecto: **"DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY QUERQUERBALL - PUEBLO LIBRE - SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD"**, se realiza con la finalidad de establecer las características hidrológicas que se presentan en la zona.

Parte de la elaboración del proyecto requiere del estudio hidrológico, el cual consistirá en una evaluación de las precipitaciones máximas y las máximas avenidas de la zona, así como la cantidad de agua que proporciona las cuencas en las que se localiza el proyecto, para lograr el diseño correcto de las obras de arte que se necesitarán incluyendo un nivel de riesgo que se pueda dar a lo largo del periodo de duración. Además, se debe prevenir daños colaterales que se pueden generar por canales adyacentes pertenecientes a zonas aledañas a la carretera. Por todo ello es que se toma un énfasis especial en este estudio; brindando apropiadas alternativas de solución a los problemas planteados anteriormente, para lograr que las estructuras cumplan su periodo de diseño y es más con un debido cuidado y conservación este periodo se puede ampliar unos años más.

La información recolectada nos permitirá diseñar las obras de drenaje que se requieren en el proyecto, dándoles dimensiones apropiadas para que logre soportar el caudal máximo de diseño más el porcentaje de riesgo, el cual incrementa con el paso de los años. Inicialmente se procedió a observar y analizar el área de estudio para lograr determinar que obras de arte se proyectarán, las cuales en este proyecto son netamente cunetas y alcantarillas (de alivio y de paso).

3.3.1.5. Definición de Términos y Conceptos:

Los términos más usuales en el estudio hidrológico según la enciclopedia de ingreso libre en internet **Wikipedia**, son los que se presentan a continuación:

- **Aguas abajo:** Con relación a una sección de un curso de agua, se dice que un punto está aguas abajo, si se sitúa después de la sección considerada, avanzando en el sentido de la corriente. Otra expresión también usada es río abajo.
- **Aguas arriba:** Es el contrario de la definición anterior. También se puede decir río arriba.
- **Ancho de la cuenca:** El ancho se define como la relación entre el área (A) y la longitud de la cuenca (L) y se designa por la letra W.
- **Área de la cuenca:** El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural.
- **Caudal:** Cantidad de agua que pasa por un punto específico en un sistema hidráulico en un momento o periodo dado.
- **Caudal base:** Caudal en los ríos y cauces menores que discurre en estiaje, que normalmente procede de la descarga de aguas subterráneas.
- **Coefficiente de escurrimiento:** Relación entre el volumen de agua que se precipita sobre una superficie determinada y el volumen de agua que escurre de la misma superficie. Una superficie totalmente impermeable, como puede ser un estacionamiento asfaltado, el coeficiente es casi igual a 1,0 pues solamente dejará de escurrir el agua que se evapora.
- **Cuenca:** La superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuario o delta.

- **Hidrograma:** Es el hidrograma de escurrimiento directo que se producirá en la salida de la cuenca si sobre ella se produjera una precipitación neta de una duración determinada.
- **Intensidad de la precipitación:** Es la altura de precipitación por unidad de tiempo, generalmente se expresa en mm/h (milímetros por hora).
- **Longitud:** La longitud, L, de la cuenca puede estar definida como la distancia horizontal del río principal entre un punto aguas abajo (estación de aforo) y otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.
- **Margen derecha:** Si nos imaginamos parados en el medio del río, mirando hacia donde corre el río, es decir mirando aguas abajo, la margen derecha es la orilla que se encuentra a nuestra derecha.
- **Margen izquierda:** Si nos imaginamos parados en el medio del río, mirando hacia donde corre el río, es decir mirando aguas abajo, la margen izquierda es la orilla que se encuentra a nuestra izquierda.
- **Pendiente:** Es una medida de la inclinación de la superficie del fondo en el sentido de la corriente. Se expresa como la tangente del ángulo que forma la horizontal con la línea del fondo en sentido longitudinal.
- **Perímetro:** El perímetro de la cuenca o la longitud de la línea de divorcio de la hoya es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir algo sobre la forma de la cuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P.
- **Precipitación:** Es cualquier agua meteórica recogida sobre la superficie terrestre. Esto incluye básicamente: lluvia, nieve y granizo.
- **Tiempo de concentración:** El tiempo de concentración de una determinada cuenca hidrográfica es el tiempo necesario

para que el caudal saliente se estabilice, cuando la ocurrencia de una precipitación con intensidad constante sobre toda la cuenca.

3.3.1.6. Estudio Hidrológico:

➤ Hidrología:

Es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la humedad del suelo, la escorrentía, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

Los estudios hidrológicos son realizados básicamente para obtener información hidrológica que se empleará en el diseño de obras hidráulicas, para empezar con dicho estudio se utilizan modelos matemáticos que reflejarán el comportamiento de la cuenca en estudio.

Saber el comportamiento hidrológico de una zona, sea cuenca, río, lago, etc, nos permite ubicar las áreas vulnerables a eventos hidrometeorológicos, lo cual se debe tener en cuenta en el diseño de obras de infraestructura vial. El manual nos establece las diferentes obras de drenaje que se debe utilizar según los caudales y condiciones que presenta la zona.

➤ Periodo de Retorno:

De acuerdo con el manual: **PERU. “Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Hidrología, hidráulica y drenaje.” Lima. 2014. 23 pág.**, para adoptar el período de retorno a utilizar en el diseño de una obra, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiendo este último, de factores económicos, sociales, técnicos y otros. Por ello, es

preferible adoptar el valor T (periodo de retorno) para varios riesgos permisibles R y para la vida útil n de la obra, los cuales se presentan en el cuadro N° 11.

CUADRO N° 11: VALORES DE PERIODO DE RETORNO T (AÑOS)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

De acuerdo a los valores que se presentan en el cuadro N° 12 se recomienda utilizar como máximo los siguientes valores de riesgo admisible para cada una de las obras de drenaje:

CUADRO N° 12: VALORES MÁXIMOS RECOMENDADOS DE RIESGO ADMISIBLE DE OBRAS DE DRENAJE

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

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

La vida útil de las obras de drenaje influye directamente en la determinación de los periodos de retorno, por ello se recomienda utilizar el cuadro N° 13 presentado a continuación:

CUADRO N° 13: VIDA ÚTIL CONSIDERADO (N)

Obra de drenaje	Años
Puentes y Defensas Ribereñas	40
Alcantarillas de quebradas importantes	25
Alcantarillas de quebradas menores	15
Drenaje de plataforma y sub-drenes	15

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

➤ **Modelos de Distribución:**

Según el manual, PERU. **“Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Hidrología, hidráulica y drenaje.” Lima. 2014. 25 pág.** considera que, el análisis de Frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales puede ser discretos o continuos. En la estadística existen diversas funciones de distribución de probabilidad teóricas. En este proyecto se utilizaron las siguientes distribuciones:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson Tipo II
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

➤ **Prueba Kolmogorov – Smirnov:**

Este método permite comprobar la bondad de ajuste de las distribuciones, de la misma forma permite elegir la más representativa, es decir la de mejor ajuste.

La prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de Probabilidad observada $F_o(xm)$ y la estimada $F(xm)$:

$$D = \text{máx}/F_o(xm) - F(xm)/$$

Esta prueba es fácil de realizar y comprende las siguientes etapas:

- El estadístico D_n es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.
- Se fija el nivel de probabilidad α , valores de 0.05 y 0.01 son los más usuales.
- El valor crítico D_n de la prueba debe ser obtenido de la Tabla N°28, en función del nivel de significancia α y el tamaño de la muestra n .
- Si el valor calculado D_n es mayor que el $D \alpha$, la distribución escogida se debe rechazar.

CUADRO N° 14: VALORES CRÍTICOS D PARA LA PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.2	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

➤ **Modelo de Frederick Bell:**

Permite calcular la lluvia máxima en función del período de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años.

La expresión es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Dónde:

t = Duración (minutos)

T = Período de retorno (años)

P_t^T = Precipitación caída en t minutos con período de retorno de T años

P_{60}^{10} = Precipitación caída en 60 minutos con período de retorno de 10 años

El valor de P_{60}^{10} puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

Modelo De Yance Tueros

$$I = aP_{24}^b$$

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

a,b = Parámetros del modelo; 0.4602,0.876
respectivamente

P_{24} = Precipitación máxima en 24 horas (mm)

➤ **Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia:**

El manual, **PERU. “Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Hidrología, hidráulica y drenaje.” Lima. 2014. 34 pág.** menciona que; las curvas Intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que

relacionan la intensidad de la lluvia, duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o en el periodo de retorno.

Ante ello, para determinar las curvas IDF se requiere los registros pluviográficos de lluvia de la zona de estudio y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series formadas.

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia, se calculan mediante la siguiente relación:

Intensidad Máxima

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

Dónde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

K, m, n = Factores característicos de la zona de estudio

T = Período de retorno en años

t = Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

➤ **Tiempo de Concentración:**

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (a mayor duración disminuye la intensidad), entonces se asume que la duración crítica es igual al tiempo de concentración t_c . El tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en

planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá un mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. Las fórmulas más comunes solo incluyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área.

Para el presente proyecto en estudio se considera la siguiente fórmula:

Tiempo De Concentración – Kirpich (1940)

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

Dónde:

L = Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m

S = Pendiente promedio de la cuenca, m/m

➤ **Método Racional:**

El manual, **PERU. “Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Hidrología, hidráulica y drenaje.” Lima. 2014. 49 pág.**; permite estimar el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coef. Escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas $A < 10 \text{ Km}^2$. Considerar que la duración de P es igual t_c .

La descarga máxima de diseño se obtiene a partir de la siguiente expresión:

Caudal Máximo De Diseño

$$Q = 0.278 CIA$$

Dónde:

Q = Descarga máxima de diseño (m^3/s)

C = Coeficiente de escorrentía

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

A = Área de la cuenca (Km²)

Para valores de coeficientes de escorrentía se tomará en cuenta la siguiente Tabla de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan al alineamiento de la vía en estudio.

CUADRO N° 15: COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA MÉTODO RACIONAL

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, Vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

➤ Drenaje Superficial:

El apropiado drenaje es básico para evitar la degradación total o parcial de una vía y a su vez minimiza los impactos indeseables al ambiente, como consecuencia a la variación de la escorrentía a lo largo de este.

El drenaje superficial tiene como finalidad realizar el encauzamiento y recolección de las aguas que discurren en la vía; provenientes tanto de la plataforma como taludes.

Para luego ser evacuadas hacia sus cauces naturales, con ello se obtiene una vía con mayor perdurabilidad, transitabilidad y consistencia.

- El drenaje superficial tiene las siguientes funciones:
- Recolectar las aguas procedentes de la plataforma y sus taludes.
- Evacuar las aguas recolectoras hacia cauces naturales
- Restaurar la continuidad de los cauces naturales interceptados por la vía.

- **Drenaje Superficial Transversal:**

Según el Manual, **PERU. "Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Hidrología, hidráulica y drenaje."** **Lima. 2014. 68 págs.** considera que, el drenaje transversal tiene la función de evacuar apropiadamente el agua superficial proveniente de cauces naturales o artificiales que discurren e interceptan el trazo de la carretera en estudio. Con ello se garantiza una permanente estabilidad en la plataforma de la carretera.

El objetivo principal es determinar la sección hidráulica eficiente para el elemento básico de drenaje transversal (alcantarilla), la cual permite el pase holgado tanto de flujo líquido como sólido que derivan de los cursos naturales. Para luego dirigirlos y evacuarlos, sin causar daño a la carretera y propiedades adyacentes.

Este elemento básico de drenaje superficial es de suma importancia ya que influye directamente proporcional en los costos de construcción y mantenimiento de la carretera. Sumado al costo se debe tener una buena funcionalidad y desempeño de esta, para ello se brindan los siguientes factores y recomendaciones:

- La variación de la pendiente influye en el incremento y/o disminución de la velocidad del flujo y por ende en la

capacidad de transporte de materiales que tiene una sección determinada.

- Se debe tener en cuenta la construcción de obras complementarias que faciliten el encauzamiento del agua a la entrada y salida de la alcantarilla.
- Los cambios de pendiente en las alcantarillas deben ser estudiados a detalle ya que pueden producir erosión y sedimentación, desencadenando en un colapso de la estructura.
- El tipo de material con el que se debe construir la alcantarilla, debe basarse esencialmente en la disponibilidad de materiales para su ejecución, accesibilidad y los recursos de la zona.
- La infraestructura de drenaje transversal se diseña con el máximo caudal calculado del periodo de retorno, valorando el riesgo por obstrucción que arrastra el cauce de las aguas.
- El diseño hidráulico de la estructura de drenaje debe considerar como mínimo 25% de altura, flecha o diámetro (borde libre), para que no trabaje a sección llena y disminuyan el riesgo por obstrucción.

- **Drenaje Superficial Longitudinal:**

Según el Manual, **PERU. "Ministerio de Transporte y Comunicaciones: Hidrología, hidráulica y drenaje."** Lima. 2014. 171 pág., menciona que, las aguas que discurren a lo largo de la carretera provenientes de terrenos adyacentes, taludes superiores y precipitaciones pluviales, también deben ser encauzadas y evacuadas en tal sentido que no ocasionen perjuicio en la plataforma de la carretera. Así se evita el impacto negativo de estas y la buena conservación de la vía. Por ello, la infraestructura hidráulica más convencional para el drenaje longitudinal en una carretera son las cunetas, las cuales se definen

como zanjas longitudinales con o sin revestimiento, situadas en uno o dos lados de la carretera.

Los factores que rigen la capacidad de las cunetas son:

- Caudal que circula a sección llena de la cuneta
- Caudal originado por la velocidad máxima admisible

La pendiente longitudinal de la cuneta debe estar entendida en el rango de $0.5\% < i < 2\%$ a fin de garantizar la condición de autolimpieza y la que produjera velocidades erosivas respectivamente.

Algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta para el diseño de cunetas son:

- Para la evacuación de agua de las cunetas, en lugares donde las precipitaciones pluviales no sean muy intensas, es decir poco lluvioso y/o seco, las cunetas tendrán que efectuar la descarga de sus aguas por medio de alcantarillas de alivio, en una longitud como máxima de 250 metros. En zonas lluviosas esta longitud se reduce a 200 metros. Estas longitudes pueden ser variadas siempre y cuando se justifiquen técnicamente.
- En terrenos de impermeabilidad alta, el recubrimiento de las cunetas debe de ser de un concreto $f'c = 175$ kg/cm² y un espesor de 7.5 centímetros. Comprobando que se cumpla la compatibilización de las pendientes finales del trazo con las velocidades.
- Entre el pie del talud de corte y la cuneta se debe proyectar una berma exterior de un ancho mínimo de 60 cm, con el fin de acoger los impactos que generan la caída de materiales del talud las cuales causan daño en la losa y obstruyen la sección.
- Es necesario, antes y después del periodo de mayor precipitación, realizar una inspección y mantenimiento

de las cunetas con el fin de mejorar diseños y rehabilitar en lo posible la infraestructura respectivamente.

➤ **Criterios Funcionales:**

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

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

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

- En los elementos de drenaje superficial, la velocidad del agua será tal que no produzca daños por erosión ni por sedimentación.
- El máximo nivel de la lámina de agua dentro de una alcantarilla será tal que siempre mantenga un borde libre no menor de 0.10m.
- Daños materiales a terceros, producibles por una eventual inundación de zonas aledañas a la carretera, debida a la sobre elevación inundación de zonas aledañas a la carretera, debido a la sobre elevación del nivel de la corriente en un cauce.

3.3.1.7. Metodología Empleada:

Este estudio se basa en los objetivos específicos planteados para el desarrollo del proyecto, con la participación de un equipo profesional y técnico.

Para concluir exitosamente con las metas propuestas se plantea la siguiente metodología dividida en tres fases:

I.FASE I:

- Recopilar información hidrológica básica del área de estudio.
- Elaborar un plan de trabajo.

II.FASE II:

- Reconocimiento de la cuenca en estudio.
- Evaluación hidrológica de la cuenca.
 - Delimitación hidrográfica por usos: Caracterización de los principales usuarios del agua y el Inventario de Fuentes de Agua Superficial.
- Evaluación y análisis de estaciones convencionales.

III.TRABAJOS DE GABINETE:

- Procesamiento de la información recolectada.
- Cálculos y deducciones hidrológicas.
- Confección de mapas temáticos de la Cuenca.
- Informe final de los resultados.

3.3.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA Y CARTOGRÁFICA:

3.3.2.1. Información Pluviométrica:

La cuenca de estudio, cuenta con una estación meteorológica de SENAMHI, denominada estación Santiago de Chuco. Para el presente estudio, se ha tomado los datos registrados de los últimos 20 años.

Para el diseño de las obras de arte de la carretera proyectada se realizó inicialmente un análisis hidrológico de la zona de influencia del proyecto, para lo cual se recopilará información del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

del Perú) precisamente de la estación SANTIAGO DE CHUCO de tipo CONVENCIONAL, ubicada en las coordenadas de latitud 8° 8' 1" y longitud 78° 10' 1" a una altitud 2900 msnm, la cual nos proporcionará información de las precipitaciones de la zona en la provincia de Santiago de Chuco.

3.3.2.2. Precipitaciones Máximas en 24 horas:

En el cuadro N° 16 se presenta los registros pluviométricos de SENAMHI donde se muestra precipitaciones de los últimos 20 años en la estación de Santiago de Chuco, cuyos datos se requieren para realizar los cálculos del caudal de diseño de las cuencas donde se ubicarán las obras de drenaje.

El registro de precipitaciones máximas anuales es variante, la mínima precipitación anual es 18.40 mm y la máxima es de 26.80 mm llegando a un promedio anual de 22.13 mm.

CUADRO N° 16: REGISTRO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES

SERIE HISTÓRICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm)														
ESTACIÓN STGO. DE CHUCO														
Estación :		STGO. DE CHUCO			LATITUD :		8° 8' 1"			Departamento :		La Libertad		
Tipo :		Convencional			LONGITUD :		78° 10' 1"			Provincia :		Santiago de Chuco		
					ALTITUD :		2900			Distrito :		Santiago de Chuco		
REGIS.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX. ANUAL
1	1980	11.30	4.70	15.80	25.10	3.40	2.50	0.50	0.50	6.20	9.40	19.90	16.60	25.10
2	1981	23.20	14.50	25.60	3.10	10.50	24.70	0.40	2.60	7.10	6.30	4.40	12.90	25.60
3	1982	8.50	12.90	9.80	12.20	6.80	1.20	1.70	1.60	5.20	3.20	10.20	25.10	25.10
4	1983	10.60	12.80	10.80	11.90	7.50	2.00	1.90	2.80	5.40	3.30	8.50	21.40	21.40
5	1984	12.80	12.80	11.70	11.50	8.10	2.80	2.00	4.00	5.60	3.40	6.90	22.00	22.00
6	1985	20.50	12.60	13.60	10.80	9.40	4.30	2.30	6.30	5.90	3.60	3.50	10.20	20.50
7	1986	25.50	12.20	17.30	9.30	11.90	7.35	2.80	6.80	9.00	3.20	13.60	16.20	25.50
8	1987	10.50	9.50	9.50	23.50	2.80	3.40	3.20	10.00	5.30	0.60	0.70	14.40	23.50
9	1988	13.20	10.50	14.40	21.00	6.40	4.50	3.20	5.50	10.60	7.10	7.20	18.50	21.00
10	1989	14.60	11.00	16.80	19.80	8.20	5.00	3.20	3.20	13.20	9.70	10.40	20.60	20.60
11	1990	14.00	15.90	20.50	22.00	8.80	3.10	2.20	2.20	12.70	12.20	14.60	18.00	22.00
12	1991	16.10	15.20	19.50	17.70	5.80	8.10	2.60	6.20	7.30	13.60	8.70	16.90	19.50
13	1992	17.30	21.00	21.00	15.10	15.20	4.90	3.10	4.70	10.20	12.10	9.50	17.80	21.00
14	1993	16.90	18.80	19.70	16.20	14.40	3.10	2.90	3.10	9.20	13.80	11.00	16.70	19.70
15	1994	16.40	15.10	19.50	17.40	12.20	4.30	3.10	2.00	12.50	13.70	12.30	19.70	19.70
16	2011	15.90	11.40	19.20	18.50	9.90	5.50	3.20	0.90	15.80	13.50	13.60	22.60	22.60
17	2012	13.30	20.80	24.20	24.20	9.30	1.20	1.20	1.20	12.20	14.00	18.70	15.30	24.20
18	2013	18.20	14.40	18.40	13.40	2.80	13.00	3.00	10.20	1.80	14.90	2.80	15.70	18.40
19	2014	18.40	26.80	22.50	12.50	24.60	1.60	3.60	3.20	13.00	10.50	10.30	18.60	26.80
20	2015	16.40	16.60	18.40	17.20	13.50	1.20	2.60	1.50	8.20	15.40	12.40	15.60	18.40
PROMEDIO		15.68	14.48	17.41	16.12	9.58	5.19	2.44	3.93	8.82	9.18	9.96	17.74	22.13
PREC. MIN		8.50	4.70	9.50	3.10	2.80	1.20	0.40	0.50	1.80	0.60	0.70	10.20	18.40
PREC. MAX		25.50	26.80	25.60	25.10	24.60	24.70	3.60	10.20	15.80	15.40	19.90	25.10	26.80

Fuente: Elaboración Propia – Estudio Hidrológico y Obras de Arte

3.3.2.3. Análisis Estadísticos de Datos Hidrológicos:

Utilizando el programa HIDROESTA, logramos obtener los siguientes resultados:

CUADRO N° 17: MODELOS DE DISTRIBUCIÓN

Distribución de probabilidades (HidroEsta):											
N°	Tipo de Distribución	Delta Tabular	Delta Teórico	Tr Años							
				500	200	100	50	25	10	5	2
1	Normal	0.3041	0.1157	29.48	28.71	28.07	27.38	26.60	25.40	24.28	22.13
2	Log Normal 2 Parámetros	0.3041	0.1136	30.59	29.55	28.72	27.83	26.88	25.47	24.22	21.99
3	Log Normal 3 Parámetros	0.3041	0.1143	32.23	30.74	29.59	28.42	27.21	25.52	24.11	21.81
4	Gamma 2 Parámetros	0.3041	0.1205	29.91	29.02	28.29	27.50	26.65	25.35	24.18	24.80
5	Gamma 3 Parámetros	0.3041	0.1132	30.37	29.40	28.61	27.77	26.85	25.47	24.23	22.00
6	Gumbel	0.3041	0.1194	33.35	31.53	30.14	28.75	27.35	25.46	23.97	21.71
7	Log Gumbel	0.3041	0.1180	36.40	33.53	31.51	29.60	27.80	25.54	23.88	21.58

Fuente: Elaboración Propia – Estudio Hidrológico y Obras de Arte

Como se observa se han logrado emplear cinco tipos de distribución, de los cuales utilizaremos el que tenga el menor delta teórico, en este caso, GAMMA 3 PARÁMETROS.

3.3.2.4. Curvas de Intensidad – Duración - Frecuencia:

Cálculo del Valor de P_{60}^{10}

$$I = aP_{24}^b$$

Dónde: a = 0.4602

b = 0.876

P24 = Precipitación máxima
en 24 horas

$$P_{60}^{10} = 7.85 \text{ mm}$$

LLUVIAS MÁXIMAS PARA DIFERENTES D Y T							
T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	30.37	4.40	6.59	8.06	9.19	10.94	14.36
200	29.40	3.94	5.90	7.21	8.22	9.78	12.85
100	28.61	3.59	5.37	6.57	7.49	8.91	11.70
50	27.77	3.24	4.84	5.92	6.76	8.04	10.56
25	26.85	2.89	4.32	5.28	6.02	7.17	9.41
10	25.47	2.42	3.62	4.43	5.05	6.01	7.85
5	24.23	2.07	3.10	3.79	4.32	5.14	6.75
2	22.00	1.61	2.40	2.94	3.35	3.99	5.24

INTENSIDADES MÁXIMAS (mm/hr) PARA DIFERENTES D Y T							
T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	30.37	52.83	39.54	32.23	27.58	21.87	14.36
200	29.40	47.26	35.37	28.83	24.67	19.57	12.85
100	28.61	43.05	32.22	26.26	22.47	17.82	11.70
50	27.77	38.84	29.07	23.69	20.27	16.08	10.56
25	26.85	34.62	25.91	21.12	18.07	14.33	9.41
10	25.47	29.05	21.74	17.72	15.16	12.03	7.85
5	24.23	24.84	18.59	15.15	12.96	10.28	6.75
2	22.00	19.27	14.42	11.75	10.06	7.98	5.24

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Constante	1.61225427	Log K =	1.61225427	K= 40.95
Err. Estándar de est. Y	0.09676375			m= 0.179
R Cuadrado	0.82430832			n= 0.465
Núm. De observaciones	48			$I = \frac{40.95xT^{0.179}}{t^{0.465}}$
Grado de libertad	45			
Coeficiente(s) X	0.17894908	-0.46548268	Dónde:	
Error estándar de coef.	0.01820781	0.04157396		t = minutos

INTENSIDAD MÁXIMA DE DISEÑO (mm/hr) - DURACIÓN - PERIODO DE RETORNO

$$K = 40.950$$

$$m = 0.179$$

$$n = 0.465$$

CÁLCULO DE CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA

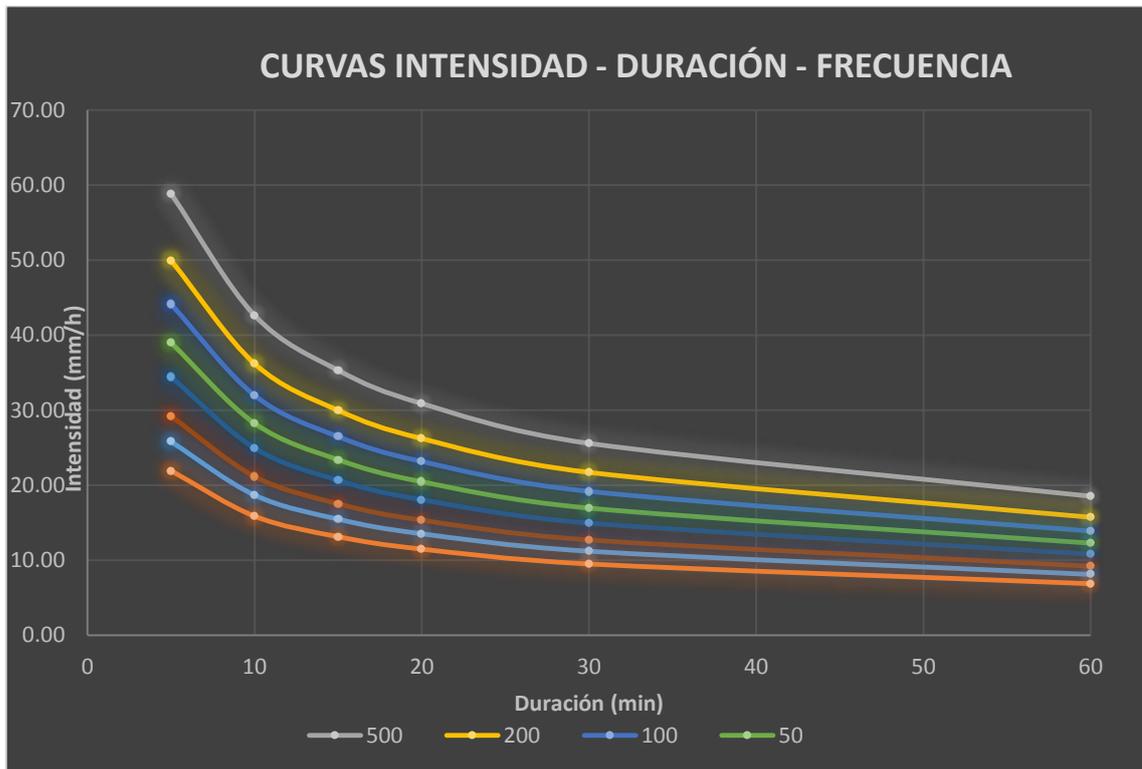
De acuerdo a la ecuación obtenida:

$$I = \frac{40.95xT^{0.179}}{t^{0.465}}$$

Donde: K= 40.950
 m= 0.179
 n= 0.465

T (años)	Pmax. 24 h	DURACIÓN (t, minutos)					
		5	10	15	20	30	60
500	30.37	58.87	42.63	35.30	30.88	25.57	18.52
200	29.40	49.96	36.19	29.96	26.21	21.70	15.72
100	28.61	44.14	31.96	26.47	23.15	19.17	13.88

50	27.77	38.99	28.24	23.38	20.45	16.93	12.26
25	26.85	34.44	24.94	20.65	18.06	14.96	10.83
10	25.47	29.23	21.17	17.53	15.33	12.69	9.19
5	24.23	25.82	18.70	15.48	13.54	11.21	8.12
2	22.00	21.92	15.87	13.14	11.50	9.52	6.89



3.3.2.5. Tiempo de Concentración:

En el cuadro N° 18 se muestra las características principales de las cuencas de drenaje tales como su área en Km, la longitud de su cauce, su desnivel; con el fin de obtener el tiempo de concentración de cada una de ellas.

CUADRO N° 18: TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS DE DRENAJE								
Quebrada N°	Progresiva	Área (Km ²)	Longitud del cauce (m)	Cota (msnm)		Desnivel (m)	S(m/m)	Tc (minutos)
				Máxima	Mínima			California Culverts

A	0+260	0.25	1101.34	3080.43	3074.32	6.11	0.01	31.683
B	0+460	0.12	319.30	3169.15	3101.67	67.48	0.21	3.007
C	0+660	0.12	279.76	3170.31	3113.76	56.55	0.20	2.763
D	0+740	0.11	249.37	3171.00	3123.60	47.40	0.19	2.589
E	1+600	1.01	2358.69	3312.03	3168.32	143.71	0.06	22.638
F	2+000	0.88	2000.99	3545.16	3220.39	324.77	0.16	13.678
G	2+500	0.78	1799.67	3312.00	3244.00	68.00	0.04	22.094
H	3+900	0.12	202.84	3368.00	3316.00	52.00	0.26	1.968
I	4+100	0.34	611.00	3442.48	3356.05	86.43	0.14	5.785
J	5+350	1.26	2752.50	3470.00	3450.00	20.00	0.01	57.813
K	5+800	0.28	992.60	3630.34	3498.35	131.99	0.13	8.608
L	6+200	0.39	520.31	3601.03	3518.40	82.63	0.16	4.889
M	6+500	0.21	371.87	3599.21	3537.63	61.58	0.17	3.714

Fuente: Elaboración Propia – Estudio Hidrológico y Obras de Arte

3.3.2.6. Cálculo de Caudales:

En el cuadro N° 19 se refleja los caudales máximos de las 13 cuencas que intervienen en el trazo de la carretera, los cuales permitirán obtener las dimensiones apropiadas de diseño para las cunetas y alcantarillas que se requieren a lo largo del proyecto.

CUADRO N° 19: CAUDALES MÁXIMOS DE LAS CUENCAS

CAUDAL MAXIMO DE CUENCAS										
Quebrada	Progresivas	Coordenadas		Área (Km ²)	Obra de Drenaje	C	Tc (min)	T (años)	Intensidad (mm/hr)	Caudal Máximo (m ³ /s)
		Este	Norte							
A	0+260	810768.4000	9096314.3036	0.25	A.P.	0.55	31.683	40	15.86	0.61
B	0+460	810789.7549	9096121.7105	0.12	A.P.	0.55	3.007	40	47.46	0.88
C	0+660	810765.9481	9096084.1356	0.12	A.P.	0.55	2.763	40	49.37	0.90
D	0+740	810748.8508	9096057.2128	0.11	A.P.	0.55	2.589	40	50.89	0.89
E	1+600	810516.0616	9095464.8131	1.01	A.P.	0.55	22.638	40	18.55	2.86
F	2+000	810178.4438	9095463.6356	0.88	A.P.	0.55	13.678	40	23.45	3.17
G	2+500	810068.6489	9095531.1001	0.78	A.P.	0.55	22.094	40	18.76	2.24
H	3+900	809497.4507	9095326.4472	0.12	A.P.	0.55	1.968	40	57.81	1.03
I	4+100	809351.3166	9095226.6102	0.34	A.P.	0.55	5.785	40	35.00	1.79

J	5+350	808573.8155	9095110.8462	1.26	A.P.	0.55	57.813	40	11.99	2.31
K	5+800	808215.0313	9095082.2023	0.28	A.P.	0.55	8.608	40	29.09	1.24
L	6+200	808034.4398	9095285.6055	0.39	A.P.	0.55	4.889	40	37.85	2.23
M	6+500	807852.2731	9095298.1525	0.21	A.P.	0.55	3.714	40	43.02	1.41

Fuente: Elaboración Propia – Estudio Hidrológico y Obras de Arte

3.3.3. HIDRÁULICA Y DRENAJE:

3.3.3.1. Drenaje Superficial:

➤ Drenaje Longitudinal (CUNETAS):

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

CUADRO N° 20: VELOCIDAD MAXIMA DEL AGUA

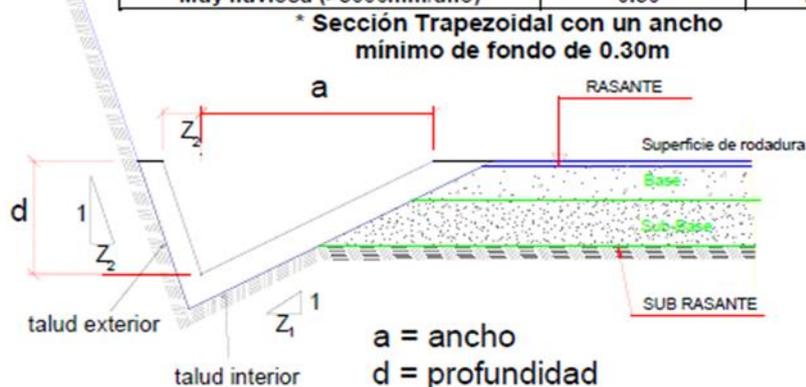
TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20 – 0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60 – 0.90
Terreno parcialmente cubierta de vegetación	0.60 – 1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20 – 1.50
Hierba	1.20 – 1.80
Conglomerado,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

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

CUADRO N° 21: DIMENSIONES MÍNIMAS

DIMENSIONES MINIMAS DE CUNETETA TRIANGULAR TIPICA

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



Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

Para el cálculo de diseño hidráulico de las cunetas se utilizará el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

$$Q = AxV = \frac{(AxR_h^{2/3} x S^{1/2})}{n}$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

V = Velocidad media (m/s)

A = Área de la sección (m²)

P = Perímetro mojado (m)

Rh = Radio Hidráulico A/P (m)

S = Pendiente del fondo (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

Según las características del área de proyecto se utilizó el coeficiente de Manning de 0.027 que se indica para un canal sin revestir en tierra o grava.

Para comenzar el cálculo se elige una altura (tirante) que sea menor a 0.60m. Se calcula el área de la sección mojada y el perímetro mojado, para poder obtener el valor del radio hidráulico.

Finalmente se calcula el caudal con la ecuación de Manning, y si $Q_{\text{Manning}} > Q_{\text{aporte}}$; entonces el diseño es correcto.

➤ **Drenaje Transversal (ALCANTARILLA):**

Se define como alcantarilla a la estructura cuya luz sea menor a 6.0 m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera. El tipo de alcantarilla deberá de ser elegido en cada caso teniendo en cuenta el caudal a eliminarse, la naturaleza y la pendiente del cauce; y el costo en relación con la disponibilidad de los materiales. La cantidad y la ubicación serán fijadas en forma de garantizar el drenaje, evitando la acumulación excesiva de aguas. Además, en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, salvo solución alternativa.

En el proyecto se utilizarán alcantarillas Tipo Marco 1 de sección circular por la eficiencia en el drenaje de las aguas pluviales, buen comportamiento estructural y facilidad constructiva que poseen.

Para el diseño hidráulico, el cálculo de caudales de aporte se utilizará el método racional al igual que las cunetas. Así mismo para el cálculo de sus dimensiones se utilizará la fórmula de Manning.

CUADRO N° 22: VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

		TIPO DE CANAL	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido	0.009	0.010	0.013
		b. Acero			
		soldado	0.010	0.012	0.014
		con remaches	0.013	0.016	0.017
		c. Metal corrugado			
	sub - dren	0.017	0.019	0.021	
	dren para aguas lluvias	0.021	0.024	0.030	
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto			
		tubo recto y libre de basuras	0.010	0.011	0.013
		tubo con curvas, conexiones	0.011	0.013	0.014
		afinado	0.011	0.012	0.014
		tubo de alcantarillado con	0.013	0.015	0.017
		cámaras, entradas.			
		Tubo con moldaje de acero.	0.012	0.013	0.014
		Tubo de moldaje madera cepillada	0.012	0.014	0.016
		Tubo con moldaje madera en bruto	0.015	0.017	0.020
		b. Madera			
duelas		0.010	0.012	0.014	
laminada y tratada		0.015	0.017	0.020	
c. Albañilería de piedra.	0.018	0.025	0.030		

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

Para el cálculo de caudales de aporte de las alcantarillas se utiliza la fórmula del método racional al igual que en las cunetas, luego se selecciona el caudal de aporte crítico para la comparación con el caudal que vamos a calcular con la fórmula de Manning, debiéndose cumplir $Q_{\text{Manning}} > Q_{\text{aporte}}$, para que el diseño sea correcto.

3.3.3.2. Diseño de Cunetas:

Para el cálculo de caudales de aporte de la cuneta se utiliza la fórmula del método racional antes mencionada, luego se selecciona el caudal de aporte crítico para la comparación con el caudal que vamos a calcular con la fórmula de Manning, debiéndose cumplir $Q_{\text{Manning}} > Q_{\text{aporte}}$, para que el diseño sea correcto.

Datos para el caudal de aporte:

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

C = 0.55 (Calculado según norma)

I = 9.42 mm/h (Para un período de retorno de 10 años)

A = Longitud de la cuneta x ancho tributario

CUADRO N° 23: CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS

CAUDALES DE DISEÑO DE CUNETAS

N°	TRAMO		LONGITUD (Km)	ANCHO TIBRUTARIO	AREA (Km²)	ESCORRENTIA (C)	PERIODO DE RETORNO	INTENSIDAD (mm/h)	CAUDAL (m³/s)
	P. INICIAL	P. FINAL							
1	Km 00+000	Km 00+260	0.260	0.10	0.026	0.55	10	9.19	0.037
2	Km 00+260	Km 00+460	0.200	0.10	0.020	0.55	10	9.19	0.028
3	Km 00+460	Km 00+660	0.200	0.10	0.020	0.55	10	9.19	0.028
4	Km 00+660	Km 00+740	0.080	0.10	0.008	0.55	10	9.19	0.011
5	Km 00+740	Km 01+200	0.460	0.10	0.046	0.55	10	9.19	0.065
6	Km 01+200	Km 01+600	0.400	0.10	0.040	0.55	10	9.19	0.056
7	Km 01+600	Km 02+000	0.400	0.10	0.040	0.55	10	9.19	0.056
8	Km 02+000	Km 02+500	0.500	0.10	0.050	0.55	10	9.19	0.070
9	Km 02+500	Km 03+000	0.500	0.10	0.050	0.55	10	9.19	0.070
10	Km 03+000	Km 03+500	0.500	0.10	0.050	0.55	10	9.19	0.070
11	Km 03+500	Km 03+900	0.400	0.10	0.040	0.55	10	9.19	0.056
12	Km 03+900	Km 04+000	0.100	0.10	0.010	0.55	10	9.19	0.014
13	Km 04+000	Km 04+100	0.100	0.10	0.010	0.55	10	9.19	0.014
14	Km 04+100	Km 04+500	0.400	0.10	0.040	0.55	10	9.19	0.056
15	Km 04+500	Km 04+900	0.400	0.10	0.040	0.55	10	9.19	0.056
16	Km 04+900	Km 05+350	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
17	Km 05+350	Km 05+800	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
18	Km 05+800	Km 06+200	0.400	0.10	0.040	0.55	10	9.19	0.056
19	Km 06+200	Km 06+500	0.300	0.10	0.030	0.55	10	9.19	0.042
20	Km 06+500	Km 06+950	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063

21	Km 06+950	Km 07+400	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
22	Km 07+400	Km 07+850	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
23	Km 07+850	Km 08+300	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
24	Km 08+300	Km 08+750	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
25	Km 08+750	Km 09+200	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
26	Km 09+200	Km 09+650	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
27	Km 09+650	Km 10+100	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
28	Km 10+100	Km 10+550	0.450	0.10	0.045	0.55	10	9.19	0.063
29	Km 10+550	Km 11+064	0.514	0.10	0.051	0.55	10	9.19	0.072
		Total	11.064					Q de aporte máximo =	0.072

Fuente: Elaboración Propia – Estudio Hidrológico y Obras de Arte

Datos para la capacidad de caudal de la cuneta por Manning:

$$Q = AxV = \frac{(AxR_h^{2/3} x S^{1/2})}{n}$$

			OK
Q max	=	0.072	m ³ /s
Q cal	=	0.240	m ³ /s
Velocidad	=	1.778	m/s

T. Exterior	=	0.5:1	H:V
T. Interior	=	2.5:1	H:V
Rugosid. (n)	=	0.027	Tabla
Pend. (S)	=	0.050	m/m
Z1 (a)	=	0.750	m
Y (d)	=	0.300	m
Z2	=	0.150	m
A. Interior	=	0.113	m ²
A. Exterior	=	0.023	m ²

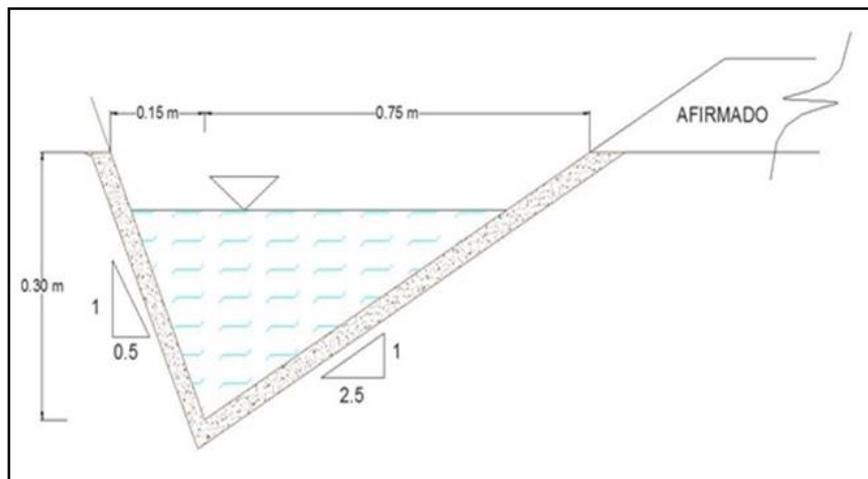
A. Total	=	0.135	m ²
P. Interior	=	0.750	m
P. Exterior	=	0.607	m
P. Total	=	1.357	m
R. Hidraulico	=	0.100	m
Esp. Agua	=	0.900	m
Borde Libre	=	0.05	m

De los cálculos realizados se obtiene:

$$Q_{\text{Manning}} = 0.240 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{aporte}} = 0.072 \text{ m}^3/\text{s}$$

El resultado indica que caudal calculado con la fórmula de Manning es mayor al caudal de aporte crítico, entonces el diseño de la cuneta es el correcto, y tiene una velocidad de 1.778 m/s el cual está dentro del rango de velocidades admisibles.

GRÁFICO N° 04: DIMENSIONES DE LA CUNETETA



Recomendación:

Se toma las medidas estándar (norma) de las cunetas debido a que la zona es lluviosa, aunque no se refleje en los datos de las precipitaciones máximas anuales, pero de todos modos se recomienda utilizar dichas medidas por motivo de prevención.

3.3.3.3. Diseño de Alcantarillas:

Datos para el caudal de aporte:

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

C = 0.55 (Calculado según norma)

I = 11.98 mm/h (Para un período de retorno de 20 años)

A = Longitud entre alcantarillas x ancho tributario

CUADRO N° 24: CAUDALES DE DISEÑO PARA ALCANTARILLAS

CAUDALES DE DISEÑO DE ALCANTARILLA DE ALIVIO										
N°	TRAMO		LONG. (Km)	ANCHO TIBRUTARIO	AREA (Km ²)	ESCORR ENTIA (C)	PERIODO DE RETORNO	INTENSIDAD (mm/h)	CAU DAL (m ³ /s)	
	P. INICIAL	P. FINAL								
1	Km 00+000	Km 00+260	0.260	0.10	0.026	0.55	40	11.69	0.046	ALC. PASO
2	Km 00+260	Km 00+460	0.200	0.10	0.020	0.55	40	11.69	0.036	ALC. PASO
3	Km 00+460	Km 00+660	0.200	0.10	0.020	0.55	40	11.69	0.036	ALC. PASO
4	Km 00+660	Km 00+740	0.080	0.10	0.008	0.55	40	11.69	0.014	ALC. PASO
5	Km 00+740	Km 01+200	0.460	0.10	0.046	0.55	40	11.69	0.082	ALC. ALIVIO
6	Km 01+200	Km 01+600	0.400	0.10	0.040	0.55	40	11.69	0.071	ALC. PASO
7	Km 01+600	Km 02+000	0.400	0.10	0.040	0.55	40	11.69	0.071	ALC. PASO
8	Km 02+000	Km 02+500	0.500	0.10	0.050	0.55	40	11.69	0.089	ALC. PASO
9	Km 02+500	Km 03+000	0.500	0.10	0.050	0.55	40	11.69	0.089	ALC. ALIVIO
10	Km 03+000	Km 03+500	0.500	0.10	0.050	0.55	40	11.69	0.089	ALC. ALIVIO
11	Km 03+500	Km 03+900	0.400	0.10	0.040	0.55	40	11.69	0.071	ALC. PASO
12	Km 03+900	Km 04+000	0.100	0.10	0.010	0.55	40	11.69	0.018	ALC. ALIVIO
13	Km 04+000	Km 04+100	0.100	0.10	0.010	0.55	40	11.69	0.018	ALC. ALIVIO
14	Km 04+100	Km 04+500	0.400	0.10	0.040	0.55	40	11.69	0.071	ALC. PASO
15	Km 04+500	Km 04+900	0.400	0.10	0.040	0.55	40	11.69	0.071	ALC. ALIVIO

16	Km 04+900	Km 05+350	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
17	Km 05+350	Km 05+800	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. PASO
18	Km 05+800	Km 06+200	0.400	0.10	0.040	0.55	40	11.69	0.071	ALC. PASO
19	Km 06+200	Km 06+500	0.300	0.10	0.030	0.55	40	11.69	0.054	ALC. PASO
20	Km 06+500	Km 06+950	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. PASO
21	Km 06+950	Km 07+400	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
22	Km 07+400	Km 07+850	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
23	Km 07+850	Km 08+300	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
24	Km 08+300	Km 08+750	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
25	Km 08+750	Km 09+200	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
26	Km 09+200	Km 09+650	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
27	Km 09+650	Km 10+100	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
28	Km 10+100	Km 10+550	0.450	0.10	0.045	0.55	40	11.69	0.080	ALC. ALIVIO
29	Km 10+550	Km 11+064	0.514	0.10	0.051	0.55	40	11.69	0.092	ALC. ALIVIO
Total			11.064					Q de aporte maximo =	0.089	

Fuente: Elaboración Propia – Estudio Hidrológico y Obras de Arte

El caudal de aporte crítico para alcantarilla es $0.089 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para el cálculo del diámetro se utilizará la fórmula de Bresse, que trata de un criterio muy elemental y conservador, ya que corresponde a una velocidad constante de 0.57 m/s, velocidad ampliamente superada hoy en día. Este diámetro comercial.

Formula de Bresse $D = 1.5 \times \sqrt{Q}$

$$D = 1.5 \times \sqrt{0.086}$$

$$D = 0.440 \text{ M} \cong 17.32''$$

$$D = 24'' \text{ (Diámetro Comercial)}$$

Datos para la capacidad de caudal de la alcantarilla por Manning:

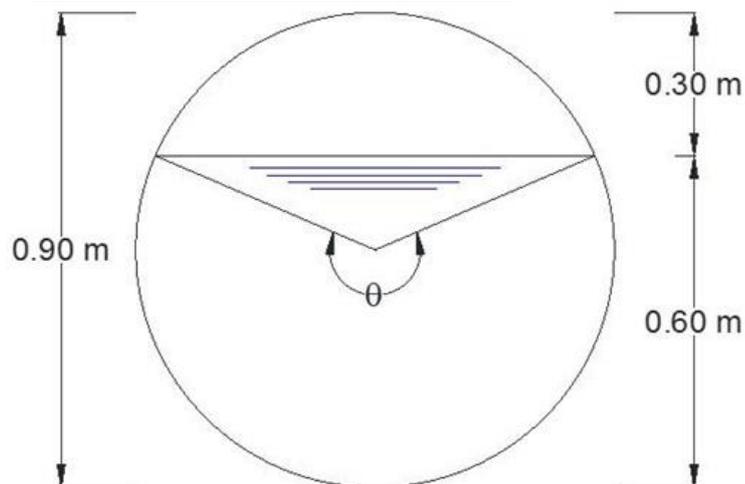
$$Q = A \times V = \frac{(A \times R_h^{2/3} \times S^{1/2})}{n}$$

		OK	
Q max	=	0.089	m ³ /s
Q cal	=	0.126	m ³ /s
Velocidad	=	1.528	m/s

Diametro	=	0.448	m
φ Comerc.	=	0.600	m
Rugosid. (n)	=	0.024	
Pend. (S)	=	0.025	m/m
Angulo (θ)	=	2.462	Rad
Tirante (Y)	=	0.400	m
Area	=	0.083	m ²
Perimetro	=	0.739	m
Radio H.	=	0.112	m
Esp. Agua	=	0.566	m

GRÁFICO
LA

N° 05:
DIMENSIONES DE
ALCANTARILLA



De los cálculos realizados se obtiene:

$$Q_{\text{Manning}} = 0.126 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{aporte}} = 0.089 \text{ m}^3/\text{s}$$

El resultado indica que el caudal calculado con la fórmula de Manning es mayor al caudal de aporte crítico, entonces el

diseño de la cuneta es el correcto, y tiene una velocidad de 1.528 m/s el cual está dentro del rango de velocidades admisibles para alcantarillas.

3.3.4. RESUMEN DE OBRAS DE ARTE:

Una vía tiene que ir obligatoriamente acompañada de un buen control de drenaje, de éste dependerá el cumplimiento del periodo de diseño; debido a que si existiera un mal manejo de las aguas drenadas perjudicaría la conservación del estado de la superficie y de los componentes de la plataforma de la carretera, por otro lado también repercutirá en el medio ambiente causando algún daño leve o quizás en algunas ocasiones un evento de gran magnitud.

El drenaje cumple con la función de reducir y conducir la cantidad apropiada de agua que transcurrirá por los diferentes puntos de la vía. Para lograr esto se diseñara obras de arte, las cuales cumplirán con diferentes estándares de diseño logrando un apropiado manejo.

En el proyecto, el eje de la carretera atraviesa en ciertos puntos algunos terrenos de cultivo, los cuales no requieren de abundante agua para su cosecha es por ello; que no se ha considerado como un agente negativo, el cual pueda aumentar la humedad y por ende perjudicar las capas del pavimento.

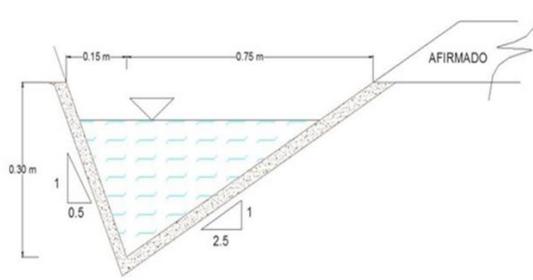
Con el análisis de las precipitaciones máximas de la zona se procederá a realizar una serie de cálculos para obtener las dimensiones de las cunetas y las alcantarillas y el número exacto de obras de arte que requerirá el proyecto. En este caso la precipitación máxima anual es de 26.80 mm.

- **Cunetas:**

El manual establece para una zona lluviosa una profundidad de 30cm y un ancho de 75cm.

La cual se tomó debido a que cumple con cubrir el caudal de aporte.

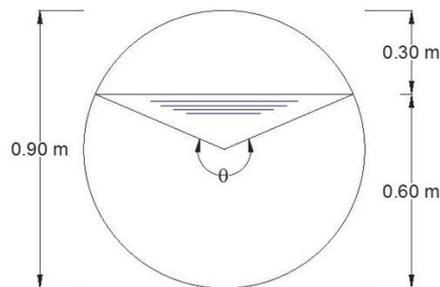
$$Q_{\text{manning}}=0.240\text{m}^3/\text{s} > Q_{\text{aporte}}=0.072 \text{ m}^3/\text{s}$$



- **Alcantarillas:**

El diámetro de las alcantarillas será de 24''.

$$Q_{\text{Manning}} = 0.126 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{apmáx}} = 0.089 \text{ m}^3/\text{s}$$



Se adoptó las medidas de 30cm de profundidad y 75cm de ancho para las cunetas establecidas por el Manual de Carreteras DG-14 para una zona lluviosa, aunque eso no se refleje en las precipitaciones máximas anuales de la zona. De todos modos se optó por dichas medidas por motivo de prevención.

El proyecto contará con 29 alcantarillas (13 de paso y 16 de alivio) además de las cuentas que acompañarán a la vía a lo largo del trayecto.

3.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA:

3.4.1. GENERALIDADES:

La elaboración del diseño geométrico de una carretera es justificada por el desarrollo social y económico que este genera. Para cumplir con los objetivos proyectados se debe iniciar con un buen diseño, el cual cumpla con las características técnicas correspondientes logrando así como un óptimo servicio para los pobladores de la zona de influencia. En este capítulo se mencionan todos los criterios y elementos que se adoptaran para la elaboración del diseño geométrico de la carretera respetando la norma vigente DG-2014.

Al elegir la forma geométrica de la vía y las condiciones apropiadas para ella, se debe mantener el propósito planteado en un inicio, que es, crear una carretera que cumpla con las condiciones apropiadas para así brindar comodidad y satisfacción a los usuarios, manteniendo la viabilidad económica y cubriendo la necesidad de la población con eficiencia y eficacia.

3.4.2. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA:

3.4.2.1. Clasificación por Demanda:

Según el Manual de Carreteras DG-2014, la carretera en proyecto se clasifica por demanda en una CARRETERA DE TERCERA CLASE, es decir, es una vía con un Índice Medio Diario Anual menor a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta 2,50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

3.4.2.2. Clasificación por su Orografía:

Por otro lado; también se puede clasificar en función a la orografía que presenta el terreno, en este caso la carretera proyectada será con TERRENO ESCARPADO (TIPO 4), es decir, tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado.

3.4.3. SECCIÓN TRANSVERSAL DE DISEÑO:

Para dimensionar la sección transversal, se tendrá en cuenta que las carreteras de bajo volumen de tránsito, solo requieren:

a) Una calzada de circulación vehicular con dos carriles, una para cada sentido; y

b) Para las carreteras de menor volumen, un solo carril de circulación, con plazoletas de cruce y/o de volteo cada cierta distancia, según se estipula más adelante.

En el proyecto se ha optado por una calzada con dos carriles, uno para cada sentido.

3.4.4. TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA:

Se ha considerado básicamente que se utilizara los siguientes materiales y tipos de pavimentos:

- Carreteras de tierra y caminos de grava
- Carreteras afirmadas con material granular y/o estabilizados.

Es importante indicar, que los criterios más importantes para seleccionar la superficie de rodadura para una carretera afirmada, establecen que, a mayor tránsito pesado, medido en ejes equivalentes destructivos, se justificará utilizar afirmados de mayor rendimiento; y que el alto costo de la construcción, debe impulsar el uso de materiales locales para abaratar la obra, lo que en muchos casos podrá justificar el uso de afirmados estabilizados. También es importante establecer que la presión de las llantas de los vehículos, deben mantenerse bajo las 80 (psi) de presión para evitar daños graves a la estructura de los afirmados.

3.4.5. PARÁMETROS BÁSICOS DE DISEÑO:

3.4.5.1. Índice Medio Diario Anual (IMDA):

Por ser una carretera que recién se va a diseñar, no se cuenta con IMDA; por lo tanto se asume el valor mínimo de vehículos por día que establece la DG-2014.

3.4.5.2. Velocidad de Diseño:

La velocidad de diseño es muy importante para establecer las características del trazo en planta, elevación y secciones transversales del camino.

En la investigación determinamos una velocidad de diseño de 20 Km/h dada las condiciones orográficas de la zona.

La velocidad de diseño está igualmente relacionada con el ancho de los carriles de circulación y por ende, con la sección transversal por adoptarse.

3.4.5.3. Derecho de Vía:

El derecho de vía es la faja de terreno de dominio público, definida a lo largo y a ambos lados del eje de la vía, por la autoridad competente.

➤ **Dimensionamiento del Ancho Mínimo del Derecho de Vía para Caminos de Bajo Volumen de Transito:**

El ancho mínimo debe considerar la clasificación funcional de la carretera, en concordancia con las especificaciones establecidas por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014 del MTC del Perú, que fijan las siguientes dimensiones:

CUADRO N°25: ANCHOS MINIMOS DE DERECHO DE VIA

Descripción	Ancho mínimo absoluto
Autopista Primera Clase	40 m.
Autopista Segunda Clase	30 m.
Carretera Primera Clase	25 m.
Carretera Segunda Clase	20m
Carretera Tercera Clase	16m

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

El ancho mínimo de derecho de vía para una carretera de Tercera Clase es 16m lo que significa 8m a cada lado del eje.

➤ **Faja de Propiedad Restringida:**

A cada lado del derecho de vía habrá una faja de propiedad restringida. La restricción se refiere a la prohibición de ejecutar construcciones permanentes que afecten la seguridad o la visibilidad y que dificulten ensanches futuros del camino.

La Norma DG – 2014, fija esta zona restringida para Carreteras de 3ra. Clase en diez (10) metros a cada lado del derecho de vía. De modo similar para los caminos de bajo volumen de tránsito el ancho de la zona restringida será de 10 m.

3.4.5.4. Distancia de Visibilidad:

Es la longitud continua hacia delante del camino, que es visible al conductor del vehículo. En diseño se considerarán 3 distancias:

La de visibilidad suficiente para detener el vehículo; la necesaria para que un vehículo adelante a otro que viaja a velocidad inferior, en el mismo sentido; y a la distancia requerida para cruzar o ingresar a un camino de mayor importancia.

➤ Visibilidad de Parada:

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

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

CUADRO N° 26: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)

Velocidad Directriz (Km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	6%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	46
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

En todos los puntos de una carretera la distancia de visibilidad será igual o superior a la distancia de visibilidad de parada.

Según el Cuadro N° 26, y teniendo en cuenta los datos de velocidad directriz: 30km/h, pendiente en bajada se adoptó como distancia de visibilidad de parada 35m.

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

➤ **Visibilidad de Adelantamiento:**

Distancia de visibilidad de adelantamiento o paso, es la mínima distancia que debe ser visible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar otro vehículo que viajara a velocidad 15km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Se considera que la altura del vehículo que viaja en sentido contrario se de 1.10m. y que la del ojo del conductor del vehículo que realiza la maniobra de adelantamiento es de 1.10 m.

La distancia de visibilidad de adelantamiento a adoptarse varía con la velocidad directriz tal como se muestra en el cuadro N° 27.

CUADRO N° 27: DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Velocidad directriz Km/h	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)
30	200
40	270
50	345
60	410

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

Para el presente diseño adoptaremos la distancia visibilidad de adelantamiento de 200m.

3.4.6. ALINEAMIENTO HORIZONTAL:

3.4.6.1. Generalidades:

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

El trazado en planta de un tramo de la carretera será compuesto de la adecuada sucesión de rectas (tangentes.), curvas circulares y curvas de transición.

En general e deberá tratar de usar curvas de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

Deberá buscarse un alineamiento horizontal homogéneo, en lo cual tang. y curvas se suceden.

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

No se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión. En el cuadro N° 28 Se muestran los ángulos de inflexión máximos para los cuales no es requerida la curva horizontal.

CUADRO N° 28: ÁNGULOS DE FLEXIÓN MÁXIMOS PARA LOS QUE NO SE REQUIERE CURVA HORIZONTAL

Velocidad directriz Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2°30´
40	2°15´
50	1°50´
60	1°30´

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

Según se muestra en el cuadro anterior para una velocidad directriz de 30 km/h el Angulo de deflexión máximo que no necesita curva

circular horizontal será de $2^{\circ}30'$ para evitar la apariencia de alineamiento quebrado o irregular, es deseable que, para ángulos de deflexión mayores en los indicados en el cuadro N° 28 la longitud de la curva sea por lo menos de 150m. Si la velocidad directriz es menor a 50 km/h. y el ángulo de deflexión es mayor que 5° se considera como longitud de curva mínima deseada la longitud obtenida con la siguiente expresión $L = 3v$ (L= longitud de curva en metros y V = velocidad en km/h).

3.4.6.2. Curvas Horizontales:

El mínimo radio de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte y del factor máximo de fricción, para una velocidad directriz determinada. En el cuadro N° 29, se muestran los radios mínimos y los peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En general deberá tratarse de usar curvas de radio amplio, reservando el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas.

3.4.6.3. Peralte de la Carretera:

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

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y para velocidades directrices iguales o mayores a 30km/h con valor excepcional del 10%. En casos extremos podría justificarse en peralte máximo alrededor de 12% en cuyo caso deberá considerarse un incremento en el ancho de cada carril para evitar que los camiones que circulan en un sentido invadan el carril del sentido contrario.

El mínimo radio (R min) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad

directriz (V). el valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

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

En el cuadro N° 29 se muestran los valores de radios mínimos y peraltes máximos elegibles para cada velocidad directriz. En este mismo cuadro se muestran los valores de la fricción transversal máxima.

CUADRO N° 29: RADIOS MÍNIMOS Y PERALTES MÁXIMOS

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

	Velocidad directriz (Km/h)	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f Max	Calculo radio mínimo (m)	Redondeo radio máximo (m)
Área Rural Plana u Ondulada	30	8.00	0.17	28.30	30
	40	8.00	0.17	50.40	55
	50	8.00	0.16	82.00	90
	60	8.00	0.15	123.20	135
	70	8.00	0.14	175.40	195
	80	8.00	0.14	229.10	255
	90	8.00	0.13	303.70	335
	100	8.00	0.12	393.70	440
	110	8.00	0.11	501.50	560
	120	8.00	0.09	667.00	755
	130	8.00	0.08	831.70	950

La variación de la inclinación de la sección transversa desde la sección con bombeo normal es el tramo recto hasta la sección con el peralte pleno, se desarrolla en una longitud de vías denominadas transición. La longitud de transición del bombeo es aquella en la que gradualmente se desvanece el bombeo adverso. Se denominada longitud de transición del peralte aquella longitud en la que la inclinación de la sección gradualmente varía desde el punto en que se ha desvanecido totalmente el bombeo adverso hasta que la inclinación corresponde a la del peralte.

Según el cuadro N° 30, se muestran las longitudes mínimas de transición de bombeo y transición del peralte en función de velocidad directriz y valor de peralte:

CUADRO N° 30: LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIÓN DE BOMBEO Y TRANSICIÓN DE PERALTE (M)

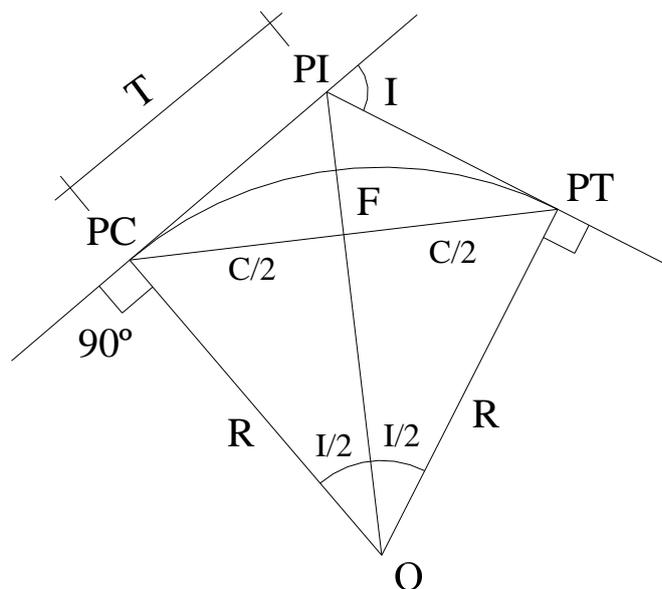
Velocidad directriz (Km/h)	Valor de peralte						Transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud de transición de Peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	32	43	55	65	11
60	12	24	36	48	60	72	12

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

*Longitud de tracción basada en la rotación de un carril.

**Longitud basada en 2% de bombeo.

El giro del peralte se hará, en general, alrededor del eje de la calzada. En los casos especiales, como, por ejemplo, en terreno muy llano pueden realizarse en giro alrededor del borde interior cuando se desea realizar la curva.



Donde:

PI : Punto de intersección de dos alineamientos

- PC : Punto en que comienza una curva horizontal
- PT : Punto en que termina una curva horizontal
- R : Radio de la curva.
- T : Tangente de la curva horizontal
- I : Angulo de deflexión
- Lc : Longitud de la curva horizontal
- E : Externa de la curva horizontal
- C : Cuerda mayor de la curva horizontal.

Conocido el Angulo de deflexión y teniendo el radio a emplear, se procedió a calcular los valores de los diferentes elementos para las curvas horizontales.

Las fórmulas para calcular los elementos básicos son:

- **Radio de la curva (R):**

Es el segmento OPC o OPT. Y se escoge por tanteos

$$R = 180 * Lc / \pi * I$$

- **Tangente de la curva (Tg) :**

Es el segmento comprendido entre el PC y el PI o el PI y el PT. Se mide el valor calculado de Tg a partir del PI localizándose así el PI y el PT.

$$T = R \tan\left(\frac{I}{2}\right)$$

- **Longitud de la curva (Lc):**

Es el valor del arco de circunferencia comprendida entre el PC y el PT.

$$Lc = \frac{\pi R I}{180}$$

- **Externa (E) :**

Es el segmento comprendido entre los puntos A y el PI de la curva.

$$E = R \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right)$$

- **Flecha (F):**

Es el segmento comprendido entre los puntos A y B.

$$F = R \left(1 - \cos \left(\frac{I}{2} \right) \right)$$

- **Cuerda de la curva (Lc):**

Es el segmento comprendido entre el PC y el PT de la curva.

$$C = 2R \operatorname{sen} \left(\frac{I}{2} \right)$$

- **Angulo de deflexión (a):**

Es el que forma una cuerda de 20m. con tangente trazadas en la curva.

$$\bar{O} = \frac{180 \times \text{Distancia}}{\pi * R}$$

$$a = \frac{\bar{O}}{2}$$

3.4.6.4. Sobre Ancho de la Calzada en Curvas Circulares:

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

**CUADRO N°31: SOBRE ANCHO DE CALZADA EN CURVAS CIRCULARES
(m) CALZADA DE 2 CARRILES DE CIRCULACION**

Velocidad Directriz Km/h	Radios de Curvas (m)																	
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000	

20		6.52	4.73	3.13	2.37	1.92	1.62	1.24	1.01	0.83	0.7	0.55	0.39	0.3	0.25	0.18	0.14
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.3	0.22	0.18
40					2.68	2.22	1.87	1.46	1.21	1.01	0.87	0.69	0.5	0.4	0.34	0.25	0.21
50								1.57	1.31	1.1	0.95	0.76	0.56	0.45	0.39	0.29	0.24
60									1.41	1.19	1.03	0.83	0.62	0.5	0.43	0.33	0.27

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

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

3.4.7. ALINEAMIENTO VERTICAL:

3.4.7.1. Generalidades:

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

Efectos de definir el perfil longitudinal se consideran como muy importantes las características funcionales de seguridad y comodidad.

Para la definición de perfil longitudinal se adoptarán, salvo caso suficientemente justificados, los siguientes criterios:

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

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

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

3.4.7.2. Curvas verticales:

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 2% para el caso de la carretera afirmada.

Las curvas verticales serán proyectadas de modo que permita la visibilidad en una distancia igual a visibilidad mínima de parada, cuando sea razonable una visibilidad mayor a la distancia de visibilidad de paso.

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

$$L = K A$$

Los valores de los índices K se muestran en el cuadro N° 32 para curvas convexas y en el cuadro N° 33 para curvas cóncavas.

CUADRO N°32: ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA

Velocidad Directriz Km/h	Longitud controlada por visibilidad de frenado		Longitud controlada por visibilidad de adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado m.	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento	Índice de curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	45
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

El índice de la curvatura es la longitud (L) de las curvas de las pendientes (A)

$K = L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Según el cuadro N° 32, en el caso de visibilidad de frenado; velocidad directriz de 30 km/h. la distancia de visibilidad de frenado es de 35 m y el índice de curvatura K es 1.9 para el caso de visibilidad de adelantamiento; velocidad directriz 30km/h, el manual especifica una longitud controlada por visibilidad de adelantamiento.

CUADRO N° 33: ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA

Velocidad directriz Km/h	Distancia de visibilidad de Frenado m.	Índice de curvatura K
20	20	2.1
30	35	5.1
40	50	8.5
50	65	12.2
60	85	17.3

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) $K=L/A$ por el porcentaje de la diferencia algebraica.

Según el cuadro N° 33, para el cálculo de las curvas verticales cóncavas se tendrá como velocidad directriz 40 km/h la distancia de visibilidad de frenado de 35 m, y el índice de curvatura K de 5.1.

3.4.7.3. Pendiente:

En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente.

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

CUADRO N° 34: ÍNDICE K PARA EL CÁLCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONVEXA

Velocidad de diseño \ Tipo Orografía	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	10
40	8	8	8	8
50	8	8	8	8

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

Cuando la pendiente sea mayor del 5% se proyectará, más o menos cada 3km, un tramo de descanso y la longitud no menor 500m, con pendiente no mayor de 2%.

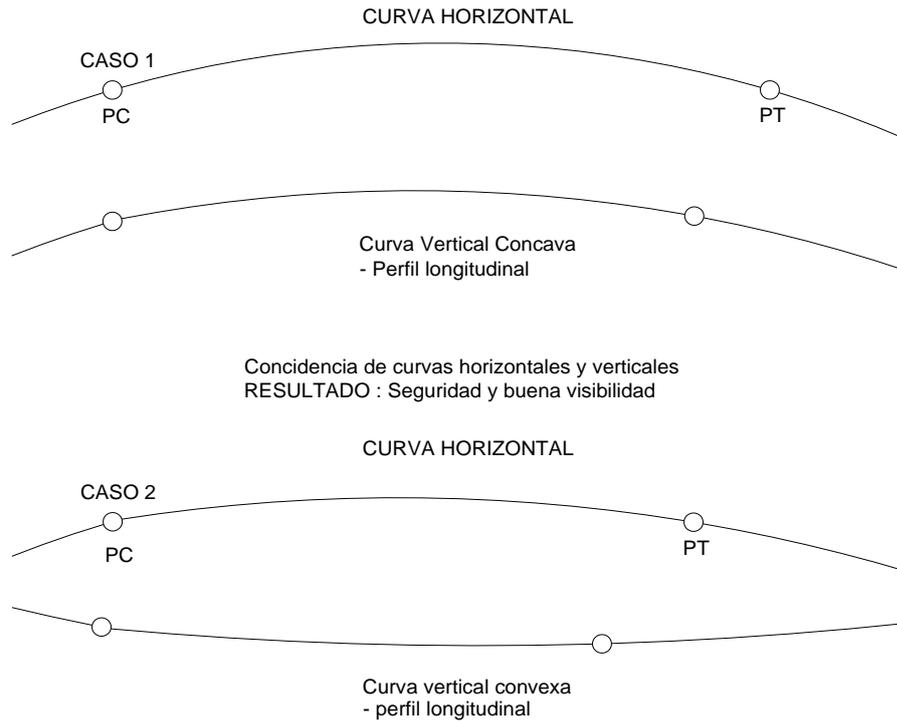
En general en la construcción de la carretera si se emplea pendientes superiores al 10% no excederá 180 m de longitud.

3.4.8. COORDINACIÓN ENTRE EL DISEÑO HORIZONTAL Y VERTICAL:

El diseño de los alineamientos horizontales y verticales no debe realizarse independientemente. Para obtener seguridad, velocidad uniforme, apariencia agradable y suficiente servicio el tráfico, es necesario coordinar estos alineamientos. (Gráfico N° 06).

La curva horizontal será más larga que la curva vertical en ambas direcciones.

GRÁFICO N° 06: COORDINACIÓN DE LOS ALINEAMIENTOS HORIZONTAL Y VERTICAL



3.4.9. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL:

3.4.9.1. Calzada:

El diseño de la carretera de bajo volumen de tráfico $IMDA < 400$ la calzada estará dimensionada para 2 carriles.

En el cuadro N° 35 se indican los valores apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz en relación al tráfico previsto y a la importancia de la carretera. Según muestra en mi cuadro en mi caso para la velocidad de diseño de 40 km/h, se tomará un ancho de calzada de 6.60m. Debido a que es un camino del sistema vecinal, de un solo carril y con plazoleta cada 500m.

CUADRO N° 35: ANCHO MINIMO DE CALZADA EN TANGENTE

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

NOTAS:

- a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentada (3) y Escarpada (4)
- b) En las carreteras de tercera clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5.00, con el correspondiente sustento técnico y económico.

La carretera estará provista de bombeo con valores entre 2.00% y 2.50%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte.

CUADRO N° 36: 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-2014

3.4.9.2. Bermas:

A cada lado de la calzada se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m, este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guarda vías.

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

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

3.4.9.3. Ancho de la Plataforma:

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

En mi caso se tendrá un ancho de plataforma de 7.00 m, incluyendo bermas laterales.

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

3.4.9.4. Plazoletas:

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

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

3.4.9.5. Taludes:

La carretera no presenta situaciones que ameriten un trabajo importante con taludes como derrumbes, deslizamientos, huaycos, etc. Debido a la orografía plana en casi todo el trayecto de la carretera.

Por lo que se ha creído conveniente diseñar la vía con taludes 1:2 para el caso de talud de corte y 1:1.5 para el caso de talud de relleno.

3.4.9.6. Sección transversal típica

En este caso se trabajará con una sección transversal típica de 6.00 m de calzada, a la cual le asignamos bermas de 0.50m a ambos lados, con bombeo de 2.50%.

A ambos lados se utilizarán cunetas de sección triangular 0.30 de profundidad, 0.75 de ancho donde sea necesario.

3.4.10. CUNETAS:

3.4.10.1. Generalidades:

Las cunetas son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objeto de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial.

Se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte, longitudinalmente paralela y adyacente a la calzada del camino y serán de concreto vaciadas en el sitio, prefabricados o de otro material resistente a la erosión.

Serán del tipo triangular, trapezoidal o rectangular, siendo preferentemente de sección triangular, donde el ancho es medido desde el borde de la rasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde de la rasante al fondo o vértice de la cuneta.

CUADRO N° 37: INCLINACIONES MÁXIMAS DEL TALUD (V:H) INTERIOR DE LA CUNETETA

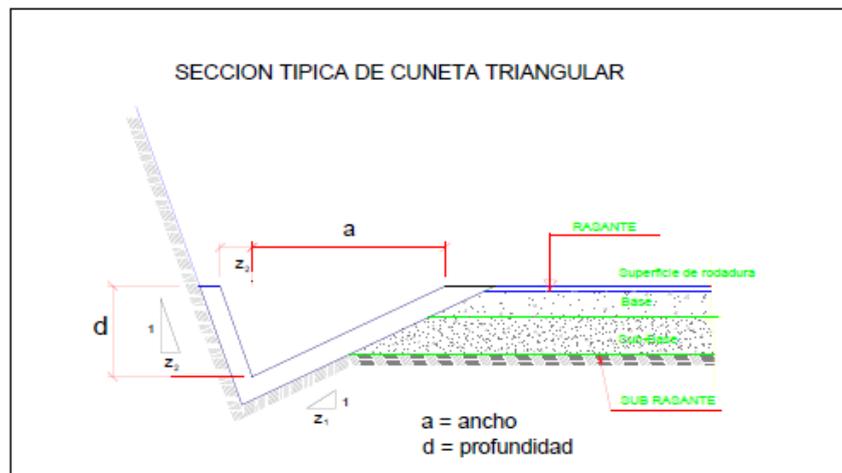
V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)		
<70	01:02	(*)	01:03
	01:03		
> 70	01:03		01:04

Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

(*) Sólo en casos muy especiales.

La inclinación del talud exterior de la cuneta (V/H) (1:Z2) será de acuerdo al tipo de inclinación considerada en el talud de corte. La cual para este caso será de 1:2.

GRÁFICO N° 07: SECCIÓN TÍPICA DE CUNETETA TRIANGULAR



Fuente: MTC. Hidrología, hidráulica y drenaje 2014

3.4.10.2. Dimensiones mínimas:

Las dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviales.

De elegir la sección triangular, las dimensiones mínimas serán las indicadas en el cuadro N° 21 (Estudio Hidrológico).

3.4.11. RESUMEN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO:

- Clasificación por función: Red Vial Rural o Vecinal
- Dimensionamiento del ancho mínimo del derecho de vía caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito:

Descripción	Ancho mínimo
Carretera de Tercera Clase	16.00m

8.00m. a cada lado del eje

- Faja de propiedad restringida: la propiedad restringida para los caminos pavimentos de bajo volumen de tránsito será de diez (10) metros de ancho a cada lado del derecho de vía.
- Velocidad de diseño para la carretera: 30 km/h
- Visibilidad de parada: 35 m.
- Visibilidad de adelantamiento:

Velocidad directriz Km/h	Distancia de visibilidad
30	200

- Angulo de flexión máxima para los que no se requiere la curva horizontal:

Velocidad directriz Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30'

- Fricción transversal máximas de curvas:

$$F = 0.17 \text{ m.}$$

- Radios mínimos y peraltes máximos:

$$R_{\min} = 30 \text{ m.}$$

$$P_{\max} e \% = 8\%$$

- Longitudes mínimas de transición de bombeo y transición de peralte

(m):

$$V_{pe} = 4\% \quad - \quad l_{tp} = m.$$

$$T_b = 10$$

- Sobre ancho de la calzada:

Velocidad Directriz Km/h	Radios de Curvas (m)																
	10	15	20	30	40	50	60	80	100	125	150	200	300	400	500	750	1000
30			4.95	3.31	2.53	2.06	1.74	1.35	1.11	0.92	0.79	0.62	0.44	0.35	0.3	0.22	0.18

- Pendiente:

Pendientes máximas

Orografía tipo	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
Velocidad de diseño				
30	8	9	10	10

- Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente:

Ancho Mínimo de Calzada en Tangente

Clasificación	Carretera			
Tráfico	< 400			
Tipo	Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h			6,00	6,00

- Bermas:

$$\text{Ancho de berma} = 0.50$$

- . Plazoletas:

$$\text{Distancia} = 500\text{m como mínimo}$$

- Taludes:

$$\text{Talud de corte} = 1/2$$

$$\text{talud de relleno} = 1/1.5$$

- Cuneta:

$$D = 0.30$$

$$A = 0.75$$

Talud Exterior de la Cuneta = 1:2

3.4.12. DISEÑO DEL PAVIMENTO:

3.4.12.1. Generalidades:

En este capítulo se detallará el diseño del afirmado; el cual es una capa que reviste a la calzada, con un determinado espesor y una dosificación precisa de materiales apropiados para lograr la resistencia requerida de la carretera tanto para el tránsito como la erosión. El espesor del afirmado estará en función del tráfico, la resistencia requerida y las características de los materiales disponibles o elegidos para la capa de la estructura, además de las condiciones climáticas y ambientales.

El afirmado está constituido por una mezcla de materiales, tales como:

- Grava o piedra chancada: Cuyo propósito es soportar el peso o carga.
- Arena: La cual tiene que ser clasificada, y su finalidad es cubrir los vacíos que quedan entre las gravas, generando estabilidad y uniformidad en la capa.
- Finos: Brindar plasticidad, en especial la arcilla, generando la arcilla, generando cohesión entre la grava y la arena

Por lo tanto, podemos concluir que, la capa de afirmado cumple la función de soportar las cargas vehiculares además de brindar uniformidad por lo tanto será uno de los puntos más importantes en la construcción de la vía. Cabe mencionar que es importante seguir adecuadas especificaciones normadas para evitar cualquier tipo de inconveniente a futuro. Las especificaciones técnicas deberán ser controladas y supervisadas por un profesional competente.

3.4.12.2. Elección del Tipo de Capa:

Para la carretera proyectada se ha determinada que la capa de revestimiento será hasta un nivel de AFIRMADO debido al estudio del tráfico y a las condiciones técnico – económicas.

3.4.12.3. Suelo de Fundación:

El terreno de fundación viene a ser la capa de suelo que se encuentra bajo la estructura de revestimiento, preparada y compactada como fundación para la capa de pavimento o afirmado. Se puede tratar del terreno natural o de la última capa de relleno para la plataforma.

Una vez realizados los respectivos ensayos en laboratorio y haber clasificado el tipo de suelo, se determinó que las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07 presentan el mismo tipo de suelo que viene a ser un ML mientras que las calicatas C-08, C-09, C-10, C-11, C-12 tienen un suelo de tipo CL.

El ensayo de CBR se realizó a las calicatas C-03, C-06, C-08 y C-12 obteniendo al 95% como resultados 10.15%, 9.88%, 7.75% y 7.45% respectivamente. Por norma se da la posibilidad de sacar un promedio, el cual es 8.81% redondeado a 9%.

Los resultados obtenidos reflejan que las características del terreno no cumplen las condiciones mínimas establecidas para ser utilizado en el diseño de la vía.

Debido a que el material propio no presenta características apropiadas para ser utilizado, se tendrá que eliminar dicho material y reemplazarlo con material de préstamo

Analizando el cuadro N° 07: CATEGORÍAS DE LA SUBRASANTE (Estudio de Mecánica de Suelos y Cantera), la subrasante es clasificada como S2 que simboliza una subrasante regular (CBR entre 6% – 10%). No es necesario realizar un mejoramiento de suelo ya que supera el 6% que establece como limite la norma.

3.4.12.4. Cálculo de Tránsito:

La demanda o volumen de tráfico (IMDA), requiere ser expresado en términos de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño. Un eje equivalente (EE) se denomina al efecto de deterioro causado sobre el pavimento o afirmado, por un eje simple de dos ruedas cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos con presión de 80lb/pulg². El procedimiento de cálculo se describirá el ítem siguiente.

3.4.12.5. Ejes Equivalentes:

Un “EE” es una unidad basada en la normatividad AASHTO que significa el desgaste causado en la capa de rodadura de un eje simple cargado con 8.16 tn.

Para el cálculo de los factores destructivos por Eje Equivalente se tendrá en cuenta el método simplificado de la metodología AASHTO.

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

$$N_{rep} \text{ de EE}_{8.2tn} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]$$

CUADRO N° 38: PARAMETROS PARA N_{rep} DE EE 8.2T

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
N_{rep} de EE 8.2T	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn.

EE_{día-carril}	<p>EE_{día-carril} = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p>EE_{día-carril} = IMD_{p_i} x Fd x Fc x Fvp_i x Fp_i</p> <p>Donde:</p> <p>IMD_{p_i} : Corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N°6.1.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N°6.1</p> <p>Fvp_i: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalente (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos, según cuadro N° 6.13.</p>
Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2).
365	Número de días del año.
Σ	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículos pesados, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

Cada uno de los valores que se requieren en el cuadro N° 38 PARÁMETROS PARA Nrep DE EE 8.2T, se determinarán según tablas, las cuales se presentan a continuación:

**CUADRO N° 39: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL
PARA DETERMINAR EL TRÁNSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO**

Número de Calzadas	Número de Sentidos	Número de Carriles por Sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para Carril de Diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

Por motivos técnicos – económicos se eligió que la carretera proyectada será con las siguientes características: 1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido. Por el cuadro N° 39: FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL PARA DETERMINAR EL TRÁNSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO obtenemos estos valores: Factor direccional (Fd) = 0.50 y el Factor carril (Fc) = 1.00.

CUADRO N° 40: FACTORES DE CRECIMIENTO ACUMULADO (Fca) PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EE

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa Anual de Crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

Según el cuadro N° 40: FACTORES DE CRECIMIENTO ACUMULADO (Fca) PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EE se determinará el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para lo cual se tendrá en cuenta: el período de análisis en años, en este caso por tratarse de una carretera a nivel de afirmado se considera 10 años; por otro lado, también se debe tener en cuenta el factor o tasa de crecimiento anual (r) de la zona, la carretera en estudio está ubicada en el departamento de La

Libertad cuya tasa de crecimiento no supera el 1.5% pero consideraremos el mínimo que es un 2%. Obteniendo por lo tanto un valor de 10.95 para el Fca.

**CUADRO N° 41: FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp)
PARA EJES EQUIVALENTES (EE)**

Espeso de capa de rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi						
	PCN = 0.90 x (Presión de inflado del neumático) (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota:

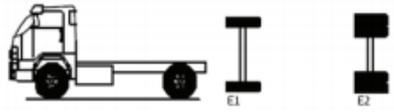
- EE – Ejes Equivalentes
- Presión de inflado del neumático (Pin): está referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado
- Presión de contacto del neumático (PCN) igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica se aplicará el factor de ajuste igual al espesor de 50 mm.

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

Según el Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos para el cálculo de EE, se tomará en cuenta un factor de ajuste por presión de neumáticos de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que producen los neumáticos sobre la capa de revestimiento. La norma recomienda que en el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos (Fp) será igual a 1.00.

CUADRO N° 42: EJEMPLO DE FACTORES DE EQUIVALENCIA POR EJE Y FACTOR VEHÍCULO CAMIÓN C2-PAVIMENTO FLEXIBLE O SEMIRÍGIDO

En este ejemplo, el peso total del Camión C2 es de 17tn, pesando el eje delantero (E1) 7tn y el eje posterior simple (E2) 10tn. Aplicando las ecuaciones del cuadro 6.3 para pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor camión C2 es igual a 3.477

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C2								12.30
	$EE_{E1} = (P/8.2)^4$	$EE_{E2} = (P/8.2)^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2
Peso	7	10						3.477
Factor E.E.	1.266	2.212						

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

Según el cuadro N°42 se obtiene el valor del Factor Camión C2, que es igual a 3.477.

Una vez obtenidos todos los valores de cada una de las tablas anteriores, se procederá a calcular el número de ejes equivalentes para posteriormente lograr obtener el espesor del afirmado.

➤ **Cálculo de Nrep de EE 8.2t:**

IMDpi	=	7	(Unidad más pesada Tipo C2)
Fd	=	0.5	(Corresponde a caminos de dos direcciones por calzada)
Fc	=	1.00	(Corresponde a un carril por dirección o sentido)
Fvp	=	3.477	(Cuadro 6.5 manual)

Fp	=	1.00
----	---	------

(Este valor se estima para los CBVT y con capa de revestimiento granular)

Datos:

Entonces el cálculo es:

EE _{dia-carril}	=	$7 \times 0.5 \times 1 \times 3.477 \times 1$
EE _{dia-carril}	=	12.1695
Fca	=	10.95
Año	=	365
Nrep de EE	=	$12.1695 \times 10.95 \times 365$
Nrep de EE	=	48638.40

(n=10 ;
t=2%)
Días

El número de repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn. es 48638.40 el cual por motivo de cálculo lo redondearemos a 50000.00. Por otro lado, se promedió un CBR de 9%; con ambos valores se procederá a determinar el espesor del afirmado en el cuadro N° 43.

Por medio del CUADRO N° 43: ESPESORES DE AFIRMADOS PROPUESTOS, se puede determinar que el espesor de la capa de afirmado será de **20 cm.**

CUADRO N° 43: ESPESORES DE AFIRMADOS PROPUESTOS

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

Fuente: Manual de Carreteras / 2014 – Sección de Suelos y Pavimentos

3.4.13. SEÑALIZACIÓN:

3.4.13.1. Generalidades:

La señalización, como dispositivo de control del tránsito deberá ser usada de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados.

Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, centros de recreo, lugares turísticos y culturales, así como dificultades existentes en las carreteras.

Para ser efectivo un dispositivo de control del tránsito debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Que exista una necesidad para su utilización
- Que llame positivamente la atención de los usuarios
- Que transmita un mensaje claro y conciso
- Que su ubicación permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta
- Uniformidad

La señalización del trafico debe cumplir las siguientes condiciones básicas: atraer la atención, que sean claros y sencillos, que sean acatados por los usuarios del camino, y que deán tiempo para una respuesta apropiada. Para que se cumplan estos requisitos se debe a la justificación, diseño, colocación, operación, conservación y la uniformidad.

Existen dos tipos de señalización; la señalización vertical y marcas en el pavimento.

Para objeto del proyecto se utilizara la señalización vertical, ya que el diseño de la carretera es a nivel de afirmado.

3.4.13.2. Señalización Vertical:

Estas señales son las que están a nivel del camino o sobre él, su función es reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios por medio de símbolos o palabras determinadas; y son:

- Señales reguladoras
- Señales preventivas
- Señales informativas

Seguidamente se explicará en que consiste cada una de ellas:

➤ **Señales Reguladoras:**

Son aquellas señales que regulan movimientos, velocidad, paradas, posición o estacionamiento de vehículos y los movimientos de peatones.

Las señales de reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso.
- Señales prohibitivas o restrictivas.
- Señales de sentido de circulación.

➤ **Señales Preventivas:**

Estas señales se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de condiciones de la vía que pueden ser un peligro real las cuales pueden ser evitados tomando algunas precauciones necesarias.

Se colocaran a una distancia necesaria que permita al conductor tener tiempo suficiente para disminuir la velocidad.

Se colocaran al lado derecho y se regirá a las distancias recomendadas en zona rural que son de 90 a 180m.

➤ **Señales Informativas:**

Sirven para guiar al conductor de un vehículo a través de una ruta, dirigirlo al lugar de su destino. así como también sirven para

identificar puntos notable como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información al usuario en el uso de la vía.

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

a. Señales de Dirección

- Señales de destino
- Señales de destino con indicación de distancias
- Señales de indicación de distancias

b. Señales Indicadoras de Ruta

c. Señales de Información General

- Señales de Información
- Señales de Servicios Auxiliares

Las señales de dirección, sirven para guiar a los conductores a sus destinos. Los indicadores de ruta, sirven para mostrar el número de rutas de las carreteras facilitando la identificación de ellas para los conductores. Las señales de información general, son utilizadas para indicar la ubicación de lugares de interés general así como los servicios públicos conexos con la carretera.

3.4.13.3. Señalización en el Proyecto:

A continuación se presentan las señales a utilizar en el proyecto, con sus respectivos gráficos, los detalles y medidas de las señales se pueden ver en el plano de detalles de señales de tránsito:

Como se mencionó anteriormente en este proyecto solo se utilizaran señales verticales, por ser una carretera a nivel de afirmado

➤ **Señales Regulatoras:**

En el proyecto se ubicaran señales de:

R – 16 NO ADELANTAR

R – 30 VELOCIDAD MAXIMA

Es señales serán ubicadas en zonas que han sido evaluadas técnicamente, para controlar la velocidad máxima permitida en

este caso 30 KPH y evitar adelantamientos en que pueden generar problemas al flujo del tránsito.

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

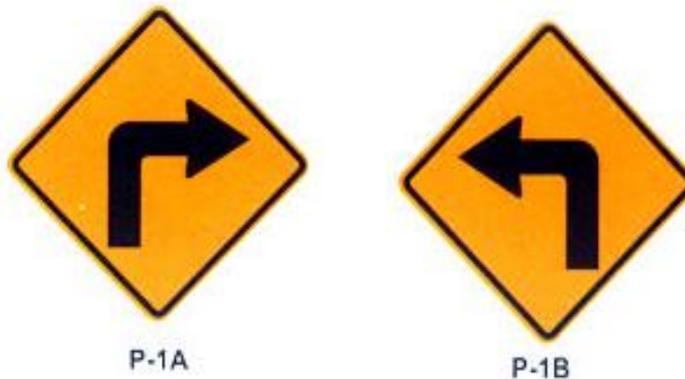


➤ **Señales Preventivas:**

De acuerdo a las características geométricas del proyecto en estudio se utilizaran las siguientes señales preventivas:

SEÑAL CURVA PRONUNCIADA DERECHA (P-1A) – IZQUIERDA (P-1B):

Se usara para prevenir a los usuarios la presencia de curvas de radio menores a 40m a 80m de radio, cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.



SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA DERECHA

SEÑAL CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA

SEÑAL CURVA A LA DERECHA (P-2A) – IZQUIERDA (P-2B):

Se usara para prevenir a los usuarios la presencia de curvas de radio menores a 40m a 300m de radio, cuyo ángulo de deflexión sea menor de 45° y para aquellas de radio entre 80m y 300m cuyo ángulo de deflexión sea mayor a 45°.



P-2A

**SEÑAL CURVA
A LA DERECHA**



P-2B

**SEÑAL CURVA A
LA IZQUIERDA**

SEÑAL CURVA EN U (P-5-2A) – IZQUIERDA (P-5-2B):

Se usara para prevenir a los usuarios la presencia de curvas con radio mayores a 15m y menores a 40m que forma un giro de aproximadamente de 180°, lo que de acuerdo a sus características geométricas son curvas de volteo, la hace curvas sumamente cerradas.



P-5-2A

**SEÑAL CURVA EN U
DERECHA**



P-5-2B

**SEÑAL CURVA EN U
IZQUIERDA**

➤ **Señales Informativas:**

Se ubicaran señales de destino antes de una intersección a fin de guiar al usuario en el itinerario a seguir para llegar a su destino.

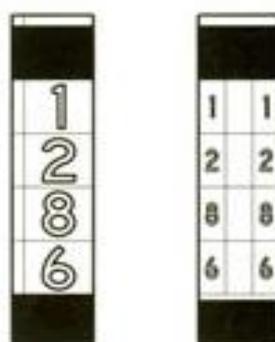


SEÑAL DE DESTINO

➤ **Postes de Kilometraje:**

Los postes muestran la distancia recorrida en la carretera, estos postes se ubicaran de inicio a fin, con una distancia de separación de 1km entre cada poste.

POSTES DE
KILOMETRAJE



1-8

3.4.13.4. Consideraciones Generales en el Diseño de Señalización:

➤ **Forma:**

- **Las señales de reglamentación** deben ser circulares inscritas dentro de una placa rectangular en la que debe contener la leyenda explicativa del símbolo, con excepto de la señal "PARE" (*forma octogonal*), y la señal "CEDA EL PASO" (*forma de un triángulo equilátero con el vértice hacia abajo*).

- **Las señales de prevención** tendrán forma romboidal, un cuadro con la diagonal correspondiente en posición vertical.
- **Las señales de información** tendrán forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

➤ **Colores:**

El color de fondo a utilizarse en las señales verticales será como sigue:

- **Amarillo:** Para las señales de prevención.
- **Naranja:** Para las señales en zonas de construcción y mantenimiento de calles y carreteras.
- **Azul:** Para servicios auxiliares al conductor y en las señales informativas direccionales urbanas. También se empleará como fondo en las señales turísticas.
- **Blanco:** Para las señales de reglamentación así como para las leyendas o símbolos de las señales informativas tanto urbanas como rurales y en la palabra «PARE». También se empleará como fondo de señales informativas en carreteras secundarias.
- **Negro:** Para las señales informativas de dirección de tránsito así como en los símbolos y leyendas de las señales de reglamentación, prevención, construcción y mantenimiento.
- **Marrón** Para señales guías de lugares turísticos, centros de recreo e interés cultural.
- **Rojo:** Para señales de «PARE», «NO ENTRE», en el borde de la señal «CEDA EL PASO» y para las orlas y diagonales en las señales de reglamentación.
- **Verde:** Para las señales de información en carreteras principales y autopistas. También puede emplearse para señales que contengan mensajes de índole ecológica.

Los colores indicados están de acuerdo con las tonalidades de la Standard Federal 595 de los E.E.U.U. de Norteamérica:

- **Rojo** : Tonalidad N° 31136
- **Amarillo** : Tonalidad N° 33538
- **Verde** : Tonalidad N° 34108

- **Azul** : Tonalidad N° 35180
- **Negro** : Tonalidad N° 37038

➤ **Marco – Borde:**

Las señales que llevan marco y borde deben conformarse con lo prescrito en cuanto a colores y dimensiones; el marco tiene la función de hacer resaltar el mensaje de la señal, facilitando su identificación.

➤ **Reflectorización:**

Las señales deben ser legibles en el día y también en la noche; para que las señales sean legibles de noche en zonas no iluminadas se utilizara material reflectorizante que cumple con las especificaciones de la norma ASTM-D4956-99.

El material reflectorizante debe reflejar un alto porcentaje de la luz que recibe y debe hacerlo de manera uniforme en toda la superficie de la señal y en un ángulo que alcance la posición normal del conductor.

➤ **Localización:**

Las señales de tránsito se colocan al lado derecho del sentido de la vía. En algunos casos se colocan en lo alto sobre la vía (señales elevadas).

En situaciones no muy frecuentes, es decir señales adicionales; estas se pueden colocar al lado izquierdo del sentido de la vía.

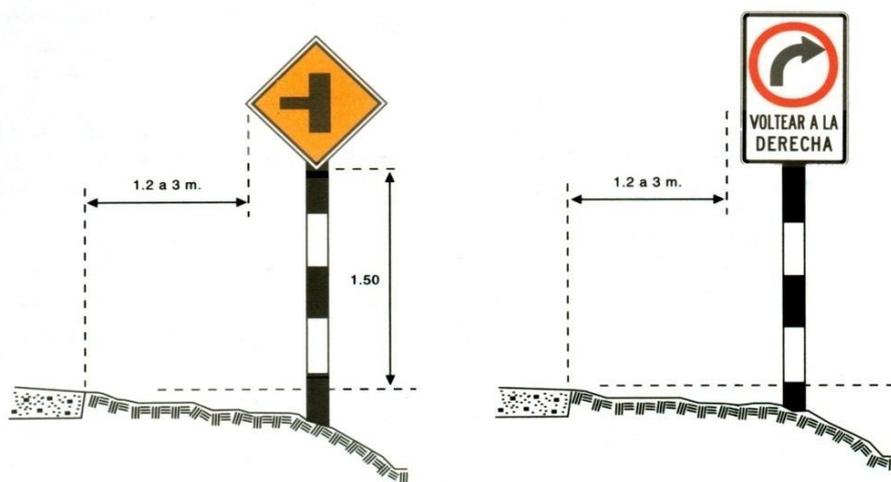
Las señales deberán colocarse a una distancia lateral de acuerdo a lo siguiente:

- **Zona rural:** La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 1.20m. ni mayor de 3.0m.
- **Zona urbana:** La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 0.60 m.

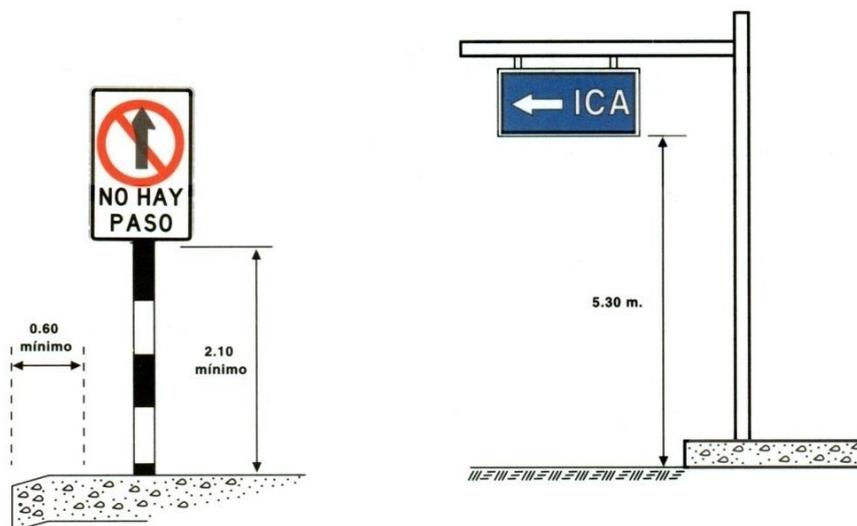
➤ **Altura:**

- **Zona rural:** La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura fuera de la berma será de 1.50m; en el caso de colocarse varias señales en el poste, el borde inferior de la señal más baja de cumplir la altura mínima.

- **Zona urbana:** La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda no será menor de 2.10 m.
- **Señales elevadas:** En el caso de las señales colocadas en lo alto de la vía, la altura mínima entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura será de 5.30 m.



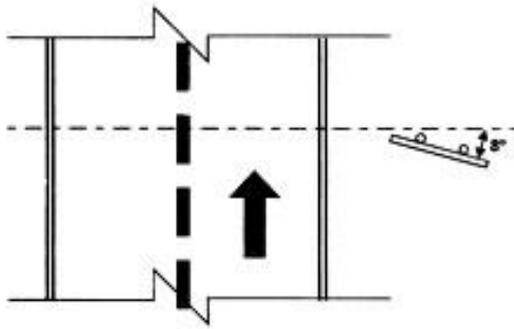
ZONA RURAL



ZONA URBANA

➤ **Ángulo de colocación:**

Las señales deberán formar con el eje del camino un ángulo de 90°, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizante, la cual será de 8 a 15° en relación a la perpendicular de la vía.



➤ **Mantenimiento:**

Las señales deben mantenerse en su posición, limpias y legibles para todo el tiempo. En caso de que estén dañadas deberán ser reemplazadas de inmediato.

Se debe establecer un programa de revisión de señales para poder eliminar obstáculos que impidan su visibilidad y detectar las que deben ser reemplazadas.

➤ **Postes o soportes:**

De acuerdo a cada situación se pueden utilizar como soportes de las señales; tubos de fierros redondos o cuadrados, perfiles omega perforados o tubos plásticos rellenos de concreto.

Todos los postes para las señales den estar pintadas de franjas horizontales blancas con negro, con un ancho de 0.50m. para zona rural y de 0.30m. para zona urbana, pudiendo ser los soportes de color gris.

Para las señales informativas, los soportes laterales de doble poste, los pastorales, los soportes tipo bandera y los pórticos irán pintados de color gris.

➤ **Disposiciones generales:**

- Está prohibido colocar en la señal, alguna inscripción o símbolo sin relación con el objeto de la señal, contraviniendo el diseño y uniformidad aprobados.
- Todo letrero o aviso que pudiera confundirse con las señales de tránsito o que pudiera dificultar la comprensión de éstos, estará prohibido.
- Los colores de las señales, así como sus tonalidades, serán las descritas anteriormente

- Toda señalización requiere de un estudio previo de carácter estrictamente técnico.

3.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL:

3.5.1. GENERALIDADES:

El estudio de Impacto Ambiental comprende las actividades que se deben de realizar para prevenir consecuencias ambientales a lo largo del proceso de elaboración y ejecución de la carretera.

El proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD” será evaluado para determinar los impactos ambientales positivos y negativos añadiendo las alternativas de solución a cada una de ellas.

La carretera proyectada abarca 11+060 Km revestida con material de afirmado además de la construcción de 29 alcantarillas y cunetas sin revestir en tierra o grava a lo largo del trayecto.

La metodología a utilizar en la evaluación de los impactos ambientales consta en la identificación de los componentes socio - ambientales y las actividades a realizar en el proyecto acompañado de la calificación que se le dará a cada una de ellas para lograr obtener el valor del impacto en la naturaleza ya sea positivo o negativo, y así contrarrestar los que perjudiquen.

3.5.2. OBJETIVOS:

3.5.2.1. Objetivo General:

El presente estudio tiene como objetivo fundamental garantizar la preservación del medio ambiente en el área de influencia del proyecto, para lo cual se tendrá que identificar los impactos que posiblemente se generen en las etapas de planeación, ejecución y operación de la carretera. A su vez determinar las medidas de

mitigación mediante un Plan de Monitoreo Ambiental y un Plan de Contingencias.

3.5.2.2. Objetivos Específicos:

- Describir las características del medio ambiente determinando los aspectos físicos, bióticos, socio - económicos, sociales y culturales en donde se desarrollará el proyecto.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales positivos y negativos que se generarán en cada una de las etapas del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”.
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental en el cual se precise las medidas de prevención, corrección, mitigación y compensación de los impactos negativos además de identificar aquellas que incrementen los impactos positivos.
- Desarrollar un Programa de Seguimiento o también llamado Monitoreo Ambiental.
- Establecer un Programa de Contingencias que contenga las alternativas de solución en el caso de ocurra accidentes o riesgos ajenos al proceso constructivo de la obra.
- Establecer el Plan de Inversiones en el que detalle los costos generados en este estudio y los cuales deben ser considerados en el presupuesto total de la obra.

3.5.2.3. Alcances:

- Determinar la situación ambiental del área de influencia de la carretera.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales directos e indirectos en la zona de influencia del proyecto.
- Elaborar el Plan de Manejo Ambiental, recomendando medidas de mitigación ambiental para reducir y/o evitar los impactos

ambientales perjudiciales al medio ambiente y al bienestar humano.

3.5.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO:

La metodología a utilizar se basa en la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales; además en la interrelación de los componentes del proyecto con los componentes del medio ambiente. Dicha interacción se dará en la aplicación de tres procedimientos:

- La identificación de los impactos se basa en el diagnóstico físico, biológico, social, económico y cultural de la zona, así como, en el diseño, estructura y composición de cada obra, de los procesos y actividades durante la construcción, funcionamiento y abandono.
- La evaluación de los impactos se realiza mediante la aplicación de la matriz de interrelación, aplicando criterios de evaluación y ponderación para el dimensionamiento del impacto.
- La descripción de los impactos se realiza ordenándolos sistemáticamente en ambientales; utilizando la matriz de interrelación.

3.5.3.1. Identificación de los Impactos Ambientales:

Se identificará en la etapa de ejecución de obra las acciones que generarían algún impacto luego los impactos y/o posibles impactos que se pueden generar; para lo cual es necesario analizar el área donde tendrá incidencia el proyecto, en donde la ubicación, ejecución y operación afectará al medio, la propiedad privada y a la persona.

3.5.3.2. Evaluación de los Impactos Ambientales:

Se evaluará los impactos ambientales a través de una Matriz de Causa – Efecto, con la cual se determinará el grado de impacto causado por la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente, analizando a su vez si el proyecto es viable o no.

3.5.3.3. Plan de Manejo Ambiental:

El plan de Manejo Ambiental consta de los planes de manejo ambiental orientados a mitigar, controlar y prevenir los impactos negativos sobre el medio.

En este caso, el plan de manejo ambiental está orientado a lograr que el proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD” proceda a realizarse manteniendo la ideología de conservación del medio ambiente. Además de potenciar las actividades del proyecto que repercutan de forma positiva.

- **Programa de Educación Ambiental:**

Este programa está netamente orientado a concientizar tanto a trabajadores del proyecto como pobladores de la zona acerca de la importancia del medio ambiente estableciendo en ellos hábitos ambientales que beneficien su salud, sus propiedades y sobre todo al medio ambiente. Para este plan será necesario realizar charlas, capacitaciones, afiches y otros.

- **Programa de Mitigación Ambiental:**

Este plan tiene como objetivo minimizar, controlar y atenuar los impactos y posibles impactos originados en cada una de las etapas del proyecto, proponiendo medidas de control.

- **Programa de Seguimiento y Monitoreo:**

Este plan Monitoreo o Vigilancia, establece un mecanismo que garantiza el cumplimiento de las medidas cautelares, protectoras y correctoras. Este programa consiste en un documento técnico de control ambiental donde se especifica parámetros que permitan el seguimiento a los componentes del medio ambiente que reciben impactos.

- **Programa de Contingencias:**

El plan de Contingencias tiene como objetivo prevenir y controlar desastres naturales, accidentes laborales que pudieran ocurrir durante el proyecto, para lo cual establecerá acciones preventivas necesarias para enfrentar alguna eventualidad que podría surgir principalmente durante el proceso del proyecto.

3.5.4. DIAGNÓSTICO ACTUAL:

3.5.4.1. Ambiente Físico:

- **Geología:**

La zona presenta una topografía accidentada en forma general, presenta un terreno con pendientes que varían de 12% a 30%. Su territorio es muy accidentado y tiene una longitud importante. La altitud oscila entre los 3000 a 3500 m.s.n.m.

- **Clima:**

El área presenta un clima típico de la zona de la serranía, las épocas de lluvia son de noviembre a marzo. Su clima es templado – frío y semi lluvioso, teniendo una temperatura media anual de 15°C, y variaciones desde los 10°C hasta 24°C.

- **Suelo:**

Los resultados indican que el suelo estudiado en gran parte corresponde a limos orgánicos y arcillas inorgánicas, con índices de baja plasticidad. La presencia de humedad varía de 6.81% a 38.79%.

El CBR al 95% indica un promedio de 9% determinando que se cuenta con un suelo de buena calidad y capacidad, resistente al esfuerzo cortante al que estará sometido por cargas exteriores.

- **Vulnerabilidad:**

El fenómeno de El Niño se presenta cada cierto tiempo, estos eventos se caracterizan por precipitaciones pluviales altas tanto en costa como en sierra, que como consecuencia generan crecida de los ríos, pérdidas de cultivos, obstrucción y destrucción de las vías de comunicación, aislamiento total, problemas en el

abastecimiento de productos de productos y en su comercialización, erosión del suelo produciendo deslizamiento y caída de rocas.

- **Contaminación:**

El riesgo de contaminación está presente en especial para los ríos por factores como: las actividades de minería informal, la gran minería en menor escala, la basura y demás residuos sólidos de las zonas urbanas que van a las quebradas, campos de cultivo, se requiere de acciones de control de parte de la comunidad organizada y las autoridades, generar proyectos de reciclaje de basura, lagunas de oxidación entre otras. La agricultura por el uso indiscriminado de insecticidas y pesticidas es un factor de alto riesgo.

- **Hidrología:**

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad. Se hará el diseño hidráulico de las obras de drenaje es determinar la sección hidráulica más adecuada que permita el paso libre del flujo líquido y flujo sólido que eventualmente transportan los cursos naturales y evacuarlos adecuadamente, sin causar daño a la carretera afectando a su transitabilidad y a la propiedad adyacente.

3.5.4.2. Ambiente Físico:

- **Ecosistema:**

El espacio geográfico de la zona en estudio presenta un ecosistema intervenida por las actividades antropogénicas según la Zonificación. Como poder ser las actividades agrónomas, agropecuarias y mineras.

- **Flora y Fauna:**

El criterio técnico científico general con el que se ha trabajado para la identificación de flora y fauna del área de influencia directa, es en base a las irregularidades topográficas que presentan las elevaciones montañosas estudiadas los mismos que crean

diferentes micros hábitats donde las plantas y animales habitan. Así una densidad de plantas está usualmente correlacionada con una alta diversidad de animales que dependen de ella, por lo que a mayor variedad de plantas se espera mayor número de animales. La zona por donde se ha trazado la carretera presenta, en relación a la fauna, ganado vacuno, acémilas y algunos animales domésticos. A largo del tramo se observa, en cuestión a la flora, pencas grandes, y abundante presencia de árboles de eucalipto por los alrededores.

3.5.5. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA Y SU ÁREA DE INFLUENCIA:

3.5.5.1. Ubicación Política:

- Distrito : Santiago de Chuco
- Provincia : Santiago de Chuco
- Región : La Libertad

3.5.5.2. Área de influencia del Proyecto:

El área de influencia del tramo en estudio se ha determinado basándose en aspectos climáticos, hidrológicos, geológicos, fisiográficos, de suelos, biológicos y socioeconómicos, que influyen sobre la zona de estudio. Para mayor comprensión y análisis, el área de influencia se ha subdividido en un área directa y un área indirecta, considerando el grado interrelación que tendrá el proyecto con las distintas variables ambientales.

3.5.5.3. Área de Influencia Directa:

Esta área comprende todo el sector donde los impactos ambientales se darán en forma directa e inmediata, durante el proceso del mantenimiento periódico. Propiamente es el área donde se construirá las diversas obras del proyecto y donde ocurrirá la mayor afluencia de vehículos y tránsito de maquinaria, la instalación del campamento y patio de máquinas y el mayor grado de afectación por emisión de polvo, entre otros aspectos.

En el ámbito de influencia se incluye básicamente los siguientes aspectos: depósitos de material excedente, canteras a explotar, cursos de agua, fuentes de agua a utilizar, áreas donde se ubicarán los campamentos, patio de máquinas y talleres, centros poblados.

3.5.5.4. Área de Influencia Indirecta:

El área de influencia indirecta es un área mayor que la anterior, es una zona ubicada por fuera del área de influencia directa y en ella se esperan la ocurrencia de impactos positivos, durante la etapa del mantenimiento periódico. Se identificó como área de influencia indirecta los caseríos de Cunguay, Querquerball, Pueblo Libre y Suruvara.

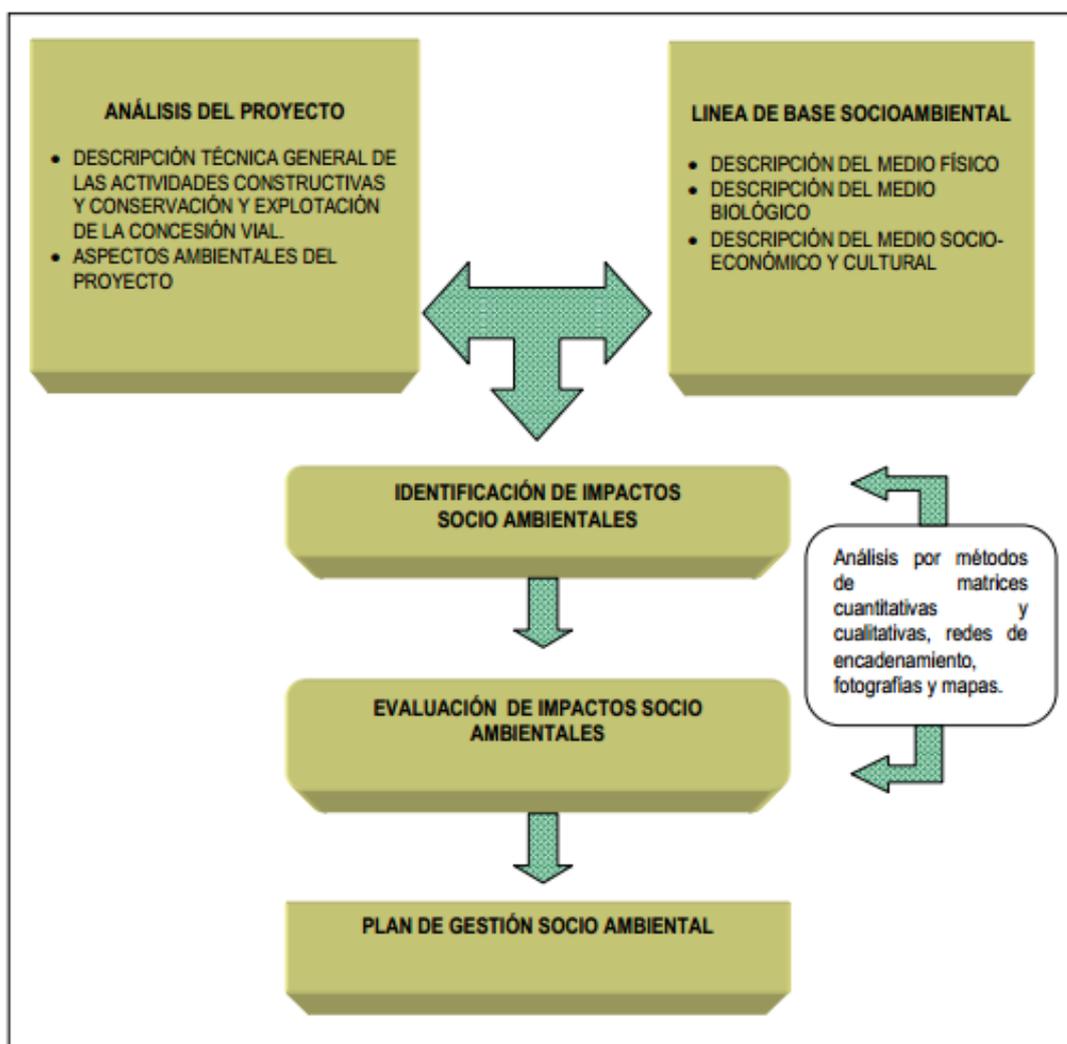
3.5.6. IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL:

La importancia de la identificación y evaluación de impactos ambientales, radica, en que éstas constituyen la base para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental en donde se plantean medidas que permitirán evitar o mitigar los impactos ambientales negativos en favor de la conservación del ecosistema.

Los elementos que constituyen un ecosistema se denominan componentes ambientales; a su vez, los elementos de una actividad que interactúan con el ambiente se señalan como aspectos ambientales. Cuando los efectos de estos aspectos se tornan significativos para el hombre y su ambiente, adquieren la connotación de impactos ambientales.

Un efecto ambiental es cualquier alteración del ambiente resultante de la acción del hombre, mientras que un impacto es la alteración significativa del ambiente. El primero se puede definir convencionalmente como el cambio parcial en la salud del hombre, en su bienestar o en su entorno, debido a la interacción de las actividades humanas con los sistemas naturales. Según esta definición, un impacto puede ser positivo o negativo. Los impactos se consideran significativos cuando superan los

estándares de calidad ambiental, criterios técnicos, hipótesis científicas, comprobaciones empíricas, juicio profesional, valoración económica, ecológica o social, entre otros criterios.



3.5.6.1. Metodología:

Para la identificación y evaluación de los impactos socio-ambientales que se pueden suscitar por las actividades que involucra el “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”, sobre el medio ambiente natural, social, económico y cultural, en el área de influencia, se han utilizado metodologías basadas en la comparación de escenarios a corto, mediano y largo plazo. Es decir, se han tomado

las previsiones de análisis para las etapas definidas para el estudio del proyecto, desarrollado bajo una concepción integral de tipo discrecional, que permite identificar los impactos socio-ambientales desde un análisis general a uno específico.

3.5.6.2. Identificación de Impactos Ambientales:

Para la identificación de impactos ambientales y sociales se ha determinado las actividades que se desarrollarán durante las etapas del proyecto, así como los principales aspectos ambientales que generan estos impactos. Al respecto, las principales acciones del proyecto generadoras de impactos son:

➤ Etapa de Construcción:

- Determinación del área de proyecto.

➤ Etapa de Construcción:

- Desplazamiento de maquinarias y vehículos de carga.
- Operación de maquinarias y equipos.
- Excavaciones
- Desplazamiento de maquinarias y vehículos sobre zonas con presencia de agua.
- Acondicionamiento del área.
- Construcción y operación de campamentos y lugares de acopio.
- Operación de generadores eléctricos.
- Mantenimiento de maquinarias.
- Contratación de mano de obra.
- Acondicionamiento del área.
- Operación de maquinaria pesada.
- Transporte de material de cantera y material excedente de obra.
- Transporte de agua para la obra.
- Movilización y desmovilización de equipos y maquinarias.
- Traslado de suministros (combustibles y materiales).
- Conformación del depósito.
- Carga y descarga de materiales.

- Construcción de obras de drenaje.
- Manejo de concreto.
- Cortes y excavaciones en material suelto.
- Cortes y excavaciones en roca fija.
- Disposición temporal de material de corte y/o excavación.
- Conformación de terraplenes de base, y sub-base.
- Voladuras en sectores rocosos.
- Desplazamiento de personal de obra.
- **Etapas de Explotación y Conservación:**
 - Limpieza del sistema de drenaje.
 - Limpieza de la vegetación que invade la calzada.
 - Bacheo.
 - Riego de sello.
 - Eliminación de materiales provenientes de actividades de limpieza.
 - Operación de las maquinarias y equipos.
 - Mantenimiento de maquinarias.
 - Explotación de la vía.
- **Etapas de Cierre o Abandono:**
 - Las actividades están referidas al abandono de las instalaciones provisionales e instalaciones auxiliares, como campamento y patio de máquinas, cantera, depósito de material excedente.

3.5.6.3. Evaluación de Impactos Ambientales:

La metodología a utilizar para la evaluación de los impactos ambientales del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”. Se ha utilizado la Matriz Causa – Efecto de Leopold, la cual se aplica a las tres fases o etapas del proyecto e interrelaciona los diferentes parámetros ambientales, en relaciones con las actividades programadas para la obra.

La importancia de las causas para la determinación de un impacto específico se distingue por medio de diferentes tonalidades cromáticas y letras

La evaluación de los impactos ambientales tiene como objetivos principales: predecir, interpretar y comunicar los efectos derivados de ejecutar una acción determinada en relación al proceso constructivo.

3.5.6.4. Interpretación de la Matriz Causa – Efecto de Leopold:

➤ **Aire:**

Los impactos causados a la calidad del aire, dados mayormente por la presencia de partículas en suspensión y ruidos que son generados por las diversas acciones del proyecto como movimiento de tierras, traslado de material, explotación de canteras. Los impactos generados al aire y a la atmósfera se califican como de Importancia Moderada.

Los impactos en este parámetro se dan mayormente en la etapa de construcción, la calidad del aire se ve afectado de distintas actividades que emiten gases, humos, lo cual altera su calidad como es el caso de operación de maquinarias, movimiento de tierras, instalación de almacenes; afectando la salud de los trabajadores.

➤ **Agua:**

La calidad del agua se puede ver afectadas por varias acciones del Proyecto como pueden ser el derrame accidental de productos químicos, lubricantes sobre los canales de regadío.

Los Impactos generados se califican de Importancia Moderada a baja dependiendo de las acciones e intensidad de estas.

➤ **Suelo:**

En el suelo se presentan múltiples impactos generados por las distintas acciones generadas durante la etapa de construcción del Proyecto que se originarían debido al movimiento de tierras.

Se proveen impactos de Importancia Moderada.

➤ **Panorámico:**

Los impactos que se presentan en este ambiente se da mayormente por la presencia de infraestructuras propias del proyecto, residuos dispuestos de manera inadecuada, estos se pueden aminorar si se toman todas las medidas del caso.

El impacto sobre el paisaje en esta etapa se califica como un impacto de Importancia Moderada a Alta en la etapa de construcción incluso en la etapa de abandono de la obra ya que a esta zona NO deberá ser accesible excepto al personal calificado para el debido mantenimiento.

➤ **Flora y Fauna:**

La ejecución del proyecto no afecta el medio biótico, por el contrario, se ha mantenido y ampliado las áreas destinadas para jardines.

Los impactos generados al medio biótico se califican de Importancia Moderada.

➤ **Socio-económico:**

En el ambiente Socio Económico se presentarán impactos positivos, debido a que en la fase de construcción e inicio de las obras, la ejecución permitirá el empleo de mano de obra local no calificada, permitiendo aunque en forma temporal, revertir la inversión del proyecto en beneficio de las poblaciones asentadas en las inmediaciones del área de proyecto. Es de notar además, que se generará un incremento en los ingresos de los comercios de la zona, que trae aparejado un consumo de los productos agrícolas propios del lugar y otros productos derivados. Se califica a este impacto como de Importancia Positiva.

Esta matriz será interpretada conforme al siguiente procedimiento:

Descripción	Categoría
<u>Importancia Mayor</u> ; Cuando el componente ambiental no ha sido intervenido y puede sufrir alteraciones en cualquiera de las etapas del proyecto.	A
<u>Importancia Moderada</u> ; Cuando el componente ambiental ha sufrido alguna modificación y puede aumentar el grado de alteración en una de las etapas del proyecto.	B
<u>Importancia Menor</u> ; Cuando el componente ambiental ha sufrido modificación considerable y su alteración por la implementación del proyecto no será significativa.	C
<u>Sin Importancia</u> ; Cuando el componente ambiental está completamente intervenido y el proyecto no tendrá mayor incidencia en el mismo.	D
<u>Importancia positiva</u> ; cuando el impacto que se genere brindará beneficios socio-económicos.	E

3.5.6.5. Evaluación de la No Realización del Proyecto:

En un proyecto no sólo se consideran las acciones que causan impactos desfavorables cuando éste se realiza, sino que también se evalúa las posibilidades de no ejecución, toda vez que ésta alternativa podría conllevar a múltiples impactos, muchas veces intangibles, y por tal motivo de difícil efecto medible.

La no ejecución del proyecto si bien es cierto significaría la ausencia de impactos de naturaleza ambiental en el área de influencia del proyecto (zonas agrícolas) y sobre todo en la zona del proyecto (área directamente comprometida con la ejecución del proyecto); afectaría los impactos socio-económicos (básicamente de efecto positivo) derivados de la ejecución de las obras.

Se precisa además que la no ejecución del proyecto, significaría ignorar los niveles de riesgo de salud de la población e incluso de contaminación ambiental que se expone alrededor de los habitantes. Debido a que la zona del proyecto no cuenta con adecuadas vías de circulación vehicular, es así que es posible el planteamiento del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”; alternativa que de ser concretada mejorará el sistema de vida poblacional.

Si bien la generación de puestos de trabajo es temporal, la ejecución de las obras contribuiría a mitigar los niveles de desempleo y carencia de oportunidades presente en la comunidad.

3.5.7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL:

3.5.7.1. Introducción:

El Plan de Manejo Ambiental está orientado a lograr que el proceso constructivo de la obra y su propio funcionamiento, se realice en armonía con la preservación del Medio Ambiente.

El presente estudio identifica las medidas de protección, mitigación o control de los impactos, planes de monitoreo, y los planes de contingencias que contribuirán a minimizar y prevenir los posibles impactos negativos que se generen durante y después de la ejecución del proyecto.

Es importante realzar el hecho de que se deberá disponer la contratación de un Consultor Ambiental que supervise las acciones de control de los aspectos ambientales realizados por el Contratista en la etapa de construcción, de conformidad a los lineamientos del Plan de Manejo Ambiental.

Así mismo, se identificarán las medidas que permiten fortalecer los impactos ambientales positivos del proyecto.

3.5.7.2. Estrategia:

La elaboración del Estudio de Impacto Ambiental se orienta a establecer las condiciones necesarias para la preservación de los aspectos ambientales en el área de influencia del proyecto, tanto durante la fase de ejecución, como en las de construcción y posteriores a ésta.

Se deberá asegurar que la estrategia obedezca a un patrón o lineamiento de general difusión o conocimiento, a fin de consolidar esfuerzos para un objetivo único que es preservar el medio ambiente.

3.5.7.3. Programación de Prevención y Mitigación:

El Programa de Prevención y Mitigación está orientado a prevenir y controlar los impactos negativos generados en las distintas etapas de proyecto.

Este programa incluye la implementación de medidas de protección del Medio Ambiente, de la seguridad de las personas y de la propiedad en el área de influencia ambiental, debiendo previamente haberse identificando los impactos producidos y los

principales aspectos relacionados con la conservación del entorno ambiental.

➤ **Prevención de Contaminación:**

En esta etapa se da los mayores impactos ambientales, por ende se tienen que tomar en cuenta las siguientes medidas de Prevención y Mitigación.

- **Prevención de la Contaminación del Suelo:**

Para prevenir los posibles impactos que puedan afectar o alterar el suelo:

- Almacenar de manera adecuada los aceites, lubricantes, que son usados en el mantenimiento de vehículos y maquinarias, de ser necesario a estos residuos se le tendrá que dar un trato especial como disponerlos en zona adecuadas.
- La disposición de desechos de construcción se tendrá que disponer en el botadero.
- Al finalizar la obra, se tendrá que dismantelar las casetas temporales, patios de almacenamiento, talleres y demás construcciones temporales, disponiendo los escombros y restaurando el paisaje a condiciones iguales o mejores a las iniciales.
- Los materiales excedentes de las excavaciones o del acondicionamiento del terreno, tendrán que ser retiradas en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente y ser colocados en las zonas de depósitos previamente seleccionadas o aquellas indicadas por un supervisor ambiental en obra.
- Los residuos de derrames accidentales de concreto, asfalto, lubricantes, combustibles, se tendrán que recolectar inmediatamente y su disposición final se llevará a cabo con las normas ambientales vigentes.

- Los residuos sólidos de frentes de obra deberán disponerse diariamente y adecuadamente.
- Se prohibirá que los materiales procedentes de las excavaciones sean colocadas al azar, debiéndose llevar a los botaderos seleccionados para tal fin.

- **Agua:**

Para prevenir y controlar la contaminación del agua se deberá adoptar las siguientes medidas preventivas:

- Realizar control estricto de los movimientos de tierra.
- Control estricto de las operaciones de mantenimiento (cambio de aceite), lavado de maquinaria y recarga de combustible, haciendo que se realicen fuera de las zonas de uso agrícola o cerca de acequias o canales de regadío. El mantenimiento de la maquinaria y la recarga de combustible se realizaran en el área asignada para tal fin: fuera de la zona.

- **Aire:**

Para prevenir y controlar la producción de polvo, se pueden tomar las siguientes medidas:

- Riego con agua en las áreas de trabajo donde se prevea levantar polvo, de modo que haya el grado de humedad necesario para aminorar el polvo. Para lo cual se tendrá que destinar a un operario para regar con periodicidad diaria o interdiaria.
- El personal de obra, tendrá que ser implementado con el equipo correspondiente de protección personal como mascarillas, lentes de seguridad, cascos.
- Se tendrá que humedecer los materiales que serán llevados a la obra y los materiales excedentes escombros que se trasladan hacia los depósitos destinados especialmente a ello.

- El transporte del material se deberá realizar con los vehículos cubiertos con mallas o mantas húmedas a fin de no incrementar el nivel de partículas.
- Se tendrá que preferir las horas matinales para ejecutar los trabajos que impliquen generación de polvo pues el viento es menos intenso.
- No se permitirá la acumulación de material suelto en áreas susceptibles a corrientes de vientos por periodos de tiempo muy extensos.
- No se permitirá la quema a campo abierto de desperdicios sólidos.

Para la emisión de gases en fuentes móviles:

- Los vehículos que brinden servicio durante la ejecución de proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”, tendrán que ser controlados mediante un mantenimiento preventivo de sus emisiones de partículas de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno al ambiente, controlando que no sobrepasen los límites permisibles.

Para la emisión de fuentes de ruido innecesarias:

- Será necesario monitorear los niveles sonoros, a fin que no superen los límites permisibles, debiéndose suspender temporalmente la actividad de la fuente que genere el ruido.
- Se deberá utilizar protectores auditivos para los operarios que estén expuestos a niveles sonoros altos como es el manejo de maquinaria, etc.
- Los vehículos dentro de las obras se les tendrá que prohibir usar sirenas u otras fuentes de ruido innecesarias, al menos que sea en caso de emergencia.
- La maquinaria pesada debe estar previamente inspeccionada y aprobada en relación con su estado de

carburación y silenciadores. Y debe llevarse un control adecuado de estas y darles un mantenimiento adecuado.

- **Paisaje y Tranquilidad Pública:**

Se tendrán que tomar todas las precauciones, para afectar lo menos posible al paisaje urbano y a la tranquilidad pública, cumpliendo por ejemplo un determinado horario para el funcionamiento de la maquinaria, donde no afecte al descanso de las personas de esta zona, ni existan las emisiones de polvo que puedan afectar su salud y/o medio ambiente.

- **Viabilidad:**

Sobre el impacto de viabilidad en la zona de proyecto se tendrá que tener en cuenta las siguientes disposiciones:

- Se tendrá que introducir la señalización antes de iniciar los trabajos y se desmontará cuando la vía opere.
- La instalación se hará en sitios fácilmente visibles.
- Las señales deben estar en posición correcta todo el día, por lo que estarán iluminadas o serán reflectivas las cuales deberán estar limpias y legibles durante su uso y serán reparadas o reemplazadas cuando se deterioren.

- **Señalización:**

El contratista tendrá que implementar las señales de tránsito con dispositivos físicos que ayudarán a que las actividades se desarrollen con las prevenciones del caso tanto algunos vehículos que ingresen a la zona por las vías alternas, peatones y el mismo transporte perteneciente a la obra. Estas señales se colocan con la función principal de guiar a los usuarios en forma ágil, cómoda y segura.

Adicionalmente se busca proteger a la comunidad aledaña y a los trabajadores, por su carácter temporal, estos elementos se diseñan de forma que puedan transportarse con facilidad y emplearse varias veces. Durante la construcción se propone utilizar señales de tránsito de tres tipos: preventivas, reglamentarias e informativas.

- **Preventivas:** Su objetivo es advertir al usuario que hay una condición peligrosa, en los lugares de salida y entrada de maquinaria desde la zona de la obra.
- **Reglamentarias:** Tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía las limitaciones o restricciones sobre su uso. Se colocan básicamente antes de los tramos de las vías alternas que lleven hacia la zona de ejecución del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LBERTAD”.
- **Informativas:** Tienen por objeto identificar las vías y guiar al usuario, dándole la información que pueda necesitar. Durante el proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LBERTAD”, se tendrá que colocar la Valla que contiene características generales de los trabajos (costo, entidad contratante, etc.) y las que informan sobre cercanías a zonas de construcción, sitios de entrada y salida de maquinaria, etc.
- **Señalización ambiental:** Esta tiene como propósito velar por la protección ambiental durante el desarrollo del proyecto “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LBERTAD”. De acuerdo a la evaluación ambiental efectuada, se tiene que los elementos ambientales que estarían expuestos a mayor riesgo son: la estabilidad física del área, la calidad del aire, el estado de limpieza del suelo, las áreas verdes, la flora, la salud y tranquilidad pública, el paisaje y la vialidad en el área próxima a la obra.

Previamente se identificarán las rutas por las que se trasladarán los materiales, tanto clasificados como excedentes, procedentes de las labores de construcción.

- **Salud/ Higiene industrial:**

Los impactos sobre la salud deben ser mitigados a través del control de las fuentes de contaminación que puedan estar en el origen de eventuales problemas de salud.

- Cada trabajador deberá contar con su equipo de protección personal para evitar riesgos como consecuencia de manipuleo de estructuras o efluentes contaminados.
- Se tendrá que verificar que los trabajadores no consuman alimentos dentro del área de trabajo
- Se recomienda que los trabajadores cumplan con las medidas higiénicas necesarias.
- Cada campamento deberá contar con baños portátiles y de no ser el caso construir silos o letrinas para los servicios higiénicos de los trabajadores
- Los trabajadores tendrán que tener una capacitación constante sobre los riesgos laborales y las reglas generales de medio ambiente y saneamiento.

- **Aire y la tranquilidad pública:**

Se hará necesario limitar mediante señalización o control periódico de la estructura, el acceso de vehículos que emanen gases, estableciendo periódicamente en la medida de lo posible, un monitoreo o seguimiento de las emisiones (gases y ruido) producidos por el tránsito de los vehículos.

- **Seguridad:**

Implementar las señalizaciones adecuadas en el Área de Influencia Directa, que permitan reducir al mínimo el riesgo inherente.

➤ **Mitigación de Impactos Negativos a la Flora – Fauna:**

Como se indicó, el impacto se genera por diversas causas, a saber: movimientos de tierra, trabajos de maquinarias, retiro de la cubierta vegetal, alteraciones en el medio paisajístico, etc.

Se evitará evacuar el material excedente de construcción, en zonas inestables, en áreas de importancia ambiental o en áreas de presencia de vegetación o áreas donde se siembre algún producto de pan llevar, si el tramo involucra alguna parcela en proceso de cultivo se coordinara previamente y antes de la ejecución del proyecto con el usuario afectado.

Se prohibirá al personal de obra que deteriore las áreas verdes. Tampoco deberán capturar animales domésticos ni silvestres (aves e insectos) en el área de influencia del proyecto.

➤ **Medidas preventivas en el Almacén, Administración, Caseta de Guardianía, Área de Servicios:**

El área de ubicación de estas instalaciones deberá tomar en cuenta las normas sanitarias, ambientales y de diseño así:

- El área de campamento, evitará en lo posible afectar o remover áreas verdes en los alrededores del terreno destinado para ello.
- El área administrativa, tendrá que ser construido con materiales pre fabricados a fin de que una vez que se ha terminado las obras se pueda retirar afectando el más mínimo al medio ambiente.
- Se empleara baños portátiles sobre todo en el área de la obra.
- Tendrá que contar con un extintor en el área administrativa, 2 en el almacén, 1 en el área de servicios.
- Todo el Campamento cuenta con un tópicos donde se tendrá que tener un botiquín general de primeros auxilios, a fin de atender urgencias de salud del personal de obra.
- Los residuos sólidos (basuras) generados en campamento, se almacenarán convenientemente en recipientes apropiados para que sean evacuados al lugar adecuado.

- Los trabajadores no podrán posesionarse de terrenos aledaños a áreas de trabajo.
- Se prohíbe también el consumo de bebidas alcohólicas en el campamento y en obra.
- **Medidas para el Manejo de Canteras:**
La cantera seleccionada como la de reserva son canteras de tipo fluvial, para la explotación de estas se tendrá:
 - Colocar cercos o estacas en el perímetro de la cantera.
 - Colocar señalizaciones a los caminos de acceso que llevan a la ubicación de la cantera.
 - El personal que labore en el área deberá contar con el equipo de seguridad personal correspondiente como cascos, guantes, protectores auditivos, etc.
 - Así como se extrae el material también se tiene que hacer una limpieza constante del área.
 - Al concluir la explotación del área afectada esta área tendrá que ser repuesta, para lo cual se ha propuesto que esta área sirva como botadero para lo cual se tendrá que tomar las medidas adecuadas de seguridad y medio ambiente.

3.5.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

3.5.8.1. Conclusiones:

- En base al análisis y evaluación realizada de los aspectos derivados de la ejecución del proyecto, del diagnóstico ambiental, y de las características socio-económicas presentes en el área del proyecto; se puede concluir que el proceso constructivo de la obra provocará moderados impactos negativos, especialmente en las etapas iniciales de la etapa de construcción.
- Los impactos generados por las obras pueden ser atenuados y controlados, siempre que se establezca un Plan de Manejo Ambiental que complemente las medidas de mitigación ambiental implantadas.

- El Medio Ambiente natural de la zona de influencia, sufrirá impactos significativos dependiendo de las acciones de control que sean implementadas por el contratista y monitoreadas por la supervisión.
- En términos socio económicos, el proyecto originará impactos positivos con efectos de corto y largo plazo. En el primero de los casos permitirán revertir la inversión en beneficio de la población local mediante la generación aunque en forma temporal de puestos de trabajo.
- A corto y largo plazo los beneficios son de mayor importancia, porque permitirán:
 - Integración vial de la carretera Pampas de Cunguay – Querqueball – Pueblo Libre - Suruvara a la red vial local de la Región Santiago de Chuco.
 - Generar puestos de trabajo temporales, durante todas etapas del proyecto.
 - Atender en menor tiempo las emergencias que pueda tener la población en caso de emergencia como problemas de salud, accidentes, etc.
 - Contribuir al desarrollo económico de la población, disminuyendo las horas de transporte de sus productos y facilitando la adquisición de sus insumos para la cosecha de los mismos, generando más utilidades y menos pérdida económica.
 - Contribuir con el Desarrollo Urbano, y solución al problema de necesidad de un correcto y adecuado sistema de comunicación en la comunidad.
 - Alta rentabilidad del Proyecto, mediante un eficiente manejo de los recursos materiales y humanos.
- La puesta en marcha de la obra incrementará y contribuirá de manera directa con el desarrollo local y regional de la zona ya que la “DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LBERTAD” es una de las

infraestructuras sociales más importantes para el desarrollo y la buena salud de los Poblados en desarrollo.

- El objetivo de preservar el medio ambiente durante las diferentes etapas de ejecución de la obra, sólo podrá ser realizado, si se establecen mecanismos que aseguren el compromiso del contratista de cumplir con los términos y medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental, debiendo contar para tal efecto con la participación de un especialista en Seguridad y Medio Ambiente, quién establecerá los procedimientos a ser seguidos para mitigar los impactos generados por el proceso constructivo y establecer las condiciones de seguridad mínima para la seguridad de los trabajadores.

3.5.8.2. Recomendaciones:

- Se recomienda que el Plan de Manejo Ambiental, contemple además la difusión mediante una audiencia pública y distribución de material informativo, de los alcances y procedimientos establecidos para la preservación del medio ambiente local, pudiendo incluso incentivar en los pobladores el deseo de aprovechar sus recursos naturales de manera sustentable mediante la promoción de los denominados eco-negocios, que aparte de estimular en éstos el afán de conservar su entorno natural, les generaría un ingreso económico.

3.6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

3.6.1. OBRAS PROVISIONALES:

3.6.1.1. Campamento y Obras Provisionales (m2):

Descripción:

Son las construcciones provisionales que servirán para albergue (ingenieros, técnicos y obreros) almacenes, comedores y talleres de reparación y mantenimiento de equipo, Asimismo, se ubicarán las oficinas de dirección de las obras El Contratista, debe tener en cuenta dentro de su propuesta el dimensionamiento de los

campamentos para cubrir satisfactoriamente las necesidades básicas descritas anteriormente las que contarán con sistemas adecuados de agua, alcantarillado y de recolección y eliminación de desechos no orgánicos, etc. permanentemente.

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 área destinada para los campamentos y oficinas provisionales deberá tener un buen acceso y zonas para el estacionamiento de vehículos, cuidando que no se viertan los hidrocarburos en el suelo. Una vez retirada la maquinaria de la obra por conclusión de los trabajos, se procederá al reacondicionamiento de las áreas ocupadas por el patio de máquinas; en el que se incluya la remoción y eliminación de los suelos contaminados con residuos de combustibles y lubricantes, así como la correspondiente revegetación, con plantas de la zona.

Los parques donde se guarden los equipos estarán dotados de dispositivos de seguridad para evitar los derrames de productos hidrocarbonados o cualquier otro material nocivo que pueda causar contaminación en la zona circundante.

A los efectos de la eliminación de materiales tóxicos, se cumplirán las normas y reglamentos de la legislación local, en coordinación con los procedimientos indicados por la autoridad local competente.

La incineración de combustibles al aire libre se realizará bajo la supervisión continua del personal competente del contratista. Este se abstendrá de quemar neumáticos, aceite para motores usados, o cualquier material similar que pueda producir humos densos. La prohibición se aplica a la quema realizada con fines de incineración o para aumentar el poder de combustión de otros materiales.

Los campamentos deberán estar provistos de los servicios básicos de saneamiento. Para la disposición de las excretas se podrán construir silos artesanales en lugares seleccionados que no afecten las fuentes de agua superficial y subterránea por el vertimiento y disposición de los residuos domésticos que se producen en los campamentos. Al final de la obra, los silos serán convenientemente sellados con el material excavado.

El contratista implementará en forma permanente de un botiquín de primeros auxilios, a fin de atender urgencias de salud del personal de obra.

Si durante el período de ejecución de la obra se comprobara que los campamentos u oficinas provisionales son inapropiadas, inseguras o insuficientes, el Contratista deberá tomar las medidas correctivas del caso a satisfacción del Ingeniero Supervisor.

Será obligación y responsabilidad exclusiva del Contratista efectuar por su cuenta y a su costo, la construcción, el mantenimiento de sus campamentos y oficinas.

Bases de Pago:

La construcción o montaje de los campamentos y oficinas provisionales será pagado por metro cuadrado de modulo construido hasta en un 80% para la partida CAMPAMENTO Y OFICINAS PROVISIONALES, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida. El 20% restante se cancelará cuando el Contratista haya desmontado el campamento y cumplido con normas de medio ambiente indicadas en la presente especificación, a satisfacción de la Supervisión.

También estarán incluidos en los precios unitarios del contrato todos los costos en que incurra el contratista para poder realizar el mantenimiento, reparaciones y reemplazos de sus campamentos,

de sus equipos y de sus instalaciones; la instalación y el mantenimiento de los servicios de agua, sanitarios, el desmonte y retiro de los equipos e instalaciones y todos los gastos generales y de administración del contrato.

La recuperación y reacondicionamiento de las áreas ocupadas por el campamento y patio de máquinas serán pagadas respectivamente con las siguientes partidas:

3.6.1.2. Cartel de Identificación de la Obra de 2.40 X 3.60 m. (Und):

Descripción:

Consiste en la construcción de un panel informativo de 3.6m. X 2.40m. (Gigantografía), que será colocado en cantidad de 02, uno al inicio y otro al final de la vía, sobre el que se pintará un aviso con información relacionada a la obra, el cual será de acuerdo al modelo vigente propuesto por la ENTIDAD CONTRATANTE.

El cartel de obra será ubicado en lugar visible de la carretera de modo que, a través de su lectura, cualquier persona pueda enterarse de la obra en ejecución. La ubicación será definida por el Ingeniero Supervisor.

En los planos respectivos se muestran los detalles constructivos del cartel.

Materiales:

Madera: El tipo de madera a ser utilizado será tornillo:

Cartel: Sera tipo Gigantografía

Pintura: Los colores, textos, tamaños, indicaciones serán definidos por la entidad

Concreto: los materiales a ser utilizados en la fabricación de concreto deberán cumplir las especificaciones establecidas en la partida de concreto ciclópeo $f'c=140\text{kg/cm}^2$. + 30% PG.

Método de Medición:

El trabajo se medirá por unidad; ejecutada, terminada e instalada de acuerdo con las presentes especificaciones; el trabajo deberá contar con la conformidad y aceptación del Ingeniero Supervisor.

Bases de Pago:

El Cartel de Obra, medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al precio unitario del contrato, por unidad, para la partida CARTEL DE OBRA, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda mano de obra, equipos, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para completar satisfactoriamente la partida.

El costo incluirá el transporte y colocación, de todos los materiales necesarios para culminar los trabajos a satisfacción del supervisor.

3.6.2. OBRAS PRELIMINARES:

3.6.2.1. Movilización y Desmovilización de Maquinaria y Herramientas para la Obra:

Descripción:

Esta partida consiste en el traslado del equipo mecánico que no cuenta el proyecto al lugar en que desarrollará la obra antes de iniciar los trabajos. La movilización incluye la obtención y pago de permisos y seguros.

Requerimiento de Construcción:

El traslado del equipo pesado se puede efectuar en camiones de cama baja, mientras que el equipo liviano puede trasladarse por sus propios medios, llevando el equipo liviano como herramientas, martillos neumáticos vibradores, etc.

El residente y el jefe de mantenimiento antes de transportar el equipo mecánico al sitio de la obra deberán someterlo a inspección.

El residente no podrá retirar de la obra ningún equipo sin autorización escrita del supervisor.

Medición:

La movilización se efectuará considerando en el caso de equipo pesado el peso de la unidad a transportarse y el equipo autopropulsado será considerado de acuerdo al tiempo de traslado. La medición será en forma global. El equipo en medición será considerado solamente en el expediente.

Pago:

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

El 50 % del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra.

El 50 % restante de la movilización y desmovilización será pagado cuando se haya concluido el 100 % del monto de la obra y haya retirado el equipo de la obra con la autorización del Ingeniero Residente.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.2.1. MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GLOBAL (GLB)

3.6.2.2. Trazo, Nivelación y Replanteo:

Descripción:

Basándose en los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BM's, el Contratista realizará los trabajos de replanteo y otros de topografía y georeferenciación requeridos durante la ejecución de las obras, que incluye el trazo de las modificaciones aprobadas, correspondientes 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.

Consideraciones Generales:

Antes del inicio de los trabajos se deberá coordinar con el Supervisor sobre la ubicación de los puntos de control geodésico, el sistema de campo a emplear, la monumentación, sus referencias, tipo de marcas en las estacas, colores y el resguardo que se implementará en cada caso.

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en el cuadro que se presenta a continuación:

Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado

Tolerancia de Fase de Trabajo	Tolerancia Fase de Trabajo	
	Horizontal	Vertical
Puntos de Control	1:10 000	± 5mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y otras estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	-
Estacas de subrasante	± 50 mm.	± 10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Los formatos a utilizar serán previamente aprobados por el supervisor y toda la información de campo, su procesamiento y documentos de soporte serán de propiedad del MTC una vez completados los trabajos.

Los trabajos en cualquier etapa serán iniciados solo cuando se cuente con la aprobación escrita de la supervisión.

Cualquier trabajo topográfico y de control que no cumpla con las tolerancias anotadas será rechazado. La aceptación del estacado por el supervisor no releva al ejecutor de su responsabilidad de corregir probables errores que puedan ser descubiertos durante el trabajo y de asumir sus costos asociados.

Requerimientos de Construcción:

El ejecutor de la obra 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 ejecutor será responsable del replanteo 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. Los trabajos de Topografía y referenciación comprenden los siguientes aspectos:

a) Georeferenciación:

Se hará estableciendo puntos de control mediante coordenadas UTM, con una equidistancia aproximada no mayor de 10 km., ubicados a lo largo de la carretera. Los puntos seleccionados estarán en lugares cercanos y accesibles que no sean afectados por las obras o por el tráfico vehicular y peatonal. Los puntos serán monumentados en concreto con una placa de bronce en su parte superior en el que se definirá el punto por la intersección de dos líneas. La densidad de estos puntos y su equidistancia tomarán en cuenta la topografía del lugar geométrico de la carretera y necesidades de acceso seguro y rápido.

Estos puntos (ruta geodésica) servirán de base para todo el trabajo topográfico y a ellos estarán referidos los puntos de control y los del replanteo de la vía.

La red geodésica obtenida pasa a ser propiedad de la entidad contratante y los planos de ubicación y datos obtenidos deben ser incorporados en el respectivo informe técnico.

b) Puntos de control:

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en lugares en donde no sufran deterioros debido a las operaciones constructivas.

Se deberán establecer las coordenadas y elevaciones para los puntos reubicados antes que los puntos iniciales sean afectados.

El ajuste de los trabajos topográficos será efectuado con relación a dos puntos de control geodésico contiguos, ubicados a no más de 10 km.

c) Eje de la carretera:

Todos los puntos del eje, señalados en el Proyecto deben ser replanteados. Estos puntos, en zonas de tangente será cada 20 m y en curvas cada 10 m, además de los otros puntos del eje donde se ubican

Las obras de drenaje y complementarias. Todos los puntos replanteados serán identificados mediante la progresiva correspondiente, cuyo logotipo deberá contar con la aprobación del Supervisor.

Esta labor debe ser concluida antes de ejecutar las obras de movimiento de tierras en el eje del Proyecto Vial, a fin de contrastar en forma oportuna la coherencia de los datos del Proyecto y el terreno, la misma que será entregada a la entidad contratante en el respectivo informe técnico.

d) Sección transversal:

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m en tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales por lo menos cada 5 m.

Se tomarán puntos de la sección transversal con la suficiente extensión para que puedan entrar los taludes de corte y relleno hasta los límites que indique el Supervisor. Las secciones además deben extenderse lo suficiente para evidenciar la presencia de edificaciones, cultivos, línea férrea, canales, etc., que por estar cercanas al trazo de la vía, podrían ser afectadas por las obras de la carretera, así como por el desagüe de las alcantarillas. Todas las dimensiones de la sección transversal serán reducidas al horizonte, desde el eje de la vía.

e) Estacas de talud y referencias:

Se deberán instalar estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera, con la traza del terreno natural. Las estacas de talud deben ser ubicadas fuera de los límites de la limpieza del terreno y en dichas estacas se inscribirán las referencias de cada punto e información del talud a construir conjuntamente con los datos de medición. El método de cálculo de la ubicación de las estacas de talud de corte y relleno debe ser previsto y aprobado por el Supervisor.

f) Límites de limpieza y roce:

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

g) Restablecimiento de la línea del eje:

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m en tangente y de 10 m en curvas, además de los otros puntos que la Supervisión ordene.

El estacado debe ser restablecido cuantas veces sea necesario para la ejecución de cada etapa de la obra, para lo cual se deben resguardar los puntos de referencia.

h) Elementos de drenaje:

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

Se deberá considerar lo siguiente:

- Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- Colocación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.
- Determinar y definir los puntos que sean necesarios para establecer la longitud de los elementos de drenaje y del tratamiento de sus ingresos y salidas.

i) Muros de contención:

Se deberá relevar el perfil longitudinal del terreno a lo largo de la cara del muro propuesto. Cada 5 m y donde existan quiebres del terreno, se deben tomar secciones transversales hasta los límites que indique el Supervisor. Se deberán ubicar referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

j) Canteras:

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo. Se debe colocar una línea de base referenciada, límites de la cantera y los límites de limpieza. También se deberán efectuar secciones transversales de toda el área de la cantera referida a la línea de base. Estas secciones deberán ser tomadas antes del inicio de la limpieza y explotación y después de

Concluida la obra y cuando hayan sido cumplidas las disposiciones de conservación de medio ambiente, sobre el tratamiento de canteras.

k) Monumentación:

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

l) Levantamientos diversos:

Se deberán efectuar levantamientos, estacado y obtención de datos esenciales para el replanteo, ubicación, control y medición entre otros, de los siguientes elementos:

- Zonas de depósitos de desperdicios.

Y cualquier elemento que esté relacionado a la construcción y funcionamiento de la carretera.

m) Trabajos topográficos intermedios:

Todos los trabajos de replanteo, reposición de puntos de control y estacas referenciadas, registro de datos y cálculos necesarios que se ejecuten durante el paso de una fase a otra de los trabajos constructivos, deben ser ejecutados en forma constante que permitan la ejecución de las obras, la medición y verificación de cantidades de obra, en cualquier momento.

Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el ejecutor deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo, estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

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, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas. Las estacas deben tener área suficiente que permita anotar marcas legibles.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS:

Los trabajos de nivelación y replanteo y todo lo indicado en esta especificación serán evaluados y aceptados según lo siguiente:

Inspección visual que será un aspecto para la aceptación de los trabajos de acuerdo a la buena práctica, experiencia del supervisor y estándares.

Conformidad con las mediciones de control que se ejecuten en los trabajos, cuyos resultados deberán cumplir dentro de las tolerancias y límites establecidos.

Medición:

Los trabajos de nivelación y replanteo se medirán por kilómetro (km).

Pago:

El pago será por Km. De nivelación y replanteo será de la siguiente forma:

El 40 % del monto global de esta partida se pagará cuando se concluyan los trabajos de replanteo del eje de la carretera.

El 60 % del monto de la partida se pagará en forma prorrateada y uniforme en los meses que dure esta actividad.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.2.2. Trazo y replanteo	Kilómetro (km)

3.6.2.3. Trazo, Nivelación y Replanteo de Obras de Arte:

Descripción:

Comprende todos los trabajos para materializar el eje del puente y/o pontón, alcantarillas, los estribos de apoyo 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.

Requerimiento de Construcción:

El contratista, coordinadamente con el supervisor, no escatimará esfuerzos en obtener la mayor cantidad posible de información topográfica, con el fin de no encontrar posteriores conflictos en el MEDICIÓN y pago de las partidas.

Los tramos que el contratista haya considerado prioritarios dentro de su plan de trabajo serán nivelados y presentados al supervisor para su verificación y aprobación, sin este requisito el contratista no podrá dar inicio a los trabajos de obra; el supervisor contará con cinco días útiles, para pronunciarse al respecto. El contratista deberá hacer entregas racionales y periódicas en función de su real necesidad de avance de obra.

Las estructuras de obras de arte consideradas en la siguiente partida comprenden:

- Pases de agua
- Cabezales de alcantarillas tipo TMC
- Alcantarillas Tipo Marco de concreto

- Badenes
- Pontones
- Puentes

Los trabajos básicos que se deben realizar son:

- Identificación de las cotas fijas (BMs) y monumentación y nivelación de BMs auxiliares
- Procesamiento de la información levantada en campo.
- Mantenimiento de los hitos colocados y aprobados hasta el final de la obra.

Medición:

El supervisor verificará en la obra que el contratista realice todas las labores indicados en esta partida. Se considerará como MEDICIÓN el metro cuadrado (m2) a satisfacción del supervisor.

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), equipo, herramientas y demás imprevistos para completar la partida.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.2.3. Trazo y nivelación de obras de arte	Metro cuadrado (m2)

3.6.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS:

3.6.3.1. Desbroce y Limpieza en Zonas No Boscosas (Ha):

Descripción:

Este trabajo consiste en el desbroce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

Clasificación

Desbroce y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios.

a) Desbroce y limpieza en zonas boscosas:

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraicé y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

Los cortes de vegetación en las zonas próximas a los bordes laterales del derecho de vía, deben hacerse con sierras de mano a fin de evitar daños considerables en los suelos de las zonas adyacentes y deterioro a otra vegetación cercana. Todos los árboles que se talen. Según el trazado de la carretera debe orientarse para que caigan sobre la vía., evitando de esa manera afectar a vegetación no involucrada.

Debe mantenerse en la medida de lo posible, el contacto del dosel forestal. con la finalidad de permitir el movimiento de especies de la fauna principalmente de primates De encontrarse especies de flora o fauna con un importante valor genético y/o en peligro de extinción determinados en los. Especificaciones, estudios previos, éstos deben ser trasladados a lugares próximos de donde fueron afectados.

El traslado de cualquier especie será objeto de una Especificación Especial. Preparada por el responsable de los estudios. En la cual se definirá el procedimiento y los cuidados que serán

necesarios durante toda actividad hasta su implantación en el nuevo sitio.

b) Desbroce y limpieza en zonas no boscosas:

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada. dañando lo menos posible y sin hacer desbroce innecesario, así como también considerar al entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

Medición:

La unidad de medida del área desbrozada y limpiada será la hectárea en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea, de área limpiada y desbrozadas satisfactoriamente, dentro de las zonas señaladas en el expediente técnico o indicadas por el Supervisor. No se incluirán en la medida las áreas correspondientes a la plataforma de vías existentes ni las áreas correspondientes a viviendas.

Tampoco se medirán las áreas limpiadas y desbrozadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto, ni aquellas que el Contratista haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de accesos, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

Pago:

El pago del desbroce y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con

esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Supervisor.

El precio deberá cubrir los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones, disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el supervisor. El precio unitario deberá cumplir además la carga, transporte y descarga y debida disposición de estos materiales.

3.6.3.2. Corte de Material Suelto:

Descripción:

Generalidades:

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones aprobadas por el Supervisor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Excavación para la Explanación:

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse el camino, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación del nivel subrasante en zonas de corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de plataformas existentes.

Excavación Complementaria:

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

Excavación en Zonas de Préstamo:

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de préstamos laterales o propios a lo largo del camino, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

Clasificación:

a) Excavación “no clasificada”:

Se refiere a una definición de clasificación de materiales de excavación de tipo ponderado según una evaluación de metrados en todo el presupuesto de la obra, con el resultado de un precio ponderado, justificado en el Expediente Técnico.

Consecuentemente no se admitirá ningún reajuste por clasificación, sea cual fuere la calidad del material encontrado.

b) Excavación clasificada:

- Excavación en roca fija:

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y compactación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Para iniciar los trabajos de Perforación y Voladuras de rocas se deberá presentar en primer lugar un Procedimiento Ejecutivo con carácter de obligatoriedad para ser aprobado por la supervisión, en el cual debe establecer los criterios de voladuras, las mallas de perforación; las cargas respectivas, los tipos de explosivos, los equipos a utilizar, etc. Considerando que se cumpla con los requerimientos ofrecidos en la propuesta técnico económica del

Contratista para realizar esta partida de voladura en roca. Este procedimiento deberá estar en concordancia con el Estudio Geológico y Geotécnico que forma parte del Estudio Definitivo.

- Excavación en roca suelta:

Comprende la excavación de masas de rocas cuyos grados de fracturamiento, cementación y consolidación, permitan el uso de maquinaria y/o requieran explosivos, siendo el empleo de este último en menor proporción que para el caso de roca fija.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m³), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

- Excavación en material común:

Comprende la excavación de materiales no considerados en los numerales (1) y (2) de esta Subsección (Excavación en roca fija y suelta), cuya remoción sólo requiere el empleo de maquinaria y/o mano de obra.

En las excavaciones sin clasificar y clasificadas, se debe tener presente las mediciones previas de los niveles de la napa freática o tener registros específicos, para evitar su contaminación y otros aspectos colaterales.

Materiales:

Los materiales provenientes de excavación para la explanación se utilizarán, si reúnen las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o determinados por el Supervisor. El Contratista no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la vía, serán reservados para colocarlos posteriormente.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser colocados, donde lo indique el proyecto o de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, en zonas aprobadas por éste.

Los materiales recolectados deberán ser humedecidos adecuadamente, cubiertos con una lona y protegidos contra los efectos atmosféricos, para evitar que por efecto del material particulado causen enfermedades respiratorias, alérgicas y oculares al personal de obra, así como a las poblaciones aledañas.

El depósito temporal de los materiales no deberá interrumpir vías o zonas de acceso de importancia local.

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Supervisor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

Equipo:

El Contratista propondrá, para consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

Los equipos de excavación deberán disponer de sistemas de silenciadores y la omisión de éstos será con la autorización del Supervisor. Cuando se trabaje cerca a zonas ambientalmente sensible, tales como colegios, hospitales, mercados y otros que considere el Supervisor, aunado a los especificados en el Estudio de Impacto Ambiental, los trabajos se harán manualmente si es que

los niveles de ruido sobrepasan los niveles máximos recomendados.

Requerimientos de Construcción:

Excavación

Antes de iniciar las excavaciones se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de topografía, desbroce, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y de instalaciones de servicios que interfieran con los trabajos a ejecutar.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, desagües, alivios de cunetas y construcción de filtros. Además se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Supervisor.

La excavación de la explanación se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las aprobadas por el Supervisor. Todo sobre-excavación que haga el Contratista, por error o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Supervisor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con los planos o las aprobaciones del Supervisor.

Cuando la altura de los taludes sea mayor de siete metros (7 m) o según lo especifique el Proyecto y la calidad del material por excavar lo exija, deberán construirse banquetas de corte con

pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales. El ancho mínimo de la terraza deberá ser tal, que permita la operación normal de los equipos de construcción. La pendiente longitudinal de las banquetas y el dimensionamiento debe especificarse en el proyecto o seguir las aprobaciones del Supervisor.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar.

Si los suelos encontrados a nivel de subrasante están constituidos por suelos inestables, el Supervisor ordenará las modificaciones que corresponden a las instrucciones del párrafo anterior, con el fin de asegurar la estabilidad de la subrasante.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los documentos del proyecto o el Supervisor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobre-excavada se rellenará y conformará.

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o aprobadas por el Supervisor.

Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por el Contratista, debe ser subsanado por éste, sin costo alguno para la ENTIDAD CONTRATANTE.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Contratista proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Supervisor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de

los taludes proyectados. El Contratista garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca.

Toda excavación en roca se deberá profundizar ciento cincuenta milímetros (150 mm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar, conformar y compactar con material seleccionado proveniente de las excavaciones o con material de subbase granular, según lo apruebe el Supervisor.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

Ensanche o modificación del alineamiento de plataformas existentes

En los proyectos de mejoramiento de vías en donde el afirmado existente se ha de conservar, los procedimientos que utilice el Contratista deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán cargarse y transportarse hasta los sitios de utilización o disposición aprobados por el Supervisor.

Así mismo, el Contratista deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente.

Si el proyecto exige el ensanche del afirmado existente, las fajas laterales se excavarán hasta el nivel de subrasante.

En las zonas de ensanche de terraplenes, el talud existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las indicaciones del Supervisor.

Taludes:

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando los taludes excavados tiene más de tres (3) metros, y se presentan síntomas de inestabilidad, se deben de hacer terrazas o banquetas de corte y realizar labores de sembrado de vegetación típica en la zona afectada, para evitar la erosión, ocurrencia de derrumbes o deslizamientos que puedan interrumpir las labores de obra, así como la interrupción del tránsito en la etapa operativa aumentando los costos de mantenimiento. En los lugares que se estime conveniente, se deberán de construir muros de contención. Estas labores deben de tratarse adecuadamente, debido a que implica un riesgo potencial grande para la integridad física de los usuarios del camino.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el Supervisor, estos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Contratista eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente las correcciones complementarias ordenadas por el Supervisor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Contratista será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costo.

Excavación Complementaria:

La construcción de zanjas de drenaje, zanjas interceptoras, badenes y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales deberá efectuarse de acuerdo con los

alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Supervisor.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por el Contratista a entera satisfacción del Supervisor y sin costo adicional para la ENTIDAD CONTRATANTE.

Utilización de Materiales Excavados y Disposición de Sobrantes:

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Contratista no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos del contrato, sin autorización previa del Supervisor.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Supervisor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados, áreas de canteras explotadas y niveladas o donde lo disponga el Proyecto o el Supervisor.

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las aprobaciones del Supervisor y en zonas aprobadas por éste; se usarán para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía y de las canteras. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje del camino o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo del camino. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar

erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

Los materiales aprovechables de las excavaciones de zanjas, acequias, badenes y similares, se deberán utilizar en los terraplenes del proyecto, extender o acordonar a lo largo de los cauces excavados, o disponer según lo determine el Supervisor, a su entera satisfacción.

Los residuos y excedentes de las excavaciones que no hayan sido utilizados según estas disposiciones, se colocarán en los Depósitos de Deshechos del Proyecto o lugares autorizados por el Supervisor.

Excavación en Zonas de Préstamo:

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra. Los cortes de gran altura se harán con autorización del Supervisor.

Si se utilizan materiales de las playas del río, el nivel de extracción debe de estar sobre el nivel del curso de las aguas para que las maquinarias no remuevan material que afecte el ecosistema acuático.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y complementarios.

Hallazgos Arqueológicos, Paleontológicos, Ruinas y Sitios Históricos:

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos humanos antiguos o de época colonial, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico durante la ejecución de las obras.

Manejo del Agua Superficial:

Se presenten depresiones y hundimientos y acordonamientos de material que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En los trabajos de excavación, no deben alterarse los cursos de aguas superficiales, para lo cual mediante obras hidráulicas se debe encauzar, reducir la velocidad del agua y disminuir la distancia que tiene que recorrer. Estas labores traerán beneficios en la conservación del medio ambiente y disminución en los costos de mantenimiento, así como evitará retrasos en la obra.

Limpieza Final:

Al terminar los trabajos de excavación, el contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Referencias Topográficas:

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones complementarias y préstamos, el Contratista deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

Aceptación de los Trabajos:

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Verificar la compactación de la subrasante.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

El trabajo de excavación se dará por terminado y aceptado cuando el alineamiento, el perfil, la sección y la compactación de la subrasante estén de acuerdo con los planos del proyecto, con éstas especificaciones y las aprobaciones del Supervisor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o lo aprobado por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) con respecto a la cota proyectada; o de veinte milímetros (20 mm) en el caso de caminos con volúmenes de tránsito menor a 100 veh/día.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de quince milímetros (15 mm) de las proyectadas; o de 25 mm en el caso de caminos con tránsitos menores a 100 veh/día.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a plena satisfacción del Supervisor.

Compactación de la Subrasante en Zonas de Excavación:

La compactación de la subrasante, se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m² de plataforma terminada y compactada.
- Las densidades individuales del lote (Di) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo Proctor modificado de referencia (De). $D_i > 0.95 D_e$

Medición:

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original. Todas las excavaciones para explanaciones, zanjas, acequias y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Supervisor antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

No se medirán las excavaciones que el Contratista haya efectuado por error o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Supervisor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Contratista deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costo y usando materiales y procedimientos aceptados por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material colocado, perfilado, nivelado y compactado sobre plataforma excavada en roca.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales aprovechables y utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá

establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades determinadas por el Supervisor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Supervisor fueren causados por procedimientos inadecuados o error del Contratista.

Pago:

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las aprobaciones del Supervisor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

Deberá cubrir, además los costos de conformación de la subrasante, su compactación en todo tipo de terreno, la limpieza final, conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de acequias, zanjas, obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales.

El contratista deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización.

En las zonas del proyecto donde se deba realizar trabajo de remoción de la capa vegetal, el precio unitario deberá cubrir el almacenamiento de los materiales necesarios para las obras; y cuando ellos se acordonan a lo largo de futuros terraplenes, su posterior traslado y extensión sobre los taludes de éstos, así como el traslado y extensión sobre los taludes de los cortes donde esté proyectada su utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios aprobados por el Supervisor.

De los volúmenes de excavación se descontarán; para fines de pago; aquellos que se empleen en la construcción de mamposterías, concretos, filtros, afirmados y/o capas de rodadura. En los proyectos de ensanche o modificación del alineamiento de plataformas existentes, donde debe garantizarse la seguridad y mantenimiento del tránsito.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de limpieza y remoción de capa vegetal de las zonas de préstamo; la excavación, carga y descarga de los materiales de préstamo; y los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados en las zonas de préstamo, pero es obligación del Contratista dejar el área bien conformada o restaurada.

El transporte de los materiales provenientes de excedentes de la excavación se medirá y pagará con la partida Transporte de material excedente.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.3.2. Corte de material suelto	Metro cúbico (m3)

3.6.3.3. Relleno de Material Préstamo:

3.6.3.4. Relleno de Material Propio:

Descripción:

Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno natural que será cubierto por un relleno de material adecuado compactado por capas hasta alcanzar el nivel de subrasante.

En el terraplén se distinguen tres zonas constitutivas:

- La inferior, consistente en la escarificación, nivelación y compactación del terreno acondicionado en un espesor aproximado de 0.30 m.
- La intermedia, que es el cuerpo principal del terraplén a construir por capas de 0.30 m compactadas; y
- La superior que corona los últimos 0.30 m de espesor compactado y nivelado para soportar directamente el afirmado del Camino.

Materiales:

Requisitos De Los Materiales:

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones propias de la explanación o de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias orgánicas, como raíces, pastos, etc. y otros elementos perjudiciales.

Su empleo deberá ser autorizado por el Supervisor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de terraplenes con materiales de características expansivas.

Si por algún motivo sólo existen en la zona material expansivos; se deberá proceder a estabilizarlos antes de colocarlos en la obra. Las estabilizaciones serán definidas previamente en el Expediente Técnico.

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la siguiente tabla:

REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Condición	Partes del Terraplén		
	Estrato inferior	Estrato intermedio	Estrato superior
Tamaño máximo (mm)	150	100	75
% Máximo de fragmentos de roca > 3"	30	20	-.-

Índice de Plasticidad %	< 11	< 11	< 10
--------------------------------	----------------	----------------	----------------

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- * Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- * Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

Empleo de los Materiales:

Los documentos del proyecto o las especificaciones especiales indicarán el tipo de suelo por utilizar en cada capa. En casos de que el estrato intermedio e inferior del terraplén se hallen sujeto a inundaciones o al riesgo de saturación total.

Equipo:

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

Los equipos deberán cumplir las exigencias técnicas ambientales tanto para la emisión de gases contaminantes y ruidos.

Requerimientos de Construcción:

Generalidades:

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según los procedimientos descritos en ésta Sección. El procedimiento para determinar los espesores de compactación deberá incluir pruebas aleatorias longitudinales, transversales y con profundidad, verificando que se cumplan con los requisitos de compactación en toda la profundidad propuesta.

El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de trescientos milímetros (300mm).

Si los trabajos de construcción o ampliación de terraplenes afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Contratista será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

La secuencia de construcción de los terraplenes deberá ajustarse a las condiciones estacionales y climáticas que imperen en la región del proyecto. Cuando se haya programado la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del estrato intermedio del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de quinientos metros (500 m) adelante del frente del trabajo, en cuyo caso deberán concluirse también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Cuando se hace el vaciado de los materiales se desprende una gran cantidad de material particulado, por lo cual se debe contar con equipos apropiados para la protección del polvo al personal; además se tiene que evitar que gente extraña a las obras, se encuentren cerca en el momento que se hacen estos trabajos. Para lo cual, se requiere un personal exclusivo para la seguridad, principalmente para que los niños, no se interpongan en el empleo de la maquinaria pesada y evitar accidentes con consecuencias graves.

Preparación del Terreno:

Antes de iniciar la construcción de cualquier terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozado, limpio y una vez ejecutadas las demoliciones de estructuras que se requieran. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área, necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente

especificación, en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), aun cuando se deba construir sobre un afirmado previo existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Supervisor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo.

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el Supervisor, la capa superficial de suelo existente, deberá mezclarse con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiere de construirse sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo o la utilización de cualquier otro medio propuesto por el Contratista y autorizado por el Supervisor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

Estratos Inferior e Intermedio del Terraplén:

El Supervisor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado y consolidado.

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas.

Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí.

Será responsabilidad del Contratista asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del estrato intermedio del terraplén.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Contratista propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Supervisor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

En los estratos inferior e intermedio de terraplenes, las densidades que alcancen no serán inferiores a las que den lugar a los correspondientes porcentajes de compactación exigidos.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén masivo que se esté compactando.

El espesor de las capas de terraplén será definido por el Contratista con base en la metodología de trabajo y equipo, y en ningún caso deberá exceder de trescientos milímetros (300mm) aprobada previamente por el Supervisor, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación uniforme en todo el espesor.

En sectores previstos para la instalación de elementos de seguridad como guardavías, se deberá ensanchar el terraplén de acuerdo a lo indicado en los planos o como lo ordene el Supervisor.

Estrato Superior del Terraplén:

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, el estrato superior deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm) contruidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos, se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles exigidos.

Los terraplenes se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la rasante final a la cota proyectada.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Supervisor y adicionar del mismo material utilizado para conformar el estrato superior, efectuando la homogeneización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Contratista deberá retirar, a sus expensas, el espesor en exceso.

Acabado:

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con el declive correspondiente al bombeo que se haya diseñado para el afirmado terminado.

Limitaciones en la Ejecución:

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia y la temperatura ambiente no sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

Deberá impedirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadura en la superficie.

Estabilidad:

El contratista responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Supervisor, haya sido mal construido por descuido o error atribuible a aquel.

Se debe considerar la revegetación en las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial, según lo indique el Proyecto; y verificar el estado de los taludes a fin de que no existan desprendimiento de materiales y/o rocas, que puedan afectar al personal de obra y maquinarias con retrasos de las labores.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, planos del proyecto e indicaciones del Supervisor y resultaren daños causados exclusivamente por lluvias excepcionales que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerán al Contratista los costos por las medidas correctoras, excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén: salvo cuando los derrumbes, hundimientos o inundaciones se deban a mala construcción de las obras de drenaje, falta de retiro oportuno de encofrado u obstrucciones derivadas de operaciones deficientes de construcción imputables al contratista.

Aceptación de los Trabajos:

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

a) Controles:

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

b) Calidad de los materiales:

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría
- Límites de Consistencia.
- Abrasión.
- Clasificación.

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias según el nivel del terraplén, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

c) Calidad del producto terminado:

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada, en caminos con tránsito entre 400 y 100 veh/día; y de veinte milímetros (20 mm) con tránsito menor.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

- Compactación:

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizará según los requisitos exigidos y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales del tramo (D_i) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor modificado de referencia (D_e) para los estratos inferior e intermedio del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación del estrato superior del terraplén.

$$D_i > 0.90 D_e \text{ (estratos inferior e intermedio)}$$

Di > 095 De (estrato superior)

La humedad del trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor modificado.

El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

- Irregularidades:

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

- Protección del estrato superior del terraplén:

El estrato superior del terraplén no deberá quedar expuesto a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Contratista la reparación de cualquier daño al estrato superior del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

El trabajo de terraplenes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación, las indicaciones del Supervisor y se complete a satisfacción de este.

Ensayos y Frecuencias

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
TERRAPLÉN	GRANULOMETRÍA	MTC E 204	D 422	T 27	1 CADA 1000 M ³	CANTERA
	LÍMITES DE CONSISTENCIA	MTC E 111	D 4318	T 89	1 CADA 1000 M ³	CANTERA

CONTENIDO DE MAT. ORGÁNICA		MTC E 118			1 CADA 3000 M ³	CANtera
ABRASIÓN LOS ÁNGELES		MTC E 207	C 131	T 96	1 CADA 3000 M ³	CANtera
RELACIÓN DENSIDAD - HUMEDAD		MTC E 115	D 1557	T 180	1 CADA 1000 M ³	PISTA
COMPACTACIÓN	ESTRATOS INFERIOR E INTERMEDIO	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 238	1 CADA 500 M ²	PISTA
	ESTRATO SUPERIOR				1 CADA 250 M ²	

(1) O antes, sí por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico – mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

Medición:

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Supervisor, en su posición final.

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes, verificadas por el Supervisor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

- a) Las líneas del terreno (resultante de la renovación de la capa vegetal).
- b) Las líneas del proyecto (nivel de subrasante, cunetas y taludes proyectados).

No habrá medida ni pago para los terraplenes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Supervisor, efectuados por el Contratista, ya sea por error o por conveniencia, para la operación de sus equipos.

No se medirán los terraplenes que haga el Contratista en sus caminos de acceso y obras auxiliares que no formen parte de las obras del proyecto.

Pago:

El trabajo de terraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Supervisor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se haya de construir un terraplén nuevo; deberá cubrir, además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de terraplenes; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los terraplenes, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones del Supervisor. La obtención de los materiales para los terraplenes y las excavaciones para retirar el material inadecuado se medirán y pagarán de acuerdo con lo indicado en la partida Relleno con Material Propio.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.3.3.Relleno con material propio 3.6.3.4.Relleno con material préstamo	Metro cúbico (m3)

3.6.4. PAVIMENTOS:

3.6.4.1. Perfilado, Nivelación y Compactado de Subrasante en Zonas de Corte:

Descripción:

Esta actividad incluye la conformación y la compactación del material superficial de la plataforma de la vía. El objetivo es el mejoramiento de la superficie de rodadura para dejarla en condiciones óptimas de Transitabilidad y de comodidad para el usuario.

El perfilado se debe realizar cuando el afirmado del camino se encuentre suelto y se empiece a perder el espesor del material o cuando la irregularidad de la superficie de rodadura, como el encalaminado, afecte las condiciones de Transitabilidad de la vía.

Materiales:

Agua para la realización de la compactación.

Equipos y Herramientas:

Los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad son: motoniveladora, compactador de rodillo liso, herramientas manuales, camión cisterna, equipo laboratorio, equipo topográfico y una cámara fotográfica, etc.

Procedimiento de Ejecución:

El procedimiento a seguir para la ejecución de los trabajos es el siguiente:

- Colocar señales preventivas y dispositivos de seguridad. En caso necesario operadores de PARE y SIGA.
- Personal debe contar con los uniformes, cascos y todos los elementos de seguridad industrial en concordancia con las normas establecidas.
- Distribuir los trabajadores con base en la programación de esta actividad
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación inicial y en actividades de avance.
- Conformar la plataforma, limpiar y perfilar las cunetas empleando la motoniveladora, teniendo cuidado de no estropear los cabezales de las alcantarillas.
- Realizar la compactación del material de afirmado existente, humedeciendo hasta obtener una humedad óptima y en caso de estar muy húmedo, airearlo removiéndolo con la motoniveladora.
- Retirar piedras y sobre tamaños mayores a 7,5 cm.

- Limpiar las zonas aledañas y las estructuras de drenaje que pudieran ser afectadas durante el proceso.
- Al terminar los trabajos, retirar las señales y dispositivos de seguridad en forma inversa a como fueron colocados.
- Tomar algunas fotografías de casos sobresalientes y/o representativos, en la situación final.

Aceptación de los Trabajos:

La Supervisión verificará que la capa de afirmado ha sido escarificada, conformada y compactada cumpliendo con los requerimientos de la presente especificación y que como resultado la plataforma está debida y completamente perfilada.

Medición:

La unidad de medida para el Perfilado de la Superficie es: metro cuadrado (m²).

Pago:

El Perfilado de la Superficie se pagará según el precio de contrato o el cumplimiento del Indicador de Conservación o del Indicador de Nivel de Servicio, por trabajo aprobado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y la aceptación por parte de la Supervisión.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.4.1. Perfilado y Compactado de la Sub-Rasante	Metro cuadrado (m ²)

3.6.4.2. Afirmado=0.20 m:

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada (explanada), de acuerdo a las dimensiones indicados en los planos del proyecto.

Se distinguen cuatro tipos de afirmado y su aplicación está en función del IMD:

Afirmado Tipo 1:

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 10, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. El espesor de la capa será el definido en el presente Manual para el Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clases T0 y T1, con IMD proyectado menor a 50 vehículos día.

Afirmado Tipo 2:

Corresponde a un material granular natural o de grava seleccionada por zarandeo, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 10, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clase T2, con IMD proyectado entre 51 y 100 vehículos día.

Afirmado Tipo 3:

Corresponde a un material granular natural o grava seleccionada por zarandeo o por chancado, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. Se utilizará en los caminos de bajo volumen de tránsito, clase T3, con IMD proyectado entre 101 y 200 vehículos día.

Afirmado Tipo 4:

Corresponde a un material granular o grava seleccionada por chancado o trituración, con un índice de plasticidad hasta 9; excepcionalmente se podrá incrementar la plasticidad hasta 12, previa justificación técnica y aprobación del supervisor. Se utilizará

en los caminos de bajo volumen de tránsito, clase T4, con IMD proyectado entre 201 y 400 vehículos día.

Las consideraciones ambientales están referidas a la protección del medio ambiente durante el suministro, transporte, colocación y compactación de los materiales de afirmado.

Materiales:

Los agregados para la construcción del afirmado deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas:

Franjas Granulométricas

TIPO Y AFIRMADO				
Porcentaje que pasa del Tamiz	Tráfico T0 y T1: Tipo 1 IMD < 50 veh.	Tráfico T2: Tipo 2 51 - 100 veh.	Tráfico T3: Tipo 3 101 – 200 veh.	Tráfico T4: Tipo 4 201 – 400 veh.
50 mm (2")	100	100		
37.5 mm (1½")		95 – 100	100	
25 mm (1")	50 – 80	75 – 95	90 – 100	100
19 mm (¾")			65 – 100	80 – 100
12.5 mm (½")				
9.5 mm (3/8")		40 – 75	45 – 80	65 – 100
4.75 mm (N° 4)	20 - 50	30 – 60	30 – 65	50 – 85
2.36 mm (N° 8)				
2.0 mm (N° 10)		20 – 45	22 – 52	33 – 67
4.25 um (N° 40)		15 – 30	15 – 35	20 – 45
75 um (N° 200)	4 -12	5 – 15	5 – 20	5 – 20
Índice de Plasticidad	4 – 9	4 - 9	4 – 9	4 – 9

Para el caso del porcentaje que pasa el tamiz 75 um (N° 200), se tendrá en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para prevenir el daño por la acción de las heladas, en este caso será necesario tener porcentajes más bajos al porcentaje especificado que pasa el tamiz 75 um (N° 200), por lo que en caso no lo determine el proyecto, el supervisor deberá fijar y aprobar los porcentajes apropiados.

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

Desgaste Los Ángeles : 50% máx. (MTC E 207)

Límite Líquido : 35% máx. (MTC E 110)

CBR (1) : 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1" (2.5 mm)

Equipo:

Todos los equipos deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren la aprobación previa del supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras.

El equipo será el más adecuado y apropiado para la explotación de los materiales, su clasificación, trituración de ser requerido, lavado de ser necesario, equipo de carga, descarga, transporte, extendido, mezcla, homogeneización, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Requerimientos de Construcción:

Explotación de materiales y elaboración de agregados:

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Se deberá evaluar las canteras establecidas, el volumen total a extraer de cada cantera, asimismo estimar la superficie que será explotada y proceder al estacado de los límites, para solicitar la respectiva licencia de explotación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes.

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 o elaboración, distinta a la vía; salvo aprobación del supervisor.

Luego de la explotación de canteras, se deberá readecuar de acuerdo a la morfología de la zona, ya sea con cobertura vegetal o con otras obras para recuperar las características de la zona antes de su uso.

Los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras, el contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

En los casos que el material proceda de lechos de río, el contratista deberá contar previamente al inicio de su explotación con los permisos respectivos. Así también, el material superficial removido debe ser almacenado para ser reutilizado posteriormente para la readecuación del área de préstamo. La explotación del material se realizará fuera del nivel del agua y sobre las playas del lecho, para evitar la remoción de material que generaría aumento en la turbiedad del agua.

La explotación de los materiales de río debe localizarse aguas abajo de los puentes y de captaciones para acueductos, considerando todo los detalles descritos en el Plan de Manejo Ambiental.

Si la explotación es dentro del cauce de río, esta no debe tener más de un 1.5 metros de profundidad, evitando hondonadas y cambios morfológicos del río. Esta labor debe realizarse en los sectores de playa más anchas utilizando toda la extensión de la misma. Paralelamente, se debe ir protegiendo las márgenes del río, a fin de evitar desbordes en épocas de creciente.

Al concluir con la explotación de las canteras de río se debe efectuar la recomposición total del área afectada, no debiendo quedar hondonadas, que produzcan empozamientos del agua y por ende la creación de un medio que facilite la aparición de enfermedades transmisibles, ó que en épocas de crecidas pueda ocasionar fuertes desviaciones de la corriente y crear erosión lateral de los taludes del cauce.

Se deberán establecer controles para la protección de taludes y humedecer el área de operación o patio de carga a fin de evitar la emisión de material particulado durante la explotación de materiales. Se aprovecharán los materiales de corte, si la calidad del material lo permite, para realizar rellenos o como fuentes de materiales constructivos. Esto evitará la necesidad de explotar nuevas canteras y permitirá disminuir los costos ambientales.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera, salvo aprobación del supervisor ni arrojados a los cursos de agua. Deberán ser colocados en el lugar de disposición de materiales excedentes o reutilizados para la readecuación de la zona afectada.

Para mantener la estabilidad del macizo rocoso y salvaguardar la integridad física de las personas no se permitirán alturas de taludes superiores a los diez (10) metros, sin escalonamientos.

Se debe presentar un registro de control, de las cantidades extraídas de la cantera, al Supervisor para evitar la sobreexplotación. La extracción por sobre las cantidades máximas

de explotación se realizará únicamente con la autorización del supervisor.

El material no seleccionado para el empleo en la construcción del camino, deberá ser apilado convenientemente a fin de ser utilizado posteriormente en el nivelado del área que lo requiera, según sea aprobado por el supervisor.

Preparación de la Superficie Existente:

El material para el afirmado se descargará cuando se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas.

Transporte y Colocación del Material:

El contratista deberá transportar y depositar el material de modo, que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1,500m) de las operaciones de mezcla, conformación y compactación del material del sector en que se efectúan estos trabajos.

Durante esta labor se tomarán las medidas para el manejo del material de afirmado, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Extensión, Mezcla y Conformación del Material:

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el

material, para lograr la humedad de compactación, el contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

Durante esta actividad se tomará las medidas durante la extensión, mezcla y conformación del material, evitando los derrames de material que pudieran contaminar fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar.

Compactación:

Cuando el material tenga la humedad apropiada, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida con el equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen, no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio ($1/3$) del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente o en instantes en que haya lluvia.

En esta actividad se tomarán los cuidados necesarios para evitar derrames de material que puedan contaminar las fuentes de agua, suelo y flora cercana al lugar de compactación. Los residuos generados por esta y las dos actividades mencionadas

anteriormente, deben ser colocados en lugares de disposición de desechos adecuados especialmente para este tipo de residuos.

Aceptación de los Trabajos:

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el supervisor efectuará los siguientes controles principales:

Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el contratista.

Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la clasificación de los suelos: se efectuará bajo el sistema AASHTO que ha sido concebido para estudios de caminos.

Esta clasificación permite predecir con exactitud suficiente el comportamiento de los suelos, para los fines prácticos de identificar a lo largo del camino los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico.

Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de afirmados, macadán granular, empedrados, adoquinados y suelos estabilizados.

Ejecutar ensayos de compactación.

Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas extradimensionales, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo a ser aplicado.

Tomar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de los tramos de prueba en el caso de afirmados, macadam granular, empedrados, adoquinados y suelos estabilizados.

Ejecutar ensayos de compactación.

Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas extradimensionales, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo a ser aplicado.

Tomar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

Vigilar la ejecución de las consideraciones ambientales incluidas en esta sección para la ejecución de obras de afirmados, macadam granular, empedrados, adoquinados y suelos estabilizados.

Condiciones Específicas para el Recibo y Tolerancias:

Tanto las condiciones de recibo como las tolerancias para las obras ejecutadas, se indican en las especificaciones correspondientes. Todos los ensayos y mediciones requeridos para el recibo de los trabajos especificados, estarán a cargo del supervisor.

Aquellas áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias, deberán ser corregidas por el contratista, a su costo, hasta cumplir lo especificado.

Compactación:

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada se realizarán de acuerdo a lo indicado en el expediente y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Las densidades individuales (D_i) deben ser, como mínimo el cien por ciento (100%) de la obtenida en el ensayo Próctor modificado de referencia (MTC E 115)

$$D_i \geq D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en ± 2.0 % respecto del óptimo contenido de humedad obtenido con el Próctor modificado. En caso de no cumplirse estos términos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo MTC E 117, MTC E 124.

Espesor:

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d). $e_m \geq e_d$. Además el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al noventa y cinco por ciento (95 %) del espesor del diseño, so pena del rechazo del tramo controlado. $e_i \geq 0.95 e_d$

Medición:

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de material o mezcla suministrado, colocado y compactado, aprobado por el supervisor, de acuerdo con lo que exija la

especificación respectiva, las dimensiones que se indican en el proyecto.

El volumen se determinará por el sistema promedio de áreas extremas, utilizando las secciones transversales y la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, ni fuera de las dimensiones de los planos y del proyecto, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre-excavaciones de la subrasante; por parte del contratista.

Pago:

El pago se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo tanto con esta sección como con la especificación respectiva y aceptada por el supervisor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de permisos ambientales para la explotación de los suelos y agregados; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos de explotación, selección, trituración, lavado, transportes dentro de las zonas de producción, almacenamiento, clasificación, desperdicios, carga, transporte del material al punto de aplicación, descarga, mezcla, colocación, nivelación y compactación de los materiales utilizados; y los de extracción, bombeo, transporte y distribución del agua requerida.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de ejecución de los tramos de prueba y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de la capa respectiva.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
-----------------	----------------

3.6.5. OBRAS DE CONCRETO:**3.6.5.1. Muros:****3.6.5.1.1. Excavación No Clasificada para Estructuras:**Descripción:

Este trabajo consiste en la ejecución de excavaciones por encima o por debajo del nivel freático, para fundación de estructuras diversas, en materiales comunes (suelos y/o rocas), para la cimentación de estructuras, alcantarillas, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras complementarias, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático.

- Excavaciones para estructuras en roca en seco: Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.
- Excavaciones para estructuras en material común en seco: Comprende toda excavación de materiales no cubiertos en el párrafo anterior, "Excavaciones para estructura en roca".
- Excavaciones para estructura en roca bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierto por "Excavaciones para estructuras en Roca" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.
- Excavaciones para estructura en material común bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierta por

"Excavaciones para estructura en material común" en donde la permanencia del agua dificulte su excavación.

Materiales:

No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección, excepto en el caso de excavación en roca que puede demandar el uso de explosivos.

Equipo:

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

REQUERIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN:

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 45 cm fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

El Contratista deberá proteger la excavación contra derrumbes; todo derrumbe causado por error o procedimientos inapropiados del Contratista, se eliminará a su cuenta, costo y riesgo.

Todo material inadecuado que se halle al nivel de cimentación deberá ser excavado y reemplazado por material seleccionado o por concreto pobre, según lo determine el Supervisor.

El Contratista no deberá terminar la excavación hasta el nivel de cimentación, sino está preparado para iniciar la colocación del

concreto o mampostería de la estructura, material seleccionado o tuberías de alcantarillas.

El Supervisor previamente debe aprobar la profundidad y naturaleza del material de cimentación. Toda sobre-excavación por debajo de las cotas autorizadas de cimentación, deberá ser rellenada por el Contratista a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Supervisor.

Todos los materiales excavados que sean adecuados y necesarios para rellenos deberán almacenarse en forma tal, de poderlos aprovechar en la construcción de éstos; no se podrán desechar ni retirar de la obra, para fines distintos a ésta, sin la aprobación previa del Supervisor.

El Contratista deberá preparar el terreno para las cimentaciones necesarias, de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que van a recibir concreto deberán nivelarse con herramientas manuales, hasta darle las dimensiones indicadas en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas o equipos adecuados hasta dejarlas compactadas, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras.

Las excavaciones en roca para estructuras se harán teniendo en consideración lo dispuesto en la Subsección 05.05; la ejecución de este tipo de voladuras deberá ser comunicada además al Supervisor, por lo menos con 24 horas de anticipación a su ejecución. Las técnicas usadas deberán garantizar el mantenimiento de las tolerancias indicadas en el Proyecto. La excavación próxima y vecina a la superficie definitiva, deberá hacerse de manera tal que el material de dicha superficie, quede prácticamente inalterado.

El Contratista deberá ejecutar todas las construcciones temporales y usar el equipo y métodos de construcción que se requieran para

drenar las excavaciones y mantener su estabilidad, tales como desviación de los cursos de agua, utilización de entibados y la extracción del agua por bombeo. Estos trabajos o métodos de construcción requerirán la aprobación del Supervisor, pero dicha aprobación no eximirá al Contratista, de su responsabilidad por el buen funcionamiento de los métodos empleados, ni por el cumplimiento de los requisitos especificados. El drenaje de las excavaciones se refiere tanto a las aguas de infiltración como a las aguas de lluvias.

El Contratista deberá emplear todos los medios necesarios para evitar accidentes de sus trabajadores, personas extrañas a la obra o vehículos.

Dichas medidas comprenderán el uso de entibados si fuere necesario, barreras de seguridad y avisos, y requerirán la aprobación del Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Los últimos 20 cm de las excavaciones, en el fondo de éstas, deberán hacerse con herramientas manuales, antes de iniciar la construcción de las fundaciones, salvo en el caso de excavaciones en roca.

Después de terminar cada una de las excavaciones, el Contratista deberá dar el correspondiente aviso al Supervisor y no podrá iniciar la construcción de obras dentro de ellas sin su autorización.

En caso de excavaciones que se efectúen sobre vías abiertas al tráfico se deberán disponer los respectivos desvíos y adecuada señalización en todo momento, incluyendo la noche hasta la finalización total de los trabajos, o hasta que se restituyan niveles adecuados de seguridad al usuario. Será aplicable en la ejecución

de los trabajos de Excavación para Estructuras, lo indicado en la Sección 103.

Se debe proteger la excavación contra derrumbes que puedan desestabilizar los taludes y laderas naturales, provocar la caída de material de ladera abajo, afectando la salud de las personas y ocasionar impactos al medio ambiente. Para evitar daños en el medio ambiente como consecuencia de la construcción de muros, alcantarillas, subdrenes y cualquier otra obra que requiera excavaciones, se deberán cumplir entre otros, los siguientes requisitos:

- En el caso de muros y, principalmente, cuando en la ladera debajo de la ubicación de éstos existe vegetación, los materiales excavados deben ser depositados temporalmente en un lugar adecuado de la
- plataforma de la vía, en espera de ser trasladado al lugar que designe el Supervisor.
- En el caso de la construcción de cunetas, subdrenes, etc., los materiales producto de la excavación no deben ser colocados sobre terrenos con vegetación o con cultivos; deben ser eliminados en los DME, de acuerdo a la Partida 07.00.00.
- Los materiales pétreos sobrantes de la construcción de cunetas revestidas, muros, alcantarillas de concreto y otros, no deben ser esparcidos en los lugares cercanos, sino trasladados y eliminados en los DME, de acuerdo a la Partida 07.00.00.

Uso de explosivos:

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor y según lo indicado en la Subsección 05.05.

501.06 Utilización y eliminación de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser retirados por El Contratista de la zona del Proyecto, hasta los sitios aprobados por el Supervisor, siguiendo las disposiciones de la Sección 209. Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar.

Se debe evitar zonas inestables o áreas de importancia ambiental como humedales o áreas de alta productividad agrícola.

Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua, para asegurar que el nivel de agua, durante precipitaciones pluviales, no sobrepase el nivel más bajo de los materiales colocados en el depósito. No se colocara el material en lechos de ríos, ni a 30 m de las orillas.

Tolerancias

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 cm en cota, ni más de 5 cm en la localización en planta.

Aceptación de los Trabajos:

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el cumplimiento de lo exigido en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según se indica en las presentes especificaciones..

- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta Partida 07.00.00.

La evaluación de los trabajos de “Excavación para Estructuras” se efectuará según lo indicado en la Subsección 04.11.

Medición:

El volumen a pagar será el número de metros cúbicos (m³), medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del Supervisor. El cálculo del material excavado se realizará empleando el método de las áreas medias.

No se reconocerá el volumen excavado fuera de los planos verticales exteriores paralelos a la estructura distanciados a 0.60m., del perímetro o contorno de la proyección horizontal de los cimientos, que para el caso de alcantarillas tipo tubo, serán planos verticales a 0.60 m., a cada lado de la proyección horizontal del diámetro.

La medición no incluirá volumen de excavación alguno realizado con anterioridad a que se tomen las elevaciones y mediciones del terreno natural no removido.

Tampoco se incluirá en la medición, el volumen de material removido por segunda vez ni la sobre excavación que pueda realizar el Contratista por facilidad para su trabajo.

Los derrumbes originados por causas imputables al Contratista, serán removidos a su costo y la sobre excavación y la eliminación a DME's, como resultado de este fenómeno, no será reconocida.

Los derrumbes originados por hechos fortuitos (no imputables al Contratista) se procederán a realizar el seccionamiento y cálculo del volumen correspondiente, para efectos de transporte más no para ser contabilizado como excavación de estructuras.

Pago:

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, materiales, equipos, herramientas, acomodo de material excavado dentro de la distancia libre de transporte, trabajos y materiales necesarios para la protección, contención sostenimiento, entibación, bombeo y/o desviación de aguas en las excavaciones, excavación en roca fija e imprevistos necesarios para culminar la partida, a entera satisfacción del Supervisor.

El transporte de los materiales excavados y de derrumbes no imputables al Contratista, no utilizados en rellenos se pagará con la partida transporte de eliminación de material a botadero, según sea el caso.

El precio incluye los trabajos necesarios para el control y eliminación de aguas durante y después de los trabajos de excavación.

El Transporte de los excedentes SE PAGAN EN EL ITEM 05.00.00. “TRANSPORTE DE MATERIAL DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME”, según sea el caso.

Los acondicionamientos de los excedentes de corte no utilizados se pagarán con la partida 07.00.00“ACONDICIONAMIENTO DE ACONDICIONAMIENTO DE DESECHOS Y EXCEDENTES”.

PARTIDAS DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.5.1.1. Excavación No Clasificada para Estructuras	Metro Cúbico (m3)

3.6.5.1.2. Encofrado y Desencofrado para Estructuras:

Descripción:

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto, de modo que éste, al endurecer tome la

forma que se estipule en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación en la estructura.

Ejecución:

El contratista deberá preparar el encofrado según los planos diseñados en el proyecto y presentados al supervisor para su aprobación, antes de iniciarse los trabajos del llenado del concreto.

Los encofrados deberán ser construidos de modo que resistan totalmente el empuje del concreto al momento del llenado, y la carga viva durante la construcción, sin deformarse y teniendo en cuenta las contra-flechas correspondientes para cada caso.

Para los diseños, además del peso propio y sobre carga se considerará un coeficiente de amplificación por impacto, igual al 50% del empuje del material que debe ser recibido por el encofrado; se construirán empleando materiales adecuados que resistan los esfuerzos solicitados, debiendo obtener la aprobación de la supervisión.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el contratista deberá obtener la autorización escrita del supervisor. La aprobación del encofrado y autorización para la construcción no relevan al contratista de su responsabilidad de que éstos soporten adecuadamente las cargas a que estarán sometidos.

Los encofrados para ángulos entrantes deberán ser achaflanados y aquellos con aristas, serán fileteados.

Los encofrados deberán ser construidos de acuerdo a las líneas de la estructura y apuntalados sólidamente para que conserven su rigidez. En general, se deberán unir los encofrados por medio de pernos que puedan ser retirados posteriormente. En todo caso, deberán ser construidos de modo que se pueda fácilmente desencofrar.

Antes de recibir el concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y sus superficies interiores

recubiertas adecuadamente con aceite, grasa o jabón, para evitar la adherencia del concreto.

No se podrá efectuar llenado alguno sin la autorización escrita del supervisor, quien previamente habrá inspeccionado y comprobado la buena ejecución de los encofrados de acuerdo a los planos así como las características de los materiales empleados.

Todo encofrado para volver a ser usado no deberá presentar alabeo ni deformaciones y deberá ser limpiado con cuidado antes de ser colocado nuevamente.

Encofrado Cara No Vista:

Los encofrados corrientes pueden ser construidos con madera en bruto, pero las juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

Medición:

Se considerará como área de encofrado a la superficie de la estructura que será cubierta directamente por dicho encofrado, cuantificado en metros cuadrados (m²).

Pago:

El pago de los encofrados se hará en base a los precios unitarios del expediente por metro cuadrado (m²) de encofrado utilizado para el llenado del concreto.

Este precio incluirá, además de los materiales, mano de obra, bonificaciones por trabajo bajo agua y el equipo necesario para ejecutar el encofrado propiamente dicho, todas las obras de refuerzo y apuntalamiento, así como de accesos, indispensables para asegurar la estabilidad, resistencia y buena ejecución de los trabajos. Igualmente incluirá el costo total del desencofrado.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
-----------------	----------------

3.6.5.1.2. Encofrado y Desencofrado para Estructuras	Metro Cuadrado (M2)
---	----------------------------

3.6.5.1.3. Concreto F'C=210 KG/CM²

3.6.5.1.4. Concreto F'C=175kg/cm²+30% PM

3.6.5.1.5. Concreto F'C=100 KG/CM²

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabados de los concretos de cemento Portland, utilizados para la construcción de estructuras de drenaje, muros de contención, cabezales de alcantarillas, cajas de captación, aletas, sumideros y estructuras en general, de acuerdo con los planos y especificaciones del proyecto.

Materiales:

Cemento:

El cemento utilizado será Portland, el cual deberá cumplir lo especificado en la Norma Técnica Peruana NTP334.009, NTP 334.090, Norma AASHTO M85 o la Norma ASTM-C150.

Si los documentos del proyecto, no especifican lo contrario, se empleará el denominado Tipo I o Cemento Portland Normal.

Agregados:

a) Agregado fino:

Se considera como tal, a la fracción que pase la malla de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas o gravas. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Requisitos del agregado fino para concreto

Ensayo		Norma MTC	Norma NTP	Requisito
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	-Sulfato de sodio	MTC E 207	NTP 400.016	10
	-Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	15
Limpieza				
Índice de plasticidad, % máximo		MTC E 111	NTP 339.129	No plástico
Equivalente de arena, % mínimo	$f'c \leq 21$ MPa (210 Kg/cm ²)	MTC E 114	NTP 339.146	65
	$f'c > 21$ MPa (210 Kg/cm ²)	MTC E 114	NTP 339.146	75
Valor de azul de metileno, máximo			TP- 57 (*)	5
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Material que pasa el tamiz de 75 μ m (n.º 200), % máximo		MTC E 202	NTP 400.018	3
Contenido de materia orgánica				
Color más oscuro permisible		MTC E 213	NTP 400.024 NTP 400.013	Igual a muestra patrón
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como SO ₄ , % máximo		--	NTP 400.042	1,2
Contenido de cloruros, expresado como cl-, % máximo		--	NTP 400.042	0,1
Absorción				
Absorción de agua, % máximo		MTC E 205	NTP 400.022	4

Reactividad:

El agregado fino no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO₂ y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma ASTM C 289, se obtienen los siguientes resultados:

$$SiO_2 > R \text{ curando } R \geq 70 \quad SiO_2 > 35 + 0,5 R \text{ curando } R < 70$$

Granulometría:

La curva granulométrica del agregado fino deberá encontrarse dentro de los límites que se señalan a continuación:

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

TAMIZ (MM)	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm (3 /8”)	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	80 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
0.60 mm (N° 30)	25 - 60
0.30 mm (N° 50)	5 - 30
0.15 mm (N° 100)	0 - 10

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45%) de material retenido entre dos tamices consecutivos. El Modulo de Finura se encontrará entre 2.8 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán variaciones mayores de 0.2 en el Módulo de Finura con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo.

Durabilidad:

El agregado fino no podrá presentar pérdidas superiores a diez por ciento (10%) o quince por ciento (15%), al ser sometido a la prueba de durabilidad en sulfatos de sodio o magnesio, respectivamente, según la norma MTC E 209.

En caso de no cumplirse esta condición, el agregado podrá aceptarse siempre que habiendo sido empleado para preparar concretos de características similares, expuestas a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo, haya dado pruebas de comportamiento satisfactorio.

Limpieza:

El Equivalente de Arena, medido según la Norma MTC E 114, será sesenta y cinco por ciento (65%) mínimo para concretos de $f'c \leq 210\text{kg/cm}^2$ y para resistencias mayores setenticinco por ciento (75%) como mínimo.

b) Agregado grueso:

Se considera como tal, al material granular que quede retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Será grava natural o provendrá de la trituración de roca, grava u otro producto cuyo empleo resulte satisfactorio cumpla la especificación.

Los requisitos que debe cumplir el agregado grueso son los siguientes:

REQUISITOS DEL AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

Ensayo		NORMA MTC	NORMA NTP	Requisito
Dureza				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, % máximo		MTC E 207	NTP 400.019 NTP 400.020	40
Durabilidad				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo $\geq 3\ 000$ msnm	-Sulfato de sodio	MTC E 209	NTP 400.016	12
	-Sulfato de magnesio	MTC E 209	NTP 400.016	18
Limpieza				
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		MTC E 212	NTP 400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		MTC E 211	NTP 400.023	0,5
Geometría de las partículas				
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo		MTC E 210	D-5821 (*)	60
Partículas chatas y alargados (relación 5:1), % máximo		--	NTP 400.040	10
Características químicas				
Contenido de sulfatos, expresado como ión SO_4^{2-} , % máximo		--	NTP 400.042	1,0
Contenido de cloruros, expresado como ión Cl^- , % máximo		--	NTP 400.042	0,1

(*) ASTM D-5821

- **Reactividad:**

El agregado no podrá presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento, lo cual se comprobará por idéntico procedimiento y análogo criterio que en el caso de agregado fino.

- **Granulometría:**

La gradación del agregado grueso deberá satisfacer una de las siguientes franjas, según se especifique en el proyecto y apruebe el Supervisor con base en el tamaño máximo de agregado a usar, de acuerdo a la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

HUSO GRANULOMÉTRICO N°	PORCENTAJE QUE PASA						
	7	67	57	467	357	4	3
63 MM (2,5")	-	-	-	-	100	-	100
50 MM (2")	-	-	-	100	95- 100	100	90- 100
37,5MM (1½")	-	-	100	95- 100	-	90- 100	35 - 70
25,0MM (1")	-	100	95- 100	-	35 - 70	20 – 55	0 – 15
19,0MM (¾")	100	90- 100	-	35 - 70	-	0 – 15	-
12,5 MM (½")	90- 100	-	25 - 60	-	10 - 30	-	0 – 5
9,5 MM (3/8")	40 - 70	20 - 55	-	10 - 30	-	0 – 5	-
4,75 MM (N°4)	0 - 15	0 - 10	0 – 10	0 – 5	0 – 5	-	-
2,36 MM (N°8)	0 - 5	0 - 5	0 - 5	-	-	-	-

Nota: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida.

Fuente: ASTM C33, AASHTO M-43

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas.

- Durabilidad:

Los resultados del ensayo de durabilidad (norma de ensayo MTC E 209), no podrán superar el doce por ciento (12%) o dieciocho por ciento (18%), según se utilice sulfato de sodio o de magnesio, respectivamente.

- Abrasión L.A.:

El desgaste del agregado grueso en la máquina de Los Angeles (norma de ensayo MTC E 207) no podrá ser mayor de cuarenta por ciento (40%).

- Forma:

El porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso procesado, determinados según la norma MTC E 221, no deberán ser mayores de quince por ciento (15%). Para concretos de $f_c > 210 \text{ Kg/cm}^2$, los agregados deben ser 100% triturados.

c) Agregado ciclópeo:

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor volumen, previa autorización del Supervisor.

d) Agua:

El agua por emplear en las mezclas de concreto deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales, tales como aceite, ácidos, álcalis y materia orgánica.

Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano, debiendo ser analizado según norma MTC E 716.

Ensayos	Tolerancias
Sales solubles (ppm)	5000 máx.
Materia Orgánica (ppm)	3,00 máx.
Alcalinidad HCO ₃ (ppm)	1000 máx.
Sulfatos como ión SO ₄ (ppm)	600 máx.
Cloruros como ión Cl ⁻ (ppm)	1000 máx.
pH	5,5 a 8,0

El agua debe tener las características apropiadas para una óptima calidad del concreto. Así mismo, se debe tener presente los aspectos químicos del suelo a fin de establecer el grado de afectación de éste sobre el concreto.

e) Aditivos:

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad que cumplan con la norma ASTM C-494, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla, ni representar riesgos para la armadura que tenga la estructura. En las Especificaciones Especiales (EE) del proyecto se definirán que tipo de aditivos se pueden usar, los requerimientos que deben cumplir y los ensayos de control que se harán a los mismos.

Equipo:

Los principales elementos requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con dicho material, son los siguientes:

a) Equipo para la Producción de Agregados y la Fabricación del Concreto:

Se permite el empleo de mezcladoras portátiles en el lugar de la obra. La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Supervisor, para estructuras pequeñas de muy baja resistencia. En tal caso, las tandas no podrán ser mayores de un cuarto de metro cúbico (0,25 m³).

b) Elementos de transporte:

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Supervisor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Contratista y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados señale el Proyecto.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Supervisor.

Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

c) Encofrados y obra falsa:

El Contratista deberá suministrar e instalar todos los encofrados necesarios para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Supervisor. Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Los encofrados de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplay, y deberán tener un espesor uniforme.

d) Elementos para la colocación del concreto:

El Contratista deberá disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra los encofrados o el refuerzo.

e) Vibradores:

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de siete mil (7 000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para estructuras delgadas, donde los encofrados estén especialmente diseñados para resistir la vibración, se podrán emplear vibradores externos de encofrado.

f) Equipos varios:

El Contratista deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

Requerimientos de Construcción:

Explotación de materiales y elaboración de agregados:

Al respecto, todos los procedimientos, equipos, etc. requieren ser aprobados por el Supervisor, sin que este exima al Contratista de su responsabilidad posterior.

Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo:

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista entregara al Supervisor, muestras de los materiales que se propone utilizar y el diseño de la mezcla, avaladas por los resultados de ensayos que demuestren la conveniencia de utilizarlos para su verificación. Si a juicio del Supervisor los materiales o el diseño de la mezcla resultan objetables, el contratista deberá efectuar las modificaciones necesarias para corregir las deficiencias.

Una vez que el Supervisor manifieste su conformidad con los materiales y el diseño de la mezcla, éste sólo podrá ser modificado durante la ejecución de los trabajos si se presenta una variación inevitable en alguno de los componentes que intervienen en ella. El contratista definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Supervisor. Dicha fórmula señalará:

- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla.
- Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen.
- Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.
- La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los siguientes límites, al medirla según norma de ensayo MTC E 705.

ASENTAMIENTOS PERMITIDOS

Tipo de Construcción	Asentamiento(“)	
	Máximo	Mínimo
Zapata y Muro de cimentación armada	3	1
Cimentaciones simples, cajones, y sub-estructuras de muros	3	1
Losas y pavimento	3	1
Viga y Muro Armado	4	1
Columna de edificios	4	1
Concreto Ciclópeo	2	1

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento o su marca.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de los aditivos.

- El método de puesta en obra del concreto.

El Contratista deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión acorde con la de los planos y documentos del Proyecto, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto. Los planos deberán indicar claramente la resistencia a la compresión para la cual se ha diseñado cada parte de la estructura.

Al efectuar las pruebas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma MTC E 702 y ensayadas según la norma de ensayo MTC E 704. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días.

La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen tandas que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda la resistencia de diseño del elemento.

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA

Resistencia Especificada a la Compresión	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión
< 20,6 MPa (210 Kg/cm ²)	$f'c + 6,8$ MPa (70 Kg/cm ²)
20,6 – 34,3 MPa (210 – 350 Kg/cm ²)	$f'c + 8,3$ MPa (85 Kg/cm ²)
> 34,3 MPa (350 Kg/cm ²)	$f'c + 9,8$ MPa (100 Kg/cm ²)

Si la estructura de concreto va a estar sometida a condiciones de trabajo muy rigurosas, la relación agua/cemento no podrá exceder de 0,50 si va a estar expuesta al agua dulce, ni de 0.45 para exposiciones al agua de mar o cuando va a estar expuesta a concentraciones perjudiciales que contengan sulfatos.

REQUISITOS SOBRE AIRE INCLUIDO

Resistencia de diseño a 28 días	Porcentaje aire incluido
280KG/CM ² –350KG/CM ² CONCRETO NORMAL	6-8
280KG/CM ² -350KG/CM ² CONCRETO PRE-ESFORZADO	2-5
140KG/CM ² -280KG/CM ² CONCRETO NORMAL	3-6

La cantidad de aire incorporado se determinará según la norma de ensayo AASHTO-T152 o ASTM-C231.

La aprobación que dé el Supervisor al diseño no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al Contratista de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

Preparación de la zona de los trabajos:

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se deberá efectuar conforme a los planos del Proyecto.

Fabricación de la mezcla:

a) Almacenamiento de los agregados:

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma, que se evite al máximo la segregación de los agregados.

Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1,50 m) y no por depósitos cónicos.

Todos los materiales a utilizarse deberán estar ubicados de tal forma que no cause incomodidad a los transeúntes y/o vehículos que circulen en los alrededores.

No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

b) Suministro y almacenamiento del cemento:

El cemento en bolsa se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo en rumas de no más de ocho (8) bolsas.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en silos apropiados aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de tres (3) meses de almacenamiento en sacos o seis (6) en silos, deberá ser empleado previo certificado de calidad, autorizado por el Supervisor, quien verificará si aún es susceptible de utilización. Esta frecuencia disminuida en relación directa a la condición climática o de temperatura/humedad y/o condiciones de almacenamiento.

c) Almacenamiento de aditivos:

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes

estancos. Ésta recomendaciones no son excluyentes de la especificadas por los fabricantes.

d) Elaboración de la mezcla:

Salvo indicación en contrario del Supervisor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad ($\frac{1}{2}$) del agua requerida para la tanda; a continuación se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte ($\frac{1}{3}$) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua. Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Contratista, con la aprobación del Supervisor, solo para resistencias $f'c$ menores a 210Kg/cm^2 , podrá transformar las cantidades correspondientes en peso de la fórmula de trabajo a unidades volumétricas. El Supervisor verificará que existan los elementos de dosificación precisos para obtener las medidas especificadas de la mezcla.

Cuando se haya autorizado la ejecución manual de la mezcla (sólo para resistencias menores a $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$), esta se realizará sobre una superficie impermeable, en la que se distribuirá el

cemento sobre la arena, y se verterá el agua sobre el mortero anhidro en forma de cráter.

Preparado el mortero, se añadirá el agregado grueso, revolviendo la masa hasta que adquiera un aspecto y color uniformes.

El lavado de los materiales deberá efectuarse lejos de los cursos de agua, y de ser posible, de las áreas verdes en conformidad capítulo 9.

Operaciones para el vaciado de la mezcla:

a) Descarga, transporte y entrega de la mezcla:

El concreto al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. La descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 ½) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que el Supervisor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

A su entrega en la obra, el Supervisor rechazará todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, determinado por no cumplir con el asentamiento dentro de los límites especificados, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Supervisor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Contratista, a su costo, por un concreto satisfactorio.

El material de concreto derramado como consecuencia de las actividades de transporte y colocación, deberá ser recogido inmediatamente por el contratista, para lo cual deberá contar con el equipo necesario.

b) Preparación para la colocación del concreto:

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Contratista notificará por escrito al

Supervisor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no podrá comenzar, mientras el Supervisor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método no es obligatorio.

Se deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que durante la colocación de la mezcla y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el plano del proyecto.

c) Colocación del concreto:

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Supervisor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Contratista suministre cubiertas que, a juicio del Supervisor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída

libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1,50 m).

Al verter el concreto, se compactará enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

A menos que los documentos del proyecto establezcan lo contrario, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de medio metro (0.5 m)

Cuando se utilice equipo de bombeo, se deberá disponer de los medios para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento. La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente, sin dejarla caer por gravedad, en la mezcla de concreto simple.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa. La proporción máxima del agregado ciclópeo será el treinta por ciento (30%) del volumen total de concreto.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

d) Colocación del concreto bajo agua:

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un diez por ciento (10%) de exceso de cemento.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un método aprobado por el Supervisor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y los encofrados diseñados para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

Los escombros resultantes de las actividades implicadas, deberán ser eliminados únicamente en las áreas de disposición de material excedente, determinadas por el proyecto.

De ser necesario, la zona de trabajo, deberá ser escarificada para adecuarla a la morfología existente.

e) Vibración:

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los

encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

No se deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

f) Juntas:

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra. El Contratista no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos y aprobadas por el Supervisor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

g) Agujeros para drenaje:

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar por debajo de las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

h) Remoción de los encofrados y de la obra falsa:

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Dada que las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencias de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrán efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayos deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas.....	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón.....	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas.....	48 horas
Lados de vigas	24 horas

Las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de encofrados y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de encofrados y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

i) Curado:

Durante el primer período de endurecimiento, se someterá el concreto a un proceso de curado que se prolongará, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

- Curado con agua:

El concreto deberá permanecer húmedo en toda la superficie y de manera continua, cubriéndolo con tejidos de yute o algodón saturados de agua, o por medio de rociadores, mangueras o tuberías perforadas, o por cualquier otro método que garantice los mismos resultados.

No se permitirá el humedecimiento periódico; éste debe ser continuo.

El agua que se utilice para el curado deberá cumplir los mismos requisitos del agua para la mezcla.

- Curado con compuestos membrana

Este curado se podrá hacer en aquellas superficies para las cuales el Supervisor lo autorice, previa aprobación de éste sobre los compuestos a utilizar y sus sistemas de aplicación.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto de curado deberán corresponder a las recomendaciones del fabricante, esparciéndolo sobre la superficie del concreto de tal manera que se obtenga una membrana impermeable, fuerte y continua que garantice la retención del agua, evitando su evaporación. El compuesto de membrana deberá ser de consistencia y calidad uniformes.

j) Acabado y reparaciones:

A menos que los planos indiquen algo diferente, las superficies expuestas a la vista, con excepción de las caras superior e inferior de las placas de piso, el fondo y los lados interiores de las vigas de

concreto, deberán tener un acabado. Por frotamiento con piedra áspera de carborundum, empleando un procedimiento aceptado por el Supervisor.

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado, el Supervisor podrá dispensar al Contratista de efectuar el acabado por frotamiento si, a juicio de aquél, las superficies son satisfactorias.

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Contratista. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la reparación del concreto, serán suministrada a expensas del Contratista.

k) Limpieza final:

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Contratista deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Supervisor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

l) Limitaciones en la ejecución:

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius ($10^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4°C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13°C) cuando se vaya a emplear en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10°C) para otras secciones

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32°C), para que no se produzcan pérdidas

en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

Aceptación de los Trabajos:

a) Controles:

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, consolidación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

b) Calidad del cemento:

El Supervisor dispondrá que se efectúen los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

c) Calidad del agua:

Siempre que se tenga alguna sospecha sobre su calidad, se determinará su pH y los contenidos de materia orgánica, sulfatos y cloruros, además de la periodicidad fijada para los ensayos.

d) Calidad de los agregados:

Se verificará mediante la ejecución de las mismas pruebas ya descritas en este documento. En cuanto a la frecuencia de ejecución, el Contratista solicitará la correspondiente aprobación del Supervisor, de acuerdo con la magnitud de la obra bajo control. De dicha decisión, se deberá dejar constancia escrita.

e) Calidad de aditivos y productos químicos de curado:

El Supervisor deberá solicitar certificaciones a los proveedores de estos productos, donde garanticen su calidad y conveniencia de utilización, disponiendo la ejecución de los ensayos de laboratorio para su verificación.

f) Calidad de la mezcla:

- Dosificación:

La mezcla se deberá efectuar en las proporciones establecidas durante su diseño, admitiéndose las siguientes variaciones en el peso de sus componentes:

- Agua, cemento y aditivos..... $\pm 1\%$
- Agregado fino $\pm 2\%$
- Agregado grueso hasta de 38 mm..... $\pm 2\%$
- Agregado grueso mayor de 38 mm $\pm 3\%$

Las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, serán rechazadas por el Supervisor.

- Consistencia:

El Supervisor controlará la consistencia de cada carga entregada, cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites. En caso de no cumplirse este requisito, se rechazará la carga correspondiente.

- Resistencia:

La muestra estará compuesta por nueve (9) especímenes según el método MTC E 701, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas para ensayos de resistencia a compresión (MTC E 704), de las cuales se probarán tres (3) a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado. Los valores de resistencia de siete (7) días y catorce (14) días sólo se emplearán para verificar la regularidad de la calidad de la producción del concreto, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días se emplearán para la comprobación de la resistencia del concreto.

El promedio de resistencia de los tres (3) especímenes tomados simultáneamente de la misma mezcla, se considera como el resultado de un ensayo. La resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún espécimen individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm²) de la resistencia especificada y, simultáneamente, el promedio de tres (3) especímenes consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.

Si alguna o las dos (2) exigencias así indicadas es incumplida, el Supervisor ordenará una revisión de la parte de la estructura que esté en duda, utilizando métodos idóneos para detectar las zonas más débiles y requerirá que el Contratista, a su costo, tome núcleos de dichas zonas, de acuerdo a la norma MTC E 707.

Se deberán tomar tres (3) núcleos por cada resultado de ensayo inconforme. Si el concreto de la estructura va a permanecer seco en condiciones de servicio, los testigos se secarán al aire durante siete (7) días a una temperatura entre dieciséis y veintisiete grados Celsius (16°C - 27°C) y luego se probarán secos. Si el concreto de la estructura se va a encontrar húmedo en condiciones de servicio, los núcleos se sumergirán en agua por cuarenta y ocho (48) horas y se probarán a continuación.

Se considerará aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia de

los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85%) de la resistencia especificada en los planos, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75%) de dicha resistencia.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el Contratista podrá solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especifica el reglamento ACI. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se aceptará el concreto en discusión. En caso contrario, el Contratista deberá adoptar las medidas correctivas que solicite el Supervisor, las cuales podrán incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, sin costo alguno para el MTC.

ENSAYOS Y FRECUENCIAS

MATERIAL O PRODUCTO	PROPIEDADES O CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAYO	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
Agregado Fino	Granulometría	MTC E 204	250 m3	Cantera
	Materia que pasa la malla N° 200 (75 µm)	MTC E 202	1000 m3	Cantera
	Terrones de Arcillas y partículas Deleznables	MTC E 212	1000 m3	Cantera
	Equivalente de Arena	MTC E 114	1000 m3	Cantera
	Reactividad Alkali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m3	Cantera
	Cantidad de partículas livianas	MTC E 211	1000 m3	Cantera
	Contenido de Sulfatos (SO4=)	AASHTO T290	1000 m3	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl-)	AASHTO T291	1000 m3	Cantera
	Durabilidad(2)	MTC E 209	1000 m3	Cantera
AGREGADO GRUESO	GRANULOMETRÍA	MTC E 204	250 M ³	CANTERA
	DESGASTE LOS ÁNGELES	MTC E 207	1000 M ³	CANTERA
	PARTÍCULAS FRACTURADAS	MTC E 210	500 M ³	CANTERA
	TERRONES DE ARCILLAS Y PARTÍCULAS DELEZNABLES	MTC E 212	1000 M ³	CANTERA
	CANTIDAD DE PARTÍCULAS LIVIANAS	MTC E 211	1000 M ³	CANTERA
	Contenido de Sulfatos (SO4=)	AASHTO T290	1000 m3	Cantera
	Contenido de Cloruros (Cl-)	AASHTO T291	1000 m3	Cantera
	Contenido de carbón y lignito	MTC E 215	1000 m3	Cantera
	Reactividad Alkali-Agregado (1)	ASTM C-84	1000 m3	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	1000 m3	Cantera

MATERIAL O PRODUCTO	PROPIEDADES O CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAYO	FRECUENCIA	LUGAR DE MUESTREO
	Porcentaje de Partículas Planas y Alargadas (Relación largo espesor: 3:1)	MTC E 221	250 m3	Cantera
CONCRETO	Consistencia	MTC E 705	1 por carga (1)	Punto de vaciado
	Resistencia a Compresión	MTC E 704	1 juego por cada 50 m3, pero no menos de uno por día	Punto de vaciado

(1) Opcional

(2) Requerido para proyectos ubicados a más de 3000 msnm.

(3) Se considera carga al volumen de un camión mezclador. En casos de no alcanzar este volumen, se efectuará un ensayo por cada elemento estructura.

Calidad del Producto Terminado:

- Desviaciones máximas admisibles de las dimensiones laterales:

- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado. -10 mm a + 20 mm

- Muros, estribos y cimientos-10 mm a + 20 mm

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los planos, no podrá ser mayor que la desviación máxima (+) indicada.

- Otras tolerancias:

- Espesores de placas -10 mm a +20 mm

- Cotas superiores de placas y veredas.....-10 mm a +10 mm

- Recubrimiento del refuerzo..... ±10%

- Espaciamiento de varillas..... -10 mm a +10 mm

(3) Regularidad de la superficie:

La superficie no podrá presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre la superficie una regla de tres metros (3m).

- Placas y veredas 4 mm

- Otras superficies de concreto simple o reforzado..... 10 mm

- Muros de concreto ciclópeo 20 mm

(4)Curado:

Toda obra de concreto que no sea correctamente curado, puede ser rechazada, si se trata de una superficie de contacto con concreto, deficientemente curada, el Supervisor podrá exigir la remoción de una capa como mínimo de cinco centímetros (5cm) de espesor, por cuenta del Contratista. Todo concreto donde los materiales, mezclas y producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor y a plena satisfacción de éste.

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, debidamente aceptada por el Supervisor.

Pago:

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y cuente con la aprobación del Supervisor. Deberá cubrir, también todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, los de la explotación de ellas; la selección, trituración, y eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargas, transportes, descargas y mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, los aditivos si su empleo está previsto en los documentos del proyecto.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas por el Contratista; suministro, instalación y operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones, el suministro de materiales y accesorios para los encofrados y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y elaboración de las mezclas de concreto, su carga, transporte al sitio de la obra, colocación, vibrado, curado del concreto terminado,

ejecución de juntas, acabado, reparación de desperfectos, limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados, las instrucciones del Supervisor.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.5.1.3. Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	Metro cúbico (m ³)
3.6.5.1.4. Concreto $f'c=175$ kg/cm ² + 30% PM	Metro cúbico (m ³)
3.6.5.1.5. Concreto $f'c=100$ kg/cm ²	Metro cúbico (m ³)

3.6.5.1.6. Acero de Refuerzo $F_y = 4200$ Kg/Cm²:

Descripción:

Este material está constituido por barras de acero corrugadas, con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²), que se colocan como refuerzo dentro de las diferentes estructuras permanentes de concreto, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Materiales:

Los materiales que se proporcionen a la obra deberán contar con certificación de calidad del fabricante y de preferencia contar con certificación ISO 9000.

a) Barras de refuerzo:

Deberán cumplir con la más apropiada de las siguientes normas, según se establezca en el proyecto: AASHTO M-31 y ASTM A-706. Cuando en los planos del proyecto está prevista barras de refuerzo galvanizado, ésta debe cumplir la norma ASTM - A767.

b) Alambre y mallas de alambre:

Deberán cumplir con las siguientes normas AASHTO, según corresponda: M-32, M-55, M-221 y M-225.

c) Pesos teóricos de las barras de refuerzo:

Los pesos unitarios, se indican en la Tabla 504-01.

Las varillas para el refuerzo del concreto estructural, deberán estar de acuerdo con los requisitos AASHTO, designación M-31 y deberán ser probadas de acuerdo con AASHTO, M-137 en lo que respecta a las varillas N° 3 a N° 11 o conforme a las especificaciones del acero producido por empresas certificadas del acero grado 60, según corresponda.

El alambre N° 16, para efectuar el atortolamiento, del acero de refuerzo deberá ser del tipo negro recocido.

Equipo:

Se requiere de un equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo. Si se autoriza el empleo de soldadura, el Contratista deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor. Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

Al utilizar el acero de refuerzo, los operarios deben utilizar guantes de protección.

Los equipos de corte y doblado de las barras de refuerzo no deberán producir ruidos por encima de los permisibles o que afecten a la tranquilidad del personal de obra y las poblaciones aledañas. El empleo de los equipos deberá contar con la aprobación del Supervisor.

Requerimientos de Construcción:

Planos y despiece:

Antes de cortar el material a los tamaños indicados en los planos, el Contratista deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado.

Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Contratista y aprobados por el Supervisor, pero tal aprobación no exime al Contratista de su responsabilidad por la

exactitud de los mismos. En este caso, el Contratista deberá contemplar el costo de la elaboración

Suministro y Almacenamiento:

Las varillas corrugadas a usar deberán tener impresas en forma clara las siglas o emblema de la empresa de la cual proceden, así como el grado a que corresponden y el diámetro nominal. Adicionalmente deberán contar con etiquetas que indiquen el lote correspondiente.

No se aceptarán las varillas que no estén identificadas o que presenten oxidación excesiva, grietas, corrosión o que al doblarse a temperatura ambiente (16 °C) se agrieten o rompan en la parte exterior de la zona doblada.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en forma ordenada y por encima del nivel del terreno, ya sea sobre plataformas, largueros u otros soportes adecuados, de manera que se encuentre protegido contra daños mecánicos y deterioro superficial por efectos de la intemperie y ambiente corrosivos entre otros.

Asimismo, el acero no deberá estar expuesto a fenómenos atmosféricos, principalmente precipitación pluvial.

Doblado:

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Supervisor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, serán los indicados en la siguiente tabla.

DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLAMIENTO

NUMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2-8	6 diámetro de barra
9-11	6 diámetro de barra
17-18	6 diámetro de barra

El diámetro mínimo de doblamiento para flejes u otros elementos similares de amarre, no será menor que 4 diámetros de la barra, para barras N°. 5 o menores. Para las barras mayores, se doblarán de acuerdo con lo que establece la tabla para la comprobación del acatamiento correspondiente a lo especificado en las mismas.

Equipo:

Se requiere de equipo idóneo para el corte y doblado de las barras de refuerzo, los cuales no deberán producir ruidos por encima de los permisibles, que afecten la tranquilidad del personal de obra.

El empleo de equipo deberá contar con la autorización del Supervisor. Todo personal que manipule las varillas de acero deberá contar con guantes de protección.

Doblamiento:

Todas las varillas de refuerzo que requieran dobladura, deberán ser dobladas en frío, y de acuerdo con los procedimientos del "American Concrete Institute" (Instituto Americano del Concreto). Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, serán los siguientes:

- Varillas uso general, excepto elementos de amarre (estribos):
Barras del # 3 al #8 : 6 diámetros de la barra
- Varillas en elementos de amarre (estribos):
Barras menores o iguales al #5 : 4 diámetros de la barra
Barras mayores al # 5 : 6 diámetros de la barra

Las varillas parcialmente empotradas en el concreto, no deberán ser dobladas salvo que se indique en los planos o se permita por otros medios. Para cortarlas y doblarlas, se deberán emplear obreros competentes y se deberán proporcionar los dispositivos adecuados para tal trabajo.

Colocación Y Sujeción:

Antes de la colocación del acero de refuerzo, se deberá revisar que las varillas deberán estar exentas de moho, suciedad, lodo, escamas sueltas, pintura, aceite o cualquier otra sustancia extraña que evite la buena adherencia entre el refuerzo y el concreto. Todo mortero seco adherido al acero deberá ser retirado.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida mediante tirantes, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de treinta centímetros (30 cm), en el cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado deberá tener un diámetro equivalente de 1.5875 ó 2.032 mm., ó calibre equivalente. No se admitirá la soldadura de las intersecciones de barras de acero.

Las barras de acero se colocarán de acuerdo a los recubrimientos especificados en los planos o en su defecto a los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del código ACI – 318.

No se permitirá la colocación de concreto en estructuras cuyo refuerzo no haya sido revisado y aprobado por el Supervisor.

Traslapes y Uniones:

Los traslapes de las barras de refuerzo se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Supervisor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Contratista podrá introducir traslapes y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Supervisor. El costo de los traslapes y uniones adicionales será asumido por el Contratista.

En los traslapes, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Contratista podrá reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society AWS D1.4. En tal caso, los soldadores y los procedimientos deberán ser precalificados por el Supervisor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté sancionado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrá por cuenta del Contratista.

Las láminas de malla o parrillas de varillas, se deberán traslapar entre sí suficientemente, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslape de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

Sustituciones:

La sustitución de las diferentes secciones de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Supervisor. En tal caso, el acero sustituyente deberá tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño.

Aceptación de los Trabajos:

(a) Controles:

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- Solicitar al Contratista copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar que el corte y colocación del refuerzo se efectúe de acuerdo con los planos y las especificaciones técnicas.
- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el período de ejecución de los trabajos.
- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

(b) Calidad Del Acero:

El Contratista deberá suministrar al Supervisor una copia certificada de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente a cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el Contratista no cumpla este requisito, el Supervisor ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

(c) Calidad Del Producto Terminado:

Se aceptarán las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

(c1) Desviación En El Espesor De Recubrimiento:

Con recubrimiento menor o igual a cinco centímetros (≤ 5 cm) 5 mm

Con recubrimiento superior a cinco centímetros (> 5 cm) 10 mm

(c2) Área:

No se permitirá la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, deberá ser corregido por el Contratista, a su costo, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Supervisor y a plena satisfacción de éste.

Medición:

Las varillas de refuerzo deberán ser medidas por peso, en función del número teórico de kilogramos de material entregado y colocado en la obra, de conformidad con los planos del proyecto, las presentes especificaciones y lo ordenado por el Supervisor.

Las cantidades de materiales proporcionados y colocados se obtendrán multiplicando la suma de longitudes de las varillas de refuerzo medidas en los planos, por el peso unitario teórico del diámetro correspondiente.

Para efectos de la cuantificación de esta partida, se utilizarán los siguientes pesos unitarios:

BARRA N°	DIAMETRO	PESO (KG/M)
2	6.4 MM (1/4")	0.25
3	9.5 MM (3/8")	0.56
4	12.7 MM (1/2")	1.00
5	15.7 MM (5/8")	1.55
6	19.1 MM (3/4")	2.24
8	25.4 MM (1")	3.97

No se medirán empalmes, traslapes, soportes ni alambres de sujeción por estar incluidos en el precio unitario de la presente partida.

En caso de sustitución de barras de acero a solicitud del Contratista, no se medirá la cantidad adicional de acero que se vaya a colocar; asimismo, tampoco se medirán las varillas de acero añadidas por el Contratista por su propia conveniencia.

Pago:

El acero de refuerzo $F_y=4,200$ kg/cm², medido en la forma estipulada y colocada de acuerdo con esta especificación y a

entera satisfacción del Supervisor, se pagará por kilogramo (kg) colocado al precio unitario del contrato para la partida correspondiente, cuyo precio y pago constituye compensación total por el abastecimiento, almacenamiento, corte, dobladura y colocación de las varillas, las mermas, desperdicios, empalmes, traslapes, alambres y soportes empleados en su colocación y sujeción, limpieza y por toda mano de obra, beneficios sociales, herramientas, equipo, ensayos de calidad de requerirse e imprevistos necesarios para completar el trabajo, a entera satisfacción del Supervisor.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.5.1.6. ACERO DE REFUERZO FY = 4200 KG/CM2	KILOGRAMO (KG.)

3.6.5.1.7. Suministro e Instalación de Tubería PVC Sal 2”:

Descripción:

Comprende el suministro y colocación de tuberías.

Método de Medición:

Se computarán por metro lineal (ml).

Pago:

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.5.1.7. CONFORMACIÓN DE CUNETAS	METRO (M)

3.6.6. OBRAS DE DRENAJE:

3.6.6.1. Cabezales de Alcantarillas Tipo Tmc:

3.6.6.1.1. Excavación No Clasificada para Estructuras:

Ver Especificación Técnica de la partida 05.01.01

3.6.6.1.2. Relleno para Estructuras:

Ver Especificación Técnica de la partida 03.03

3.6.6.1.3. Encofrado y Desencofrado para Estructuras:

Ver Especificación Técnica de la partida 05.01.02

3.6.6.1.4. Concreto $F'c=100 \text{ Kg/cm}^2$:

3.6.6.1.5. Concreto $F'c=175\text{kg/cm}^2+30\% \text{ PM}$:

3.6.6.1.6. Concreto $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$:

Ver Especificación Técnica de la partida 05.01.03, 05.01.04, 05.01.05

3.6.6.1.7. Acero de Refuerzo $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$:

Ver Especificación Técnica de la partida 05.01.06

3.6.6.1.8. Suministro e Instalación De Tubería Pvc Sal 2":

Ver Especificación Técnica de la partida 05.01.07

3.6.6.2. Conformación de Cunetas:

3.6.6.2.1. Conformación de Cunetas:

Descripción:

Este trabajo consiste en la ejecución de excavaciones por encima o por debajo del nivel freático, para conformar las cunetas, en materiales comunes (suelos y/o rocas), de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

Las excavaciones para estructuras se clasificarán de acuerdo con las características de los materiales excavados y la posición del nivel freático.

- Excavaciones para estructuras en roca en seco: Comprende toda excavación de roca in situ de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, bloques de los mismos materiales de volumen mayor a un metro cúbico, conglomerados que estuviesen tan firmemente cementados que presenten todas las características

de roca sólida y, en general, todo material que se deba excavar mediante el uso sistemático de explosivos.

- Excavaciones para estructuras en material común en seco: Comprende toda excavación de materiales no cubiertos en el párrafo anterior, "Excavaciones para estructura en roca".
- Excavaciones para estructura en roca bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierto por "Excavaciones para estructuras en Roca" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.
- Excavaciones para estructura en material común bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierta por "Excavaciones para estructura en material común" en donde la permanencia del agua dificulte su excavación.

Materiales:

No se requieren materiales para la ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección.

Equipo:

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requieren aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

Requerimiento de Construcción:

Las excavaciones se deberán ceñir a los alineamientos, pendientes y cotas existentes y aprobadas por el Supervisor. En general, los lados de la excavación tendrán caras verticales conforme a las dimensiones de la estructura, cuando no sea necesario utilizar encofrados para el vaciado del cimiento. Cuando la utilización de encofrados sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta 45 cm fuera de las caras verticales del pie de la zapata de la estructura.

Aceptación de los Trabajos:

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el cumplimiento de lo exigido en la Sección 103.
- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según se indica en las presentes especificaciones.
- Medir los volúmenes de las excavaciones.
- Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta Partida 07.00.00.

La evaluación de los trabajos de “Excavación para Estructuras” se efectuará según lo indicado en la Subsección 04.11.

Medición:

La partida se pagará por metros lineales (m), medido en su posición original, de material excavado de acuerdo con los planos e indicaciones del Supervisor.

Pago:

Las cantidades medidas de la forma descrita anteriormente y aceptadas por el Supervisor, se pagarán al precio unitario de la partida.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.6.2.1.CONFORMACIÓN DE CUNETAS	METRO (M)

3.6.7. SEÑALIZACIÓN:

3.6.7.1. Paneles de Señales Informativas:

Descripción:

Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndose al lugar de su destino. Tiene

también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. Y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

Los detalles que no sean detallan en los planos deberán complementarse con lo indicado con el manual de señalización del MTC.

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado, o los materiales no cumplen con lo indicado en las E.T.C.

Requerimientos de Señales Informativas:

Las señales de información general serán de tamaño variable, fabricados en plancha de fibra de vidrio de 6 mm de espesor, con resina poliéster, y con una cara de textura similar al vidrio, presentando una superficie lisa que permita recibir el material adhesivo de las láminas retroreflectiva. El panel debe estar libre de fisuras o deformaciones que afecten su rendimiento, alteren sus dimensiones o reduzcan su nivel de servicio. El fondo de la señal será en lámina retroreflectantes color verde, grado ingeniería. El mensaje a transmitir y los bordes irán con material reflectorizante de grado alta intensidad de color blanco.

Las letras serán recortadas en una sola pieza, no se aceptarán letras formadas por segmentos.

La lámina retroreflectantes será del tipo III y deberá cumplir con las exigencias de las E.T.C.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro, la cual deberá de cumplir con lo establecido en las E.T.C.

El panel de la señal será reforzado con ángulos y platinas, según se detalla en los planos. Estos refuerzos estarán embebidos en la

fibra de vidrio y formarán rectángulos de 0.65 x 0.65 m como máximo.

Medición:

El MEDICIÓN para los diferentes componentes de las señales informativas, será el siguiente:

El cartel o señal informativa de placa terminada de acuerdo a estas especificaciones, a lo indicado en los planos y aceptados por el Supervisor se medirá por metro cuadrado (m2), partida “Señales Informativas”.

El Contratista tendrá el equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Pago:

La cantidad determinada según el MEDICIÓN, será pagada al precio unitario del contrato, dicho precio constituirá compensación única por el costo de material, equipo, mano de obra beneficios sociales e imprevistos necesarios para completar la partida.

Las cantidades medidas de acuerdo a lo indicado en el ítem anterior se pagarán de acuerdo a lo siguiente:

a) El cartel o señal informativa de placa terminada de acuerdo a estas especificaciones, a lo indicado en los planos y aceptados por el Supervisor se pagarán por metro cuadrado (m2), partida 803.C “Señales Informativas”.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.7.1. Paneles de Señales Informativas	Metro Cuadrado (m2)

3.6.7.2. Cimentación de Señales Informativas:

Descripción:

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada, sobre todo cuando se instala en taludes de rellenos, la profundidad de la excavación deberá ser también indicada en los planos y documentos del proyecto, pudiendo sobre elevarse la cimentación con encofrados de altura necesaria para que al vaciar el concreto la señal quede correctamente cimentada, estabilizada y presente la altura especificada.

La cimentación de postes y estructuras de soporte se efectuará con un concreto ciclópeo y la sobre elevación para estructuras de soporte será con un concreto de clase E, según la Subsección 04.01.06 de estas especificaciones.

Medición:

El MEDICIÓN en metros cuadrados.

Pago:

La cantidad determinada según el MEDICIÓN, será pagada al precio unitario del contrato, dicho precio constituirá compensación única por el costo de material, equipo, mano de obra beneficios sociales e imprevistos necesarios para completar la partida.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.7.2. CIMENTACIÓN DE SEÑALES INFORMATIVAS	Unidad (und)

3.6.7.3. Señales Preventivas:

Descripción:

Las señales preventivas constituyen parte de la señalización vertical permanente y comprenden el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir y proporcionar ciertos niveles de seguridad a los usuarios.

Las señales preventivas se utilizarán para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado

disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones necesarias.

La forma, color, dimensiones, colocación, tipo de materiales y ubicación en las señales preventivas estarán de acuerdo a las normas contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia. La relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico, o lo que señale la Supervisión. Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas “MTC” y la fecha de instalación (mes y año).

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

Materiales:

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. El fondo de la señal será con material retroreflectivo color amarillo de alta intensidad prismático (Tipo III). El símbolo y el borde del marco se pintarán en color negro con el sistema de serigrafía. Los materiales serán concordantes con los siguientes requerimientos para los paneles, material retroreflectivo y cimentación.

Requerimientos para los Paneles:

Los paneles de las señales preventivas serán de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta uniformes, de una sola pieza. El diseño, forma y sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte está definido en los planos y documentos del Proyecto. Los refuerzos serán de un solo tipo (platinas en forma de cruz de 2” x 1/8”).

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere

sus dimensiones o afecte su nivel de servicio. La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

El panel será plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva especificado para este material.

Los paneles deberán cumplir con los siguientes requisitos:

(1)Espesor:

Debe ser de 4mm con tolerancia de más o menos 0.4mm (4.0mm \pm 0.4mm). El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

(2)Color:

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5 / N.8.5 Escala Munsel).

(3)Resistencia al impacto:

Paneles cuadrados de 750mm de lado serán apoyados en sus extremos a una altura de 200mm del piso. El panel deberá resistir el impacto de una esfera de 4,500 gramos liberado en caída libre desde 2.0 metros de altura, sin resquebrajarse.

(4)Pandeo:

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de 12mm. Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750mm de lado.

Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta 20mm de deflexión. Las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

Requerimientos para el Material Retroreflectivo

El material retroreflectivo debe cumplir los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y los indicados en esta especificación. Este tipo de material va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo

en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectiva deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

(a) Tipo de material retroreflectivo:

El tipo de material retroreflectivo que se aplicará en las señales preventivas de tránsito, indicada en los planos, está compuesto por una lámina retroreflectiva de alta intensidad prismática (Tipo III) que contiene lentes micro-prismáticos no metalizados diseñados para reflectorizar señales que se exponen verticalmente.

Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que sea ésta, de dos o más tipos de materiales retroreflectivo diferentes.

(b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo:

Las pruebas o ensayos de calidad para los requisitos de calidad funcional aplicables a láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba, deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura o humedad:

Los especímenes de pruebas deben ser acondicionados o montados 24 horas antes de las pruebas a temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a una humedad relativa de $50\% \pm 4\%$.

- Panel de prueba:

Cuando las pruebas requieran que la lámina sea adherida a un panel, éste debe ser del tipo descrito en el ítem A) Requerimientos para los paneles.

El panel debe tener una dimensión de 200mm de lado (200 x 200mm) y un espesor de 1.6mm. La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo. La adherencia de la lámina al panel se efectuará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

(c) Requisitos de calidad funcional del material retroreflectivo

- Coeficiente de retroreflectividad:

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectiva se determinan según la norma ASTM E-810 y certificados por el fabricante.

En el siguiente cuadro se presentan los Coeficientes Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956) con los valores mínimos de la lámina retroreflectiva, según color, ángulo de entrada y observación

Coeficiente Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956)

Tipo de Material Retroreflectivo	Ángulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficiente Mínimo de Retroreflectividad según Color (cd/ lx/ m2)					
			Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul
			III	0,2°	-4°	360	270	145
	0,2°	+30°	170	135	68	25	30	14
	0,5°	-4°	150	110	60	21	27	13
	0,5°	+30°	72	54	28	10	13	6

- Resistencia a la intemperie:

La lámina retroreflectiva al panel será resistente a las condiciones atmosféricas y cambios de clima y temperatura.

Una señal completa expuesta a la intemperie durante 7 días no deberá mostrar pérdida de color, fisuramientos, picaduras, ampollamientos ni ondulaciones.

- Adherencia:

La cara posterior de la lámina que contiene el adhesivo para aplicarlo al panel de las señales será de la clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956, es decir un adhesivo sensible a la presión, no requiriendo calor, solventes u otra preparación para adherir la lámina a una superficie lisa y limpia.

El protector posterior de la lámina permitirá una remoción fácil sin necesidad de embeberla en agua u otras soluciones y a la vez, no deberá remover, romper o disturbar ninguna parte del adhesivo de la lámina al retirar el protector.

Para probar la capacidad de adherencia de la lámina, el panel de prueba será preparado según se indica en la Subsección 2.2 Ítem (b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo y se adherirá al panel 100mm de una cinta de 200 x 150mm. Al espacio libre no adherido se le aplica un peso de 790 gramos para adhesivo de la lámina clase 1, 2, 3 y de 450 gramos para adhesivos clase 4, dejando el peso suspendido a 90° respecto a la placa durante 5 minutos.

Bajo estas condiciones, al final del período de carga, la lámina no deberá mostrar desprendimiento en la zona adherida mayor a 51mm.

- Flexibilidad:

Se acondicionará una muestra de 2.50 cm x 15.2 cm (1" x 6"), a la cual se le retira el respaldo protector y se espolvorea talco encima del adhesivo. Enrollar la lámina retroreflectiva en 1 segundo (1 seg.) alrededor de un eje de 3.2 mm (1/8") con el lado del adhesivo en contacto con el eje. La lámina ensayada será suficientemente flexible para no mostrar resquebrajamiento, despegue o de laminación, después del ensayo.

- Variación de dimensiones:

Se prepara una lámina retroreflectiva de 23 cm x 23 cm (9" x 9") con protector de adherencia. Luego, remover el protector del adhesivo y colocar la lámina sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. El encogimiento luego de diez minutos (10') no será mayor de 0.8 mm (1/32") y después de 24 horas, en cualquier dimensión no mayor a 3.2 mm.

- Resistencia al impacto:

Aplicar una lámina retroreflectiva de 76 mm x 150 mm (3" x 6") al panel de prueba preparado según lo especificado en el acápite 2 de la Subsección 2.2 Ítem (b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo. Someter la lámina al impacto de un elemento con peso de 900 gramos y diámetro en la punta de

16mm, soltado desde una altura suficiente para aplicar un impacto de 11.5 Kg.cm.

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o descascaramiento en el área de impacto o fuera de ésta.

Equipo:

El Contratista tendrá el equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Requerimiento de Construcción:

La fabricación de señales deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados para los paneles, postes y material retroreflectivo.

Antes de iniciar la fabricación de las señales, el Supervisor definirá de acuerdo a planos y documentos del Proyecto, la ubicación definitiva de cada una de ellas, verificando las distancias respecto al pavimento indicadas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y que se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.

El Contratista entregará al Supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retroreflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición solo los marcos y el fondo de las señales de información.

Instalación

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre 75 y 90°. Las señales se instalarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito; salvo aquellos casos en los que se tenga que colocar al lado izquierdo de la vía, debido a la falta de visibilidad, carencia de espacio u otros.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50m), exceptuando

intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. En caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas, incluyendo los soportes, y entregados a la autoridad competente.

Se instalarán las señales de manera que las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

Aceptación de los Trabajos:

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles:

En la fabricación e instalación de señales el Supervisor efectuará los siguientes controles:

Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.

Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.

Verificar el cumplimiento de los programas de trabajo y la correcta aplicación de los métodos de trabajo indicados en estas especificaciones.

Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad especificados. Para este fin, el Contratista presentará los certificados de calidad correspondientes, emitidos por el fabricante, respaldados debidamente por entidades competentes. De considerarse necesaria la verificación de alguno de estos ensayos, éstos se ejecutarán a cargo y costo del Contratista, en presencia del Supervisor.

Verificar los valores de retroreflectividad de las láminas con un retroreflectómetro tipo ART-920 o aparato similar que mida directamente los valores en unidades de candela lux-1.m² indicados en la presente especificación. Este ensayo deberá ser realizado por el Contratista a su costo y en presencia del Supervisor.

Evaluar y medir para efectos de pago las señales correctamente fabricadas e instaladas.

(b)Calidad de los Materiales:

No se admiten tolerancias en los requisitos establecidos en las presentes especificaciones para los diversos materiales que forman parte de las señales, su soporte y su cimentación.

Las señales preventivas sólo se aceptarán si su instalación está conforme con lo indicado en los planos y especificaciones. Las deficiencias detectadas deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

(1)Calidad del material retroreflectivo:

La calidad del material retroreflectivo será evaluada y aceptada según controles de calidad especificados y con la certificación del fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá ordenar al Contratista efectuar pruebas de cada lote de producción que se entregue en obra, para lo cual el Contratista proveerá el equipo necesario, un panel de prueba y el material retroreflectivo necesario para los ensayos, que deberá ser del mismo tipo, marca y procedencia que el lote entregado.

Se considera como un lote representativo la cantidad de 50 señales de cada tipo y un (1) ensayo del material por cada lote y tipo de material. Los gastos que demanden los ensayos correspondientes serán de cargo del Contratista.

(2)Calidad de los paneles:

De igual manera que para el ensayo retroreflectivo, si el Supervisor considera necesario podrá ordenar al Contratista la ejecución de ensayos de tres (3) paneles por cada lote de 50 señales con todas las pruebas exigidas en las presentes especificaciones.

Para la prueba de impacto en el caso de paneles de fibra de vidrio, el Contratista proveerá tres paneles de dimensiones cuadradas de 750mm de lado, sin lámina retroreflectiva, del mismo espesor, refuerzo y características que los entregados en el lote. De estos

tres paneles se probará uno de ellos al impacto y se considerará a éste como representativo de todo el lote. En caso de fallar el primer panel se probará con otro y de fallar éste se probará el tercero. De fallar los tres paneles se rechazará todo el lote entregado. Con un panel que pase la prueba de impacto se aceptará el lote. Para los otros ensayos no se aceptará ninguna tolerancia.

(3) Instalación:

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según la inspección visual del Supervisor, en conformidad con las mediciones y ensayos de control ejecutados.

Medición:

Las señales preventivas se medirán por unidad.

Pago:

La cantidad de señales metradas de la forma descrita anteriormente, serán pagadas al precio unitario de 06.04 SEÑAL PREVENTIVA 0.75m x 0.75m, al precio del contrato. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas, materiales (láminas retroreflectantes, fibra de vidrio y pintura esmalte) e imprevistos necesarios para cumplir el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

El pago se hará por unidad al respectivo precio unitario de Contrato por toda fabricación e instalación ejecutada de acuerdo con esta especificación, planos y documentos del Proyecto y aceptados a satisfacción por el Supervisor.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.7.3. Señales Preventivas	Unidad (Und)

3.6.7.4. Señales Reglamentarias:

Descripción:

Las señales reglamentarias constituyen parte de la señalización vertical permanente y comprenden el suministro, almacenamiento,

transporte e instalación de los dispositivos de control de tránsito que son colocados en la vía en forma vertical para advertir y proporcionar ciertos niveles de seguridad a los usuarios.

Las señales reglamentarias se utilizarán para indicar las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de Circulación Vehicular.

La forma, color, dimensiones, colocación, tipo de materiales y ubicación en las señales preventivas estarán de acuerdo a las normas contenidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC en vigencia. La relación de señales a instalar será la indicada en los planos y documentos del Expediente Técnico, o lo que señale la Supervisión. Todos los paneles de las señales llevarán en el borde superior derecho de la cara posterior de la señal, una inscripción con las siglas "MTC" y la fecha de instalación (mes y año).

La ejecución de los trabajos se llevará a cabo previa autorización del Supervisor, quien podrá ordenar la paralización de los mismos, si considera que el proceso constructivo adoptado por el Contratista no es el adecuado o los materiales no cumplen con lo indicado en las Especificaciones Técnicas de Calidad de Materiales para Uso en Señalización de Obras Viales del MTC.

Materiales:

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico. El fondo de la señal será con material retroreflectivo de color blanco de alta intensidad prismático (Tipo III). Las letras, el símbolo y el marco se pintarán en color negro y el círculo de color rojo. La aplicación será con el sistema de serigrafía.

Para la señal PARE (R-1), el fondo será con material retroreflectivo color rojo de alta intensidad prismático (Tipo III), el símbolo y el borde del marco se pintarán en color blanco, con el sistema de serigrafía.

En el caso de la señal CEDA EL PASO (R-2), el fondo será con material retroreflectivo color blanco de alta intensidad prismático (Tipo III), la orla de color rojo y las letras se pintarán en color negro, con el sistema de serigrafía.

Los materiales serán concordantes con los siguientes requerimientos para los paneles, material retroreflectivo y cimentación:

A) Requerimientos Para Los Paneles

Los paneles de las señales reglamentarias serán de resina poliéster reforzado con fibra de vidrio, acrílico y estabilizador ultravioleta uniformes, de una sola pieza. El diseño, forma y sistema de refuerzo del panel y de sujeción a los postes de soporte está definido en los planos y documentos del Proyecto. Los refuerzos serán de un solo tipo (platinas en forma de cruz de 2" x 1/8").

El panel debe estar libre de fisuras, perforaciones, intrusiones extrañas, arrugas y curvatura que afecten su rendimiento, altere sus dimensiones o afecte su nivel de servicio. La cara frontal deberá tener una textura similar al vidrio.

El panel será plano y completamente liso en una de sus caras para aceptar en buenas condiciones el material adhesivo de la lámina retroreflectiva especificado para este material.

Los paneles deberán cumplir con los siguientes requisitos:

(1)Espesor

Debe ser de 4mm con tolerancia de más o menos 0.4mm (4.0mm \pm 0.4mm). El espesor se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios de cada borde del panel.

(2)Color

El color del panel será gris uniforme en ambas caras (N.7.5 / N.8.5 Escala Munsel).

(3)Resistencia al impacto

Paneles cuadrados de 750mm de lado serán apoyados en sus extremos a una altura de 200mm del piso. El panel deberá resistir el impacto de una esfera de 4,500 gramos liberado en caída libre desde 2.0 metros de altura, sin resquebrajarse.

(4) Pandeo

El pandeo mide la deformación de un panel por defectos de fabricación o de los materiales utilizados.

El panel a comprobar será suspendido de sus cuatro vértices. La deflexión máxima medida en el punto de cruce de sus diagonales y perpendicularmente al plano de la lámina no deberá ser mayor de 12mm. Esta deflexión corresponde a un panel cuadrado de 750mm de lado.

Para paneles de mayores dimensiones se aceptará hasta 20mm de deflexión. Las medidas deberán efectuarse a temperatura ambiente.

B) Requerimientos para el Material Retroreflectivo

El material retroreflectivo debe cumplir los requerimientos de la Especificación ASTM D-4956 y los indicados en esta especificación. Este tipo de material va colocado por adherencia en los paneles para conformar una señal de tránsito visible sobre todo en las noches por la incidencia de los faros de los vehículos sobre la señal.

Todas las láminas retroreflectiva deben permitir el proceso de aplicación por serigrafía con tintas compatibles con la lámina y recomendados por el fabricante. No se permitirá en las señales el uso de cintas adhesivas vinílicas para los símbolos y mensajes.

(a) Tipo de material retroreflectivo

El tipo de material retroreflectivo que se aplicará en las señales preventivas de tránsito, indicada en los planos, está compuesto por una lámina retroreflectiva de alta intensidad prismática (Tipo III) que contiene lentes micro-prismáticos no metalizados diseñados para reflectorizar señales que se exponen verticalmente.

Para garantizar la duración uniforme de la señal, no se permitirá el empleo en una misma señal, cualquiera que sea ésta, de dos o más tipos de materiales retroreflectivo diferentes.

(b) Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo

Las pruebas o ensayos de calidad para los requisitos de calidad funcional aplicables a láminas sin adherir o adheridas al panel de prueba, deben ser efectuadas bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura o humedad:

Los especímenes de pruebas deben ser acondicionados o montados 24 horas antes de las pruebas a temperatura de 23 °C \pm 1 °C y a una humedad relativa de 50% \pm 4%.

- Panel de prueba:

Cuando las pruebas requieran que la lámina sea adherida a un panel, éste debe ser del tipo descrito en el ítem A) Requerimientos para los paneles.

El panel debe tener una dimensión de 200mm de lado (200 x 200mm) y un espesor de 1.6mm. La superficie del panel en que se adhiere la lámina será desengrasada y pulida cada vez que se efectúe algún ensayo. La adherencia de la lámina al panel se efectuará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

(c) Requisitos de calidad funcional del material retroreflectivo

- Coeficiente de retroreflectividad:

Los valores del coeficiente de retroreflectividad de las láminas retroreflectiva se determinan según la norma ASTM E-810 y certificados por el fabricante.

En el siguiente cuadro se presentan los Coeficientes Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956) con los valores mínimos de la lámina retroreflectiva, según color, ángulo de entrada y observación.

Coeficiente Mínimos de Retroreflectividad (ASTM D-4956)

Tipo de Material Retroreflectivo	Ángulo de Observación	Angulo de Entrada	Coeficiente Mínimo de Retroreflectividad según Color (cd/ lx/ m2)					
			Blanco	Amarillo	Naranja	Verde	Rojo	Azul
III	0,2°	-4°	360	270	145	50	65	30
	0,2°	+30°	170	135	68	25	30	14
	0,5°	-4°	150	110	60	21	27	13
	0,5°	+30°	72	54	28	10	13	6

- Resistencia a la intemperie:

La lámina retroreflectiva al panel será resistente a las condiciones atmosféricas y cambios de clima y temperatura.

Una señal completa expuesta a la intemperie durante 7 días no deberá mostrar pérdida de color, fisuramientos, picaduras, ampollamientos ni ondulaciones.

- Adherencia:

La cara posterior de la lámina que contiene el adhesivo para aplicarlo al panel de las señales será de la clase 1 de la clasificación 4.3 de la norma ASTM D-4956, es decir un adhesivo sensible a la presión, no requiriendo calor, solventes u otra preparación para adherir la lámina a una superficie lisa y limpia.

El protector posterior de la lámina permitirá una remoción fácil sin necesidad de embeberla en agua u otras soluciones y a la vez, no deberá remover, romper o disturbar ninguna parte del adhesivo de la lámina al retirar el protector.

Para probar la capacidad de adherencia de la lámina, el panel de prueba será preparado según se indica en la ítem B) correspondiente a Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo y se adherirá al panel 100mm de una cinta de 200 x 150mm. Al espacio libre no adherido se le aplica un peso de 790 gramos para adhesivo de la lámina clase 1, 2, 3 y de 450 gramos para adhesivos clase 4, dejando el peso suspendido a 90° respecto a la placa durante 5 minutos.

Bajo estas condiciones, al final del período de carga, la lámina no deberá mostrar desprendimiento en la zona adherida mayor a 51mm.

- Flexibilidad:

Se acondicionará una muestra de 2.50 cm x 15.2 cm (1" x 6"), a la cual se le retira el respaldo protector y se espolvorea talco encima del adhesivo. Enrollar la lámina retroreflectiva en 1 segundo (1 seg.) alrededor de un eje de 3.2 mm (1/8") con el lado del adhesivo

en contacto con el eje. La lámina ensayada será suficientemente flexible para no mostrar resquebrajamiento, despegue o de laminación, después del ensayo.

- Variación de dimensiones:

Se prepara una lámina retroreflectiva de 23 cm x 23 cm (9" x 9") con protector de adherencia. Luego, remover el protector del adhesivo y colocar la lámina sobre una superficie plana con el adhesivo hacia arriba. El encogimiento luego de diez minutos (10') no será mayor de 0.8 mm (1/32") y después de 24 horas, en cualquier dimensión no mayor a 3.2 mm.

- Resistencia al impacto:

Aplicar una lámina retroreflectiva de 76 mm x 150 mm (3" x 6") al panel de prueba preparado según lo especificado en el ítem B) correspondiente a Condiciones para los ensayos de calidad del material retroreflectivo. Someter la lámina al impacto de un elemento con peso de 900 gramos y diámetro en la punta de 16mm, soltado desde una altura suficiente para aplicar un impacto de 11.5 Kg.cm,

La lámina retroreflectiva no deberá mostrar agrietamiento o descascaramiento en el área de impacto o fuera de ésta.

Equipo:

El Contratista tendrá el equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Requerimiento de Construcción:

La fabricación de señales deberá efectuarse considerando el tipo y calidad de los materiales especificados para los paneles, postes y material retroreflectivo.

Antes de iniciar la fabricación de las señales, el Supervisor definirá de acuerdo a planos y documentos del Proyecto, la ubicación definitiva de cada una de ellas, verificando las distancias respecto al pavimento indicadas en el Manual de Dispositivos de Control del

Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC y que se fabriquen adecuadamente todos los dispositivos necesarios.

El Contratista entregará al Supervisor para su aprobación una lista definitiva de las señales y dispositivos considerando las condiciones físicas del emplazamiento de cada señal.

El material retroreflectivo que se coloque en los paneles será en láminas de una sola pieza, así como los símbolos y letras. No se permitirá la unión, despiece y traslapes de material, exceptuando de esta disposición solo los marcos y el fondo de las señales de información.

A) Instalación:

El plano de la señal debe formar con el eje de la vía un ángulo comprendido entre 75 y 90°. Las señales se instalarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido del tránsito; salvo aquellos casos en los que se tenga que colocar al lado izquierdo de la vía, debido a la falta de visibilidad, carencia de espacio u otros.

La separación mínima entre señales verticales de tránsito a lo largo de la vía será de cincuenta metros (50m), exceptuando intersecciones y accesos. Cuando sea estrictamente indispensable instalar varias señales en un sector y no exista suficiente longitud para cumplir con esta separación mínima se utilizarán señales dobles. En caso de existir señales antiguas o instaladas anteriormente serán removidas, incluyendo los soportes, y entregados a la autoridad competente.

Se instalarán las señales de manera que las estructuras de soporte presenten absoluta verticalidad.

Aceptación de los Trabajos:

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles:

En la fabricación e instalación de señales el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Exigir el cumplimiento de las medidas de seguridad y mantenimiento de tránsito.
- Verificar el cumplimiento de los programas de trabajo y la correcta aplicación de los métodos de trabajo indicados en estas especificaciones.
- Comprobar que todos los materiales cumplan con los requisitos de calidad especificados. Para este fin, el Contratista presentará los certificados de calidad correspondientes, emitidos por el fabricante, respaldados debidamente por entidades competentes. De considerarse necesaria la verificación de alguno de estos ensayos, éstos se ejecutarán a cargo y costo del Contratista, en presencia del Supervisor.
- Verificar los valores de retroreflectividad de las láminas con un retroreflectómetro tipo ART-920 o aparato similar que mida directamente los valores en unidades de candela lux-1.m2 indicados en la presente especificación. Este ensayo deberá ser realizado por el Contratista a su costo y en presencia del Supervisor.
- Evaluar y medir para efectos de pago las señales correctamente fabricadas e instaladas

(b) Calidad de los Materiales:

No se admiten tolerancias en los requisitos establecidos en las presentes especificaciones para los diversos materiales que forman parte de las señales, su soporte y su cimentación.

Las señales preventivas sólo se aceptarán si su instalación está conforme con lo indicado en los planos y especificaciones. Las deficiencias detectadas deberán ser subsanadas por el Contratista a plena satisfacción del Supervisor.

Calidad del material retroreflectivo

La calidad del material retroreflectivo será evaluada y aceptada según controles de calidad especificados y con la certificación del

fabricante que garantice el cumplimiento de todas las exigencias de calidad.

El Supervisor a su criterio y de considerarlo conveniente podrá ordenar al Contratista efectuar pruebas de cada lote de producción que se entregue en obra, para lo cual el Contratista proveerá el equipo necesario, un panel de prueba y el material retroreflectivo necesario para los ensayos, que deberá ser del mismo tipo, marca y procedencia que el lote entregado.

Se considera como un lote representativo la cantidad de 50 señales de cada tipo y un (1) ensayo del material por cada lote y tipo de material. Los gastos que demanden los ensayos correspondientes serán de cargo del Contratista.

(2) Calidad de los paneles:

De igual manera que para el ensayo retroreflectivo, si el Supervisor considera necesario podrá ordenar al Contratista la ejecución de ensayos de tres (3) paneles por cada lote de 50 señales con todas las pruebas exigidas en las presentes especificaciones.

Para la prueba de impacto en el caso de paneles de fibra de vidrio, el Contratista proveerá tres paneles de dimensiones cuadradas de 750mm de lado, sin lámina retroreflectivo, del mismo espesor, refuerzo y características que los entregados en el lote. De estos tres paneles se probará uno de ellos al impacto y se considerará a éste como representativo de todo el lote. En caso de fallar el primer panel se probará con otro y de fallar éste se probará el tercero. De fallar los tres paneles se rechazará todo el lote entregado. Con un panel que pase la prueba de impacto se aceptará el lote. Para los otros ensayos no se aceptará ninguna tolerancia.

(3) Instalación:

La instalación de las señales será evaluada y aceptada según la inspección visual del Supervisor, en conformidad con las mediciones y ensayos de control ejecutados.

Medición:

Las señales reglamentarias se medirán por unidad.

Pago:

La cantidad de señales metradas de la forma descrita anteriormente, serán pagadas al precio unitario de la partida 802.A “SEÑAL REGLAMENTARIA 0.90m x 0.60m”, 802.B “SEÑAL REGLAMENTARIA 1.20m x 0.80m.” y 802.C “SEÑAL REGLAMENTARIA OCTOGONAL 0.60m x 0.60m”, al precio del contrato. Este precio y pago constituye compensación total por toda mano de obra, beneficios sociales, equipos, herramientas, materiales (láminas retroreflectantes, fibra de vidrio y pintura esmalte) e imprevistos necesarios para cumplir el trabajo a entera satisfacción del Supervisor.

El pago se hará por unidad al respectivo precio unitario de Contrato por toda fabricación e instalación ejecutada de acuerdo con esta especificación, planos y documentos del Proyecto y aceptados a satisfacción por el Supervisor.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.7.4. Señales Reglamentarias	Unidad (Und)

3.6.7.5. Postes Kilométricos:

Descripción:

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje en los sitios establecidos en los planos del proyecto o indicados por el Supervisor.

El diseño del poste deberá estar de acuerdo con lo estipulado en el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras" del MTC y demás normas complementarias.

Materiales:

Concreto:

Los postes serán prefabricados y se elaborarán con un concreto reforzado del tipo E (175 Kg/cm²).

Para el anclaje del poste podrá emplearse un concreto de Tipo G (concreto ciclópeo de 140 Kg/cm²).

Refuerzo:

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en los planos y documentos del proyecto y el "Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras". Los postes serán reforzados con acero que cumpla las exigencias de estas especificaciones.

Pintura:

El color de los postes será blanco y se pintarán con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajorrelieve, se hará utilizando esmalte negro y caracteres del alfabeto serie C y letras de las dimensiones mostradas en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

Equipo:

Se deberá disponer de todos los equipos necesarios para la correcta y oportuna ejecución de los trabajos especificados.

Requerimientos de Construcción:

Fabricación de los postes:

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad establecidos en estas especificaciones y con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

Ubicación de los postes:

Los postes se colocarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o señale el Supervisor, como resultado de mediciones

efectuadas por el eje longitudinal del camino. La colocación se hará en el costado derecho de la vía para los kilómetros pares y en el izquierdo para los kilómetros impares. Los postes se colocarán a una distancia del borde de la superficie afirmada, más o menos un metro y medio (1,5 m), debiendo quedar resguardado de impactos que puedan efectuar los vehículos.

Excavación:

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

Colocación y anclaje del poste:

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía. El espacio entre el poste y las paredes de la excavación se rellenará con el concreto de anclaje.

Limitaciones en la ejecución:

No se permitirá la colocación de postes de kilometraje en instantes de lluvia, ni cuando exista agua retenida en la excavación o cuando el fondo de ésta se encuentre demasiado húmeda, a juicio del Supervisor.

Toda agua retenida en la excavación deberá ser retirada por el Contratista antes de colocar el poste y su anclaje.

Aceptación de los Trabajos:

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.

Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación.

Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los planos y las exigencias de esta especificación.

Contar, para efectos de pago, los postes correctamente elaborados e instalados.

(b) Calidad de los materiales

El Supervisor no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos para los diversos materiales que conforman los postes y su anclaje.

(c) Excavación

El Supervisor verificará, además, que su fondo sea horizontal y se encuentre debidamente compactado, de manera que proporcione apoyo uniforme al poste.

(d) Instalación del poste

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor, si su instalación está en un todo de acuerdo con lo que se indica en la presente especificación.

(e) Dimensiones del poste

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el "Manual de Dispositivos de Control para Tránsito en Calles y Carreteras del MTC" para el poste de kilometraje.

Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones exceden las indicadas en el manual en más de dos centímetros (2 cm).

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas, deberán ser corregidas por el Contratista, a su costo, a satisfacción del Supervisor.

Medición:

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (und) instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y la presente especificación, debidamente aceptada por el Supervisor.

Pago:

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo poste de kilometraje instalado a satisfacción del 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.

El pago constituirá compensación total por los trabajos prescritos en estas especificaciones.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.7.5. Poste kilométricos	Unidad (Und)

3.6.8. TRANSPORTE:

3.6.8.1. Transporte de Material Granular para $D > 1$ Km

3.6.8.2. Transporte de Agregados Concreto para $D \geq 1$ km

3.6.8.3. Transporte de Piedras para $D \geq 1$ km

3.6.8.4. Transporte de Material Excedente $D > 1$ Km

Descripción:

La presente especificación contempla los transportes de material excedente de corte y excavaciones, de escombros, de derrumbes y de material de cantera.

Clasificación:

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

- (a) Proveniente de excedentes de corte y excavaciones a DME's.
- (b) Proveniente de escombros y otros a DME's.
- (c) Proveniente de excedentes de corte y excavaciones a ser utilizados en rellenos y terraplenes.

(d) Proveniente de canteras para terraplenes, subbases, bases y mezcla asfáltica.

Materiales:

Los materiales a transportarse son:

a) Materiales provenientes de corte y la excavación de la explanación:

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, y préstamos. También el material excedente a ser dispuesto en los DME's indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Para el presente Proyecto se ha considerado que por tratarse de áreas eriazas, la eliminación a los DME's corresponderá a un % (% preliminar = 50%), y el saldo será eliminado o dispuesto lateralmente, a modo de protección de talud, el % realmente eliminado será calculado y verificado por el Supervisor.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, sujetos a reemplazo, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes, hasta su disposición final.

b) Materiales provenientes de Canteras:

Forma parte de este grupo todos los materiales granulares naturales, procesados o mezclados que son destinados a formar terraplenes, banquetas de relleno, mejoramientos, pedraplenes, rellenos estructurales, rellenos para suelo reforzado, capas granulares de estructuras de pavimentos y mezclas asfálticas.

Se excluyen los materiales para concretos hidráulicos, solados, filtros para subdrenes, emboquillados, piedras para concreto y todo aquel que este incluido en los precios de sus respectivas partidas.

c) Escombros y otros:

Los escombros corresponden a materiales de demolición de edificaciones, de pavimentos, estructuras, elementos de drenaje y cualquier otro que no vayan a ser utilizados en la obra. Estos

materiales deben ser trasladados y dispuestos en los DME's indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

Los materiales transportados, de ser necesarios, deberán ser humedecidos adecuadamente (sea piedras o tierra, arena, etc.) y cubiertos para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

Equipo:

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental. Ningún vehículo de los utilizados por el Contratista podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas en el Reglamento de Pesos y Dimensión Vehicular para Circulación en la Red Vial Nacional (D.S. 058-2003-MTC).

Cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse.

Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

Todos los vehículos, necesariamente tendrán que humedecer su carga (sea piedras o tierra, arena, etc.) y demás, cubrir la carga

transportada para evitar la dispersión de la misma. La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y deberá estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

Todos los vehículos deberán tener incorporado a su carrocería, los contenedores o tolvas apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que se evite el derrame, pérdida del material húmedo durante el transporte. Esta tolva deberá estar constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios, así también, deben estar en buen estado de mantenimiento.

El equipo de construcción y maquinaria pesada deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación y cursos de agua. De otro lado, cada vehículo deberá, mediante un letrero visible, indicar su capacidad máxima, la cual no deberá sobrepasarse.

El mantenimiento de los vehículos debe considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, balanceo, y calibración de llantas.

El lavado de los vehículos deberá efectuarse de ser posible, lejos de las zonas urbanas y de los cursos de agua.

Los equipos pesados para la carga y descarga deberán tener alarmas acústicas y ópticas, para operaciones en reverso en las cabinas de operación, no deberán viajar ni permanecer personas diferentes al operador.

Se prohíbe la permanencia de personal en la parte inferior de las cargas suspendidas.

Requerimientos de Trabajo:

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones

del Supervisor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

Aceptación de los trabajos:

Los trabajos serán recibidos con la aprobación del Supervisor considerando:

a) a) Controles:

- (1) Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- (2) Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias.
- (3) Exigir al Contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no fuere suficiente, el Contratista deberá remover la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación, a su costo.
- (4) Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales, siguiendo el recorrido más corto y seguro posible.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias:

El Supervisor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones. Si el Contratista utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el Supervisor, éste solamente computará la distancia más corta que se haya definido previamente.

Medición:

Las unidades de medida para el transporte de materiales será el metro cúbico - kilómetro ($m^3 - km$) de material transportado, o sea, el momento de transporte (T): el volumen de material en su posición final de colocación, por la distancia real de transporte. 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.

Para los transportes con distancias menores a 1 km, se considerará la distancia realmente recorrida multiplicada por el volumen transportado (m³-km)

El momento de transporte (T) a pagar se calculará con la siguiente fórmula:

$$T = V \times D$$

Donde:

T: Transporte a pagar (m³ -km)

V: Volumen de material a transportar (m³).

D: Distancia de Transporte (km)

Volúmenes de Material a Transportar (V):

Los volúmenes de material a transportar serán medidos de la siguiente manera:

Los materiales provenientes de corte y excavación a ser utilizados en obra, serán medidos en su posición final, de acuerdo al método de medición indicado en las secciones correspondientes a las actividades que requieren el material transportado para su conformación.

Los materiales provenientes de corte y excavación a ser eliminados a DME's, incluido los escombros, serán medidos en su posición original, de acuerdo al método de medición indicado en las secciones correspondientes a las actividades que originan el material a transportar.

Los materiales provenientes de cantera serán medidos en su posición final, de acuerdo al método de medición indicado en las secciones correspondientes a las actividades que requieren el material transportado para su conformación. En el caso de material granular a ser utilizado en la producción de mezcla asfáltica, el volumen de material se obtendrá multiplicando el volumen de mezcla asfáltica medida en su posición final, por el porcentaje de participación del agregado transportado en la mezcla asfáltica,

considerando para tal fin que la suma del volumen de agregado grueso y del agregado fino es igual al volumen de mezcla asfáltica producida.

Distancia de Transporte (D):

La distancia de Transporte (D) será obtenida a partir de la distancia total de transporte (DT), menos la distancia libre de transporte (DL). La distancia total de transporte se medirá a lo largo de la ruta más corta, determinada por el Supervisor entre centros de gravedad. Tanto si el Contratista elige transportar por un camino más largo o más corto que el elegido por el Supervisor, los cálculos para el pago se harán con la distancia de transporte medida a lo largo de la ruta más corta. Si el Contratista plantea la construcción de un acceso más corto para el transporte de materiales, el mismo será aceptado si y solo sí, el ahorro en transporte menos los costos de construcción y mantenimiento del acceso representen una economía al proyecto.

A continuación se precisa los métodos de cómputo de la distancia de transporte (D) según el origen del material a transportar:

- Distancia de Transporte de materiales provenientes de corte y excavación a ser utilizados en obra:

Para el caso de material de préstamo proveniente de excedentes de corte y excavaciones en explanaciones que serán utilizados en obra, la distancia total de transporte (DT) para material de préstamo será obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$DT = d$$

Donde:

DT: Distancia Total de Transporte (km)

d : Distancia entre C.G. del origen del material y el C.G. del destino del material (km).

La distancia de transporte (D) se obtendrá de la siguiente manera:

Para $DT < 1 \text{ km}$

Para $D < 1 \text{ Km}$; $D = DT - DL$

Para $D > 1 \text{ Km}$; $D = 0$

Para $DT > 1 \text{ km}$

Para $D < 1 \text{ Km}$; $D = 1 \text{ Km}$

Para $D > 1 \text{ Km}$; $D = DT - DL - 1$

Donde DL es la distancia libre de transporte igual a 0.12km

- Distancia de Transporte de materiales provenientes de corte y excavación a ser eliminados a DME's, incluye Escombros:

La distancia total de transporte (DT) para material proveniente de corte y excavación a DME's, incluye escombros, será obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$DT = c + d$$

Donde:

DT: Distancia Total de Transporte (km)

c : Longitud de acceso al DME desde la carretera (km)

d : Distancia entre el ingreso al DME y el C.G del origen del material a eliminar (km).

La distancia de transporte (D) se obtendrá de la siguiente manera:

Para $DT < 1 \text{ km}$

Para $D < 1 \text{ Km}$; $D = DT - DL$

Para $D > 1 \text{ Km}$; $D = 0$

Para $DT > 1 \text{ km}$

Para $D < 1 \text{ Km}$; $D = 1 \text{ Km}$

Para $D > 1 \text{ Km}$; $D = DT - DL - 1$

Donde DL es la distancia libre de transporte igual a 0.12km

- Distancia de Transporte de Materiales provenientes de cantera:

La distancia total de transporte (DT) para material proveniente de cantera será obtenida a partir de la siguiente fórmula:

$$DT = c + d$$

Donde:

D: Distancia Total de Transporte (km).

c : Longitud de acceso a la pila de aprovisionamiento de material granular desde la carretera (km).

d : Distancia entre la salida de la cantera y el C.G. del material granular colocado (km).

La distancia de transporte (D) se obtendrá de la siguiente manera:

Para $DT < 1 \text{ km}$

Para $D < 1 \text{ Km}$; $D = DT - DL$

Para $D > 1 \text{ Km}$; $D = 0$

Para $DT > 1 \text{ km}$

Para $D < 1 \text{ Km}$; $D = 1 \text{ Km}$

Para $D > 1 \text{ Km}$; $D = DT - DL - 1$

Donde DL es la distancia libre de transporte igual a 0.12km

Longitud de Acceso (c): La longitud del acceso será computada desde la intersección del eje del acceso con el eje de la carretera en construcción hasta la zona de apilamiento de materiales o la ubicación de las plantas de proceso, según corresponda.

Distancia Libre de Transporte (DL) : Se entiende como distancia libre de transporte, a aquella distancia de acarreo libre y de compensación de explanaciones, que no recibe pago directo, cuyo costo se considera incluido dentro de los trabajos de excavaciones para explanaciones y producción de agregados. Para efectos de medición de transportes se asume una distancia de ciento veinte metros (120 m).

Transporte Interno (TI): Se denomina transporte interno, al transporte de material que se realiza en la producción de agregados y rellenos, desde la zona de extracción a la zona de procesamiento (zarandeo y/o chancado). En caso que el área de procesamiento se encuentre dentro del área de explotación de la cantera, NO se reconocerá pago directo al transporte interno, dicho costo será considerado dentro del precio unitario de las partidas que requieren el material transportado para su conformación.

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. El precio unitario no incluirá los costos por concepto de la carga, descarga, tiempos muertos y disposición del material e imprevistos, los cuales se encuentran incluidos en los precios unitarios de los ítems correspondientes. El transporte de materiales provenientes de corte y excavación a ser utilizados en obra, será pagado una vez que el material transportado haya sido colocado y se cuente con la conformidad del Supervisor.

El transporte de materiales provenientes de cantera será pagado una vez que el material transportado haya sido colocado y se cuente con la conformidad del Supervisor. En el caso de material granular a ser utilizado en la producción de mezcla asfáltica, el pago se realizará una vez que la mezcla asfáltica haya sido colocada. Las partidas de pago serán las siguientes:

Ítem de Pago	Unidad de Pago
3.6.8.1. TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1 KM	m3-km
3.6.8.2. TRANSPORTE DE AGREGADOS CONCRETO PARA D>= 1KM	m3-km
3.6.8.3. TRANSPORTE DE PIEDRAS PARA D>= 1KM	m3-km

El transporte de materiales provenientes de corte y excavación a ser eliminados a DME's, incluido los escombros, será pagado una vez que el material haya sido transportado a los DME's y se cuente con la conformidad del Supervisor. Las partidas de pago serán las siguientes:

Ítem de Pago	Unidad de Pago
3.6.8.4. TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1 KM	m3-km

3.6.9. MEDIO AMBIENTE:

3.6.9.1. Acondicionamiento del Material Excedente en el DME:

Descripción:

Comprenderá el tratamiento del depósito de material excedente, una vez concluidas las obras de ingeniería indicadas en los planos.

Esta partida considera la ejecución de las siguientes acciones:

- Compactación del material dispuesto:

El material excedente a eliminar destinado a los depósitos de material excedente (DME), previa autorización y aprobación del Supervisor para su ubicación, será extendido y compactado convenientemente por medios mecánicos y/o manuales, para evitar su dispersión; la compactación se realizará por capas de espesores variables entre 0,50 m y 1,00 m, procurando que la compactación alcance una densidad de 60% a 80%.

- Colocado de una capa superficial de suelo orgánico:

Consiste en efectuar el recubrimiento del DME, una vez compactado. De ser aplicable deberá colocarse la capa superficial de suelo orgánico, que inicialmente fuera retirado y almacenado antes de inicio de la obra, para de esta manera restituir el paisaje circundante.

Medición:

La medición para el caso de la compactación del material excedente será por "m³" y por "Ha." Para el caso de la colocación de la capa superficial de suelo orgánico.

Pago:

Se efectuará al precio del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda la mano de

obra, equipo y herramientas, incluidos los imprevistos para la ejecución de la partida.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.9.1. Acondicionamiento del material excedente en el DME	Metro Cúbico (m3)

3.6.9.2. Restauración de Área Utilizada para Campamentos y Patio de Máquinas:

Campamento:

Descripción y Ejecución:

Este trabajo consistirá en restaurar el área ocupada por el campamento levantado. Es obligación del Contratista llevarlo a cabo una vez concluida la obra, mediante las siguientes acciones:

Eliminación de desechos:

Los desechos productos del desmantelamiento serán trasladados al depósito de material excedente acondicionado para tal fin. De tal manera que el ambiente quede libre de materiales de construcción.

Clausura del silo:

Una vez concluidas las obras, se procederá también al cierre del silo, utilizando para ello el material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

Eliminación de pisos:

Deben ser levantados los restos de pisos que fueron construidos, y estos se trasladan al depósito de material excedente habilitado. De esta forma se garantiza que el ambiente utilizado para este propósito quede libre de desmontes.

Recuperación de la morfología:

Se procede a realizar el renivelado del terreno. Asimismo, las zonas que hayan sido compactadas en el área deben ser humedecidas y el suelo removido, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

Patio de Máquinas:

Descripción y Ejecución:

Consiste en la ejecución de las actividades de reacondicionamiento del área intervenida. Comprende las siguientes tareas:

Limpieza de desechos:

Con una cuadrilla de trabajadores, se procederá a limpiar todos los materiales desechados en el patio de máquinas, tales como: restos de aceites, grasas y combustibles, suelos contaminados y otros residuos producto del mantenimiento de las máquinas.

Eliminación de pisos:

Esta tarea se realiza con una cuadrilla de trabajadores y equipos, que efectuarán el levantamiento del piso del taller y el ripio del área de circulación de los vehículos, los cuales deben ser trasladados al depósito de material excedente habilitado.

Recuperación de la morfología

Se procede al renivelado del terreno alterado, acondicionándolo de acuerdo al entorno circundante

Almacenaje de aceites usados:

Los aceites usados producto del mantenimiento de la maquinaria y demás vehículos de obra, deben ser almacenados en recipientes herméticos tan pronto sean generados.

Eliminación de aceites usados:

Los aceites usados almacenados previamente deben ser trasladados a través de una empresa prestadora de servicios especializada en el transporte de residuos peligrosos.

Medición:

La medición es por Ha. cuando el campamento y patio de máquinas hayan sido retirados y éste concluido el tratamiento ambiental de las áreas.

Pago:

Se efectuará al precio del contrato, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación completa por toda la mano de obra, equipo y herramientas, incluidos los imprevistos para la ejecución de la partida.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
09.02.00 Restauración de área utilizada para campamento y patio de maquinas	Hectárea (Ha)

3.6.9.3. Revegetación:

Descripción:

Esta partida consiste en la provisión y plantación de árboles, arbustos, enredaderas, plantas para cobertura de terreno y en general de plantas. La aplicación de este trabajo de acuerdo a lo indicado en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor, se producirá en los casos de:

Restauración de áreas de vegetación que hayan sido alteradas por el proceso de construcción de carreteras.

Revegetación en terraplenes y en readecuación del paisaje, se debe considerar la revegetación de las laderas adyacentes para evitar la erosión pluvial.

Restauración de la superficie exterior de los depósitos de desechos y en las zonas aledañas donde se haya dañado y perdido la vegetación inicial, para permitir readecuar el paisaje a la morfología inicial.

Sembrado de vegetación típica en los taludes excavados (canteras).

Materiales:

El contratista deberá proveer todos los materiales e insumos para la ejecución de esta partida, tales como:

- Fertilizante

- Tierra vegetal
- Cubierta retenedora de humedad (paja, aserrín)
- Plantas
- Agua

El tipo de fertilizante estará indicado en los planos y/o documentos del proyecto, según hecha por el proyectista del listado emitido por la Oficina de Información Agraria del Ministerio de Agricultura.

Las plantas se pueden presentar bajo las siguientes formas:

- Con raíces al descubierto sin masa de tierra que las rodee.
- Con bases de tierra con masa de tierra que rodeo a las raíces.
- Crecidas en recipientes: raíces y masa de tierra confinadas por el recipiente.

En lo pertinente al caso de material deberán cumplir las siguientes normas vigentes de calidad y/o de uso:

Requerimiento de Construcción:

El contratista asegurara la participación de un Ingeniero Forestal en la ejecución de esta partida, quien determinara el método de siembra apropiado a la región.

La revegetación se efectuara con especies típicas de la zona u otras especificadas en los planos, documentos del proyecto y Estudio de Impacto Ambiental de la carretera a rehabilitar.

Inspección y Distribución:

El contratista notificara al Supervisor con 30 días de anticipación respecto a la fecha de despacho del material en obra, con el fin de que el Supervisor esté presente en el proceso de selección en el vivero del material de plantas que hará el Contratista de conformidad a lo indicado en el proyecto.

El Contratista proporcionara al Supervisor los certificados comerciales e información escrita completa del proveedor del material de plantas, por lo menos 15 días previos al despacho de las plantas hacia el lugar de la obra.

Protección y Almacenamiento Temporal:

Guardar todo el material de plantas convenientemente húmedas y protegido (cubierto) tanto si está en tránsito, en almacenamiento temporal o en el lugar de espera de plantación del proyecto.

Protéjase las plantas puestas en el lugar de la obra pero no programadas para inmediata plantación, tal como sigue:

En el caso de plantas con raíces al descubierto, separar las plantas y cubrir las raíces provisionalmente con tierra en zanjas con agua.

Cubrir las bases de tierra de las plantas con maleza y paja u otro material apropiado y mantenerlo húmedo.

Instalar en su sitio definitivo y en el término de 30 días, todo el material de plantas puesto en obra.

Aceptación:

El material de plantación (que incluye las plantas, el fertilizante, cubierta retenedora de humedad y suelo de cobertura superficial) será evaluado mediante inspección visual hecha por el Supervisor durante el cumplimiento de ejecución de esta partida, y mediante certificación de calidad del material de parte del proveedor.

Se hará una inspección del material de plantación 15 días antes del término del periodo de establecimiento de la planta para identificar aquellas plantas muertas, agonizantes o enfermas, para su remoción y reemplazo. Durante la siguiente estación de plantación remover y reemplazar todas aquellas plantas identificadas de acuerdo a esta sección. Una inspección final de todo el material de plantas dentro de los 15 días después de completar la plantación de reemplazo será la base para aceptación final.

Medición:

Medir la revegetación por Ha.

Pago:

Las cantidades aceptadas, medidas tal como anteriormente se indica, serán pagadas a precio de contrato por unidad de medida para la PARTIDA DE PAGO tal como se consigne en el presupuesto oferta.

El pago de esta partida será compensación total por el trabajo prescrito en esta sección en el que se incluye la provisión de las plantas, fertilizantes, tierra vegetal, cubiertas retenedoras de humedad, riegos periódicos, transporte, periodo de establecimiento de la planta hasta la fecha de la entrega de obra y en general todo trabajo ejecutado a satisfacción del Supervisor.

Los pagos parciales serán hechos como sigue:

- 70 % del precio oferta será pagado a continuación de la plantación inicial.
- El 30 % restante del precio oferta será pagado en la última valorización de obra, previa verificación que se ha cumplido con la revegetación.

PARTIDA DE PAGO	UNIDAD DE PAGO
3.6.9.3. Revegetación	Hectárea (Ha)

3.7. ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTOS:

3.7.1. RESUMEN DE METRADOS:

RESUMEN GENERAL DE METRADOS

PROYECTO: "DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD"

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.
01.00.00	<u>OBRAS PROVISIONALES</u>		
01.01.00	CAMPAMENTO Y OBRAS PROVISIONALES	M2	400.00
01.02.00	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA	UND	1.00
02.00.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>		
02.01.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	GLB	1.00
02.02.00	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	KM	11.06
02.03.00	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE	M2	815.03
03.00.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>		

03.01.00	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	HAS	16.06
03.02.00	CORTE EN MATERIAL SUELTO	M3	159,414.86
03.03.00	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3	4,562.68
03.04.00	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO	M3	109,448.60
04.00.00	<u>PAVIMENTOS</u>		
04.01.00	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE	M2	83,030.00
04.02.00	AFIRMADO E=0.20 M	M3	21,567.00
05.00.00	<u>OBRAS DE CONCRETO</u>		
05.01.00	MUROS DE CONTENCIÓN		
05.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	1,155.00
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	M2	2,688.71
05.01.03	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	1,029.08
05.01.04	CONCRETO F'C = 175 KG/CM3 + 30% P.M.	M3	665.00
05.01.05	CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	M3	116.60
05.01.06	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2	KG	38,682.00
05.01.07	TUBERIA TMC D=2"	M	219.33
06.00.00	<u>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</u>		
06.01.00	CABEZALES ALCANTARILLAS TIPO TMC		
06.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	627.86
06.01.02	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS	M3	214.60
06.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	M2	647.57
06.01.04	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	M3	74.53
06.01.05	CONCRETO F'C = 175 KG/CM3 + 30% P.M.	M3	20.59
06.01.06	CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	M3	36.25
06.01.07	ACERO DE REFUERZO FY= 4200 KG/CM2	KG	3,248.87
06.01.08	TUBERIA TMC 24"	M	245.05
06.02.00	<u>CONFORMACION DE CUNETAS</u>		
06.02.01	CONFORMACION DE CUNETAS	M	11,060.00
07.00.00	<u>TRANSPORTE</u>		
07.01.00	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>= 1KM	M3K	20,925.71
07.02.00	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D< 1KM	M3K	2,274.99
07.03.00	TRANSPORTE DE AGREGADOS CONCRETO PARA D>= 1KM	M3K	512.05
07.04.00	TRANSPORTE DE PIEDRAS PARA D>= 1KM	M3K	156,776.49
08.00.00	TRANSPORTE DE DESECHOS Y EXCEDENTES A DME PARA D>= 1KM		
08.01.00	<u>SEÑALES INFORMATIVAS</u>	M2	2.35
08.02.00	CIMENTACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	UND	5.00
08.03.00	SEÑALES PREVENTIVAS	UND	148.00
08.04.00	SEÑALES REGLAMENTARIAS	UND	18.00
08.05.00	HITOS KILOMETRICOS	UND	12.00
09.00.00	<u>MEDIO AMBIENTE</u>		
09.01.00	ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL EXCEDENTE EN EL DME	M3	156,776.49
09.02.00	RESTAURACION DE AREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINA	HA	0.50

09.03.00	REVEGETACION	HA	15.68
----------	--------------	----	-------

3.7.2. PRESUPUESTO GENERAL:

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **9906006** "DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY - QUERQUERBALL - PUEBLO LIBRE - SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD"

Subpresupuesto **001** "DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY - QUERQUERBALL - PUEBLO LIBRE - SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD"

Ciente **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SANTIAGO DE CHUCO** Costo al **12/12/2016**

Lugar **LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - SANTIAGO DE CHUCO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				28,706.89
01.01	CAMPAMENTO Y OBRAS PROVISIONALES	m2	400.00	69.14	27,656.00
01.02	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 x 2.40 m. GIGANTOGRAFIA	Und	1.00	1,050.89	1,050.89
02	OBRAS PRELIMINARES				29,030.35
02.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS PARA LA OBRA	GLB	1.00	18,025.36	18,025.36
02.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	KM	11.06	829.22	9,171.17
02.03	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE OBRAS DE ARTE	m2	815.03	2.25	1,833.82
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				3,593,194.57
03.01	DESBROCE Y LIMPIEZA EN ZONAS NO BOSCOSAS	HA	16.06	632.75	10,161.97
03.02	CORTE EN MATERIAL SUELTO	m3	159,414.86	3.95	629,688.70
03.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	4,562.68	4.41	20,121.42
03.04	RELLENO CON MATERIAL PRESTAMO	m3	109,448.60	26.80	2,933,222.48
04	PAVIMENTACION				787,838.38
04.01	PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE	m2	83,030.00	1.40	116,242.00
04.02	AFIRMADO E=0.20 M	m3	21,567.00	31.14	671,596.38
05	OBRAS DE CONCRETO				1,000,557.57
05.01	MUROS DE CONTENCION				1,000,557.57
05.01.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	m3	1,155.00	18.92	21,852.60
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	m2	2,688.71	37.52	100,880.40

05.01.03	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	1,029.08	417.75	429,898.17
05.01.04	CONCRETO F'C = 175 KG/CM3 + 30% P.M.	m3	665.00	309.77	205,997.05
05.01.05	CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	m3	116.60	270.74	31,568.28
05.01.06	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	38,682.00	5.29	204,627.78
05.01.07	TUBERIA TMC D=2" PARA DRENAJE	ml	219.33	26.14	5,733.29
06	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				175,487.85
06.01	CABEZALES ALCANTARILLAS TIPO TMC				162,215.85
06.01.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	627.86	26.50	16,638.29
06.01.02	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS	m3	214.60	116.71	25,045.97
06.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE ESTRUCTURAS	m2	647.57	45.98	29,775.27
06.01.04	CONCRETO F'C = 210 KG/CM2	m3	74.53	417.75	31,134.91
06.01.05	CONCRETO F'C = 175 KG/CM3 + 30% P.M.	m3	20.59	309.77	6,378.16
06.01.06	CONCRETO F'C = 100 KG/CM2	m3	36.25	270.74	9,814.33
06.01.07	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	3,248.87	5.29	17,186.52
06.01.08	TUBERIA TMC 24"	ml	245.05	107.09	26,242.40
06.02	CONFORMACION DE CUNETAS				13,272.00
06.02.01	CONFORMACION DE CUNETAS	ml	11,060.00	1.20	13,272.00
07	TRANSPORTE				1,606,092.66
07.01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR PARA D>1 KM	M3K	20,925.71	6.99	146,270.71
07.02	TRANSPORTE DE AGREGADOS CONCRETO PARA D>= 1KM	M3K	2,274.99	31.70	72,117.18
07.03	TRANSPORTE DE PIEDRAS PARA D>= 1KM	M3K	512.05	80.06	40,994.72
07.04	TRANSPORTE DE MATERIAL EXCEDENTE D>1 KM	M3K	156,776.49	8.59	1,346,710.05
08	SEÑALIZACION				80,807.97
08.01	PANELES DE SEÑALES INFORMATIVAS	m2	2.35	1,739.82	4,088.58
08.02	CIMENTACION DE SEÑALES INFORMATIVAS	Und	5.00	63.35	316.75
08.03	SEÑALES PREVENTIVAS	Und	148.00	407.54	60,315.92
08.04	SEÑALES REGLAMENTARIAS	Und	18.00	820.62	14,771.16
08.05	HITOS KILOMETRICOS	Und	12.00	109.63	1,315.56
09	PROTECCION AMBIENTAL				180,726.94
09.01	ACONDICIONAMIENTO DEL MATERIAL EXCEDENTE EN EL DME	m3	156,776.49	0.90	141,098.84
09.02	RESTAURACION DE AREA UTILIZADA PARA CAMPAMENTOS Y PATIO DE MAQUINA	HA	0.50	20,007.11	10,003.56

09.03	REVEGETACION	HA	15.68	1,889.32	29,624.54
	Costo Directo				7,482,443.18
	GASTOS GENERALES (9.56%)				715,321.57
	UTILIDAD (5%)				374,122.16
	SUB TOTAL				8,571,886.91
	IMPUESTO IGV (18%)				1,542,939.64
	PRESUPUESTO TOTAL				10,114,826.55

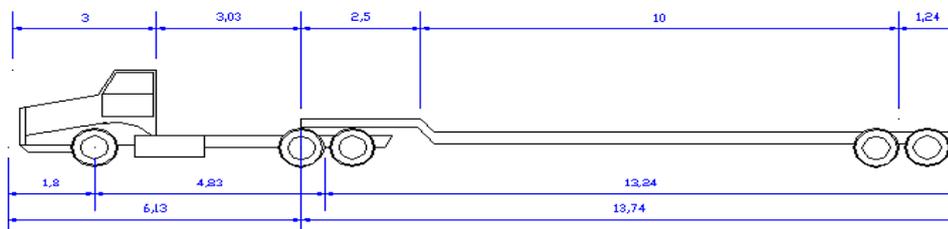
SON : DIEZ MILLONES CIENTO CATORCE MIL OCHOCIENTOS VEINTISEIS Y 55/100 NUEVOS SOLES

3.7.3. CÁLCULO DE PARTIDA COSTO DE MOVILIZACIÓN:

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO					
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					
UNIDAD	DESCRIPCIÓN DE MAQUINARIA	PESO EN KG		OBSERVACIÓN	
1.00	CAMION CISTERNA 1,500 GAL.	13000.00		(3)	
3.00	CAMION VOLQUETE 10 M3.	26000.00		(3)	
1.00	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON.	3000.00		(3)	
1.00	RETROEXCAVADOR SOBRE ORUGA 80-110 HP	12500.00		(2)	
1.00	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3 YD3.	16584.00		(2)	
1.00	MOTONIVELADORA DE 125 HP	11515.00		(2)	
1.00	RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	7300.00		(2)	
1.00	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	20520.00		(2)	
1.00	ZARANDA MECANICA DE 2 1/2"	3000.00		(1)	
Nº Viajes	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES			
		PESO	TIEMPO VIAJE	COSTO ALQUILER HM	SUB TOTAL
		KG	HRS		
4	CAMABAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON	68,419.00	5.54	264.58	S/. 5,859.57
TOTAL S/.					
MOV Y DESMV. INCLUIDO FALSO FLETE(40%)					S/. 8,203.39
COTIZACIÓN SEGÚN REVISTA COSTOS					
NOTA : (1) EQUIPO TRANSPORTADO EN VOLQUETES					

- (2) EQUIPO TRANSPORTADO EN CAMIÓN PLATAFORMA
- (3) EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

TRACTO Y CAMA BAJA PARA TRANSPORTE DE MAQUINARIA PESADA (PBM: 40-50 TON)



CÁLCULO DE HORAS DE VIAJE DE CAMABAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON	Distancia	Velocidad	TOTAL
	KM	KM/HR	Tiempo
TRUJILLO - CUNGUAY	166.10	30.00	5.54
	166.10		5.54

OBSERVACIONES:

LOS PRECIOS DE LOS EQUIPOS DE TRANSPORTE COMO CAMA BAJA SE HAN TOMADO DE LA REVISTA COSTOS.

2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO

UNIDAD	VEHÍCULO	COSTO EN SOLES			
		TIEMPO DE VIAJE		ALQ / HOR	SUB TOTAL
		IDA	VUELTA		
1.00	CAMION CISTERNA 1,500 GAL.	5.54	5.54	125.29	S/. 1,387.38
3.00	CAMION VOLQUETE 10 M3.	5.54	5.54	188.87	S/. 6,274.26
1.00	CAMIONETA PICK-UP 4x2 90HP 2 TON.	5.54	5.54	47.11	S/. 521.66
TOTAL					S/. 8,183.30
RESUMEN					
1.0 EQUIPO TRANSPORTADO					S/. 8,203.39
2.0 EQUIPO AUTOTRANSPORTADO					S/. 8,183.30
3.0 SEGUROS DE TRANSPORTE					S/. 1,638.67
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION					S/. 18,025.36

3.7.4. DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES:

DESCONSOLIDADO DE GASTOS GENERALES

“DISEÑO DE LA CARRETERA CUNGUAY – QUERQUERBALL – PUEBLO LIBRE – SURUVARA (ALTA Y BAJA), DISTRITO SANTIAGO DE CHUCO, PROVINCIA SANTIAGO DE CHUCO - LA LIBERTAD”

GASTOS GENERALES FIJOS

COSTO DIRECTO **S/.
7,482,443.18**

GASTOS DE LICITACION Y CONTRATACION						
DESCRIPCION		CANTIDAD	MES	COSTO	SUB TOTAL	PARCIAL
Compras de Bases de Licitacion				200.00	200.00	S/. 200.00
Ploteo de Planos				3000.00	3000.00	S/. 3,000.00
Copia de Documentos				600.00	600.00	S/. 600.00
Elaboracion de Propuestas				3500.00	3500.00	S/. 3,500.00
Gastos de Visita a Obra				4000.00	4000.00	S/. 4,000.00
Gastos Notariales				3000.00	3000.00	S/. 3,000.00

Subtotal	S/. 14,300.00
----------	------------------

GASTOS GENERALES VARIABLES

GASTOS DE ADMINISTRACION DE OFICINA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MES	COSTO	SUB TOTAL	PARCIAL
Fotografía y Copias	mes	1.00	8	500.00	4,150.00	S/. 4,150.00
Planos de Replanteo	mes	1.00	8	600.00	4,980.00	S/. 4,980.00
Alquiler de oficina y Mantenimiento.	mes	1.00	8	800.00	6,640.00	S/. 6,640.00
Pago de luz, agua, Telefono e internet.	mes	1.00	8	300.00	2,490.00	S/. 2,490.00

Subtotal	S/. 18,260.00
----------	-------------------------

GASTOS DE OPERACIÓN DE OFICINA EN OBRA						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MES	COSTO	SUB TOTAL	PARCIAL
Gerente de Obra	mes	1.00	8	8,500.00	70,550.00	S/. 386,780.00
Ingeniero Residente de Obra	mes	1.00	8	8,500.00	70,550.00	

Subtotal	S/. 125,000.00
-----------------	---------------------------

GASTOS VARIOS						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	MES	COSTO	SUB TOTAL	PARCIAL
Rotura de probetas y constancia	und	80			150.00	S/. 12,000.00
Gastos en diseño de mezclas	und	15			300.00	S/. 4,500.00
Gastos determinación proctor modificado	und	15			150.00	S/. 2,250.00
Gastos de control de densidades de campo	und	100			300.00	S/. 30,000.00
Gastos de control de CBR	und	11			500.00	S/. 5,500.00
Gastos de control de ensayos de agregados	und	12			300.00	S/. 3,600.00
Movilidad para Ensayos	und	1			3,000.00	S/. 3,000.00
					Subtotal	S/. 60,850.00

GASTOS GENERALES FIJOS	S/. 14,300.00
C.D.	0.19%
GASTOS GENERALES VARIABLES	S/. 701,078.97
C.D.	9.37%
TOTAL GENERALES	S/. 715,378.97
%CD	9.56%

IV. DISCUSIÓN

- Los trabajos previos tomados en cuenta para la presente investigación arrojan resultados similares con respecto al Estudio de Suelos, al Estudio Hidrológico y al espesor del afirmado.

V. CONCLUSIONES

- El “Diseño de la carretera Cunguay – Querquerball - Pueblo Libre – Suruvara (alta y baja), Distrito Santiago de Chuco, Provincia Santiago de Chuco - La Libertad”, se realizó con la finalidad de mejorar las vías de comunicación de dichos caseríos brindando un

transporte eficiente y permanente para los pobladores, logrando así el avance socio económico de la zona.

- Se realizó el estudio topográfico para identificar el tipo de orografía del terreno y poder clasificar la carretera. La vía de 11.06 Km será clasificada como una carretera de TERCERA CLASE por su demanda y como TERRENO ESCARPADO (TIPO4) por su orografía. En cuanto al Diseño Geométrico, tendrá una calzada de 7 m con un ancho de berma de 0.5 m a cada lado, además se determinó que la velocidad máxima será 30 Km/h, la pendiente máxima será de 10% y el bombeo de 3% entre otros parámetros de diseño.

En el Estudio de Mecánica de Suelos y Cantera se identificó las características físico - mecánicas del terreno mediante ensayos de laboratorio. El primer tramo (Km 00+000 – Km 08+000) presenta un material LIMO ORGÁNICO (ML) y el segundo tramo (Km 08+000 – Km 12+000) una ARCILLA ORGÁNICA, ambos con índices de baja plasticidad. El contenido de humedad varía entre 6.81% y 38.79% a lo largo del recorrido. El promedio de CBR al 95% es 9%, lo que indica que la superficie en estudio cuenta con un suelo de regular calidad, capacidad y resistencia al esfuerzo cortante al que esté sometido bajo cargas de servicio. La capa de afirmado tendrá un espesor de 20 cm.

Según el estudio de cantera, indica que es un material GRAVA CON LIMOS Y ARCILLA (GC-GM) de baja plasticidad y con un contenido de humedad de 9.53% .El CBR al 95% de cantera es 63.05%, lo cual refleja que es un material apto para utilizar en el proyecto.

- De acuerdo con el Estudio Hidrológico, la precipitación máxima anual de la zona es de 26.80 mm. El proyecto contará con 29 alcantarillas (13 de paso y 16 de alivio) además de las cuentas que acompañarán a la vía a lo largo del trayecto, cuyas dimensiones serán de 0.30 m de profundidad y 0.75 m de ancho.
- En el estudio de Impacto Ambiental, se establece la existencia de impactos negativos contrarrestándose con las medidas de mitigación y prevención al momento de las actividades de construcción. En los

impactos positivos tenemos el servicio de una carretera afirmada, generando la interacción de los caseríos con las redes principales, el incremento del desarrollo socio -cultural y económico, e innovaciones en los servicios de educación y salud; todo ello beneficioso para cada poblador de la zona y alrededores.

- El costo directo de la obra es S/.7,482,443.18 más los gastos generales que es un 9.56 % del monto y más la utilidad que es el 5 % del mismo, llega a un total de S/. 10, 114,826.55. El tiempo de ejecución de obra se programó para 251 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la ejecución de la obra se lleve a cabo en los meses de estiaje a fin de no tener problemas de lluvias y saturación de los materiales a utilizar en el afirmado, para así obtener la compactación requerida y de ésta manera llegar a la máxima eficiencia. También se deberá de tener en cuenta la presencia de suelo arcilloso el cual tiene gran sensibilidad al agua.
- Se debe realizar el mantenimiento preventivo y rutinario en los tiempos necesarios para evitar el deterioro de la vía.
- Realizar la señalización vertical para informar de posibles peligros en la carretera en mención.
- Tener en cuenta el Estudio de Impacto Ambiental para lograr la máxima utilidad posible con el mínimo daño al medio ambiente.

VII. REFERENCIAS

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje”. Lima. 2011
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”. Lima. 2008

- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de carreteras: Sección Suelos y Pavimentos”. Lima. 2014
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2014”. Lima. 2014
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Glosario de Partidas aplicables a obras de rehabilitación, mejoramiento y construcción de carreteras y puentes”. Lima. 2013
- MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. “Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras”. Lima. 2008
- VILLÓN BEJAR, Máximo. “Consideraciones de Diseño e hidráulicas de Alcantarillas”, así como el procedimiento de cálculo de alcantarilla” “Diseño de Estructuras Hidráulicas” 3° Edición, Villón, 2005. P. 155 - 167.
- CESPEDES ABANTO, José. “Carreteras, Diseño Moderno”. UNC. Cajamarca 2001

ANEXOS