



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN  
IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP,  
PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”**

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

**AUTOR:**

DÍAZ GERÓNIMO, Robinson Dianires.

DÍAZ ZAVALA, Segundo Elí

**ASESOR:**

ING. HORNA ARAUJO, Luís Alberto

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**JURADO**

*Dr. ALAN YORDAN VALDIVIESO VELARDE*  
*PRESIDENTE*

*MARLON G. FARFÁN CÓRDOVA*  
*SECRETARIO*

*ING. LUÍS A. HORNA ARAUJO*  
*VOCAL/ASESOR*

## **DEDICATORIA.**

### **SEGUNDO ELÍ DÍAZ ZAVALETA:**

Éste proyecto está dedicado con todo el cariño y respeto a mis queridos padres: Braúlio Díaz Morales y Edita Zavaleta Mundaca, por saber criarme, educarme, por sus sabios consejos que me sirvieron para superarme cada día; a todos mis hermanos que han sido mi mano derecha, especialmente a Mari Díaz Zavaleta por el aliciente de concluir mi carrera y para la realización de este proyecto; a la familia Alfaro Bazán por su gran apoyo que me brindaron en todo momento.

A todos: Familia, compañeros y amigos con quienes compartimos conocimientos, alegrías, tristezas y a todas las personas que de algún modo estuvieron apoyándome para alcanzar ésta meta.

### **DÍAZ GERÓNIMO, ROBINSON DIANIRE:**

Con humildad y cariño, éste proyecto se lo dedico a mis queridos padres que con mucho trabajo y esfuerzo me supieron instruir lo mejor para mi vida; también se los dedico a mis hermanos: Albertina, Ayaseni, Norma, Duani y Miler que formaron parte de crecimiento personal y en especial para mi Drayshon.

## **AGRADECIMIENTO.**

**SEGUNDO ELÍ DÍAZ ZAVALETA:**

Gracias a Dios por la bendición de permitir que concrete mi meta; a mis padres por el apoyo incondicional moral, económico y por el tiempo que destinaron para inculcarme desde pequeño grandes valores que son el cimiento de mi desarrollo como persona y como profesional; a la Licenciada Patricia del Pilar Moreno Torres, por brindarme su apoyo y motivación durante mi carrera profesional.

A la Universidad César Vallejo, al ingeniero Luís Alberto Horna Araujo asesor de ésta tesis, a mi compañero Robinson Dianires, a cada uno de los docentes, a toda mi familia y amigos que aportaron ideas y conocimientos en la formación de mi vida profesional y en la realización del desarrollo de éste proyecto.

De todo corazón, muchas gracias a todos los que aportaron en la realización de la presente tesis.

**ROBINSON DIANIRES, DÍAZ GERÓNIMO:**

En esta oportunidad quiero agradecer a Dios por prestarme la vida y darme salud para poder cumplir el sueño anhelado de toda mi familia, en especial a mis padres que se dejaron hasta de comer para que cumpliera mi sueño, gracias papá Marceliano Díaz Riberos; mamá Casmira Gerónimo Rojas y a toda mi familia, amigos, compañeros.

A la vez agradecer a mi compañero de Tesis, Elí Díaz Zavaleta, y a mis amigos quienes contribuyeron a conseguir este logro.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, Robinson Dianires Díaz Gerónimo y Segundo Elí Díaz Zavaleta, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI N°: 46153421, 42536522 respectivamente; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, diciembre del 2018

Robinson Dianires Díaz Gerónimo

Segundo Elí Díaz Zavaleta

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un proyecto Vial de Ingeniería dentro de las zonas rurales del distrito de Sinsicap, por lo que constatamos que una vía es indispensable para el desarrollo de la población.

---

Robinson Dianires Díaz Gerónimo

---

Segundo Elí Díaz Zavaleta

## ÍNDICE

JURADO	ii
DEDICATORIA.	iii
AGRADECIMIENTO.	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESÚMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Realidad problemática	16
1.1.1. Aspectos generales:	17
1.2. Trabajos previos	21
1.3. Teorías relacionadas al tema	26
1.4. Formulación del problema	28
1.5. Justificación del estudio	28
1.6. Hipótesis	30
1.7. Objetivos	30
1.7.1. Objetivo general	30
1.7.2. Objetivos específicos	30
II. MÉTODO	31
2.1. Diseño de investigación	31
2.2. Variables, operacionalización	31
2.2.1. Variable.	31
2.2.2. Definición conceptual	31
2.2.3. Definición operacional	32
2.2.4. Operacionalización de Variable	32
2.3. Población y muestra	33
2.3.1. La población:	33
2.3.2. La muestra:	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
2.4.1. Técnicas:	33

2.4.2.	Instrumentos:	34
2.4.2.1.	Equipo Topográfico.	34
2.4.2.2.	Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.	34
2.4.2.3.	Equipo de Oficina.	34
2.4.2.4.	Fuentes.	34
2.4.2.5.	Informantes.	34
2.5.	Métodos de análisis de datos	34
2.6.	Aspectos éticos	36
III.	RESULTADOS	37
3.1.	Estudio Topográfico	37
3.1.1.	Generalidades	37
3.1.2.	Ubicación	37
3.1.3.	Reconocimiento de la zona	38
3.1.4.	Metodología de trabajo	38
3.1.4.1.	Personal	38
3.1.4.2.	Equipos	38
3.1.4.3.	Materiales	39
3.1.5.	Procedimiento	39
3.1.5.1.	Levantamiento topográfico de la zona	39
3.1.5.2.	Puntos de georreferenciación	39
3.1.5.3.	Puntos de estación	40
3.1.5.4.	Toma de detalles y rellenos topográficos	41
3.1.5.5.	Códigos utilizados en el levantamiento topográfico	41
3.1.6.	Trabajo de gabinete	42
3.1.6.1.	Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos.	42
3.2.	Estudio de mecánica de suelos y cantera	42
3.2.1.	Estudio de suelos	42
3.2.1.1.	Alcance	42
3.2.1.2.	Objetivos	43
3.2.1.3.	Descripción del proyecto	43
3.2.1.4.	Descripción de los trabajos	43
3.2.1.4.1	Determinación del Número de Calicatas	43
3.2.1.4.2	Determinación del Número de Ensayo de CBR	44
3.2.1.4.3	Tipos de Ensayos	45

3.2.1.4.4	Descripción de Calicatas	46
3.2.1.4.5	Resumen de Propiedades Físicas y Mecánicas de cada Calicatas	49
3.2.2.	Estudio de cantera	50
3.2.2.1.	Identificación de cantera	50
3.2.2.2.	Evaluación de las características de la cantera	51
3.2.3.	Estudio de fuente de agua	51
3.2.3.1.	Ubicación	51
3.3.	Estudio hidrológico y obras de arte	52
3.3.1.	Hidrología	52
3.3.1.1.	Generalidades	52
3.3.1.2.	Objetivos del estudio	52
3.3.1.3.	Estudios hidrológicos	53
3.3.2.	Información hidrometeorológica y cartográfica	53
3.3.2.1.	Información pluviométrica	55
3.3.2.2.	Precipitaciones máximas en 24 horas	56
3.3.2.3.	Análisis estadísticos de datos hidrológicos	57
3.3.2.4.	Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia	63
3.3.2.4.1	Selección del periodo de retorno	64
3.3.2.5.	Cálculos de caudales	64
3.3.2.6.	Tiempo de concentración	65
3.3.3.	Hidráulica y drenaje	65
3.3.3.1.	Drenaje superficial	66
3.3.3.2.	Diseño de cunetas	67
3.3.3.3.	Diseño de alcantarillas de paso	70
3.3.3.4.	Diseño de badén	74
3.3.3.5.	Consideraciones de aliviadero o alcantarillas de alivio	76
3.3.4.	Resumen de obras de arte	78
3.4.	Diseño Geométrico de la carretera	79
3.4.1.	Generalidades	79
3.4.2.	Normatividad	79
3.4.3.	Clasificación de las carreteras	79
3.4.3.1.	Clasificación por demanda	79
3.4.3.2.	Clasificación por su orografía	79
3.4.4.	Estudio de tráfico	80

3.4.4.1.	Generalidades	80
3.4.4.2.	Conteo y clasificación vehicular	80
3.4.4.3.	Metodología	81
3.4.4.4.	Procesamiento de la información	81
3.4.4.5.	Determinación del índice medio diario (IMD)	81
3.4.4.6.	Determinación del factor de corrección estacional (FCe)	82
3.4.4.7.	Resultados del conteo vehicular	82
3.4.4.8.	IMDA de estación	83
3.4.4.9.	Proyección de tráfico	84
3.4.4.10.	Tráfico generado.	85
3.4.4.11.	Tráfico total	86
3.4.4.12.	Cálculo de ejes equivalentes	86
3.4.4.13.	Clasificación de vehículo	88
3.4.5.	Parámetros básicos para el diseño	89
3.4.5.1.	Índice medio diario anual (IMDA)	89
3.4.5.2.	Velocidad de diseño	89
3.4.5.3.	Radios mínimos	89
3.4.5.4.	Anchos mínimos de calzada en tangente	91
3.4.5.5.	Distancia de visibilidad	91
3.4.5.6.	Distancia de visibilidad de parada.	92
3.4.5.7.	Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.	92
3.4.6.	Diseño geométrico en planta	93
3.4.6.1.	Generalidades	93
3.4.6.2.	Tramos en tangente	93
3.4.6.3.	Curvas circulares	94
3.4.6.4.	Curvas de transición	95
3.4.6.5.	Curvas de vuelta	96
3.4.7.	Diseño geométrico en perfil	98
3.4.7.1.	Generalidades	98
3.4.7.2.	Pendiente	98
3.4.7.3.	Curvas verticales	100
3.4.8.	Diseño geométrico de la sección transversal	102
3.4.8.1.	Generalidades	102
3.4.8.2.	Calzada	102

3.4.8.3.	Bermas	103
3.4.8.4.	Bombeo	103
3.4.8.5.	Peralte	104
3.4.8.6.	Taludes	105
3.4.8.7.	Cunetas	106
3.4.9.	Resumen y consideraciones de diseño en zona rural	106
3.4.10.	Diseño de afirmado	107
3.4.10.1.	Generalidades	107
3.4.10.2.	Datos del CBR mediante el estudio de suelos	107
3.4.10.3.	Datos del estudio de tráfico	108
3.4.10.4.	Espesor de afirmado	109
3.4.11.	Señalización	112
3.4.11.1.	Generalidades	112
3.4.11.2.	Requisitos	112
3.4.11.3.	Señales verticales	113
3.4.11.4.	Colocación de las señales	114
3.4.11.5.	Hitos kilométricos	115
3.4.11.6.	Señalización horizontal	116
3.4.11.7.	Señales en el proyecto de investigación	116
3.5.	Estudio de impacto ambiental	123
3.5.1.	Generalidades	123
3.5.2.	Objetivos	124
3.5.3.	Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)	124
3.5.3.1.	Constitución política del Perú	124
3.5.3.2.	Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)	124
3.5.3.3.	Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)	126
3.5.4.	Características del proyecto	126
3.5.5.	Infraestructuras de servicio	127
3.5.6.	Diagnóstico ambiental	127
3.5.6.1.	Medio físico	127
3.5.6.2.	Medio biótico	127
3.5.6.3.	Medio socioeconómico y cultural	128
3.5.7.	Área de influencia del proyecto	128
3.5.7.1.	Área de influencia directa	128

3.5.7.2.	Área de influencia indirecta	129
3.5.8.	Evaluación de impacto ambiental en el proyecto	129
3.5.8.1.	Matriz de impactos ambientales	129
3.5.8.2.	Magnitud de los impactos	131
3.5.8.3.	Matriz causa – efecto de impacto ambiental	132
3.5.9.	Descripción de los impactos ambientales	132
3.5.9.1.	Impactos ambientales negativos	132
3.5.9.2.	Impactos ambientales positivos	135
3.5.10.	Mejora de la calidad de vida	135
3.5.10.1.	Mejora de la transpirabilidad vehicular	135
3.5.10.2.	Reducción de costos de transporte	135
3.5.10.3.	Aumento del precio del terreno	135
3.5.11.	Impactos naturales adversos	135
3.5.11.1.	Sismos	135
3.5.11.2.	Neblina	136
3.5.11.3.	Deslizamientos	136
3.5.12.	Plan de manejo ambiental	137
3.5.13.	Medidas de mitigación	138
3.5.13.1.	Aumento de niveles de emisión de partículas	138
3.5.13.2.	Incrementos de niveles sonoros	139
3.5.13.3.	Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población.	139
3.5.13.4.	Alteración directa de la vegetación	139
3.5.13.5.	Alteración de la fauna	139
3.5.13.6.	Riesgos de afectación a la salud pública	139
3.5.13.7.	Mano de obra	139
3.5.14.	Plan de manejo de residuos sólidos	139
3.5.15.	Plan de abandono	140
3.5.16.	Programa de control y seguimiento	140
3.5.17.	Plan de contingencias	140
3.5.18.	Conclusiones y recomendaciones	141
3.5.18.1.	Conclusiones	141
3.5.18.2.	Recomendaciones	141
3.6.	Especificaciones técnicas (ver anexo 18)	142

3.7.	Análisis de costos y presupuestos	142
3.7.1.	Resumen de metrados	142
3.7.1.	Presupuesto general	144
3.7.2.	Calculo de partida costo de movilización	145
3.7.3.	Desagregado de gastos generales.	146
3.7.4.	Análisis de costos unitarios.	148
3.7.5.	Relación de insumos.	158
3.7.1.	Fórmula polinómica.	162
IV.	DISCUSIÓN	163
V.	CONCLUSIONES	166
VI.	RECOMENDACIONES	168
VII.	REFERENCIAS	169
VIII.	ANEXOS	175

## RESÚMEN

Ésta tesis consta de estudios básicos de la ingeniería civil, bajo criterios de las normas peruanas de carreteras especialmente del diseño geométrico de carreteras DG-2018, el proyecto vial de diseño de carretera San Ignacio-Callunchas-Chuite es fundamental para el desarrollo de éstos caseríos que solamente tienen un camino de herradura que les conecta entre sí, tienen gran dificultad para el transporte de sus productos, inseguridad e incomodidad en el traslado; debido a ésta necesidad se realizó éste proyecto el cual se inició con la recolección de información existente, principalmente de las autoridades de la zona de influencia, recopilado durante 4 meses de investigación y se desarrolló en un periodo de 5 meses, cumpliendo con todos los objetivos específicos.

Se realizó el levantamiento topográfico para conocer su representación gráfica del terreno, presenta una zona accidentada tipo III, la longitud de la carretera es de 10.895 km; se hizo el estudio de mecánica de suelos para determinar el CBR mediante la clasificación de SUCS y ASSHTO, se determinó que predominan las arenas arcillosas(SC), arenas limosas(SM); se realizó el estudio hidrológico para calcular los caudales máximos considerando que los caudales hidráulicos sean mayores que los hidrológicos para un óptimo diseño de obras de arte como 1 badén, 4 alcantarillas de paso, 15 alcantarillas de alivio, cunetas, para periodos de retorno (T) de 70, 35, 30 y 10 años respectivamente (ver cuadro 19); de acuerdo al DG-2018 se obtuvo una carretera de tercera clase, velocidad directriz de 30Km/h, el índice medio diario anual (IMDA) es de 7 vehículos pesados por día, el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas (Nrep de EE8.2 ton) es de 27 109.00, para determinar el espesor (e) de afirmado se usó de la expresión de NAASRA haciendo uso del menor CBR de sub rasante (12.25) obtenido un  $e = 137\text{mm}$ , se comparó con el catálogo de espesor de afirmado cuyo Nrep de EE8.2 ton es mayor a 25 000.00 (ver figura 31) se optó por colocar una capa de afirmado de 0.20 m, la pendiente máxima es de 9.5%, calzada de 6m, bombeo de 3.5%, curvas de volteo de radio mínimo 20m; se realizó el análisis de impacto ambiental el cual se determinó los impactos negativos(ver cuadro 79), impactos positivos (ver cuadro 80), se realizó el plan de manejo ambiental y mitigación ambiental; se calculó el presupuesto total del proyecto que es de **20 889 789.50** soles, incluyendo costo directo, gastos generales, utilidad e IGV.

**Palabras Clave:** Carretera afirmada, Topografía, Mecánica de suelos, Estudio Hidrológico, Impacto Ambiental.

## ABSTRACT

This thesis consists of basic studies of civil engineering, under the control of the rules of information management. that they only have a bridge path that the connections between them, have a great difficulty for the transport of their products, insecurity and discomfort in the transfer; as a result of the information, mainly from the authorities of the area of influence, compiled during the 4 months of the investigation, and during the next 5 months, complying with all the specific objectives.

The topographic survey was carried out to know its graphic representation of the land, to present a type III hilly area, the length of the road is 10,895 km; The soil mechanics study was made to determine the CBR by means of the classification of SUCS and ASSHTO, it was determined that the silty sands (SM) and the argillaceous sands (SC) predominate; The hydrological study was carried out to calculate the maximum flow rates considering that the hydraulic flows are greater than the hydrological ones for an optimal design of works of art such as 1 speed bump, 4 sewers of passage, 15 sewers of relief, ditches, for periods of return (T) of 70, 35, 30 and 10 years respectively (see table 19); According to DG-2018, a third class road was obtained, direct speed of 30 km / h, the annual average daily index (IMDA) is 7 heavy vehicles per day, the number of equivalent axle repetitions of 8.2 tons (Nrep of EE8.2 ton It is 27 109.00, to determine the thickness (e) of affirmation was used of the expression of NAASRA.CBR of sub grade (12.25) obtained an  $e = 137\text{mm}$ , is compared with the thickness catalog of affirmed whose Nrep of EE8.2 ton is greater than 25 000.00 (see figure 31) it was decided to place a layer of affirmed of 0.20 m, the maximum slope is 9.5%, road of 6m, pumping of 3.5%, curves of minimum 20m radius, the environmental impact analysis was carried out, which determined the negative impacts (see table 79), positive impacts (see table 80), the environmental management and environmental mitigation plan was made, the total budget was calculated of the project that is 20 889 789.50 soles, including direct cost, gene expenses rates, utility and IGV.

**Keywords:** Affirmed road, Topography, Soils, Hydrological Study, Environmental Impact.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La falta de infraestructura vial es uno de los principales problemas de pobreza del país, encarece el transporte e intercambio de bienes como consecuencia retrasa el crecimiento económico de los pueblos (Machado y Toma, 2017, p.2).

El transporte es un factor fundamental para el desarrollo de los pueblos, es de vital importancia para el desarrollo e integración alcanzado en las sociedades; los países desarrollados tiene mayor cantidad de vías de comunicación comparado con los países en desarrollo, una gran parte de éstos se encuentran aislados de mercados, pueblos, servicios sociales, etc. debido a la carencia de sistemas viales hay un mayor grado de pobreza, es decir la escasez de vías de transporte producen efectos negativos en la economía como aumento de costo del transporte, restringe el acceso a los mercados, incremento de precios, disminuye la competitividad en los productos y otros. (FAO, 2004, p.101)

Las inversiones de productos agroindustriales pueden tener impactos positivos en ingresos del sector agrícola, por efectos de las construcciones de caminos (carreteras vecinales), incluso reduce los niveles de pobreza, precios y aumenta el empleo (FAO, 2004, p.55).

También en datos estadísticos; se estima que la productividad agrícola tiene mayor incremento con la construcción de caminos; si la inversión en caminos rurales es del 1%, el incremento de la productividad agrícola es de 0.36% más (Fort y Paredes, 2015, p.84)

El Centro Poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite están ubicados al norte de la sierra de La Libertad; el centro poblado San Ignacio es el más importante y uno de los más antiguos del distrito Sinsicap, cuenta con una población aproximada de 3000 habitantes, está a 5km de Sinsicap y a una altitud de 3000 m.s.n.m., los caseríos Callunchas y Chuite tienen una población de 450, 280, habitantes respectivamente. Los habitantes se dedican a la actividad agropecuaria y a la artesanía textil, se desarrolla técnicas empíricas como el uso del arado en la preparación del terreno, siendo la papa amarilla el producto de mayor cultivo,

convirtiéndolos a estos caseríos ser reconocidos a nivel nacional, por su exquisito sabor y por su atractivo tamaño y color.

Dentro de las actividades económicas del Centro Poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite se encuentra gran potencial de productos agrícolas como: tubérculos (papa, olluco, oca) cereales (maíz, trigo, quinua, cebada) verduras (alcachofa, repollo ajos); con respecto a la artesanía textil se hace las fajas, chullos, alforjas, costales, etc. hechos para uso personal y para la venta; en la actividad pecuaria los pobladores se dedican a la cría de ganado vacuno, porcino, ovino, equinos entre otros.

La única vía de acceso entre éstos pueblos es mediante un estrecho camino de herradura, se cruza al río Tuanga, el recorrido desde San Ignacio - Callunchas - Chuite, es de 4 horas y 30 minutos; los pobladores hacen limpieza y desmonte del camino cada año siendo inadecuado porque son angostos, resbaladizos y accidentados. Los habitantes, para trasladarse y vender sus productos, hacen uso de sus acémilas como: Mulas, caballos y asnos para transportar sus cosechas de los caseríos al centro poblado; del mismo modo, comprar otros alimentos de primera necesidad como arroz, sal, fideos, azúcar; además, las acémilas no tienen mayor seguridad ya que varios pobladores como estos sufren accidentes, caídas; causándoles golpes que pueden llevarlos a la muerte, también son inadecuados al momento de emergencias como evacuar a un enfermo, mujeres en periodo de gestación, ancianos y niños que necesitan de un control de salud en los establecimientos médicos.

De existir una carretera, éstos problemas serían mínimos e influiría positivamente en el aspecto económico y social de la zona; es por ello, que los investigadores decidimos hacer el “Diseño de la carretera a nivel de afirmado de San Ignacio – Callunchas - Chuite, distrito Sinsicap, provincia Otuzco, departamento La Libertad”

#### 1.1.1. Aspectos generales:

##### Ubicación Política

Los caseríos involucrados en el proyecto se ubican en:

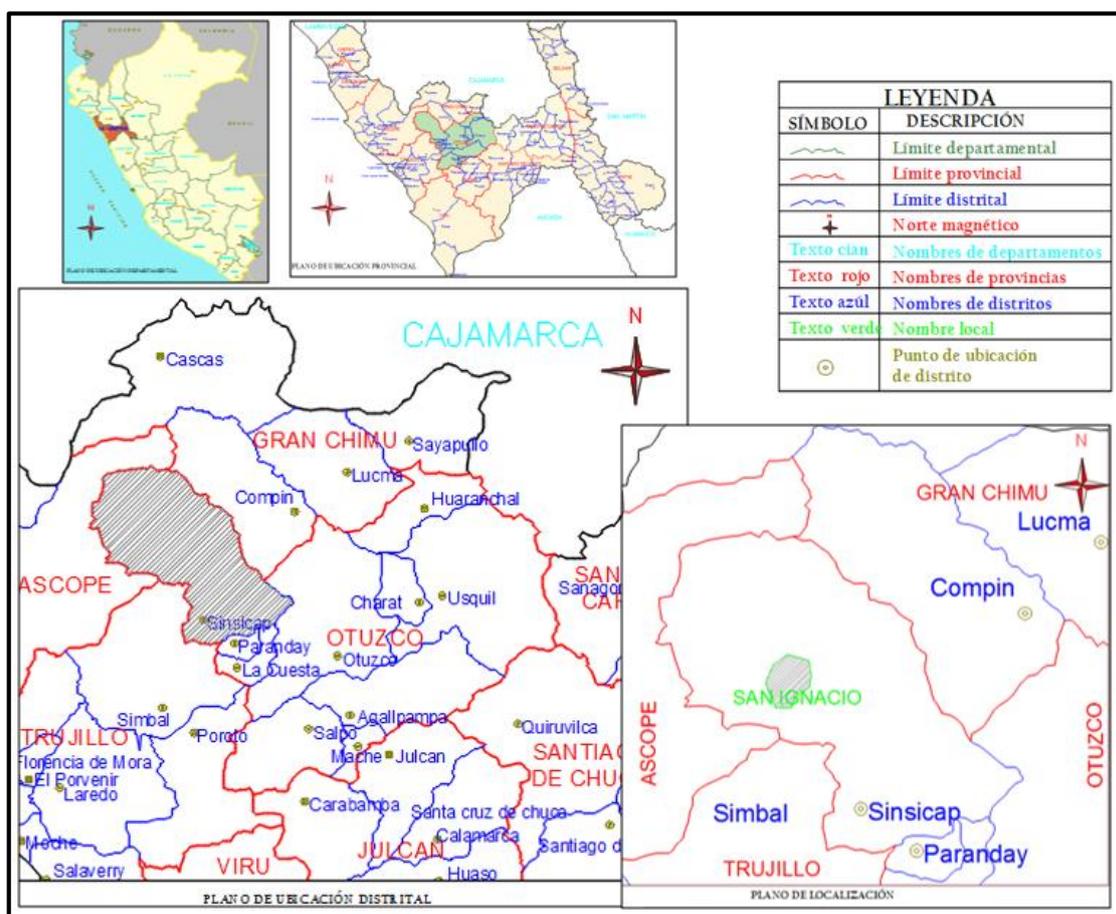
País : Perú  
 Región : La Libertad  
 Departamento : La Libertad  
 Provincia : Otuzco  
 Distrito : Sinsicap  
 Caseríos : San Ignacio, Callunchas y Chuite.

### Ubicación Geográfica

Situada en la provincia de Otuzco, distrito de Sinsicap; entre los caseríos de San Ignacio, Callunchas y Chuite.

Cuadro 1: Ubicación geográfica del proyecto

DESCRIPCION	TRAMO	COORDENADAS UTM-WGS84	
		ESTE	NORTE
SAN IGNACIO	Km 00 + 000.00	751477.48	9134019.26
CALLUNCHAS	Km 07 + 300.00	752043.33	9136634.16
CHUITE	Km 10 + 895.00	753353.23	9135912.61



## Figura 1. Ubicación del proyecto

### Límites:

Norte: Con los distritos de Compin y Chicama.

Sur: Distrito de Simbal

Este: Distrito Gran Chimú y el distrito (Provincia de Otuzco)

Oeste: Distrito de Chicama (provincia de Ascope).

### Clima

Según SENAMHI; Tiene un clima frío, veranos lluviosos e inviernos secos con bastantes heladas; además, tiene precipitación anuales promedio de 354mm y de 12°C de temperatura media anual.

La zona de influencia del proyecto se encuentra entre la altitud de 3100 a 3600 m.s.n.m.

### Aspectos demográficos, sociales y económicos.

Los pobladores viven en la zona sierra; muchos de ellos son dueños de pequeñas porciones de terreno que lo utilizan para los sembríos, cría de ganado y otros.

Tiene una población	: 8619 (población 2015, INEI)
Tasa de crecimiento anual	: 1.3%
Tasa de natalidad	: 18.6
Tasa de mortalidad	: 10.331
Esperanza de vida	: 77 años

### Vías de acceso

La vía de acceso al centro poblado San Ignacio y los caseríos de Callunchas y Chuite, se realiza por la red vial Nacional Trujillo – Sinsicap – centro poblado San Ignacio; el tiempo de viaje es de 3 horas desde la ciudad de Trujillo. Los horarios de salidas diaria de los buses son de las 4:00am y 2pm.; el costo de pasaje es de 10 nuevos soles en bus.

Las vías de acceso a la zona del proyecto son las siguientes:

Cuadro 2: Vías de acceso hacia los caseríos del proyecto

Tramo		Frecuencia	Tipo de vía	Medio de transporte	Duración de viaje (min.)	Distancia (Km)
Desde	Hasta					
Trujillo	Simbal	Diario	Asfaltada	Auto, Bus, Camión, Pick Up	48	32
Simbal	Sinsicap	Diario	Afirmado	Bus, Camión, Pick Up	68	27
Sinsicap	San Ignacio	Diario	Afirmado	Bus, Camión, Pick Up	28	12
Total					144 min.	71 km

#### Infraestructura de servicios

En los pueblos de la zona del proyecto cuentan con servicios de infraestructura como: alumbrado público, locales comunales, plazas o plazuelas.

El centro poblado San Ignacio cuenta con veredas, una gran parte de calles y pasajes pavimentadas; sin embargo, los caseríos carecen en un 100% de estos servicios; el traslado es a pie a los servicios sociales básicos más cercanos como de salud, educación, centros de intercambio de productos.

#### Servicios públicos existentes:

##### Servicio de agua potable

Actualmente en el centro poblado de San Ignacio cuenta por horas con el servicio de agua potable; los caseríos de Callunchas y Chuite carecen de agua potable. Las fuentes de agua son de manantiales.

##### Servicio de alcantarillado

El centro poblado de San Ignacio dispone del servicio de disposición sanitaria de excretas; Sin embargo, los caseríos Callunchas y Chuite carecen de este servicio, los pobladores refieren que sus deposiciones lo hacen en lugares libres.

##### Servicio de energía eléctrica

El 100% de las viviendas del centro poblado de San Ignacio y los caseríos de Callunchas y Chuite cuentan con el servicio de energía eléctrica.

## Otros servicios

### Centros de salud

Los caseríos se encuentran dentro de la jurisdicción del puesto de salud del centro poblado San Ignacio, los habitantes luego de no poder solucionar su problema de salud mediante el tratamiento de hierbas medicinales de la zona acuden a este centro de salud.

Los horarios de atención son de 7:00am. a 6:00pm. y en emergencias las 24 horas del día.

### Centros Educativos

El centro poblado de San Ignacio cuenta con institución educativa inicial, primaria, y secundaria.

En los caseríos Callunchas y Chuite se identificó sólo institución del nivel inicial en cada uno de éstos.

## 1.2. Trabajos previos

Para esta investigación se tiene la información de estudios idénticos ejecutados a nivel Internacional, Nacional, Regional y Local.

Según Cárdenas (2017) en su tesis “Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas, provincia de Gran Chimú, departamento La Libertad” planteó como objetivo “Diseñar la carretera de pampa Lagunas – Jolluco, Distrito De Cascas” cuya clasificación vial es de tercera clase, de esta manera mejorar las características locales socio – económicas, entre otros aspectos.

En el diseño geométrico de la vía utilizó el software Civil 3D para data topográfica, dando una longitud de 3.750 km de trazo, cumpliendo con los parámetros del “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014”, y una adecuada señalización. Para el estudio de mecánica de suelos se realizó 4 calicatas situadas a lo largo del eje; además, realizó ensayos de laboratorio para el uso de una cantera, cuyo material fue de la zona. De acuerdo a los estudios demanda de un pavimento con tratamiento superficial bicapa, según el CBR brindó resultados de 0.18m de espesor de afirmado y 2.5 cm de bicapa superficial. Finalmente, el presupuesto alcanzó un monto total de la obra 3'154,015.63 nuevos soles, el cual incluye los costos directos, gastos generales, utilidades e IGV.

Según Esquivel (2017) en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad” realizó el mejoramiento de la carretera vecinal Chulite – Rayambara – La Soledad, en la que tuvo en cuenta el DG, 2014 para los estudios como: Levantamiento topográfico para determinar la orografía del terreno obteniendo pendientes transversales de 51% al 100% y longitudinales del 6% al 8% ; la Mecánica de suelos, determinó las características físicas y mecánicas que se requiere en obras de infraestructura vial; en el Diseño geométrico de carreteras, realizó el alineamiento horizontal y vertical, consideró una carpeta asfáltica en caliente de 5cm de espesor; mediante el de Estudio de impacto ambiental, evalúa los esenciales impactos negativos y positivos del medio ambiente que se produce con la ejecución de la carretera; Estudio hidrológico, analiza los parámetros meteorológicos y se define la hidrología de la zona y los análisis de costos y presupuestos que lo obtuvo en base a metros.

Según Gallardo (2017) en su tesis “Diseño de la vía urbana y el mejoramiento hidráulico de obras de arte en el malecón Los Incas, urbanización de Paucarbamba, distrito de Amarilis, Huánuco” planteo como objetivo, diseñar una vía y mejoramiento hidráulico de obras de arte en el malecón Los Incas, Urbanización de Paucarbamba, con una finalidad de dar comodidad a la transitabilidad de vehículos, como también para los habitantes de la zona que hacen uso de la vía, debido a que la zona se visualiza con dificultades, falta de mantenimiento y también mejorar con un buen diseño a las obras de arte que sirve para evacuar el líquido; así como también la pavimentación de la vía y el mantenimiento de cuneta existente en tramo de estudio. Para este proyecto se realizó todos los estudios requeridos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, obteniendo los resultados favorables para el diseño y beneficiar a la población.

Según Guerrero (2017) en su tesis “Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda - Nueva Fortaleza - Cauchalda, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad” planteó como objetivo realizar el Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda, Nueva Fortaleza y Cauchalda, distrito de Santiago de Chuco, elaboró un trabajo de

gabinete, en donde asimiló la información con ayuda del software para diseño con AutoCAD Civil 3D obteniendo un suelo accidentado con pendientes máximas longitudinales a 10%, en un tramo de 4.380 km de longitud de vía; hizo estudios requeridos de la norma (DG 2014) como: Estudio topográfico para saber el tipo de orografía; en el estudio de suelos se realizaron 5 calicatas, colocadas a lo largo del eje de la vía y una muestra de ripio de cantera para la compactación de la carretera. Como en todo proyecto, se debe prever el drenaje; se diseñó alcantarillas de 24” y 36” de diámetro; diseñó cunetas de 0.50m x 0.90m. diseñó la carretera con un costo total de la obra, incluyendo costo directo, gastos generales, utilidad e IGV en suma de 3’336,983.91 nuevos soles.

Según Miñano (2017) en su tesis “Diseño de la carretera cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia Otuzco, departamento La Libertad” Realizó el diseño de la Carretera “Cruce Huamanmarca- Loma Linda, distrito de Mache” cuyo proyecto se basa en la apertura de la carretera, tomando modelos de proyectos de la municipalidad distrital, Manual de Carreteras (DG 2014): Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Se realizó el estudio topográfico; Estudio de Mecánica de suelos, sacando muestras de 7 calicatas del que se obtuvo un CBR de 8.53%; estudio hidrológico, que permitió hacer el diseño de cunetas con dimensiones de 1.00m x 0.50m y alcantarillas de 36” mediante el software HCanales; mediante el Diseño geométrico de la carretera (de acuerdo a las DG, 2014) determinó parámetros como: Ancho de calzada de 6.00 m, velocidad de diseño 30 km/h; tuvo un resultado de s/. 1 281 754.95 como presupuesto total del proyecto.

Según Peña (2017) en su tesis “Diseño de La Carretera tramos: Alto Huayatán - Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago De Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad” Realizó el diseño de la carretera tramos: Alto Huayatán -Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago de Chuco; debido a la prioridad de contribuir con el desarrollo de éstos caseríos, realizó estudios de ingeniería básica como: El estudio de levantamiento Topográfico, donde determinó que el terreno es accidentado con orografía de 80% y pendiente mayores 53%; realizó el estudio de Mecánica de Suelos para determinar las propiedades de suelo de la zona del proyecto, determinó que predomina la arcilla gravosa y CBR para

sub rasante de 8.53% al 95% material regular para construcción de vía; el diseño geométrico para la carretera a nivel de pavimento flexible en caliente con una estructura de 0.15m, 0.20m, 0.05m de espesor de subbase, base y pavimento flexible respectivamente; el impacto ambiental que genera según Peña resulta ser positivo debido a que mejora la condición de vida.

Según Pintado (2017) en su tesis “Diseño de la carretera entre los caseríos de Llacahuan - Succhabamba, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad” elaboró el diseño de la carretera entre los caseríos de Llacahuan y Succhabamba, el cual realizó estudios como: Estudio Topográfico en un tramo de longitud con 07+168 Km, determinó que es un terreno accidentado Tipo 3, con pendiente entre 8% y 10%; estudio de suelos de la vía lo clasificó según el SUCS cuyo resultado es del 20% de Grava Arcillosa con Arena (GC), el Índice de Plasticidad del 16% de suelo Limo Arenoso (ML), el ensayo del CBR al 100%, muestra un 30.19% de resistencia donde el mínimo de CBR es  $> 30\%$ , que es del tipo de S5; con los resultados del Estudio Hidrológico determinó los caudales máximos para los diseños de: Cunetas de 0.40\*0.90 m, diámetros de alcantarillas de Paso de 36”, 40” y aliviaderos de 24” y finalmente realizó el diseño de vía con un ancho de 6.00 m, velocidad 30Km/h, talud de corte 1:2, bombeo de 2.5% y con una berma de 0.50m.

Según Reyes (2017) en su tesis “Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso – Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad” tuvo el objetivo de diseñar la carretera en el tramo, el progreso – tiopampa, en el diseño se basó principalmente en el trazo de una nueva vía vecinal que comunica los pueblos y enmarcarlo de forma proyectiva para el desarrollo del país, satisfaciendo las necesidades de los pobladores implicados en el proyecto; que consiste un diseño geométrico en planta, perfil y secciones transversales de la carretera, según las distintas normas que establece el MTC, especialmente bajo la norma DG 2014. Para el diseño se empleó el uso de softwars como AutoCAD, S10, MS Project, Argis 10.5, entre otros.

En el trazo de la carretera, determinó que es de tercera clase según su clasificación, con una calzada de 6.00m, velocidad de diseño de 30 Km/h, pendiente máxima de 10%; longitud de la vía de 13Km, la base, sub base y micro pavimentó fue diseñado con espesores de 15 cm, 25 cm, 1cm respectivamente, desde la progresiva 3+000.00

al tramo final la vía fue diseñada con base y micro pavimento con espesores de 25cm y 1 cm respectivamente; el costo de éste proyecto es de S/. 3´782,699.01

Según Romaní (2017) en su tesis “Análisis del diseño geométrico de la carretera Lima-Canta”, tuvo como objetivo realizar el análisis del diseño geométrico del alineamiento horizontal y vertical de la carretera Lima-Canta que tiene un tramo de 10Km de vía, la examinación lo realizó de acuerdo de acuerdo a las normas actuales pertinentes principalmente de acuerdo a la DG-2014 y AASHTO; en el resultado descubrió que los parámetros de diseño usados no satisfacen lo especificado con la norma, como: radios mínimos, longitud mínima en tangente, pendientes máximas, etc. La evaluación lo realizó in situ en puntos estratégicos de la carretera, en la cual se encontró con una deficiente situación de transitabilidad para los vehículos, por lo que Romaní se enfocó en las causas de circulación vehicular y encontró deficiencias del diseño que en tal situación no se adapta a las normas del MTC.

Según Pastor (2013) en su tesis “Evaluación de canteras para realizar la construcción de trocha carrozable a nivel de afirmado Campo Alegre – Peña Blanca, distrito de Namora, provincia de Cajamarca”, tuvo como objetivo evaluar canteras para la construcción de la trocha carrozable de Campo Alegre - Peña Blanca, en la que nos da a conocer las características física y mecánicas del material de afirmado de las canteras de la zona del proyecto, que será empleado en la capa de rodadura de la Trocha Carrozable. Las canteras se encuentran ubicadas en el distrito de Namora, provincia de Cajamarca; para la evaluación realizó 5 calicatas una por cada kilómetro de la cual extrajo las muestras de las canteras; El suelo más común es A-7-5 (20), ML, cuyo C.B.R. es de 3.62%. El espesor del pavimento que obtuvo fue de 0.30m, considerándolo como adecuado. Concluyó que las canteras Campo Alegre y Peña Blanca fueron aptas para su utilización bajo las especificaciones técnicas (EG) 2000 del MTC.

Según Borja y Ramírez (2011), en su Tesis “Diseño de plantillas en el software autocad civil 3d para trabajos topográficos y diseño de carreteras según normas peruanas” Diseñaron plantillas en el Software AutoCAD Civil 3D, teniendo como base las principales normas peruanas y efectuar con mayor rapidez al diseñar un proyecto. Éstas plantillas favorecen la edición, configuración del diseño de acuerdo

a los datos procesados. Llegó a la conclusión que las plantillas nos permiten un alto nivel de eficiencia, menos tiempo, y también de dinero al tener la facilidad de cambiar un parámetro u otro dependiendo de la necesidad.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

Las normas siguientes establecen requisitos que debe tener un diseño y construcción de carretera:

Jiménez (2007). “Topografía para Ingenieros Civiles”. La topografía es la ciencia aplicada que, mediante técnicas, principios, procedimientos y con ayuda de instrumentos adecuados se puede georreferenciar y representar gráficamente a la superficie terrestre.

Gámez (2015). “Texto básico auto formativo de topografía general” la topografía es la ciencia que se encarga de medir extensiones de superficies reducidas, determinando distancias horizontales y verticales mediante ángulos. Se necesitan datos para su representación gráfica.

Corral y Villena: Topografía de obras (2009). Éste libro profundiza la topografía aplicado al replanteo en obras civiles. Para ello se analizan varios métodos de replanteo y procedimientos diversos de cálculo para alineaciones que definen una obra vial; Con el levantamiento topográfico se plasma los puntos en un plano; pero en replanteo los puntos del plano lo empleamos en el terreno u obra real, usando todas las recomendaciones planteamos mejores pautas en el replanteo, estudio conceptos sencillos, útiles, banales, complejos y hasta aparentemente inútiles.

“MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, geología y pavimentos” sección suelos y pavimentos 2014. Éste manual proporciona criterios homogéneos en materia de suelos y pavimentos para el diseño de capas y superficies de rodadura en carreteras no pavimentadas y pavimentadas.

Badillo y Rodríguez. Mecánica de Suelos 2005; tomo I: Fundamento de la mecánica de suelos” Este libro facilita la información de la rama de mecánica de suelos que conoce las acciones de la fuerza sobre la masa terrestre, debido a que la tierra está compuesta de materiales no rígidos ni estáticos, por el simple hecho de estar en movimiento tanto superior como inferior, por este proceso se generan diferentes

tipos y propiedades físicas; obtener el proceso estabilización unidimensional de los suelos finos a través de estratos

“MANUAL DE CARRETERAS: Ensayo de materiales 2016”. El propósito de éste manual es de estandarizar métodos y procedimientos de ejecución tanto en laboratorio como en campo para determinar el comportamiento de los materiales que cumplan con los estándares de calidad requeridos en las obras y actividades de infraestructura vial, tomando referencia de normas como: AASHTO, ASTM, ACI, NTP y otras.

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR). El CBR determina la resistencia de soporte del suelo para fines de sub rasante, capas sub base, base y/o afirmado.

“MANUAL DE CARRETERAS: Hidrología, hidráulica y drenaje 2011”: Es un documento técnico que sirve de guía conceptual y metodológica para determinar factores hidrológicos y geológicos que nos brindan alcances para el diseño hidráulico y drenaje; a través de métodos que nos permite encontrar datos del comportamiento hídrico como: La tormenta de diseño, tiempo de concentración, precipitación, periodo de retorno, estimación de caudales, etc. que sirven para establecer parámetros de diseño de obras de arte.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA): Estudio Hidrológico Mala 2007. Tiene como objetivo describir, evaluar, cuantificar y simular el funcionamiento de una cuenca durante el ciclo hidrológico, para analizar la acción de los factores y componentes hidrometeorológicos como precipitaciones, climatización, evapotranspiración, filtración, infiltración, escorrentía y en consecuencia estimar caudales mínimos y máximos en los puntos donde requiera obras de arte.

Villón, Máximo. Hidrología 2002; 2° Edición. “Escuela de ingeniería agrícola” manual que nos brinda parámetros y guías para el cálculo hidrológico de las microcuencas.

Fuentes; Antonio. Estudio hidrológico, hidráulico y de inundabilidad de la cuenca del río Albuñol. Alternativas para mitigar los efectos de avenidas; realiza un modelo hidráulico de cauce con la finalidad de poder controlar las consecuencias de las máximas avenidas.

MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG – 2018. Éste manual es un documento técnico normativo obligatorio que organiza y recopila técnicas y métodos para el diseño de infraestructura vial en función a su percepción y desarrollo y conforme a los parámetros definidos.

“MANUAL DE SEGURIDAD VIAL(MSV) 2017”. El objetivo de éste manual es identificar y desarrollar características y componentes de seguridad vial; que tiene como finalidad, reducir accidentes a través de herramientas, procedimientos, métodos y consideraciones de la infraestructura vial.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes (2017). Compendio que contiene normas para el estudio de impacto ambiental.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. manual para la obtención de parámetros de diseño de la carretera.

#### 1.4. Formulación del problema

¿Cuál es diseño de la carretera a nivel de afirmado del centro poblado San Ignacio - Callunchas - Chuite distrito Sinsicap, provincia Otuzco, departamento La Libertad?

#### 1.5. Justificación del estudio

**Justificación técnica:** El proyecto se realizó en el Centro Poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite, tiene como fin otorgar beneficios a la población de ésta zona mediante la construcción de una carretera para la intercomunicación vecinal, la carretera se diseñó bajo criterios de: Políticas, reglamentos, normas técnicas peruanas de infraestructura vial y procedimientos basados en las experiencias de los proyectos ejecutados en el ámbito vial rural que cumplan de manera sistemática en lo que concierne al transporte y al tránsito terrestre. Además, que contribuyan con la protección forestal y la conservación de los suelos en toda la franja de la zona del proyecto.

**Justificación teórica:** Se realizó con el propósito de aportar con los beneficios económicos y sociales que genera la vía de comunicación entre éstos pueblos

rurales donde abunda la agricultura, ganadería y el comercio de alimentos de primera necesidad; la construcción de la carretera en óptimas condiciones reduce costo, tiempo, accidentes y facilidad de traslado de personas, bienes y servicios; según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2004, p.101)

El diseño de la carretera es una inversión productiva y es de vital importancia para el desarrollo de éstos pueblos mediante el transporte, turismo, comercio, la agroindustria y la agropecuaria; además de cumplir una función crucial en la movilidad y en efecto el intercambio de culturas entre pueblos; según Machado y toma, 2017.

**Justificación metodológica:** Se realizó procesos metodológicos en los estudios de levantamiento topográfico, mecánica de suelos, estudio hidrológico e hidráulico, diseño geométrico, impacto ambiental, cálculos de metrados, costos y presupuesto; todos éstos se efectuaron bajo los criterios de las normas técnicas peruanas y de acuerdo a la norma DG -2018, de ésta manera garantizar que el diseño geométrico y el conjunto de estructuras sean eficientes y eficaces en su ubicación, construcción y funcionamiento para la accesibilidad de la población, además de ser óptimo y beneficio en el crecimiento económico de los habitantes de la zona. De allí la importancia, que siempre se realice una estrategia metodológica para garantizar que las obras tengan excelentes procesos en la ejecución y por ende sean de gran beneficio para la población de la zona de estudio y al país.

**Justificación práctica:** Con la construcción la carretera de San Ignacio – Callunchas – Chuíte, los pobladores de la zona tendrán una gran facilidad de trasladarse e intercambiar sus productos agrícolas, pecuarios y otros, generando un menor costo y tiempo para transportar sus alimentos o llegar a sus centros de destino a comparación que actualmente lo hacen mediante acémilas; además contribuye con la calidad de vida y salud obteniéndose mayor desarrollo socioeconómico de zona de estudio.

## 1.6. Hipótesis

La hipótesis es implícita y se verificará con los resultados del proyecto.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo general

Diseñar la carretera a nivel de afirmado de San Ignacio - Callunchas – Chuite, distrito Sinsicap, provincia Otuzco, departamento La Libertad

### 1.7.2. Objetivos específicos

Realizar el levantamiento topográfico para conocer su representación gráfica de la superficie en la zona de estudio.

Realizar el estudio de mecánica de suelos para identificar propiedades físicas y mecánica de la zona en estudio.

Realizar el estudio hidrológico para obtener información sobre avenidas de agua de la corteza terrestre, y evacuarlas correctamente mediante obras de arte.

Elaborar el diseño geométrico de acuerdo a criterios del MTC y del manual de carreteras DG – 2018, permite realizar un eficiente trazo de la carretera entre el centro poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite, distrito Sinsicap.

Realizar el estudio de impacto ambiental para determinar si el impacto es positivo o negativo de la zona de estudio.

Calcular los metrados, costos y presupuesto para determinar el costo total del proyecto.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

En el proceso de desarrollo del proyecto de investigación se empleará el diseño no experimental – transversal y se utilizó el método descriptivo simple cuyo esquema es el siguiente:



Donde:

M: Carretera que une al centro poblado San Ignacio – Callunchas – Chuite; cuya población es de 3000, 450 y 280 habitantes respectivamente; teniendo una longitud total de 10+895 kilómetros de vía.

O: Información recopilada de la zona de estudio brindada por el alcalde de la municipalidad del centro poblado San Ignacio, de la población y mediante la relación del padrón en el libro de actas de los agentes municipales.

### 2.2. Variables, operacionalización

#### 2.2.1. Variable.

Esta investigación tiene una variable independiente que es:

Diseño de la carretera a nivel de afirmado.

#### 2.2.2. Definición conceptual

El diseño de una carretera sirve para la circulación de vehículos motorizados que tengan como mínimo dos ejes, tiene características geométricas, técnicas estructurales para su trazo, como: Curvas de nivel, pendiente longitudinal, bombeo o pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura, etc. que estén bajo preceptos de reglamentos y normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (DG, 2018 p.10)

### 2.2.3. Definición operacional

El diseño de una carretera consiste en realizar estudios de ingeniería como: Levantamiento topográfico del terreno, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico para el diseño de obras de arte, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental, costos y presupuestos que se obtienen de los metrados en coordinación con el trazo en planta, perfil longitudinal y las secciones transversales.

### 2.2.4. Operacionalización de Variable

Cuadro 3: Operacionalización de Variable.

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de la carretera a nivel de afirmado.	Levantamiento Topográfico	Es llevar a cabo operaciones ejecutadas en el terreno de forma directa e indirecta utilizando instrumentos adecuados para realizar una correcta representación gráfica del terreno; ésta representación o plano es primordial para situar cualquier obra que se desee construir y para elaborar un proyecto o estudio técnico.	Se realizó para determinar ángulos de inclinación, pendientes de la vía, cotas; con la ayuda de la estación total y prisma se toma los puntos del área necesaria de terreno donde se realizará el diseño con progresivas a cada 20m en el eje.	Planimetría (m)	Intervalo
				Alineamiento (m)	Intervalo
				Perfil longitudinal (Km. - m)	Intervalo
				Secciones transversales (m3)	Intervalo
	Estudio de Mecánica de Suelos	Estudia las propiedades tanto mecánicas como físicas obtenidas de las muestras extraídas que nos sirven para determinar la resistencia a la capacidad de soporte (CBR) y para evaluar la calidad del suelo para el afirmado (ARTICULO EcuRed)	Se realizó la extracción de muestras de suelos, luego se hizo el ensayo en laboratorio para determinar el SUCS, AASHTO, límites de Aterberg para obtener el CBR de sub rasante y de cantera para la determinación del espesor de afirmado de acuerdo a las normas exigidas por los proyectos de infraestructura vial.	Granulometría (%)	Intervalo
				Contenido de humedad (%)	Razón
				Peso específico (gr/cm3)	Razón
				Límites de consistencia (%)	Razón
				Óptimo contenido de humedad (%)	Razón
				CBR (%)	Razón
	Estudio hidrológico y obras de arte.	Mediante los resultados de éste estudio en la zona del proyecto, se determinan parámetros de diseño hidráulico y de estructuras requeridas para obras de arte y drenaje correspondientes, previamente reconociendo los cauces de aforo de la cuenca; se debe considerar una justificación técnica para drenajes superficial y subterráneos (DG, 2018.p.280)	Se realizó delimitaciones de las microcuencas en la zona del proyecto para definir con exactitud los cauces, características fisiológicas y climatológicas, mediante los datos brindados por el SENAMHI de la estación Sinsicap se determinó el caudal máximo que nos sirvió para determinar el tipo de diseño de obras de arte.	Cuencas (unid.)	Intervalo
				Precipitación pluvial (mm/día)	Intervalo
				Caudales máximos (m3/s)	Intervalo
				Badén (unid.)	Intervalo
				Alcantarillas (unid.)	Intervalo
				Cunetas (unid.)	Intervalo
				Diseño geométrico de la carretera.	Comprende cálculos y planos considerando criterios técnicos, principios y normas para el trazo en planta, perfil longitudinal, secciones transversales, velocidad de diseño, visibilidad, curvas horizontales y verticales, peraltes, pendientes, intersecciones, tangentes (DG – 2018. P.281) Ejes equivalentes (ton/m)
	Pendiente (%)	Intervalo			
	Nrep de EE8.2 (ton)	Razón			
	Espesor de afirmado (m)	Intervalo			
	Peralte (%)	Razón			
Radio mínimo (m)	Razón				
Talud corte (%)	Intervalo				

			Talud de relleno (%)	Intervalo
			Señalización de la vía (unid)	Razón
Estudio de Impacto Ambiental.	Este estudio es obligatorio realizarlo en proyectos o estudios de investigación para determinar el nivel de daños o transformaciones medioambientales; dicho de otra manera, afectar al suelo, agua, aire, flora y fauna, generados por la ejecución de obras civiles	Se hizo el análisis de impacto ambiental bajo parámetros como: signo, intensidad, intensidad, momento, persistencia, recuperación, suma de efectos, periodicidad que produce la construcción de carretera cuando se altera el suelo por los movimientos de tierra en la vía.	Impacto (-)	Cualitativo
			Impacto (+)	Cualitativo
Costos y Presupuestos.	Para determinar el metrado de se tiene en cuenta las actividades o partidas necesarias sujetas a las normas peruanas de metrados vigentes; el cálculo de costos de recursos e insumos requeridos para la ejecución del proyecto nos conduce al presupuesto total.	Se realizó los cálculos de metrados, partidas requeridas en el proyecto, costos unitarios de materiales, mano de obra, equipos pesados, herramientas manuales para finalmente obtener el presupuesto total	Metrados (m., m2, m3, und.)	Intervalo
			Insumos (s/)	Intervalo
			Costos unitarios (s/)	Intervalo
			Costo directo (s/)	Intervalo
			Gastos generales (s/)	Intervalo
			Fórmula polinómica	Intervalo
			IGV (s/)	Intervalo
Presupuesto (s/)	Intervalo			

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. La población:

La población es toda el área geográfica de estudio; la carretera tiene una longitud de 10+895 Km.

### 2.3.2. La muestra:

Es la población beneficiaria del tramo de carretera que une a éstos caseríos entre sí.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 2.4.1. Técnicas:

En este estudio se usó la técnica de la observación para:

Exploración del área de estudio.

Levantamiento Topográfico.

Estudio de Mecánica de Suelos.

Selección de información y estadística.

Método de investigación y determinación de documentos técnicos.

#### 2.4.2. Instrumentos:

##### 2.4.2.1. Equipo Topográfico.

Eclímetro.

GPS.

Estación Total.

Prismas.

Winchas.

##### 2.4.2.2. Equipos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.

Tamices.

Horno.

Balanza electrónica.

Espátulas.

Bandejas.

##### 2.4.2.3. Equipo de Oficina.

Computadora.

Impresora.

Cámara fotográfica.

##### 2.4.2.4. Fuentes.

Libros y tesis publicadas

Manual para el diseño de caminos no pavimentados bajo volumen de tránsito

Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje

Manual de carreteras (DG, 2018)

##### 2.4.2.5. Informantes.

Municipalidad Distrital de Sinsicap.

Municipalidad del Centro Poblado de San Ignacio.

Los habitantes del centro poblado San Ignacio y los caseríos

Callunchas y Chuite.

#### 2.5. Métodos de análisis de datos

Para realizar el diseño de una carretera se usó softwares como:

#### Civil 3D:

Con el Civil 3D nos sirvió para hacer el cálculo y diseño de infraestructura; cuyas funciones principales son:

Importación de puntos realizados en el levantamiento topográfico, creación de superficie de terreno, generar el eje de la vía, línea rasante, reportes de volúmenes, creación del perfil longitudinal, creación de secciones transversales.

#### AutoCAD:

Se utilizó para diseños de planos como: Plano en planta, estructuras, ubicación, cortes y elevaciones, detalles, etc. en 2d y 3d

#### Microsoft Excel:

Se utilizó el Excel para simplificar los cálculos

#### Global mapper:

Se usó para modelar superficies

#### Google earth:

Permitió visualizar y explorar la zona de estudio

#### S10:

Es un software para elaborar presupuestos de proyectos especialmente de ingeniería civil a partir de metrados

#### Microsoft Project:

Sirve para la planeación y administración de presupuesto, asignando tareas se puede estimar la duración del proyecto

#### HCanales:

Es un programa que nos permite determinar características hidráulicas para diseñar canales, estructuras hidráulicas

#### Hidro Esta

Para realizar cálculos hidrológicos como precipitación, aforo, caudales máximos.

#### Microsoft Word:

Sirve para escribir y procesar documentos que puede ser académico u profesional de manera sencilla.

Etabs 2016:

Es un software para el modelamiento, análisis y dimensionamiento de estructuras

## 2.6. Aspectos éticos

Los datos obtenidos son los legítimos resultados de cada estudio requerido para llevar a cabo el proyecto, ajustado a normas y reglamentos del MTC especialmente al manual de carreteras DG-2018 y bajo el permiso de las autoridades como: El Alcalde y los habitantes del centro poblado San Ignacio y de los caseríos, Callunchas y Chuite.

El proyecto se desarrolló por los autores, cuya visión fue cumplir con todas las expectativas de estudios promulgados en el presente, cumpliendo con respetar las teorías, reglamentos y normas consultadas regidas por MTC, de esta manera mostrar la verídica información de campo y los resultados de laboratorio para poder lograr un excelente estudio de investigación.

### III.RESULTADOS

#### 3.1. Estudio Topográfico

Es el proceso que permite representar y visualizar la forma real de un terreno; la topografía es primordial en todo proyecto de infraestructura vial porque nos permite reconocer el relieve, orografía, áreas superficiales, distancias horizontales, direcciones, ángulos, elevaciones.

##### 3.1.1. Generalidades

El diseño de la carretera a nivel de afirmado que unirá los tramos del centro poblado de San Ignacio y los caseríos de Callunchas y Chuite, requiere del estudio topográfico para poder plasmar los planos de representación geométrica de la zona donde se realizará éste proyecto vial; además, del levantamiento se obtiene la orografía de la zona previamente procesados los puntos topográficos, curvas de nivel en el civil 3D para posteriormente representarlo en un plano; de tal manera, se calculará las áreas y volúmenes para determinar el metrado y en consecuencia se podrá calcular el costo del proyecto.

Para la obtención de puntos topográficos se hicieron uso de GPS navegador, estación total y con tres prismas.

##### 3.1.2. Ubicación

Departamento: La Libertad  
Provincia: Otuzco  
Distrito: Sinsicap  
Caseríos: San Ignacio, Callunchas y Chuite.

Una vez hecho el levantamiento topográfico, se obtuvo puntos en el centro poblado y en cada caserío que el proyecto involucra; así como también los puntos de la franja de la vía.

Cuadro 4: Coordenadas de los caseríos beneficiados

ESTACIÓN	COORDENADAS		ALTITUD m.s.n.m.
	ESTE	NORTE	
San Ignacio	151477.48	9134019.3	3043
Callunchas	752043.33	9136634.2	3626
Chuite	753353.23	9135912.6	3563

### 3.1.3. Reconocimiento de la zona

La topografía de la zona de estudio presenta una topografía accidentada con elevaciones de latitud están entre 3100.00 m.s.n.m. – 3600.00 m.s.n.m. En la expedición de la zona se reconoció puntos obligatorios de paso, suelos de fácil desprendimiento, lugares pantanos, laderas pronunciadas, meteorizadas e inestables; contando con los equipos (estación total, GPS, eclímetro) y materiales adecuados se procedió al recorrido a pie para su respectivo levantamiento topográfico.

Durante la visualización del trazo de estudio se inspeccionó los lugares considerados como más apropiados para colocación obras de arte pudiéndose encontrar:

Cuatro alcantarillas por construir:

En las progresivas 00+520Km, 04+975Km, 08+390Km y 09+640Km respectivamente.

Un badén por construir:

En la progresiva 09+550Km tiene una quebrada con constante agua; se proyectará un badén de 20 m de espejo de agua.

Se aprovechó las asistencias a campo para obtener datos y recoger opiniones de los habitantes, para prever y anticipar los efectos latentes positivos como negativos que puede provocar la construcción de la carretera y la alteración que sufrirá el equilibrio ecológico y el paisaje del lugar.

### 3.1.4. Metodología de trabajo

#### 3.1.4.1. Personal

02 Tesistas.

01 topografico.

03 ayudantes.

03 autoridades del caserío de callunchas.

#### 3.1.4.2. Equipos

01 Estación total leica TS 202

03 Jalones con sus prismas  
01 GPS Navegador GARMIN (GPSmap 62s)  
Cámara Cannon  
Wincha de 50 metros

3.1.4.3. Materiales

01 Libreta de campo  
02 Lapicero  
01 Wincha (5 m)  
03 Pintura roja en espray  
Correctores  
Clavos (para los puntos de estación)

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

El levantamiento topográfico se realizó con el método combinado que consiste en la combinación de una estación total con tres prismas, un eclímetro y GPS navegador de marca Garmin; para insertar una poligonal abierta que sirvió como referencia del eje de vía, se usó el eclímetro para mantener una pendiente estimada, haciéndose un estacado a cada 20 metros en tangente y en curvas a cada 10 metros lineales, se procedió con la radiación a 50 metros por cada lado del respectivo eje de vía, por seguridad de alguna falla en el manejo de los equipos electrónicos se hizo un croquis y se anotaron las medidas de lecturas realizadas.

El levantamiento topográfico tuvo una duración de cinco días.

3.1.5.2. Puntos de georreferenciación

La georreferenciación se desarrolló haciendo uso del GPS navegador mediante el cual se obtuvo las coordenadas UTM; se procedió con la colocación del trípode y la estación total (recomendable que la memoria de libreta esté vacía) nivelada se tomó el primer punto (PR1)

para el inicio del levantamiento, luego se hizo un cambio de estación E-1 en sus respectivas coordenadas y cotas siguientes:

PR1: 751453.33E, 9133978.36N

E-1: 751220.75E, 9134465.70N

Se colocó a 500m aproximadamente Bench March en rocas para su regeoreferenciación.

Cuadro 5: Bench March

PUNTO	ESTE	NORTE	ESTACION	DESCRIPCIÓN
1	751462.43	9134031.6	3048	BM-1
2	751258.34	9134362	3092	BM-2
3	751498.15	9134782.2	3132	BM-3
4	751281.45	9134620.9	3190	BM-4
5	751425.88	9134980.4	3218	BM-5
6	751302.52	9134874.9	3244	BM-6
7	751215.27	9134968.4	3278	BM-7
8	751193.39	9135394.1	3322	BM-8
9	750921.01	9135344.5	3366	BM-9
10	750969.3	9135645.7	3430	BM-10
11	750994.89	9136119.1	3458	BM-11
12	751432.26	9136037.5	3476	BM-12
13	751696.59	9136186.2	3506	BM-13
14	751878.85	9136359.9	3570	BM-14
15	751834.42	9136554.6	3610	MB-15
16	752598.44	9136710.1	3596	BM-16
17	753002.15	9136803.8	3570	BM-17
18	753302.51	9136857.8	3524	BM-18
19	753785.67	9136979.3	3472	BM-19
20	753779.16	9136438.6	3518	BM-20
21	753645.69	9136168.9	3544	BM-21

### 3.1.5.3. Puntos de estación

Se crearon puntos de estación marcados con pintura de color rojo en rocas a lo largo del tramo, que serán utilizados en el replanteo y que sean debidamente compensados cuando se ejecute el proyecto.

Cuadro 6: Estaciones

PUNTO	ESTE	NORTE	ESTACION	DESCRIPCION
1	751220.75	9134465.7	3100	E-1
2	751490.6	9134591.3	3098	E-2
3	751365.09	9134576.2	3160	E-3
4	751388.33	9134887.9	3212	E-4
5	751335.95	9135041.5	3248	E-5
6	751271.63	9134868.2	3248	E-6
7	751127.79	9135019.9	3270	E-7
8	751350.92	9135444.5	3308	E-8
9	751019.9	9135467.3	3406	E-9
10	751276.12	9135825.4	3432	E-10
11	751885.13	9136027.8	3514	E-11
12	752061.88	9136531.2	3612	E-12
13	752720.11	9136571.7	3556	E-13
14	753512.06	9136928	3522	E-14
15	753846.64	9136600.7	3538	E-15
16	753435.71	9135965.9	3572	E-16

#### 3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos

Se definió una zona descampada para depositar el material excedente producto del corte de la carretera, que será compactado con un tratamiento adecuado y aprovechar dicho espacio como área para la agricultura.

Las dimensiones de los detalles y rellenos topográficos se realizaron con la estación total.

#### 3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

En la base de datos del levantamiento se consideraron códigos como:

- PR: Punto de referencia
- E: Estación
- TN: Terreno natural
- EJE: Eje de vía
- BAD: Badén
- BM: Punto de referencia
- ALCAN: Alcantarilla

### 3.1.6. Trabajo de gabinete

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

La data obtenida del levantamiento topográfico del terreno se exporta a un archivo de extensión CSV para luego ser importado al software Civil 3D, haciendo la configuración previa de la zona donde se encuentra ubicado el proyecto; el proyecto se ubica en el hemisferio sur zona 17 en coordenadas UTM del sistema WGS-84, posteriormente se procesa para obtener las curvas de nivel con su respectiva área. Se elaboró los planos requeridos para el desarrollo de estudio.

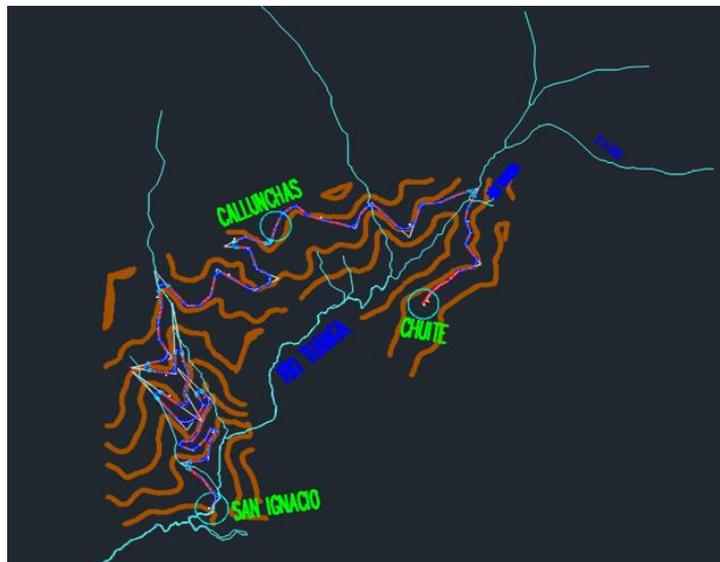


Figura 2: Desarrollo de la carretera

### 3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

#### 3.2.1. Estudio de suelos

##### 3.2.1.1. Alcance

Se desarrolló el estudio de mecánica de suelos para este proyecto vial “Diseño de la carretera a nivel afirmado de San Ignacio – Callunchas – Chuite, Distrito Sinsicap, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad”.

#### 3.2.1.2. Objetivos

Evaluar las propiedades Físicas y Mecánicas del suelo para determinar el CBR mediante la clasificación SUCS y AASHTO, el material de afirmado, las obras de arte y drenaje del proyecto “Diseño de la carretera a nivel afirmado de San Ignacio – Callunchas – Chuite, Distrito Sinsicap, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad”

#### 3.2.1.3. Descripción del proyecto

El proyecto se ubica en el centro poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite, distrito de Sinsicap; la franja del tramo de estudio tiene una longitud de 10+895 km del cual se extrajo las muestras de suelo para obtener los análisis correspondientes.

#### 3.2.1.4. Descripción de los trabajos

Se realizó la excavación de 11 calicatas a lo largo del trazo en planta del eje de la vía con dimensiones de 1.00 m x 1.00m de área, con una profundidad de 1.50 m y 03 calicatas de la misma área con una profundidad de 3.00 m para la obtención del CBR; se identificó los tipos de estratos y espesores de suelo.

Además, se realizó la excavación de una calicata de 1x1 de área a una profundidad de 3.00m en la cantera “El Huayco” recogiendo muestras a 1.50m y 3.00m de profundidad para el estudio del material de cantera.

##### 3.2.1.4.1 Determinación del Número de Calicatas

El número de calicatas se realizó a 1.50m de profundidad mínima una por cada kilómetro de acuerdo al cuadro 4.1 del Manual de carreteras “suelos, geología, geotecnia y pavimentos”

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

Figura 3: número de calicatas mínimas para la exploración de suelos

Fuente: Manual de carreteras “suelos, geología, geotecnia y pavimentos”

CUADRO 7: Ubicación de Calicatas

CALICATA		UBICACIÓN	PROFUNDIDAD DE ESTRATO
Nº	ESTRATO		
C - 1	E - 1	Km 05+000	1.50 m
C - 2	E - 1	km 01+500	1.50 m
C - 3	E - 1	km 02+500	1.50 m
C - 4	E - 1	km 03+500	1.50 m
C - 5	E - 1	km 04+500	1.50 m
C - 6	E - 1	km 05+500	1.50 m
C - 7	E - 1	km 06+500	1.50 m
C - 8	E - 1	km 07+500	1.50 m
C - 9	E - 1	km 08+500	1.50 m
C - 10	E - 1	km 09+500	1.50 m
C - 11	E - 1	km 10+500	1.50 m
C - X	E - X	CANTERA EL HUAYCO	1.50 m

#### 3.2.1.4.2 Determinación del Número de Ensayo de CBR

El número de ensayos de CBR, se determinó de acuerdo al manual de carreteras “suelos, geología, geotecnia y pavimentos” (ver figura 4).

### Número de Ensayos Mr y CBR

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

Figura 4: número de ensayos de CBR

Fuente: Manual de carretas “Suelo Geología, Geotecnia y Pavimentos”

#### 3.2.1.4.3 Tipos de Ensayos

Las muestras representativas extraídas de las calicatas en campo fueron analizadas y sometidas a los ensayos siguientes en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la universidad Cesar Vallejo - Filial Trujillo, bajo las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M):

Análisis Granulométrico por Tamizado MTC E 107-2000 ASTM D-422

Humedad Natural MTC E 108-2000 ASTM D-2216

Límites de Atterberg:

Limite Líquido MTC E 110-2000 ASTM D-4318

Limite Plástico MTC E 111-2000 ASTM D-4318

Índice de Plasticidad MTC E 111-2000 ASTM D-4318

Clasificación de Suelos. Método SUCS ASTM D 2487

Clasificación de Suelos. Método AASTHO M-145

Proctor Modificado MTC E 115-200 ASTM D-1557

California Bearing Ratio (CBR) MTC E 132-2000 ASTM D-1883

3.2.1.4.4 Descripción de Calicatas

Calicata N°01 ubicada en las coordenadas: 751258.69E, 9134359.06N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.30 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.30 – 1.30 Arena Limosa, Grava y arena o arcilla / excelente a bueno, con un % de finos de 33.87 %.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SM y en el sistema AASHTO suelo A -2-4 (0) y con un contenido de humedad de 10.51%.

Calicata N°02 ubicada en las coordenadas: 751289.80E, 9134625.82N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.30 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.30 – 1.30 m. Arena Limo - Arcillosa, Grava y arena limo o arcillosa / excelente a bueno, con un % de finos de 33.87 %.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SM-SC y en el sistema AASHTO suelo A -2-4 (0) y con un contenido de humedad de 09.64%.

Calicata N°03 ubicada en las coordenadas: 751326.32E, 9134827.12N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.30 m. Suelo de amino.

E-02/0.30 – 1.30 m Arcilla ligera arenosa, suelos arcillosos / regular a malo, con un % de finos de 50.58%.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo CL y en el sistema AASHTO suelo A -2 (3) y con un contenido de humedad de 04.74%.

Calicata N°04 ubicada en las coordenadas: 751199.85E,  
9135368.57N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.30 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.30 – 1.30 m. Arena limo - arcillosa, grava y arena limo o arcillosa / excelente a bueno, con un % de finos de 34.54%

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SM-SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-4 (0) y con un contenido de humedad de 09.92%.

Calicata N°05 ubicada en las coordenadas: 750973.01E,  
9135669.58N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.50 m. Suelo de Rocoso.

E-02/0.50 – 1.30 m. Arcilla Ligera Arcillosa, Suelos Arcillosos / Regular a malo, con un % de finos de 50.88%.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo CL y en el sistema AASHTO como un suelo A-6 (4) y con un contenido de humedad de 09.72%.

Calicata N°06 ubicada en las coordenadas: 751419.16E,  
9135993.02N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.50 m. Suelo de Cultivo Arenosa.

E-02/0.50 – 1.30 m. Arena Arcillosa, Grava y Arena Limo Arcillosa/Regular a malo con un % de finos de 32.54%

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-6 (1) y con un contenido de humedad de 08.26%.

Calicata N°07 ubicada en las coordenadas: 751802.72E,  
9136359.39N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.30 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.30 – 1.30 m. Arena Limo - Arcilla, Grava y Arena Limo Arcillosa/Excelente a bueno con un % de finos de 34.71%

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SM-SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-4 (0) y con un contenido de humedad de 06.83%.

Calicata N°08 ubicada en las coordenadas: 9136359.39E, 9136753.36N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.20 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.20 – 1.30 m. Arena Arcillosa, Grava y Arena Limo Arcillosa/Regular a malo con un % de finos de 32.34%

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-6 (0) y con un contenido de humedad de 06.84%.

Calicata N°09 ubicada en las coordenadas: 752997.96E, 9136812.76N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.20 m. Suelo de Cultivo arcillosa.

E-02/0.20 – 1.30 m. Arena Arcillosa, Grava y Arena Limo Arcillosa/Regular a malo con un % de finos de 34.80%

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-6 (1) y con un contenido de humedad de 28.87%.

Calicata N°10 ubicada en las coordenadas: 753719.29E, 9136976.64N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.30 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.30 – 1.30 m. Arena Arcillosa, Grava y Arena Limo Arcillosa/Excelente a bueno con un % de finos de 33.05% Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-4 (0) y con un contenido de humedad de 06.48%.

Calicata N°11 ubicada en las coordenadas: 753602.56E, 9136196.09N; tiene 2 estratos:

E-01/0.00 – 0.20 m. Suelo de Cultivo.

E-02/0.30 – 1.30 m. Arena Limo - Arcillosa, Grava y Arena Limo Arcillosa/Excelente a bueno con un % de finos de 34.57%.

Clasificado en el sistema SUCS como un suelo SM-SC y en el sistema AASHTO como un suelo A-2-4 (0) y con un contenido de humedad de 4.65%.

### 3.2.1.4.5 Resumen de Propiedades Físicas y Mecánicas de cada Calicatas

En la siguiente tabla indica los porcentajes que pasan la malla N°200, la clasificación de los suelos en el sistema SUCS y en el sistema AASHTO y el contenido de humedad de cada calicata y CBR.

Cuadro 8: Resumen de resultados de calicatas

CALICATA		UBICACIÓN	PROF.DE ESTRATO	PROPIEDADES FÍSICAS						
N°	ESTR			% CH	% Finos	% Arena	% Grava	% LL	% LP	% IP
C - 1	E - 1	Km 00+500	1.50 m	10.51	33.87	53.67	12.46	20	17	3
C - 2	E - 1	km 01+500	1.50 m	9.64	33.32	53.85	12.84	20	14	6
C - 3	E - 1	km 02+500	1.50 m	4.74	50.58	45.30	4.12	33	21	12
C - 4	E - 1	km 03+500	1.50 m	9.92	34.54	53.00	12.46	21	17	4
C - 5	E - 1	km 04+500	1.50 m	9.72	50.88	45.85	3.27	36	22	14
C - 6	E - 1	km 05+500	1.50 m	8.26	32.54	55.21	12.25	39	20	19
C - 7	E - 1	km 06+500	1.50 m	6.83	34.71	51.06	14.23	17	12	5
C - 8	E - 1	km 07+500	1.50 m	6.84	32.34	53.92	13.74	25	11	14
C - 9	E - 1	km 08+500	1.50 m	28.87	34.80	51.03	14.17	38	21	17
C - 10	E - 1	km 09+500	1.50 m	6.48	33.05	52.70	14.25	19	11	8
C - 11	E - 1	km 10+500	1.50 m	4.65	34.57	52.59	12.82	24	17	7
C - X	E - X	CANTERA EL HUAYCO	1.50 m	0.67	2.76	12.43	84.82	NP	NP	NP

Cuadro 9: Resultados de la clasificación mecánica de suelos

CALICATA		UBICACIÓN	PROF. DE ESTRATO	CLASIFICACION		PROPIEDADES MECANICAS			
Nº	EST.			SUCS	AASHT O	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%
C - 1	E - 1	Km 00+500	1.50 m	Arena Limosa (SM)	A-2-4 (0)	1.792	8.55	20.27	17.11
C - 2	E - 1	km 01+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC) Arena Limosa (SM)	A-2-4 (0)	-	-	-	-
C - 3	E - 1	km 02+500	1.50 m	Arcilla Ligera (CL)	A-6 (3)	-	-	-	-
C - 4	E - 1	km 03+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC) Arena Limosa (SM)	A-2-4 (0)	1.792	8.55	20.06	16.9
C - 5	E - 1	km 04+500	1.50 m	Arcilla Ligera (CL)	A-2-4 (0)	-	-	-	-
C - 6	E - 1	km 05+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC)	A-6 (4)	-	-	-	-
C - 7	E - 1	km 06+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC) Arena Limosa (SM)	A-2-4 (0)	1.782	9.05	17.01	14.47
C - 8	E - 1	km 07+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC)	A-2-6 (0)	-	-	-	-
C - 9	E - 1	km 08+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC)	A-2-6 (1)	-	-	-	-
C - 10	E - 1	km 09+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC)	A-2-4 (0)	1.763	9.55	13.34	12.25
C - 11	E - 1	km 10+500	1.50 m	Arena Arcillosa (SC) Arena Limosa (SM)	A-2-4 (0)	-	-	-	-
C - X	E - X	CANTERA EL HUAYCO	1.50 m	Grava bien graduada (GW)	A-2-4 (0)	2.086	4.3	118.4	90.11

Perfil Estratigráfico (Ver Anexo de Estudio de Suelos y Canteras)

### 3.2.2. Estudio de cantera

#### 3.2.2.1. Identificación de cantera

Cantera: “El Huayco”

La cantera “El Huayco” se encuentra en la carretera de la Ruta Departamental LI-105 tramos Sinsicap - San Ignacio, ubicada en el sector “El Huayco” a diez minutos del centro poblado de San Ignacio aproximadamente 4 Km del centro poblado San Ignacio; tiene una capacidad de 160 000m<sup>3</sup> suficiente material para abastecer al 100% la construcción de la vía.

Detalle de Cantera.

Los detalles de identificación en el recorrido de la visita técnica, se especifican en la tabla siguiente:

Cuadro 10: Detalle de cantera.

Nº	Cantera	Ubicación	Lado	Acceso	Larg	Anch.	Prof.	Pot.	Uso	Observación
		km			(m)	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> )		
01	Huayco	-01.000	Der.	A - 2m	80	20	100	160000.	Relleno, afirmado granular Triturada	Acceso directo, construir acceso de Acuerdo a explotación

### 3.2.2.2. Evaluación de las características de la cantera

En la evaluación de cantera se obtuvo condiciones necesarias para obtener un material adecuado en el afirmado del material de carretera.

Cuadro 11: características de cantera

N°	Tamices	Unidad	Afirmado
	ASTM		Cantera
0.01	GRANULOMETRIA		
	3"	%	100.00
	2 1/2"	%	100.00
	2"	%	93.29
	1 1/2"	%	87.42
	1"	%	75.90
	3/4"	%	53.36
	1/2"	%	40.38
	3/8"	%	29.27
	1/4"	%	22.29
	No4	%	15.18
	8	%	12.19
	10	%	9.19
	16	%	8.15
	20	%	7.58
	30	%	7.04
	40	%	6.60
	50	%	5.09
	60	%	3.81
	80	%	3.50
	100	%	3.20
	200	%	2.76
	< 200	%	0.00
	Total		
0.02	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.67
0.03	LIMITES DE CONSISTENCIA	%	
	L. LIQUIDO	%	NP
	L.PLASTICO	%	NP
	IND. PLASTICIDAD	%	NP
0.04	CLASEIFICACION DE MUESTRA		
	SUCS		GW
	AASHTO		A- 1-A (0)
0.06	CBR		
	Maxima Densidad Seca -100%	Gr/cm3	2.086
	Máxima Densidad Seca -95%	Gr/cm4	1.981
	OPTIMO CONT. DE HUMEDAD	%	4.3
	CBR AL 100%	%	118.37
	CBR AL 95% de máxima Densidad seca	%	90.11

### 3.2.3. Estudio de fuente de agua

#### 3.2.3.1. Ubicación

En el área de influencia de la franja de derecho de vía en la zona del proyecto hay varias fuentes de agua como: el río Tuanga, quebrada

Langurame, en el sector del caserío de callunchas hay nacientes de agua de poco caudal.

### 3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

#### 3.3.1. Hidrología

La hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente incluyendo a los seres vivos (Máximo Villón p.1)

La hidrología es la ciencia geográfica que se dedica al estudio de la distribución, espacial, temporal y las propiedades del agua presente en la atmosfera y en la corteza terrestre; ésto incluye precipitaciones, escorrentía, humedad del suelo, evotranspiración y equilibrio de masas glaciares (manual de carretas hidrología, hidráulica y drenaje; p.13)

##### 3.3.1.1. Generalidades

En la zona que une el centro poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite se genera precipitaciones constantes durante el periodo de invierno, que provocan escorrentías y desbordes de quebradas; Los datos obtenidos en el estudio hidrológico de la microcuenca del río Tuanza es fundamental para obtener información del recurso hídrico que se empleará para la distribución, diseño y dimensionamiento de las obras de drenaje requeridas.

##### 3.3.1.2. Objetivos del estudio

Este estudio tiene los siguientes objetivos:

Realizar la delimitación de las microcuencas del tramo de la carretera en estudio.

Determinar las características físicas y curvas características de cada cuenca evaluada.

Determinar las Precipitaciones Máximas en la zona de estudio.

Realizar un análisis estadístico de datos hidrológicos de la zona para la determinación del caudal de diseño.

Determinar las Intensidades Máximas para la determinación de caudales máximos con 25, 50, 100, y 200 años de periodo de retorno para determinar el diseño de obras de arte y drenaje.

Realizar un diseño hidráulico del sistema de drenaje transversal proyectado para la carretera como alcantarillas, badenes, cunetas, alcantarillas de alivio.

#### 3.3.1.3. Estudios hidrológicos

Los estudios hidrológicos son esenciales para determinar criterios de diseño de obras de infraestructura vial, prever el comportamiento hidrológico de un río, arroyo, de esta manera poder establecer las áreas vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos (manual de carretas hidrología, hidráulica y drenaje. p.13).

El presente estudio hidrológico es realizado y enfocado en el análisis pluvial que desprende la microcuenca del río Tuanga que pertenece a la cuenca del río Moche, ubicada en el centro poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite distrito de Sinsicap.

#### 3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

##### Red de estaciones hidrometeorológicas

La información meteorológica es la proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) de la estación más cercana a la zona de estudio.

La estación Sinsicap es la más cercana a la zona de estudio de la cual se obtuvieron las precipitaciones desde el año 1989 hasta 2014 (ver cuadro 12).

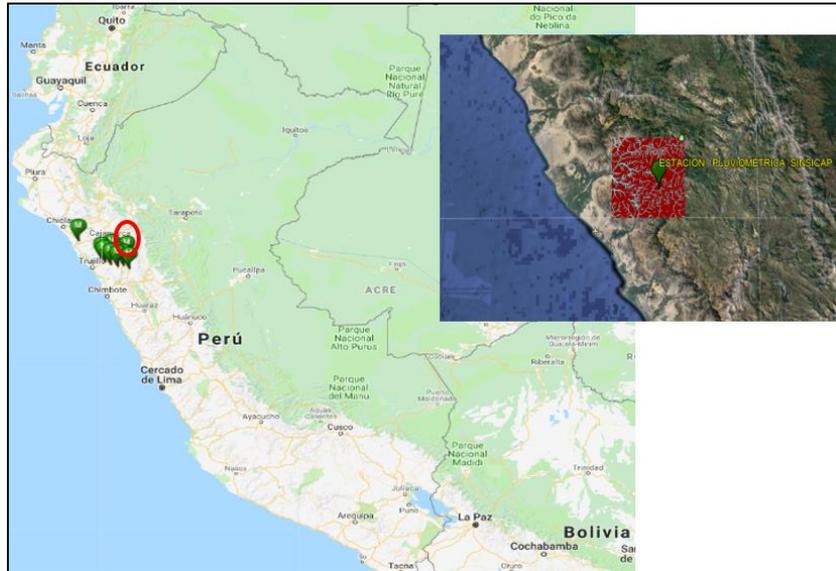


Figura 5: Ubicación geográfica de la estación Sinsicap  
Fuente: SENAMHI

### Cartográfica

Sobre la base cartográfica de curvas de nivel se ha determinado, los modelos numéricos del terreno de las microcuencas de estudio, y a partir de los cuales se ha derivado las características del relieve de las microcuencas como: el aspecto, sombra y pendiente; Además de otras características como áreas, perímetros y puntos importantes correspondientes al estudio Hidrológico.

La información cartográfica de la zona de estudio, es la carta Otuzco con código 16-f que proporciona el MINEDU en su portal de cartas nacionales del Perú.



Figura 6: Carta Otuzco (16-f) Google earth  
Fuente: Ministerio de Educación (MINEDU)

### 3.3.2.1. Información pluviométrica

Los datos pluviométricos de registros de precipitaciones que se trabajó fueron brindados por el SENHAMI, obtenidos en la estación meteorológica Sinsicap.

Cuadro 12: Precipitaciones, estación pluviométrica Sinsicap

#### ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE SINSICAP - SINSICAP

Departamento : A LIBERTAD Provincia OTUZCO Distrito : SINSICAP  
 Latitud : 7° 51' 75" Longitud : 78° 45' 18.11" W Altitud : 2315 m.s.n.m.

#### DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	1989	6.00	21.40	13.20	5.10	1.60	1.40	0.00	1.30	4.60	15.30	0.01	0.00	21.40 FEB
2	1990	3.10	10.80	6.80	2.70	0.01	1.20	0.00	0.00	0.90	4.10	12.40	3.20	12.40 NOV
3	1991	1.20	5.90	20.80	7.20	4.40	0.00	0.00	0.00	0.01	5.10	2.20	4.20	20.80 MAR
4	1992	7.90	8.60	13.00	42.90	5.60	5.20	0.01	0.01	4.70	1.20	1.30	1.30	42.90 ABR
5	1993	11.30	37.20	28.10	13.10	2.30	0.01	0.01	0.01	8.20	3.30	9.40	5.70	37.20 FEB
6	1994	23.60	24.10	24.20	15.20	1.80	3.00	0.01	0.00	1.30	1.50	8.80	7.20	24.20 MAR
7	1995	8.20	16.50	7.60	4.10	3.20	2.80	0.80	0.00	0.80	4.00	4.30	11.20	16.50 FEB
8	1996	5.70	35.60	25.10	7.20	0.60	0.00	0.00	0.00	1.80	3.70	2.10	1.90	35.60 FEB
9	1997	4.20	8.70	11.10	21.20	1.30	1.10	0.00	0.00	2.80	3.10	6.30	31.80	31.80 DIC
10	1998	39.70	49.60	64.40	12.40	8.20	31.10	0.00	0.00	1.40	4.40	2.20	4.50	64.40 MAR
11	1999	16.60	53.30	7.80	9.70	14.40	0.60	1.80	0.00	2.40	2.60	1.60	9.40	53.30 FEB
12	2000	12.40	20.50	22.60	16.50	10.40	0.01	0.00	2.20	12.20	1.30	3.20	11.10	22.60 MAR
13	2001	19.40	15.10	47.90	12.40	4.30	2.40	0.00	0.00	5.10	5.70	3.40	2.60	47.90 MAR
14	2002	1.80	63.80	16.40	18.90	0.90	1.00	0.01	0.00	1.90	5.50	7.40	3.70	63.80 FEB
15	2003	5.50	24.70	5.80	10.50	3.90	0.90	0.01	0.00	0.01	1.80	9.60	28.20	28.20 DIC
16	2004	5.10	16.10	6.20	7.70	12.1	0.01	0.01	0.01	0.01	36.70	2.90	4.80	36.70 OCT
17	2005	9.20	14.10	15.70	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	2.10	9.40	15.70 MAR
18	2006	10.80	63.90	19.40	12.10	0.01	2.40	0.01	0.01	1.10	0.08	10.70	13.30	63.90 FEB
19	2007	7.00	13.00	14.40	9.00	12.60	0.00	0.01	0.30	0.30	5.30	10.40	7.60	14.40 FEB
20	2008	16.70	48.00	21.60	14.50	2.20	2.30	0.60	0.80	0.90	6.70	4.90	2.10	48.00 FEB
21	2009	24.40	16.30	24.40	9.40	1.10	0.01	0.80	0.40	0.01	4.50	11.10	4.80	24.40 ENE
22	2010	12.20	49.70	8.70	11.20	7.20	0.20	0.01	0.00	12.40	1.70	4.90	3.50	49.70 FEB
23	2011	11.20	9.80	10.30	15.10	0.80	1.10	0.01	0.01	2.60	1.20	1.70	6.40	15.10 ABR
24	2012	18.60	21.70	25.30	15.80	3.60	5.10	0.00	0.01	2.30	13.90	4.70	7.30	25.30 MAR
25	2013	8.60	12.20	27.90	2.90	3.20	0.01	0.00	0.01	0.00	7.10	0.00	1.50	27.90 MAR
26	2014	7.30	11.20	14.40	5.20	12.90	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	2.80	7.40	14.40 MAR
<b>MAX</b>		<b>39.70</b>	<b>63.90</b>	<b>64.40</b>	<b>42.90</b>	<b>14.40</b>	<b>31.10</b>	<b>1.80</b>	<b>2.20</b>	<b>12.40</b>	<b>36.70</b>	<b>12.40</b>	<b>31.80</b>	<b>64.40 MAR</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>11.45</b>	<b>25.84</b>	<b>19.35</b>	<b>11.91</b>	<b>4.26</b>	<b>2.38</b>	<b>0.16</b>	<b>0.20</b>	<b>2.76</b>	<b>5.58</b>	<b>5.02</b>	<b>7.47</b>	
<b>MINIMO</b>		<b>1.20</b>	<b>5.90</b>	<b>5.80</b>	<b>2.70</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	

Fuente: Elaboración propia, según datos del SANAMHI

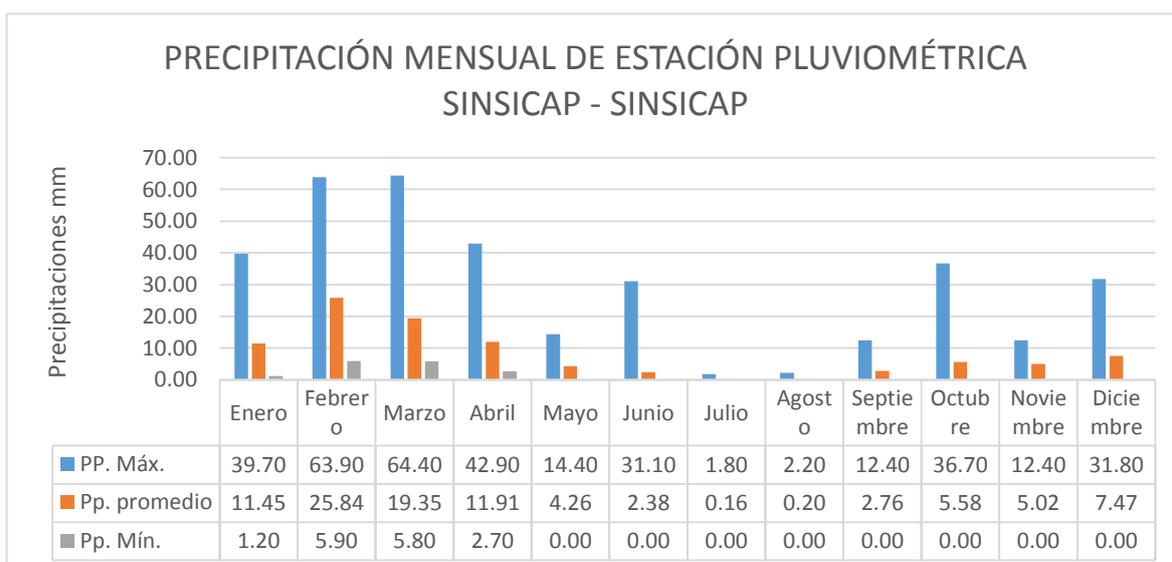


Figura 7: diagrama de precipitación (mm) media mensual

El diagrama de precipitación media mensual muestra la presencia de lluvias de casi todo el año, siendo desde el mes de setiembre a junio las precipitaciones más frecuentes y los meses de menor lluvia e incluso llegando a ser cero en los meses de julio y agosto.

La precipitación pluvial máxima anual que presenta la estación pluviométrica Sinsicap en el área de influencia del proyecto es de 64.40 milímetros como promedio anual

### 3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

La estación pluviométrica Sinsicap es la más cercana a la zona de estudio de la cual se obtuvo la precipitación (mm) máxima en 24 horas

Cuadro 13: Registro de precipitaciones máximas en 24 horas

PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS			
	Año	MES	P máx. (mm)
1	1989	FEB	21.40
2	1990	NOV	12.40
3	1991	MAR	20.80
4	1992	ABR	42.90
5	1993	FEB	37.20
6	1994	MAR	24.20
7	1995	FEB	16.50
8	1996	FEB	35.60
9	1997	DIC	31.80
10	1998	MAR	64.40
11	1999	FEB	53.30
12	2000	MAR	22.60
13	2001	MAR	47.90
14	2002	FEB	63.80
15	2003	DIC	28.20
16	2004	OCT	36.70
17	2005	MAR	15.70
18	2006	FEB	63.90
19	2007	FEB	14.40
20	2008	FEB	48.00
21	2009	ENE	24.40
22	2010	FEB	49.70
23	2011	ABR	15.10
24	2012	MAR	25.30
25	2013	MAR	27.90
26	2014	MAR	14.40
	<b>MAX</b>		<b>64.40</b>

Fuente: Elaboración propia, según datos del SENAMHI

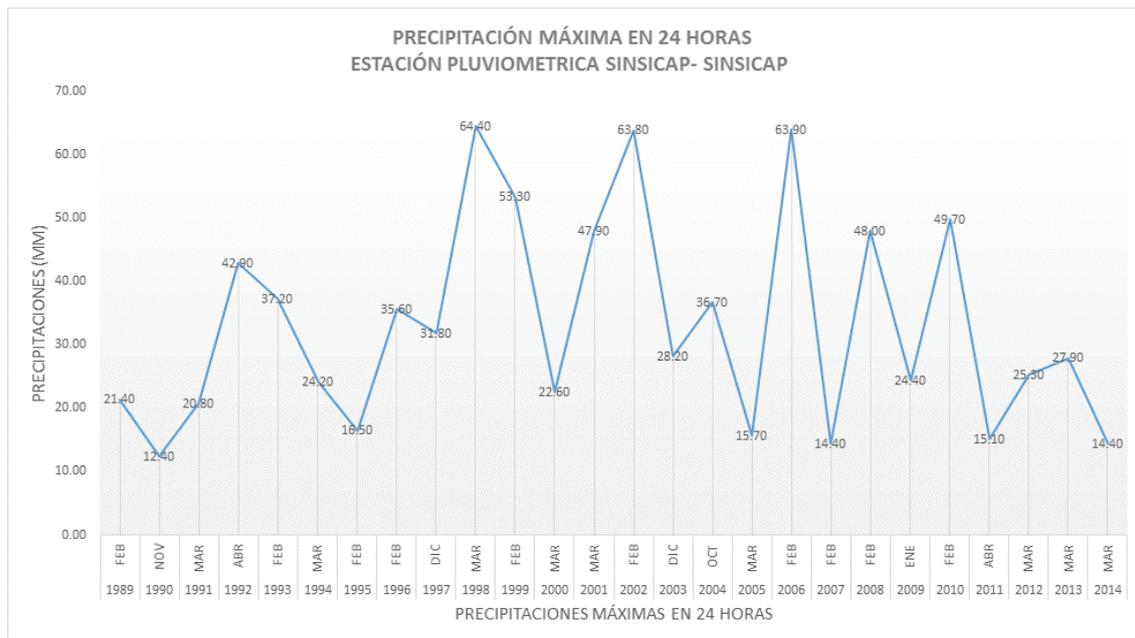


Figura 8: Histograma de precipitación máxima en 24 horas

### 3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

El análisis estadístico, o de frecuencias de precipitaciones, intensidades o caudales máximos se determina mediante la ecuación que más se ajusta en el uso de las 8 distribuciones de probabilidad que brinda el MTC.

#### Distribución Normal:

La función de distribución de probabilidad teórica normal:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2}$$

Donde:

$f(x)$ : función densidad normal de la variable  $x$

$x$ : variable independiente

$\mu$ : parámetro de localización, igual a la media aritmética de  $x$

$S$ : parámetro de escala, igual a la desviación estándar de  $x$

### Distribución Log Normal 2 parámetros:

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{-(x-\bar{x})^2/2s^2} dx$$

Donde:

$\bar{x}$  y S son los parámetros de la distribución.

Los valores de la variable x, deben ser reemplazados por  $y = \log(x)$ , de tal manera que la función puede ser:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

Donde  $\bar{Y}$  es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

Donde:

$S_y$ : Desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

### Distribución Log Normal 3 parámetros:

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-1/2 \left( \frac{\ln(x-x_0) - u}{S_y} \right)^2}$$

Para  $x > x_0$

Donde:

$x_0$ : parámetro de posición

$u$ : parámetro de escala o media

$S_y^2$ : parámetro de forma o varianza

### Distribución Gamma 2 parámetros:

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Donde:

$\gamma$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

### Distribución Gamma 3 parámetros:

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x-x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Donde:

$x_0$ : origen de la variable  $x$ , parámetro de posición

$\gamma$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

### Distribución Log Pearson tipo III:

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Donde:

$x_0$ : parámetro de posición

$\gamma$ : parámetro de forma

$\beta$ : parámetro de escala

### Distribución Gumbel:

Conocida como doble exponencial, tiene la siguiente expresión.

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

$\alpha$ : parámetro de concentración

$\beta$ : parámetro de localización

### Distribución Log Gumbel

La variable aleatoria reducida Log Gumbel, se define de la siguiente forma:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

El cálculo estadístico de caudales máximos se determinó con el software HidroEsta; el análisis que más se ajusta es la distribución LOG NORMAL 3P que presenta mejor resultado de la distribución probabilística (ver cuadro 14)

Cuadro 14: análisis estadísticos de caudales máximos (HidroEsta)

T(AÑOS)	NORMA L	LOG NORMA L 2P	LOG NORMA L 3P	GAMMA 2P	GAMMA 3P	LOG PEARSON TIPO III	GUMBE L	LOG. GUMBEL	DISEÑO
500	80.58	127.48	188.87	97.89	93.23	No se ajusta	105.63	276.42	188.87
200	75.58	109.18	102.25	88.55	85.28		93.82	191.7	102.25
100	71.46	96.08	90.31	81.22	78.95		84.84	145.26	90.31
50	66.96	83.56	78.86	73.62	72.29		75.85	137.08	78.86
25	61.95	71.54	67.84	65.7	65.23		66.79	109.26	67.84
20	60.2	67.76	64.36	63.07	62.84		63.85	83.06	64.36
10	54.2	56.24	53.75	54.53	54.99		54.47	56.91	53.75
5	46.92	44.88	43.23	45.23	46.17		44.91	42.19	43.23
2	33.02	29.16	28.56	30.46	31.27		30.3	26.85	28.56

### Pruebas de bondad de ajuste

Esta prueba permite determinar la distribución que mejor se ajusta en el análisis de datos obtenidos.

Cuadro 15: Resultado de pruebas de bondad

RESULTADO DE LA BONDAD DE AJUSTE DE LAS DISTRIBUCIONES		
DISTRIBUCIÓN	ESTACIÓN SINSICAP	
	AJUS. RELATIVO	AJUS. ABSOLUTO
NORMAL	0.1333	0.2667
LOG. NOR. 2P	0.0928	0.2667
LOG. NOR. 3P	0.092	0.2667
GAMMA 2P	0.094	0.2667
GAMMA 3P	0.09527	0.2667
LOG. PERSO.	No se ajusta	No se ajusta
GUMBEL	0.0972	0.2667
LOG. GUMBEL	0.2667	0.2667
Mejor Ajuste	LogNormal 3 Parámetros	

Determinación de la intensidad de precipitación máxima

Mediante el modelo de Frederich bell se determina las intensidades de máximas en 24 horas, la expresión es la siguiente:

$$P_D^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54D^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

D: Duración (minutos)

T: Periodo de retorno (años)

$P_D^T$  : precipitación en “D” con un periodo de retorno “T”

$P_{60}^{10}$  : precipitación en 60 con un periodo de retorno 10

Para hallar el  $P_{60}^{10}$  se usó la siguiente expresión:

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

Dónde:

I: intensidad máxima dada en mm/h

a: parámetro establecido (0.4602)

b: parámetro establecido (0.876)

$P_{24hr}$ : precipitación máxima en 24 horas en un periodo de 10 años

Quedando como la siguiente expresión:

$$P_{60}^{10} = 0.4602 * (P^{10})^{0.876}$$

Cuadro 16: precipitaciones máximas para diferentes duraciones (D) y periodos (T)

T(AÑOS)	Pp. Máx. 24 horas	Duración (D) en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	188.87	8.47	12.68	15.50	17.68	21.04	27.62
200	102.25	7.58	11.34	13.87	15.82	18.82	24.71
100	90.31	6.90	10.33	12.63	14.41	17.14	22.51
50	78.86	6.23	9.32	11.39	13.00	15.46	20.31
25	67.84	5.55	8.31	10.16	11.59	13.79	18.10
20	64.36	5.33	7.98	9.76	11.13	13.25	17.39
10	53.75	4.66	6.97	8.52	9.72	11.57	15.09
5	43.23	3.98	5.96	7.29	8.31	9.89	12.99
2	28.56	3.09	4.62	5.65	6.45	7.67	10.07

Se realiza la regresión para representar la relación de intensidad, periodo y duración.

Cuadro 17: Datos para la regresión

T(AÑOS)	Pp. Máx. 24 horas	Duración (D) en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500.00	188.87	101.64	76.07	62.00	53.05	42.08	27.62
200.00	102.25	90.92	68.05	55.46	47.45	37.64	24.71
100.00	90.31	82.81	61.98	50.52	43.22	34.28	22.51
50.00	78.86	74.71	55.91	45.57	38.99	30.93	20.31
25.00	67.84	66.60	49.85	40.63	34.76	27.57	18.10
20.00	64.36	63.99	47.89	39.04	33.40	26.49	17.39
10.00	53.75	55.89	41.83	34.09	29.17	23.14	15.09
5.00	43.23	47.78	35.76	29.15	24.94	19.78	12.99
2.00	28.56	37.06	27.74	22.61	19.35	15.34	10.07

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de	0.9936802							
Coefficiente de	0.98740034							
R <sup>2</sup> ajustado	0.986896354							
Error típico	0.025088016							
Observaciones	53							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
Grados de libertad		ma de cuadrados		F		Valor crítico de F		
Regresión	2	2.466249857	1.233124928	1959.180541	3.22828E-48			
Residuos	50	0.031470426	0.000629409					
Total	52	2.497720283						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	1.948752156	0.014685302	132.7008584	2.2421E-65	1.919255859	1.978248452	1.919255859	1.978248452
2.698970004	0.181084722	0.004835813	37.44659381	3.02572E-38	0.171371706	0.190797738	0.171371706	0.190797738
0.698970004	-0.53205294	0.010223046	-52.0444604	3.24363E-45	-0.55258653	-0.51151934	-0.55258653	-0.51151934

Log K =	1.9487522
⇒ K =	88.869381
<b>K =</b>	<b>88.87</b>
<b>m =</b>	<b>0.18</b>
<b>n =</b>	<b>0.53</b>

Figura 9: Resume de regresión(Excel)

### 3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

Se realiza las curvas de intensidad - duración - frecuencia para relacionar la intensidad y duración de lluvia y la frecuencia con la que se presenta, la expresión que relaciona simultáneamente estas tres variables es:

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

Donde:

I : Intensidad máxima (mm/h)

T : periodo de retorno en años

t : duración de precipitación (años)

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

Cuadro18: Cálculo de curvas intensidad - duración – frecuencia

Duración t (min.)	Periodo de Retorno T (años)								
	2	5	10	20	25	50	100	200	500
5	42.90	50.60	57.32	64.94	67.60	76.58	86.76	98.28	115.91
10	29.71	35.04	39.70	44.97	46.81	53.04	60.08	68.07	80.27
15	23.97	28.26	32.02	36.28	37.76	42.78	48.46	54.91	64.75
20	20.58	24.27	27.49	31.15	32.42	36.73	41.61	47.14	55.59
30	16.60	19.57	22.18	25.12	26.15	29.63	33.56	38.02	44.84
60	11.50	13.56	15.36	17.40	18.11	20.52	23.25	26.33	31.06
90	9.27	10.94	12.39	14.03	14.61	16.55	18.75	21.24	25.05
120	7.96	9.39	10.64	12.05	12.54	14.21	16.10	18.24	21.51

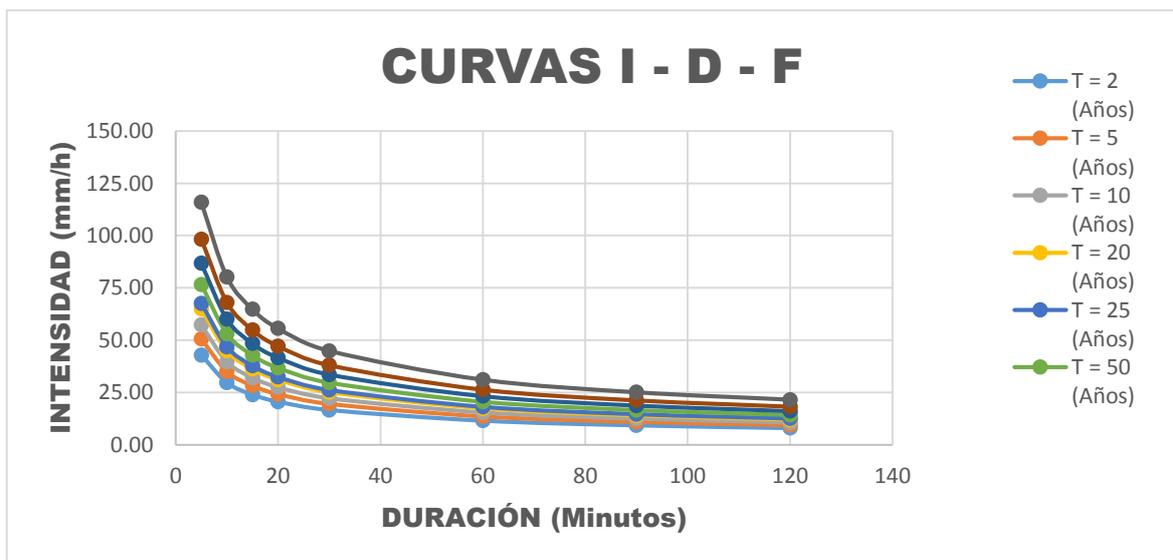


figura 10: Curvas intensidad – Duración \_ Frecuencia para lluvia máxima

### 3.3.2.4.1 Selección del periodo de retorno

El cálculo del periodo de retorno se realizó de acuerdo a criterios y parámetros del manual de hidrología, hidráulica y drenaje; haciendo uso de la siguiente expresión:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Cuadro 19: Periodo de retorno (T)

TIPO DE OBRA DE ARTE	n (vida útil considerada)	R en % (riesgo admisible)	T en años (periodo de retorno)	T (años) considerado en el diseño
Alcantarillas de quebradas importantes y badenes	25 años	0.30	70.59	Badén =70
Alcantarillas de quebradas menores	15 años	0.35	35.32	Alcantarillas =35
Drenaje de plataformas y sub drenes (aliviadero)	15 años	0.40	29.87	Aliviaderos =30
Cunetas				10.00

### 3.3.2.5. Cálculos de caudales

Con el método racional se determinó los caudales máximos de las microcuencas que se ubican en la zona del proyecto, que tienen áreas menores a 10Km<sup>2</sup>; éstos caudales sirven para estimar las dimensiones las obras de drenaje. Se determina con la siguiente expresión:

$$Q = 0,278 CIA$$

Dónde:

Q: Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad máxima

A: Área de cuenca (km<sup>2</sup>)

El coeficiente de escorrentía determinado es de 0.35 debido a las características del área de influencia del terreno (ver cuadro 19), el coeficiente está en función de varios factores, como topografía, uso del suelo, vegetación.

Cuadro 20: coeficiente de escorrentía

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

Fuente: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje

### 3.3.2.6. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración requerido para el recorrido que hace una gota de agua desde el punto más lejano hasta la salida de la microcuenca se calculó mediante la expresión de Kirpich.

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA $t_c$ (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	<p>Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar <math>t_c</math> por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.</p>

Figura 11: tiempo de concentración

Fuente: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje

### 3.3.3. Hidráulica y drenaje

El estudio de las microcuencas hidrológicas se realizó mediante los programas Google Earth, Global Mapper y Civil Metric 3D obteniéndose 5 microcuencas en el tramo de la carretera en estudio.

### 3.3.3.1. Drenaje superficial

Drenaje superficial para evacuar el agua de lluvias y quebradas en la carretera se realiza de dos formas, drenaje transversal y longitudinal

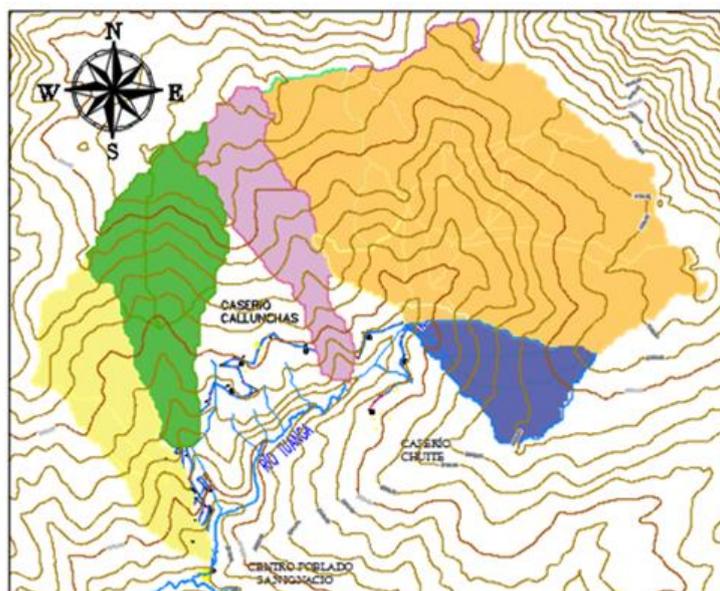


Figura 12: Microcuencas hidrográficas

#### Drenaje transversal de la carretera

Para el drenaje transversal se consideró cuatro alcantarillas y un badén, se determinó una sección hidráulica óptima para el curso libre del agua.

Cuadro 21: características de las microcuencas

Cuenca	Progresiva (Km)	Obra de arte	Tc (min)	T (años)	Imáx (mm/h)	A (Km <sup>2</sup> )	C	Q max(m <sup>3</sup> /s)
1	00+520	Alcantarilla	11	35	47.29	2.4	0.35	11.04
2	04+975	Alcantarilla	11	35	47.29	2.92	0.35	13.44
3	08+390	Alcantarilla	16	35	38.77	1.95	0.35	7.36
4	09+550	Badén	15	70	45.45	7.02	0.35	31.05
5	09+640	Alcantarilla	14	35	41.61	1.72	0.35	6.96

Los caudales máximos se calcularon haciendo uso del método racional

### 3.3.3.2. Diseño de cunetas

La cuneta se construye en un lado o ambos lados de la carretera, su función principal es evacuar las aguas pluviales; las cunetas se diseñaron de sección triangular.

Cuadro 22: Máxima velocidad de agua en cunetas (drenaje longitudinal de carretera)

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

Fuente: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje

De acuerdo al DG-2018 la relación de parámetros para hallar la inclinación máxima de talud (V:H, 1:Z1) está en función a la velocidad de diseño con el IMDA.

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:02	(*)
	1:03	1:03
> 70	1:03	1:04

figura 13: inclinaciones máximas de talud (V:H) interior de cuneta

Fuente: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje

Se definió el valor de talud interior y exterior de cuneta 1:1.5 por tener la velocidad directriz menor a 70 Km/h y un IMDA inferior a 750 veh/día

Cuadro 23: Cálculo de caudales de cunetas

OBRA DE ARTE	PROGRESIVA (Km)		PERIODO T (AÑOS)	PRECIPITACIÓN MÁX. (mm)	PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS			TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (M. Kirpich)	INTENSIDAD (MM/H)	C	Q= C*I*A*/3. 60 (m3/S)
					AREA (Km2)	LONG. (m)	PENDIENTE (m/m)				
CUNETETA 01	Km 00+ 000	Km 00+ 510	10	53.75	0.051	0.51	0.092	0.0291	15.090	0.35	0.075
CUNETETA 02	Km 00+ 510	Km 01+ 000	10	53.75	0.049	0.49	0.092	0.0281	15.090	0.35	0.072
CUNETETA 03	Km 01+ 000	Km 01+ 150	10	53.75	0.015	0.15	0.092	0.0113	15.090	0.35	0.022
CUNETETA 04	Km 01+ 150	Km 02+ 150	10	53.75	0.100	1.00	0.092	0.0487	15.090	0.35	0.147
CUNETETA 05	Km 02+ 150	Km 02+ 800	10	53.75	0.065	0.65	0.092	0.0350	15.090	0.35	0.095
CUNETETA 06	Km 02+ 800	Km 03+ 550	10	53.75	0.075	0.75	0.092	0.0390	15.090	0.35	0.110
CUNETETA 07	Km 03+ 550	Km 04+ 050	10	53.75	0.050	0.50	0.084	0.0296	15.090	0.35	0.073
CUNETETA 08	Km 04+ 050	Km 04+ 960	10	53.75	0.091	0.91	0.084	0.0470	15.090	0.35	0.134
CUNETETA 09	Km 04+ 960	Km 05+ 800	10	53.75	0.084	0.84	0.006	0.1253	15.090	0.35	0.123
CUNETETA 10	Km 05+ 800	Km 06+ 300	10	53.75	0.050	0.50	0.088	0.0292	15.090	0.35	0.073
CUNETETA 11	Km 06+ 300	Km 06+ 760	10	53.75	0.046	0.46	0.037	0.0380	15.090	0.35	0.067
CUNETETA 12	Km 06+ 760	Km 07+ 130	10	53.75	0.037	0.37	0.080	0.0239	15.090	0.35	0.054
CUNETETA 13	Km 07+ 130	Km 07+ 560	10	53.75	0.043	0.43	0.007	0.0707	15.090	0.35	0.063
CUNETETA 14	Km 07+ 560	Km 08+ 360	10	53.75	0.080	0.80	0.017	0.0780	15.090	0.35	0.117
CUNETETA 15	Km 08+ 360	Km 08+ 760	10	53.75	0.040	0.40	0.017	0.0457	15.090	0.35	0.059
CUNETETA 16	Km 08+ 760	Km 09+ 050	10	53.75	0.029	0.29	0.073	0.0206	15.090	0.35	0.043
CUNETETA 17	Km 09+ 050	Km 09+ 520	10	53.75	0.047	0.47	0.063	0.0315	15.090	0.35	0.069
CUNETETA 18	Km 09+ 520	Km 09+ 600	10	53.75	0.008	0.08	0.063	0.0081	15.090	0.35	0.012
CUNETETA 19	Km 09+ 600	Km 09+ 800	10	53.75	0.020	0.20	0.090	0.0143	15.090	0.35	0.029
CUNETETA 20	Km 09+ 800	Km 10+ 060	10	53.75	0.026	0.26	0.090	0.0175	15.090	0.35	0.038
CUNETETA 21	Km 10+ 060	Km 10+ 250	10	53.75	0.019	0.19	0.090	0.0137	15.090	0.35	0.028
CUNETETA 22	Km 10+ 060	Km 10+ 872	10	53.75	0.081	0.81	0.090	0.0419	15.090	0.35	0.119

## Cálculo hidráulico de cunetas

Para el cálculo hidráulico de capacidad de las cunetas se hizo uso de la ecuación de Manning por el principio de flujo en canales abiertos cuya expresión es:

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

Donde:

Q: Caudal (m3/seg)

A: Área de Sección (m2)

P: Perímetro mojado (m)

Rh: A/P Radio Hidráulico (m) es igual al (área de la sección entre el perímetro mojado)

S: Pendiente del fondo (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

Las dimensiones mínimas de las cunetas, se diseñaron según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje, dadas en función de las precipitaciones del tipo de región; las dimensiones usadas fueron de 0.20m de profundidad más 0.1m de borde libre y un ancho de .50m.

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

Cuadro 24: Dimensiones mínimas para cunetas

Fuente: Manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje

El coeficiente de rugosidad de Robert Manning que se usó para el cálculo de cunetas fue de 0.014.

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

Figura 14: Tabla de rugosidad de Manning

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC

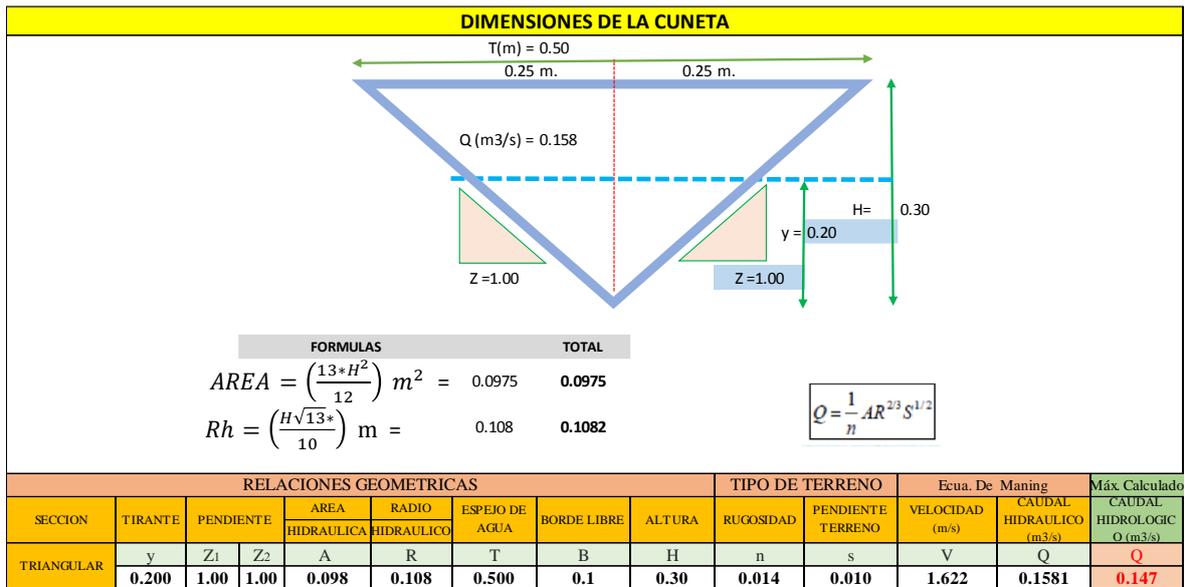


Figura 15: Calculo hidráulico de cuneta

De acuerdo al cálculo obtenido, el caudal hidrológico máximo de cunetas (0.147 m3/seg) es menor al caudal calculado mediante la expresión de Manning (0.158 m3/seg), condición óptima que debe cumplir.

### 3.3.3.3. Diseño de alcantarillas de paso

Las alcantarillas son obras de gran importancia para el drenaje de carreteras, su función principal es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que intercepten en la vía, sus dimensiones están en función al caudal de agua y el arrastre de material donde se intercepta con la carretera, el diseño de alcantarillas de paso tiene sección circular TMC (tubería metálica corrugada).

En éste proyecto se diseñó cuatro alcantarillas de paso

Cuadro 25: Ubicación de alcantarillas de paso

Cuenca	Progresiva (Km)	Obra de arte
1	00+520	Alcantarilla
2	04+975	Alcantarilla
3	08+390	Alcantarilla
4	09+640	Alcantarilla

Cuadro 26: Selección de la función distribución

RESULTADO DE LA BONDAD DE AJUSTE DE LAS DISTRIBUCIONES		
DISTRIBUCIÓN	ESTACIÓN SINSICAP	
	AJUS. RELATIVO	AJUS. ABSOLUTO
NORMAL	0.1333	0.2667
LOG. NOR. 2P	0.0928	0.2667
LOG. NOR. 3P	0.092	0.2667
GAMMA 2P	0.094	0.2667
GAMMA 3P	0.09527	0.2667
LOG. PERSO.	No se ajusta	No se ajusta
GUMBEL	0.0972	0.2667
LOG. GUMBEL	0.2667	0.2667
Mejor Ajuste	LogNormal 3 Parámetros	

Cuadro 27: Parámetros de diseño para hallar la intensidad máxima (la obtención de k, m, n (ver figura 9)

Parámetros para hallar la intensidad maxima	
Log K =	1.9487522
⇒ K =	88.869381
K =	88.87
m =	0.18
n =	0.53

Cuadro 28: criterios de diseño

TIPO DE OBRA DE ARTE	T CONSIDERADO (años)
BADÉN	70.00
Alcantarillas de paso	35.00
Alcantarillas de alivio (aliviadero)	30.00
Cunetas	10.00

Cuadro 29: Tiempo de concentración

MICRO CUENCA	PROGRESIVA	OBRA DE ARTE	LON. CUENCA (m)	S (m/m)	Tc (min) M. Kirpich	Tc (min)
1	00+520	Alcantarilla	1553	0.181	10.765	11.000
2	04+975	Alcantarilla	1796	0.241	10.786	11.000
3	08+390	Alcantarilla	2953	0.248	15.650	16.000
4	09+550	Badén	2745	0.226	15.327	15.000
5	09+640	Alcantarilla	2746	0.296	13.826	14.000

Cuadro 30: Caudal e intensidad máxima de diseño

Cuenca	Progresiva (Km)	Obra de arte	Tc (min)	T (años)	Imax (mm/h)	A (Km2)	C	Q max(m3/s)
1	00+520	Alcantarilla	11.000	35.00	47.29	2.40	0.35	11.04
2	04+975	Alcantarilla	11.000	35.00	47.29	2.92	0.35	13.44
3	08+390	Alcantarilla	16.000	35.00	38.77	1.95	0.35	7.36
4	09+550	Badén	15.000	70.00	45.45	7.02	0.35	31.02
5	09+640	Alcantarilla	14.000	35.00	41.61	1.72	0.35	6.96

Diseño hidráulico de alcantarillas de paso

Para el cálculo de caudal se hizo uso la fórmula de Manning.

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

Donde:

Q: Caudal (m3/seg)

A: Área de Sección (Km2)

Rh: Radio hidráulico de la sección

S: Pendiente

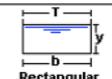
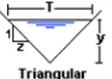
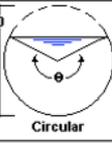
n: Coeficiente de Manning

Cuadro 31: valores de coeficientes de rugosidad (n) Manning

TIPO DE CANAL	Mínimo	Normal	Máximo
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.050	0.080	0.120
Río en planicies de cauce recto sin zonas con piedras y malezas	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrenciosos con piedras	0.035	0.040	0.600

Fuente: Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito-MTC

Se utilizó las siguientes fórmulas para el calculo

Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta-\text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$2/3 Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Se obtuvieron los siguientes resultados para el cálculo de alcantarillas

Cuadro 32: Cálculo del caudal y diámetros de tuberías.

Cuenca	progresiva	Obra proyectada	Q (m <sup>3</sup> /s)	S (m/m)	n	Rh (m)	V (m/s)	A (m <sup>2</sup> )	Pmojado (m)	Radio	D(m)	D (pulg)	D min(pulg)
1	00+520	Alcantarilla	11.043	0.025	0.021	0.558	5.105	2.163	3.875	0.925	1.850	72.848	80
2	04+975	Alcantarilla	13.435	0.025	0.021	0.601	5.361	2.506	4.171	0.996	1.992	78.407	80
3	08+390	Alcantarilla	7.356	0.025	0.021	0.479	4.612	1.595	3.328	0.794	1.589	62.555	72
4	09+640	Alcantarilla	6.964	0.025	0.021	0.470	4.549	1.531	3.260	0.778	1.557	61.284	72

Con los diámetros adoptados se vuelve a calcular la velocidad del flujo de agua, se determinó alcantarillas con diámetros 80” y 72”

**5. PRESENTACION TUBERÍAS DE SECCIÓN CIRCULAR**

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

Figura 16: Diámetros y espesores de tuberías comerciales para alcantarilla

Fuente: Prodac bekaert

Cuadro 33: Cálculo de las velocidades con los diámetros adoptados

Cuenca	progresiva	Obra proyectada	Q (m <sup>3</sup> /s)	S (m/m)	n	Rh (m)	V (m/s)	A (m <sup>2</sup> )	Pmojado (m)	Radio	D(m)	D (pulg)
1	00+520	Alcantarilla	11.043	0.025	0.021	0.613	5.433	2.609	4.256	1.016	2.032	80
2	04+975	Alcantarilla	13.435	0.025	0.021	0.601	5.361	2.506	4.171	0.996	1.992	80
3	08+390	Alcantarilla	7.356	0.025	0.021	0.479	4.612	1.595	3.328	0.794	1.589	72
4	09+640	Alcantarilla	6.964	0.025	0.021	0.470	4.549	1.531	3.260	0.778	1.557	72

Se determinó el cálculo del diámetro medio de los elementos de protección en la salida de las alcantarillas para evitar erosiones o socavones, mediante la fórmula de Laushey que está en función a la velocidad del flujo.

$$d_{50} = \frac{V^2}{(3.1g)}$$

Donde:

d50: Diámetro medio de los elementos de protección (m)

V: Velocidad media del flujo a la salida de la alcantarilla (m/s)

g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Cuadro 34: cálculo del diámetro medio de los elementos de protección

Cuenca	progresiva	Obra proyectada	V (m/s)	d50 (m)
1	00+520	Alcantarilla	5.433	0.97075867
2	04+975	Alcantarilla	5.361	0.94507639
3	08+390	Alcantarilla	4.612	0.69931052
4	09+640	Alcantarilla	4.549	0.68043218

Una medida de disipar energía hidráulica es construir aliviaderos de entrada y salida de la alcantarilla en forma escalonada.

#### 3.3.3.4. Diseño de badén

El diseño se realizó de acuerdo a parámetros del manual de hidrología, hidráulica y drenaje, el material a usar es concreto, con borde libre 0.30m, el cálculo hidráulico se determinó con la expresión de Robert Manning.

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

$$R = A / P$$

el caudal o gasto se calcula mediante la siguiente relación:

$$Q = VA$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning

TIPO DE CANAL		MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
A. CONDUCTO CERRADO CON ESCURRIMIENTO PARCIALMENTE LLENO	A.1. METÁLICOS	a. Bronce Polido 0.009 b. Acero soldado con remaches 0.010 0.013 c. Metal corrugado sub - dren 0.017 0.021 dren para aguas lluvias	0.010 0.012 0.016 0.019 0.024	0.013 0.014 0.017 0.021 0.030
	A.2 NO METÁLICOS	a. Concreto tubo recto y libre de basuras 0.010 0.011 tubo con curvas, conexiones afinado 0.011 0.013 tubo de alcantarillado con cámaras, entradas. 0.012 0.012 Tubo con moldaje de acero. 0.015 Tubo de moldaje madera cepillada 0.015 Tubo con moldaje madera en bruto b. Madera duelas 0.010 0.015 laminada y tratada 0.018 c. Albañilería de piedra. 0.018	0.011 0.013 0.014 0.015 0.013 0.014 0.016 0.017 0.012 0.014 0.017 0.012 0.017 0.025	0.013 0.014 0.014 0.017 0.014 0.016 0.020 0.014 0.020 0.030
B. CANALES REVESTIDOS	B.1 METAL	a. Acero liso sin pintar 0.011 0.012 pintado 0.021 b. Corrugado	0.012 0.013 0.025	0.014 0.017 0.030
	B.2 NO METÁLICO	a. Madera Sin tratamiento 0.010 0.011 Tratada 0.012 Planchas b. Concreto 0.011 afinado con plana 0.015 afinado con fondo de grava 0.014 sin afinar 0.017 excavado en roca de buena calidad 0.022 excavado en roca descompuesta c. Albañilería 0.017 piedra con mortero 0.023 piedra sola	0.012 0.012 0.015 0.013 0.017 0.020 0.027 0.025 0.032	0.014 0.015 0.018 0.015 0.020 0.020 0.030 0.035

Cuadro 35: coeficiente de rugosidad de Manning

Cuadro 36: calculo hidráulico del badén

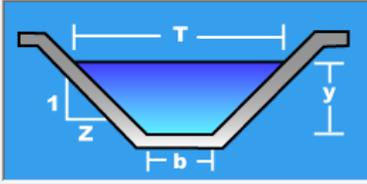
Badén	Progresiva	Q <sub>Hidrológico</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>Hidráulico</sub> (m <sup>3</sup> /s)	S(m/m) Pendiente	n Rugosidad	Borde libre	z	y (m) Tirante	A(m <sup>2</sup> ) Hidráulica	P(m) Mojado	R(m) Hidráulico	V (m/s) Velocidad	L(m) Longitud
1	09+550	31.02	31.65	0.010	0.015	0.30	9	0.52	8.67	21.42	0.41	3.65	22

Cálculo del caudal, sección trapezoidal, rectangular, triangular

Lugar: **CALLUNCHAS - CHUITE** Proyecto: **DISEÑO DE CARRETERA**  
Tramo: **09+550** Revestimiento:

**Datos:**

Tirante (y):  m  
Ancho de solera (b):  m  
Talud (Z):   
Coeficiente de rugosidad (n):   
Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s Velocidad (v):  m/s  
Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup> Perímetro (p):  m  
Radio hidráulico (R):  m Espejo de agua (T):  m  
Número de Froude (F):  Energía específica (E):  m-Kg/Kg  
Tipo de flujo: **Subcrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Figura 17: Cálculo hidráulico del badén con Hcanales

### 3.3.3.5. Consideraciones de aliviadero o alcantarillas de alivio

Cuadro 37: Parámetros hidrológicos de aliviaderos

OBRA DE ARTE	PROGRESIVA (Km)	PERIODO T (AÑOS)	PRECIPITACION (MM)	PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS		
				AREA (Km <sup>2</sup> )	LONG. (m)	PENDIENTE (m/m)
ALIVIADERO 1	Km 00+ 010	30	70.04	0.02000	0.200	0.240
ALIVIADERO 2	Km 00+ 680	30	70.04	0.03200	0.320	0.128
ALIVIADERO 3	Km 01+ 270	30	70.04	0.02680	0.268	0.146
ALIVIADERO 4	Km 01+ 580	30	70.04	0.03440	0.344	0.288
ALIVIADERO 5	Km 03+ 820	30	70.04	0.02250	0.225	0.231
ALIVIADERO 6	Km 04+ 280	30	70.04	0.01570	0.157	0.414
ALIVIADERO 7	Km 05+ 390	30	70.04	0.01760	0.176	0.426
ALIVIADERO 8	Km 05+ 820	30	70.04	0.05140	0.514	0.062
ALIVIADERO 9	Km 06+ 180	30	70.04	0.06780	0.678	0.142
ALIVIADERO 10	Km 07+ 130	30	70.04	0.08200	0.820	0.126
ALIVIADERO 11	Km 07+ 560	30	70.04	0.10500	1.050	0.424
ALIVIADERO 12	Km 08+ 120	30	70.04	0.03670	0.367	0.090
ALIVIADERO 13	Km 08+ 770	30	70.04	0.08670	0.867	0.215
ALIVIADERO 14	Km 09+ 830	30	70.04	0.06530	0.653	0.127
ALIVIADERO 15	Km 10+ 280	30	70.04	0.10230	1.023	0.166

Cuadro 38: Cálculo del caudal hidrológico de aliviaderos

OBRA DE ARTE	PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS			TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (M. Kirpich)	INTENSIDAD (MM/H)	C	Q= C*I*A*/3.60 (m3/S)
	AREA (Km2)	LONG. (m)	PENDIENTE (m/m)				
ALIVIADERO 1	0.020	0.200	0.240	0.010	22.509	0.350	0.044
ALIVIADERO 2	0.032	0.320	0.128	0.018	22.509	0.350	0.070
ALIVIADERO 3	0.027	0.268	0.146	0.015	22.509	0.350	0.059
ALIVIADERO 4	0.034	0.344	0.288	0.014	22.509	0.350	0.075
ALIVIADERO 5	0.023	0.225	0.231	0.011	22.509	0.350	0.049
ALIVIADERO 6	0.016	0.157	0.414	0.007	22.509	0.350	0.034
ALIVIADERO 7	0.018	0.176	0.426	0.007	22.509	0.350	0.039
ALIVIADERO 8	0.051	0.514	0.062	0.034	22.509	0.350	0.112
ALIVIADERO 9	0.068	0.678	0.142	0.031	22.509	0.350	0.148
ALIVIADERO 10	0.082	0.820	0.126	0.037	22.509	0.350	0.179
ALIVIADERO 11	0.105	1.050	0.424	0.028	22.509	0.350	0.230
ALIVIADERO 12	0.037	0.367	0.090	0.023	22.509	0.350	0.080
ALIVIADERO 13	0.087	0.867	0.215	0.032	22.509	0.350	0.190
ALIVIADERO 14	0.065	0.653	0.127	0.031	22.509	0.350	0.143
ALIVIADERO 15	0.102	1.023	0.166	0.040	22.509	0.350	0.224

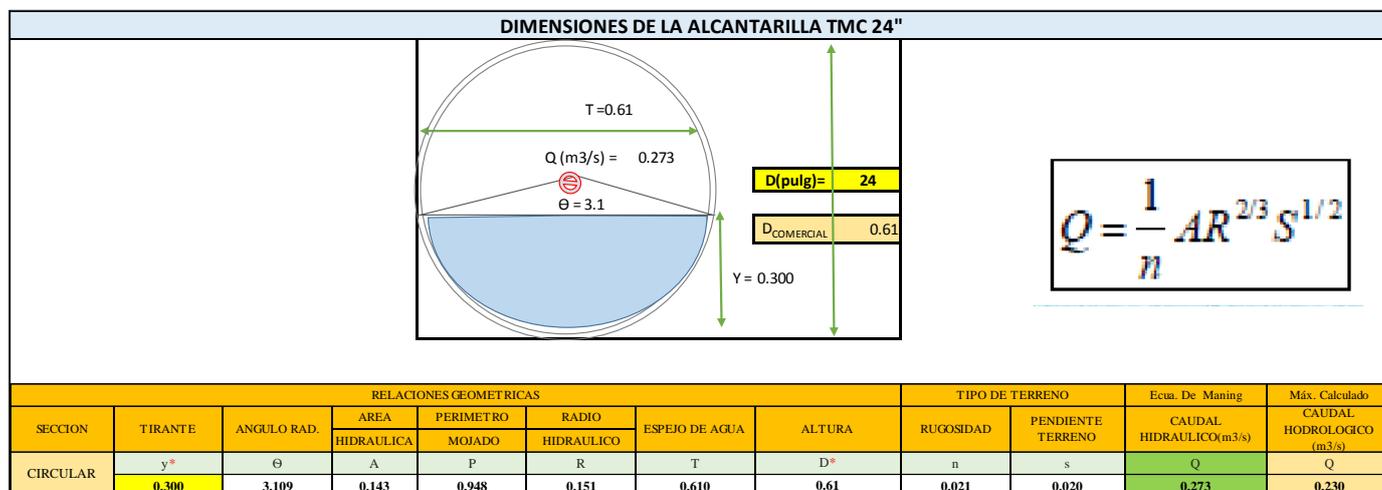


Figura 18: Cálculo hidráulico de la alcantarilla de alivio con mayor caudal hidrológico.

Cuadro 39: Cálculo hidráulico de alcantarillas de alivio

RELACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS ALCANTARILLAS DE ALIVIO										TIPO DE TERRENO		Ecua. De Manning	Máx. Calculado
PROGRESIVA DEL ALIVIADE RO	TIRANTE	DIAMT ERO (pulg.)	DIAMTE RO COMERC IAL (m)	ANGULO RAD.	AREA	PERIME TRO	RADIO	ESPE JO DE AGU A	ALTU RA	RUGOSI DAD	PENDIE NTE TERREN O	CAUDAL HIDRAULICO (m3/s)	CAUDAL HODROLO GICO (m3/s)
					HIDRAU LICA	MOJAD O	HIDRAU LICO						
Km 01+ 010	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.61	0.021	0.020	0.273	0.044
Km 01+ 450	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.070

Km 02+ 180	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.059
Km 02+ 800	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.075
Km 03+ 570	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.049
Km 04+ 060	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.034
Km 05+ 780	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.039
Km 06+ 360	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.112
Km 06+ 760	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.148
Km 07+ 130	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.179
Km 07+ 560	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.230
Km 08+ 120	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.080
Km 08+ 770	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.190
Km 09+ 800	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.143
Km 10+ 550	0.30	24	0.61	3.109	0.143	0.948	0.151	0.610	0.610	0.021	0.020	0.273	0.224

Los diámetros de aliviaderos o alcantarillas de alivio se generalizaron de 24 pulgadas, teniendo un buen desempeño según el cálculo; en el diseño se consideró que el caudal hidráulico sea mayor que el caudal hidrológico para un óptimo diseño de las obras de arte.

### 3.3.4. Resumen de obras de arte

Cuadro 40: Resumen de obras de arte

RESUMEN DE CUNETA TÍPICA DE SECCIÓN TRIÁNGULAR	
DESCRIPCIÓN DE CUNETA	DIMENSIÓN
PROFUNDIDAD	0.30 m
TIRANTE (y)	0.20m
BORDE LIBRE	0.10m
ÁREA HIDRAÚLICA (A)	0.098 m <sup>2</sup>
ESPEJO DE AGUA (T)	0.50 m
RADIO HIDRAÚLICO (Rh)	0.108m

RESUMEN DE ALCANTARILLAS DE PASO		
ALCANTARILLA	PROGRESIVA (Km)	DIAMETRO (Pulg.)
1	00+520	80"
2	04+975	80"
3	08+390	72"
4	09+640	72"

RESUMEN DEL BADÉN SECCION TRAPEZOIDAL	
DESCRIPCIÓN DE BADÉN	DIMENSION
BORDE LIBRE	0.30 m
TIRANTE (y)	0.52m
AREA HIDRAULICA (A)	8.67 m <sup>2</sup>
ESPEJO DE AGUA (T)	21.36 m
PERIMETRO (p)	21.42 m
RADIO HIDRAULICO (Rh)	0.41 m

RESUMEN DE ALCANTARILLA DE ALIVIO	
N° ALCANTARILLA	DIAMETRO (Pulg.)
1 -15	24"

### 3.4. Diseño Geométrico de la carretera

#### 3.4.1. Generalidades

El diseño geométrico del proyecto “Diseño de la carretera a nivel afirmado de San Ignacio – Callunchas – Chuite, Distrito Sinsicap, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad” se realizó de acuerdo a parámetros y requerimientos del DG-2018 y del manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, con soluciones básicas o económicas.

#### 3.4.2. Normatividad

El diseño de la carretera se realizó cumpliendo los parámetros impuestos por la normatividad vigente en el Manual de diseño DG – 2018

#### 3.4.3. Clasificación de las carreteras

##### 3.4.3.1. Clasificación por demanda

Éste proyecto se diseñó como Carretera de Tercera Clase con un IMDA inferior a 400 veh./día con un ancho de calzada de dos carriles de 3.00 m.

##### 3.4.3.2. Clasificación por su orografía

Terreno accidentado (tipo 3):

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales preponderantes están entre 6% y

8%, por lo que requiere movimientos de tierras importantes, razón por la cual presenta dificultades para hacer en el trazo.

El presente estudio tiene una orografía ondulada – accidentada por presentar pendientes elevadas y tener movimiento de tierras de gran magnitud, es terreno accidentado de acuerdo al manual de carreteras DG-2018.

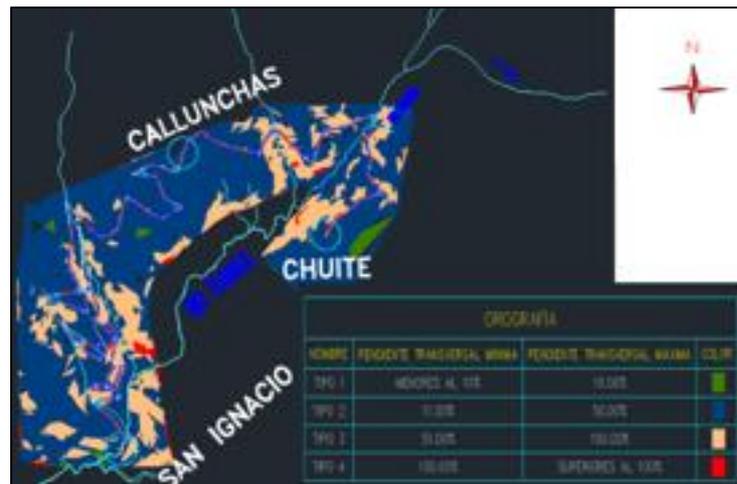


Figura 19: Orografía accidentada de la zona del proyecto

#### 3.4.4. Estudio de tráfico

##### 3.4.4.1. Generalidades

El índice Medio Diario Anual de tránsito (IMDA), es el cálculo del promedio aritmético de la cantidad de vehículos que transitan a diario determinados por un periodo de tiempo en un año, en forma seleccionada de acuerdo al tipo de vehículo que circularán por la carretera San Ignacio-Sinsicap, distrito de Sinsicap, provincia de Otuzco, La Libertad.

El tramo de estudio tiene una longitud de 10 + 895 Km; la tasa de crecimiento vehicular se tomó el 3% según el INEI y que esta entre el rango 2% al 6% recomendado por el MTC; se diseñó el tránsito proyectado para un periodo de vida útil de 10 años.

##### 3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular

El estudio de tránsito se realizó por conteo, al tratarse de un diseño de vía que une al centro poblado San Ignacio que tiene carretera al igual

que el caserío Chuite, se hizo el conteo en el centro poblado por tener mayor tránsito que Chuite.

El conteo vehicular se determinó en el Km 00 + 000. 00 en el centro poblado San Ignacio distrito de Sinsicap; se realizó de acuerdo al tipo de cada vehículo que circulan por la presente vía, el tráfico está compuesto por el tránsito de vehículos como: Autos, Station Wagon, Camioneta Pick Up, Combi, ómnibus B2, camión 2E.

#### 3.4.4.3. Metodología

La metodología para el estudio de tráfico, se llevó acabo de acuerdo al manual de diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

El conteo se realizó en el Km 00+000.00 del centro poblado San Ignacio, contándose la entrada y salida de vehículos durante las 24 horas del día por un lapso de siete días, del 16 al 22 de julio del 2018.

#### 3.4.4.4. Procesamiento de la información

La información fue escrita en un cuadernillo de hojas Word con modelo de cálculo de volumen de tráfico promedio diario de clasificación de vehículos, se insertó a una hoja de cálculo Excel para tener una base de datos y hacer la comparación de la cantidad y tipos de vehículos que pasan por día.

#### 3.4.4.5. Determinación del índice medio diario (IMD)

El IMD es usado para el desarrollo del estudio, también para determinar características de diseño de la vía; se designó como el número de vehículos que transitan en un año dividido en 365 días que tiene el año.

Para la determinación del IMD se recurrió a la expresión otorgada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

$$IMD = \frac{\text{númro de vehiculos durante todo el año}}{365 \text{ días}}$$

#### 3.4.4.6. Determinación del factor de corrección estacional (FCe)

El factor de corrección se estima a partir del tráfico registrado en un año por una estación de peaje más cercana al proyecto, con fines de realizar correcciones en el volumen de tráfico que está en función a varios factores como estaciones del año, clima, cosechas, ferias.

El FCe que se consideró en este proyecto fue de la estación de peaje Chicama del mes de julio (ver anexos) por estar más cerca de la zona del proyecto, los datos son otorgados por el MTC para vehículos ligeros y pesados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 41: Factor de corrección estacional (estación de peaje Chicama)

FCe Vehículos ligeros	0.95249493
FCe Vehículos pesados	0.998616835

Fuente: tablas de MTC (2000 -2010)

#### 3.4.4.7. Resultados del conteo vehicular

Los vehículos que transitan en una semana son un total de 39 unidades, los camiones 2E tiene mayor incidencia con un porcentaje de 36 % con 14 pasadas vehículos/semana.

Cuadro 42: resumen de conteo vehicular

TRÁFICO VEHICULAR				
TIPO	ENTRADA	SALIDA	TOTAL SEMANAL	PORCENTAJE
VEHICULOS LIVIANOS				
AUTO	2	2	4	10%
CAMIONETA	2	2	4	10%
PICK UP	2	2	4	10%
VEHICULOS PESADOS				
BUS 2E	4	4	8	21%
CAMION 2E	7	7	14	36%
CAMION 3E	2	3	5	13%
				100%

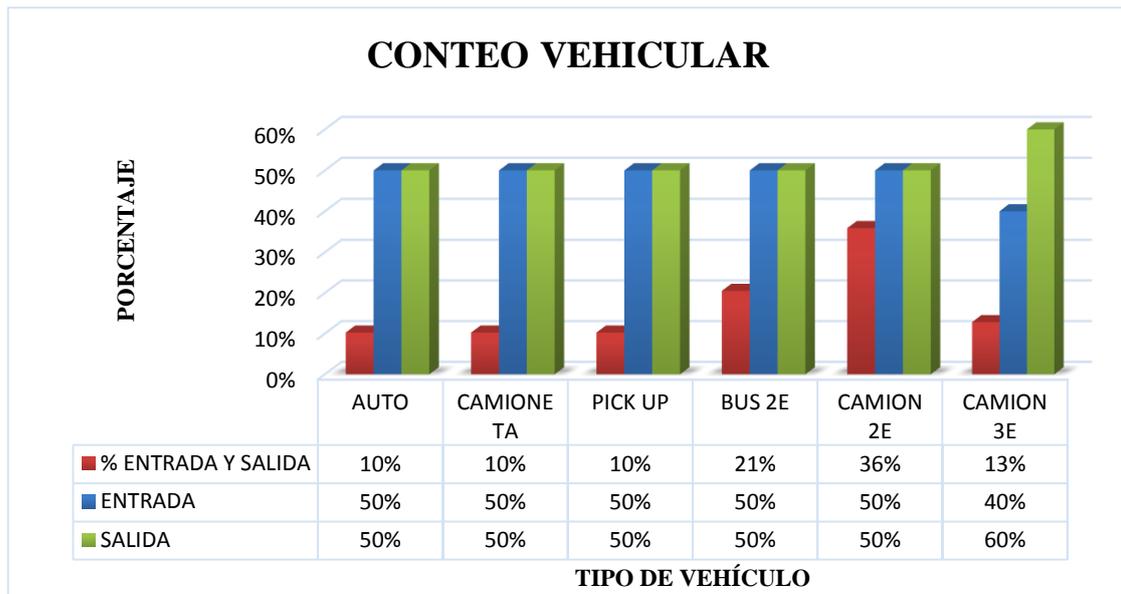


Figura 20: conteo vehicular

#### 3.4.4.8. IMDA de estación

Con los datos obtenidos de la estación, se clasificó y se hizo el conteo de tráfico de vehículos en una hoja de cálculo, los datos se reemplazan en la siguiente expresión:

$$IMDA = IMDs * FCE$$

Donde:

IMDA: Índice Medio Diario Anual

IMDs: índice medio Diario Semanal; se obtiene de la siguiente formula:

$$IMDs = \frac{Vl + Vm + Vmi + Vj + Vv + Vsab + Vdom}{7}$$

FCE: Factor de Corrección estacional.

Donde:

Volumen clasificado de día laboral: (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

Volumen clasificado de sábado : V<sub>sab</sub>

Volumen clasificado de domingo : V<sub>dom</sub>

7: Siete días de la semana

Cuadro 43: IMDA de la estación en campo San Ignacio

TRÁFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHÍCULO					
TIPO DE VEHÍCULO	TOTAL SEMANAL	IMDs	FCe	IMDA	Distribución (%)
AUTOS	4	1.000	0.9524949	1.000	14%
CAMIONETA	4	1.000	0.9524949	1.000	14%
PICK UP	4	1.000	0.9524949	1.000	14%
BUS 2E	8	1.000	0.9986168	1.000	14%
CAMION 2E	14	2.000	0.9986168	2.000	29%
CAMION 3E	5	1.000	0.9986168	1.000	14%
		<b>7.000</b>		<b>7.000</b>	<b>100%</b>

En el cálculo del IMD vehículos se hizo el redondeo a enteros, se determinó que el Índice Medio Diario Anual (IMDA) es de 7 Vehículos/día.

Cuadro 44: IMDA actual por tipo de vehículo

TRAFICO ACTUAL POR TIPO DE VEHICULO		
Tipo de Vehículo	IMDA	Distribución (%)
AUTOS	1.000	14%
CAMIONETA	1.000	14%
PICK UP	1.000	14%
BUS 2E	1.000	14%
CAMION 2E	2.000	29%
CAMION 3E	1.000	14%
<b>IMDA</b>	<b>7.000</b>	<b>100%</b>

#### 3.4.4.9. Proyección de tráfico

Para el diseño de la carretera se obtuvo datos otorgados del INEI, con criterios de crecimientos socioeconómicos normalmente del 2% al 6%.

Para el diseño de proyección de tráfico se usará la tasa de crecimiento anual de la población (para vehículos de pasajeros)  $r = 2.50\%$  y la tasa de crecimiento anual del PBI regional (para vehículos de carga)  $r = 4.10\%$ ; datos otorgados por el INEI; por ser caminos de bajo volumen de tránsito, se usó la siguiente expresión:

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

Donde:

$T_n$  = Tráfico futuro.

$T_0$  = Tráfico actual

$r$  = Tasa anual de crecimiento de tránsito

$n$  = periodo de proyección en años

Cuadro 45: Proyección de tráfico normal

PROYECCIONES DE TRÁFICO NORMAL												
Tipo de Vehículo	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
n° Años	-	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>TRAFICO NORMAL</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>13</b>								
AUTOS	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
CAMIONETA	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
PICK UP	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
BUS 2E	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
CAMION 2E	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
CAMION 3E	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

Se asume que el año 2018 se realizó el diseño, el año 2019 será la construcción y la carretera estará operativa desde el año 2020; dichos datos se usaran para el cálculo de los ejes equivalentes.

#### 3.4.4.10. Tráfico generado.

La proyección de tráfico generado se realizó para 10 años, en base al crecimiento de tránsito vehicular, crecimiento de la población, actividad económica.

Para el cálculo del tráfico generado se consideró el redondeo a más del producto del factor de crecimiento anual y el trafico normal.

Cuadro 46: Tráfico generado

PROYECCIONES DE TRÁFICO GENERADO												
Tipo de Vehículo	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
n° Años		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>TRÁFICO GENERADO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>									
AUTOS			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CAMIONETA			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
PICK UP			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
BUS 2E			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CAMION 2E			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
CAMION 3E			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

### 3.4.4.11. Tráfico total

El tráfico total es la suma del tráfico normal y el tráfico generado, siendo el IMDA para el 2029 un total de 19veh/día

Cuadro 47: índice medio diario 2018 - 2029

PROYECCION DEL TRÁFICO TOTAL												
Tipo de Vehículo	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
n° Años		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AUTOS	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
CAMIONETA	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
PICK UP	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
BUS 2E	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
CAMION 2E	2.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
CAMION 3E	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
<b>IMDA TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>19</b>								

Cuadro 48: índice medio diario del tráfico proyectado al año 2020

IMD Tráfico Proyectado	
Tipo de Vehículo	2020
AUTOS	1
CAMIONETA	1
PICK UP	1
BUS 2E	1
CAMION 2E	2
CAMION 3E	1
<b>IMD TOTAL</b>	<b>7</b>

### 3.4.4.12. Cálculo de ejes equivalentes

El cálculo del EALS (Equivalent Application Load) de diseño se calculó en función a los tipos de vehículos de tránsito índice medio diario del tráfico proyectado al año 2020.

Para la determinación de los ejes equivalentes (EE), se excluyó a los vehículos ligeros por tener poca incidencia de cargas, los EE se hizo con el camión 2E (8.20 toneladas) de diseño mediante la siguiente tabla:

Cuadro 49: Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (EE) para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [ P / 6.6 ]^4$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [ P / 8.2 ]^4$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [ P / 14.8 ]^4$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [ P / 15.1 ]^4$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles+1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [ P / 20.7 ]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [ P / 21.8 ]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” Sección: Suelos y Pavimentos.

Para determinar la relación de ejes equivalentes se hace uso del cuadro 49

Cuadro 50: Relación de cargas por eje

Tipo de Vehículo	CARGA DE EJES DELANTEROS		CARGA DE EJES POSTERIORES		Eje Equivalente (EE8.2 tn)
	P (Ton.)	EE	P (Ton.)	EE	
Bus 2E	7	1.265367	10	2.211794	3.477160
Camión 2E	7	1.265367	10	2.211794	3.477160
Camión 3E	7	1.265367	16	1.260585	2.525952

El número de repeticiones de ejes equivalentes se determina mediante la siguiente expresión:

$$N_{rep} \text{ de EE } 8.2 \text{ ton} = \Sigma[(EE \text{ día-carril}) * (365 \text{ días del año}) * (\text{factor de crecimiento acumulado})]$$

$$EE \text{ día-carril} = (EE) * (\text{Factor direccional}) * (\text{Factor carril})$$

$$EE = (N^{\circ} \text{ de vehículos según tipo}) * (\text{Factor de carga}) * (\text{factor de presión de llantas})$$

Para el cálculo del factor de crecimiento acumulado (FCa) se determinó mediante la siguiente expresión otorgada por el MTC:

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$$\text{Periodo de diseño (n)} = 10 \text{ años}$$

$$\text{Tasa de crecimiento anual (r)} = 11.46\%$$

Cuadro 51: Cálculo de ejes equivalentes (EE)

Tipo de Vehículo	IMD proyectado	Factor carga	Factor de presión	EE
BUS 2E	1	3.477160	1.00	3.48
CAMIÓN 2E	2	3.477160	1.00	6.95
CAMIÓN 3E	1	2.525952	1.00	2.53
				12.96

Cuadro 52: Ejes Equivalentes por día para el carril de diseño (EE día-carril)

Tipo de Vehículo	EE	Factor de dirección	Factor de Carril	EE día-carril
BUS 2E	3.5	0.5	1	1.738580158
CAMIÓN 2E	7.0	0.5	1	3.477160315
CAMIÓN 3E	2.5	0.5	1	1.262975884
				<b>6.478716356</b>

Cuadro 53: Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2t (Nrep de EE 8.2 ton)

EE día-carril	Días del año	FCa	Nrep de EE8.2 ton
6.478716356	365	11.46	27109.00
			2.71E+04

## 3.4.4.13. Clasificación de vehículo

De acuerdo a los parámetros y características según el DG -2018 se determinó el vehículo de diseño, que será el camión 2 ejes con un peso bruto máximo de 17 a 20 toneladas

CONFIGURACION VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE VEHÍCULOS					LONG. MÁXIMA (m)	FACTOR CAMION TIPO C2:
C2						12.3	
Eje Equivalente	$EEs1 = (P/6.6)^{4.0}$	$EEs2 = (P/8.2)^{4.0}$	$EETA1 = (P/14.8)^{4.0}$	$EETA2 = (P/15.1)^{4.0}$	$EETR1 = (P/20.7)^{3.9}$		
EJES	E1	E2	E3	E4	E5		
Carga según Censo	7	10	0	0	0		
Tipo de eje	Eje Simple	Eje simple	eje tandem	eje tandem	eje tandem		
Tipo de rueda	Rueda Simple	Rueda Doble	1 RS + 1RD	2RD	2RD + 1RS		
Peso	7	10	0	0	0		
FACTOR E.E	1.265	2.212	0	0	0	<b>3.477</b>	

Gráfico 21: Clasificación del vehículo de diseño

### 3.4.5. Parámetros básicos para el diseño

#### 3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

En el estudio de tráfico obtenido al 2020 se determinó un IMDA de 7 vehículos por día siendo 3 livianos y 4 pesados.

#### 3.4.5.2. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño depende la orografía de la zona y el tipo de carretera de acuerdo al DG – 2018; se usó la velocidad de 30 km/h.

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

Figura 22: Velocidad directriz

Fuente: Manual de carreteras DG - 2018

#### 3.4.5.3. Radios mínimos

El radio de curvatura ( $R_{mín}$ ) se calculó con la siguiente formula.

$$R_{mín} = \frac{V^2}{127 * (0.01e_{máx} + F_{máx})}$$

Donde:

( $R_{mín}$ ) = El radio mínimo de curvatura

( $e_{máx}$ )= valor máximo del peralte

( $F_{máx}$ ) = factor máximo de fricción

( $V$ ). = velocidad directriz

Se determinó la relación del peralte, radio y velocidad específica de diseño con la siguiente figura:

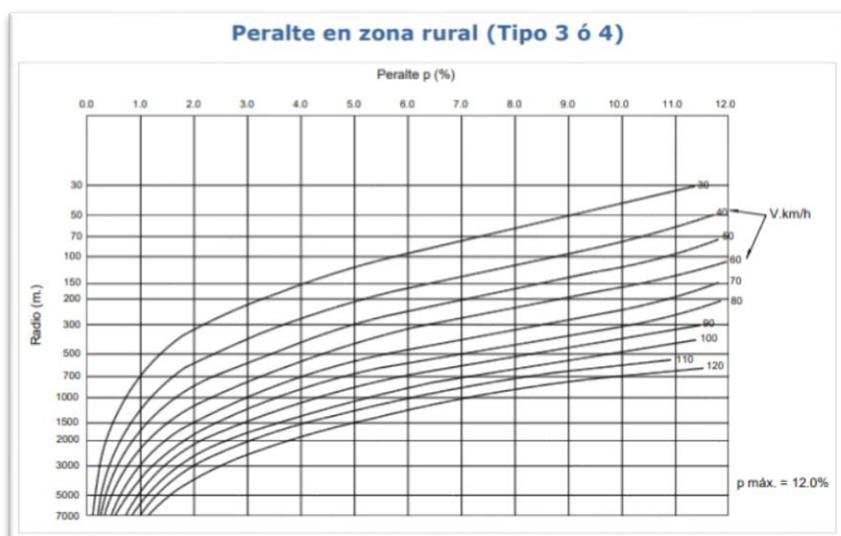


Figura 23: Determinación de peralte

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” DG – 2018, Pág.131.

Cuadro 54: Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad de diseño Km/h	Fmáx
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” DG – 2018, Pág.132.

Cuadro 55: Valores del Radio Mínimo para Velocidades Especificas de Diseño, Peraltes Máximos y Valores Límites de Fricción.

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción fmáx.	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30.00	4.0	0.17	33.75	35
40.00	4.0	0.17	59.99	60
50.00	4.0	0.16	98.43	100
60.00	4.0	0.15	149.19	150
30.00	6.0	0.17	30.81	30
40.00	6.0	0.17	54.78	55
50.00	6.0	0.16	89.48	90
60.00	6.0	0.15	134.98	135
30.00	8.0	0.17	28.35	30
40.00	8.0	0.17	50.39	50
50.00	8.0	0.16	82.02	80

60.00	8.0	0.15	123.25	125
30.00	10.0	0.17	26.25	25
40.00	10.0	0.17	46.66	45
50.00	10.0	0.16	75.71	75
60.00	10.0	0.15	113.39	115
30.00	12.0	0.17	24.44	25
40.00	12.0	0.17	43.44	45
50.00	12.0	0.16	70.30	70
60.00	12.0	0.15	104.99	105

El Proyecto se realizó con los radios mínimos de 25 metros en las curvas horizontales.

#### 3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

El ancho de la calzada en tangente, se determina de acuerdo al servicio requerido tomando como base el nivel de orografía del lugar de diseño. En consecuencia, se conoce el ancho y número de carriles para tener capacidad y niveles de servicio.

Cuadro 56: Anchos Mínimos de la Calzada en Tangente.

		Carretera			
Trafico vehículos/día		< 400			
Orografía		Tercera			
Clase Tipo		1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h				6.00	6.00
40 km/h			6.60	6.60	6.00

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” DG – 2018, Pág.191.

El proyecto se realizó con una calzada de 6.00 metros lineales de ancho en tramos de tangentes.

#### 3.4.5.5. Distancia de visibilidad

La distancia prolongada de visibilidad delante de una carretera es primordial para un conductor que realice las diversas maniobras en actos donde se vea obligado a efectuarlo.

En el diseño se tiene en cuenta distancias de visibilidad de parada y visibilidad de paso o adelantamiento, se consideró en el alineamiento de forma recto y rasante de pendiente uniforme.

#### 3.4.5.6. Distancia de visibilidad de parada.

La distancia mínima requerida para que un vehículo se detenga a la velocidad que viaja, antes generar algún daño a un objeto que se presente en la plataforma de la vía.

La distancia se determina teniendo presente la distancia de percepción más reacción y la longitud de frenado del vehículo.

En cualquier parte de la carretera debe tener una visibilidad mayor a los valores que indica una la tabla 205.01 de la DG-2018.

Cuadro 57: Distancias de Visibilidad de Parada (metros)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente Nula o en bajada			Pendiente en subida		
	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	31	30	29
40	50	50	53	45	44	43
50	66	70	74	61	59	58

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” DG – 2018, Pág.104.

El tiempo de reacción de refrenado es determinado en 2.5 segundos, velocidad de desaceleración de 3.4 m/s<sup>2</sup>.

#### 3.4.5.7. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.

La longitud mínima que debe tener un conductor para sobre pasar a otro que circula a menor velocidad con holgura y seguridad, sin ocasionar dificultad para el conductor que viaja en contra y que se visualiza al empezar el sobrepaso.

Para realizar la maniobra de sobrepaso se deben hacer en el momento de que los vehículos del mismo sentido viajen a 15 km/h y el de sentido contrario viaje a la velocidad de diseño

Cuadro 58: Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO DA (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	65	407	410
70	59	73	482	490
80	65	79	538	540
90	73	85	613	615
100	79	90	670	670
110	85	94	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” DG – 2018, Pág.109

### 3.4.6. Diseño geométrico en planta

#### 3.4.6.1. Generalidades

El alineamiento horizontal, está establecido por alineamientos rectos, curvas circulares y diferente grado de curvatura, que tengan una transición moderada de alineamientos rectos a curvas circulares. También deberá acceder a la operación sin interrumpir la velocidad, tratando de conservar en la mayor longitud de carretera.

Por lo general, la orografía de terreno es un principal elemento de diseño para realizar curvas horizontales, velocidad de diseño y la distancia de visibilidad.

Se consideró en el diseño los tramos en tangente, el diseño de las Curvas circulares, el diseño de las Curvas de transición.

#### 3.4.6.2. Tramos en tangente

La longitud mínima admisible y máxima requerida en los tramos en tangente está en función a la velocidad de diseño y se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 59: Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	191	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” tabla 302.01 DG – 2018, Pág.127.

### 3.4.6.3. Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares son los que lleva un solo radio como arco de circunferencia y unen dos tangentes consecutivas, conformando una proyección horizontal en las curvas reales o espaciales.

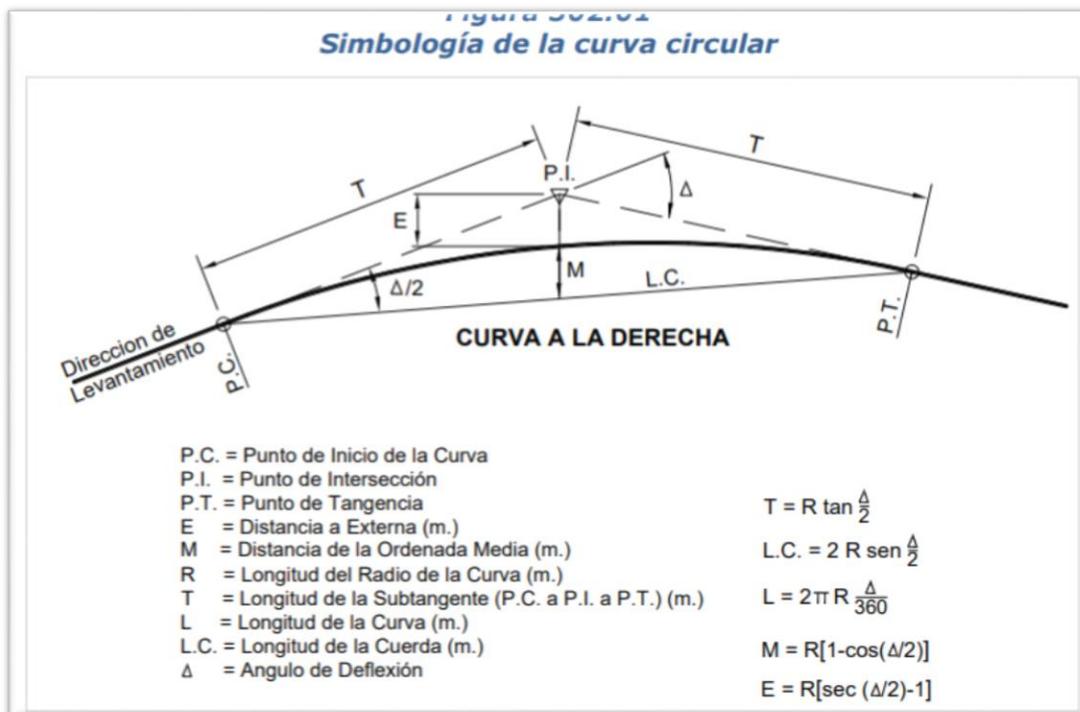


Figura 24: Elementos de curva circular

#### 3.4.6.4. Curvas de transición

Las curvas de transición representan lineamientos helicoidales que evitan las discontinuidades en una curvatura del trazo, por la simple razón de ofrecer eficiencia en seguridad, comodidad y estética.

La finalidad del diseño es pasar de la sección transversal con bombeo eficaz (correspondiente a los tramos en tangente), para lograr mejor longitud de transición, se debe modificar de forma gradual los elementos de diseño en las longitudes de curva provistos de peralte y sobre ancho de curvas.

Cuadro 60: Longitud mínima de curva de transición

VELOCIDAD (km/h)	Radio minimo.(m)	J (m/s <sup>3</sup> )	Peralte max. (%)	Amín (m <sup>2</sup> )	Longitud de transición (L)	
					Calculada m	Redondeada m
30	24	0.5	12	26.2	28.6	30
30	26	0.5	10	27.1	28.2	30
30	28	0.5	8	28.1	28.3	30
30	31	0.5	6	29.2	27.5	30
30	34	0.5	4	30.6	27.5	30
30	37	0.5	2	32.2	28.0	30
40	43	0.5	12	40.2	37.7	40

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” tabla 302.10 DG – 2018

Cuando se realice una curva de transición la longitud mínima no debe ser menor a la longitud calculada ni mayor a la longitud máxima según la tabla 302.10 de la DG – 2018

Para carretera de tercera clase solo se empleará en las curvas de volteo la longitud de transición por presentar menores radios según la siguiente tabla.

Cuadro 61: Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carretera de tercera clase.

Velocidad de diseño Km/h	Radio (metros)
20	24
30	55
40	95
50	150

60	210
----	-----

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” tabla 302.11 B, DG – 2018

En el diseño de la carretera el cálculo para determinar la longitud de curvas de transición de la vía que cuya velocidad de diseño es de 30 km/h, se evaluara con la siguientes formulas.

$$L_{min} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \quad L_{max.} = (24R)^{0.5}$$

Donde:

R: Radio de la curvatura horizontal.

Lmín: Longitud mínima de la curva de transición.

Lmáx: Longitud máxima de la curva de transición en metros

V: Velocidad Directriz en km/h.

Cuadro 62: Longitud de Curvas de Transición de la Carretera Proyectada

VELOCIDAD (km/h)	Radio min. (m)	Longitud de transición (L)		
		Lmín (m)	Lmáx (m)	Adoptada en el diseño (m)
30	35	13.73143	28.98	25

#### 3.4.6.5. Curvas de vuelta

Las curvas de vuelta son las que se proyectan en una ladera, en zonas accidentadas, con el propósito de adquirir una cota mayor, tener en cuenta que debemos evitar sobrepasar las pendientes máximas, y además que no es posible diseñar mediante aliñamientos alternativos. Estos pueden ser paralelas entre sí y divergentes. La orientación de la curva de vuelta terminará definida por los dos arcos de radio interior "Ri" y radio exterior "Re".

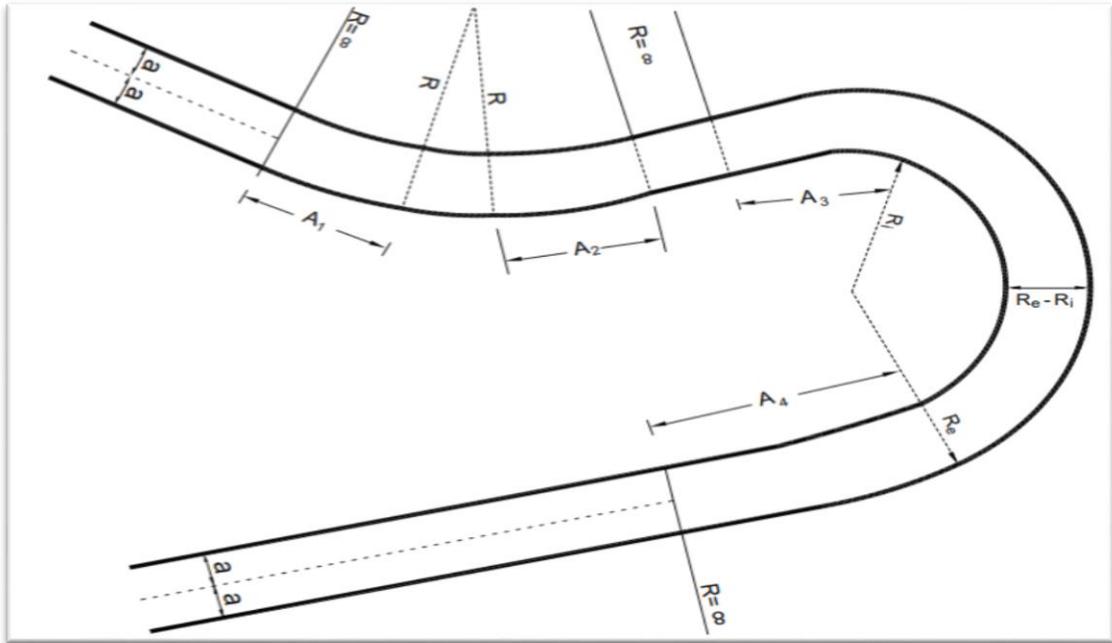


Figura 25: Curva de vuelta

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” figura 312.13, DG – 2018, Pág.151

En el diseño se consideró las curvas de volteo de radios mínimos de 8m y radios máximos de 19m. (ver cuadro 62)

Cuadro 63: Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.

Radio interior Ri (m)	Radio Exterior Mínimo Re (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2 + C2
6.00	14.00	15.75	17.50
7.00	14.50	16.50	18.25
8.00	15.25	17.25	19.00
10.00	16.75*	18.75	20.50
12.00	18.25*	20.50	22.25
15.00	21.00*	23.25	24.75
20.00	26.00*	28.00	29.25

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” tabla 302.12, DG – 2018

Donde:

T2S2 : Un camión semirremolque describiendo la curva de retorno.

El resto del tránsito espera en la alineación recta.

C2 : Un camión de 2 ejes puede describir la curva simultáneamente con un vehículo ligero (automóvil o similar).

C2 + C2: Dos camiones de dos ejes pueden describir la curva simultáneamente

### 3.4.7. Diseño geométrico en perfil

#### 3.4.7.1. Generalidades

El diseño geométrico en perfil son curvas verticales parabólicas, delineada con rectas que representa el inicio de las tangentes; por tanto, en el desarrollo del diseño se va mostrando los niveles de pendiente; si es positiva el alineamiento se va aumentando con las cotas y si es negativa el alineamiento va disminuyendo en las cotas. Cuyo alineamiento no debe modificar ningún parámetro de diseño en el tramo de la carretera.

En general, la zona de diseño nos brinda los elementos de las curvas, si es cóncava o convexa; para verificar la distancia de visibilidad adecuada según la velocidad de diseño.

Consideraciones de diseño.

En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.

Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

En pendientes de bajada, largas y pronunciadas, es conveniente disponer, cuando sea posible, carriles de emergencia que permitan maniobras de frenado.

#### 3.4.7.2. Pendiente

Pendiente mínima

La pendiente en una vía es vital por la simple razón que se necesita evacuar el agua superficial, en cualquier parte de la calzada tenga una pendiente como mínima de 0.5%.

#### Pendiente máxima

Para el diseño de una carretera de tercera clase y superen una altitud superior de 3.000 msnm, las pendientes están en la obligación en reducir en 1% en terrenos accidentados y escarpados.

Cuadro 64: Pendientes máximas (%)

DEMANDA	CARRETERA			
VEHICULOS/DIA	< 400			
CARACTERISTICAS	TERCERA CLASE			
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4
VEL. DE DISEÑO 30veh/día			<b>10.00</b>	10.00

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”

tabla 303.01, DG – 2018, Pág.171

La pendiente máxima usada en éste proyecto es de 9.5%

En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.

En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.

La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2,000 m, no debe superar el 6%.

En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

### 3.4.7.3. Curvas verticales

La pendiente se determinó de acuerdo al manual de carreteras, hacer curva vertical cuando la diferencia de pendientes de entrada y salida sea mayor al 2%

Las curvas verticales parabólicas, son determinadas por su parámetro de curvatura K, que calcula la longitud en metros de la curva en el plano horizontal, con 1% de variación en la pendiente, así:

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

Dónde:

K: Es el parámetro de curvatura

L: Es la longitud de curva vertical

A: Es el valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

#### Tipos de curvas verticales

Se clasifican por su forma: como curvas convexas y cóncavas y por su proporción entre sus ramas son simétricas y asimétricas.

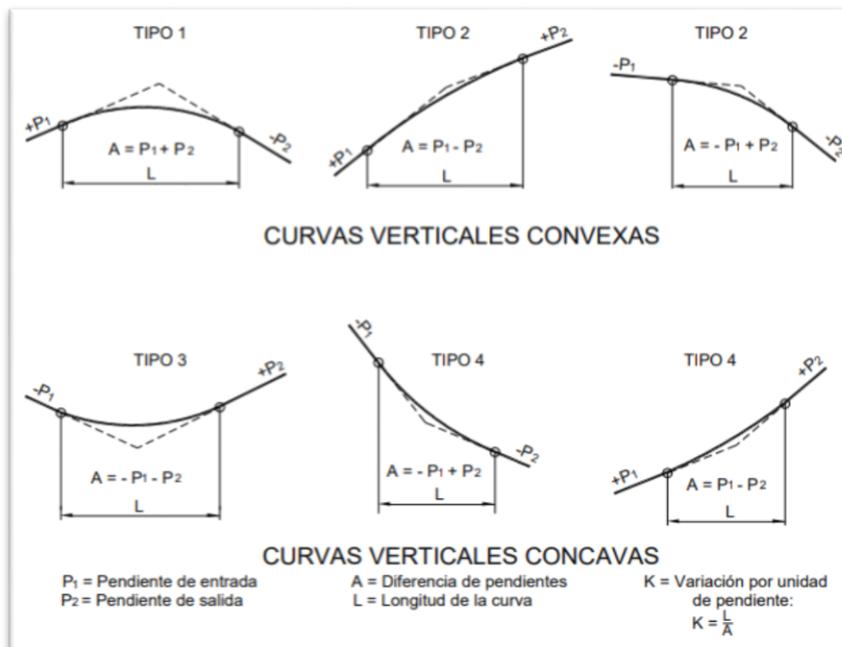


Figura 26: Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” figura 303.02, DG – 2018, Pág.175

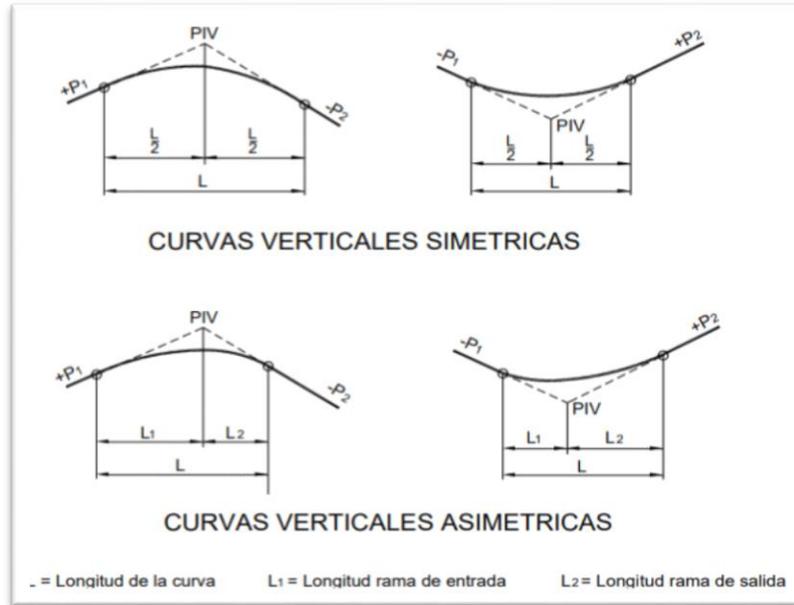


Figura 27: Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” figura 303.03, DG – 2018, Pág.175

Longitud de las curvas convexas.

Cuadro 65: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 303.02, DG – 2018, Pág.180

### Longitud de las curvas cóncavas.

Cuadro 66: Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 303.03, DG – 2018, Pág.180

### 3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

#### 3.4.8.1. Generalidades

La sección transversal es la combinación de los elementos distintos que la constituyen, lo más importante de la sección transversal, ya que es la zona destinada a la cara de rodadura o calzada, cuyos parámetros deben cumplir con la exactitud las dimensiones de bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios.

#### 3.4.8.2. Calzada

Parte de la superficie de rodadura más importante para la circulación de vehículos conformada por uno o dos carriles. Los anchos de carril que se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m; por ende, en carreteras de calzada única se realizara dos carriles por calzada.

El ancho de la calzada en tangente, se define se acuerdo al nivel del servicio que brindara al finalizar el período de diseño.

Cuadro 67: Anchos mínimos de calzada en tangente

DEMANDA	CARRETERA			
VEHICULOS/DIA	< 400			
CARACTERISTICAS	TERCERA CLASE			
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4
VEL. DE DISEÑO 30 veh/dia			6.00	6.00
VEL. DE DISEÑO 40 veh/dia	6.60	6.60	6.00	

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 304.01, DG – 2018, Pág.191

De acuerdo al DG-2018 se determinó una calzada de 6.00 metros de ancho.

### 3.4.8.3. Bermas

Un área longitudinal, que esta paralela y adyacente superficie de rodadura de la carretera, que aísla a la capa de rodadura y sirve como zona de seguridad para estacionar vehículos y hacer una maniobra, si se sale de la calzada en caso de algún suceso o necesidad. El ancho de berma utilizado de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 68: Ancho de bermas

DEMANDA	CARRETERA			
VEHICULOS/DIA	< 400			
CARACTERISTICAS	TERCERA CLASE			
TIPO DE OROGRAFIA	1	2	3	4
VEL. DE DISEÑO 30 veh/dia			0.50	0.50
VEL. DE DISEÑO 40 veh/dia	1.20	0.90	0.50	

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 304.02, DG – 2018, Pág.193

Cuadro 69: pendientes transversales mínimas en bermas

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

Fuente: Manual de Carreteras DG-2018

### 3.4.8.4. Bombeo

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

Cuadro 70: Valores del bombeo de la calzada

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico	2	0.6
Tratamiento superficial	2.5	1.9
Afirmado	3.0 - 3.5	3.0 - 4.0

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 304.03, DG – 2018

La superficie de rodadura tendrá un bombeo del 3.5% para evacuar las aguas superficiales.

#### 3.4.8.5. Peralte

El peralte es vital en una curva ya que su inclinación cumple una función importante de contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo en circulación.

Valores del peralte (máximos y mínimos).

Las curvas horizontales tienen que ser peraltadas, con excepción de los valores establecidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 71: Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 304.04, DG – 2018, Pág.196

El siguiente cuadro nos indica los peraltes máximos.

Cuadro 72: Valores de peralte máximo

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

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico” Tabla 304.05, DG – 2018, Pág.196

El proyecto considera un valor de peralte máximo de 12%

### 3.4.8.6. Taludes

El talud es la base principal de una carretera totalmente nueva o en mantenimiento, debido a que se diseñara de acuerdo a la inclinación requerida del terreno; puede haber zonas de corte o de relleno. Su altura, inclinación y otros detalles de diseño, se definen en función al estudio de mecánica de suelos y cumplir eficientemente la estabilidad de los taludes.

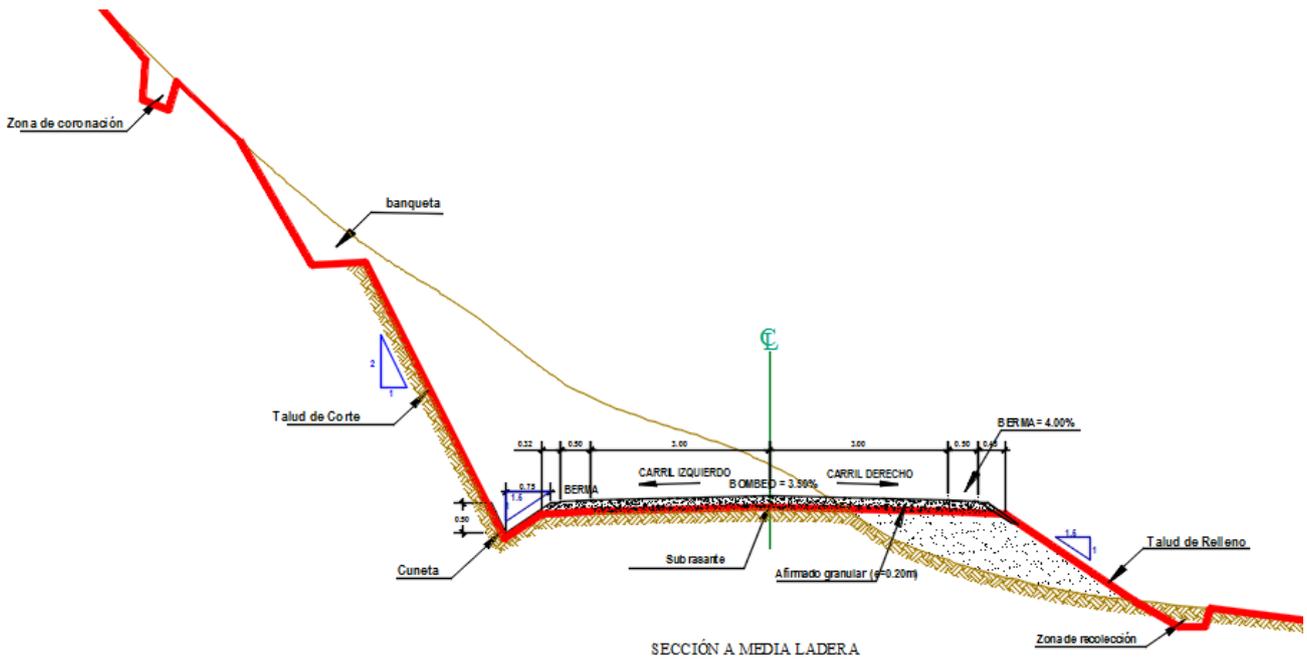


Figura 28: Sección transversal típica en tangente

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

Figura 29: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)

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

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Figura 30: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

Fuente: Manual de Carreteras “Diseño Geométrico

Para el proyecto se utilizara un talud de corte de 1:1 (H:V) y un talud de relleno de 1:1.5 (V:H)

#### 3.4.8.7. Cunetas

Son canales que sirven especialmente para evacuar el agua superficial que escurren de plataforma, taludes y áreas alrededor; cuyo fin en proteger la carretera. Su sección es triangular sin revestir por la coyuntura de diseño, su pendiente es de 0.5% por ser sin revestir y sus dimensiones se determinan de acuerdo con la pendiente, intensidad de precipitación, área de drenaje y la compostura de suelo.

Las cunetas cuya sección triangular es 0.50m de alto medido desde el vértice por 1.20 de tirante, tendrá un talud interior de 1:2 y un talud exterior de 1.5:1

#### 3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

Cuadro 73: Cuadro Resumen de Consideraciones Geométricas

Características técnica	Consideración geométrica
Categoría de la Vía	Tercera clase
Características	Carretera de 2 carriles
Orografía	Tipo 3
Velocidad directriz (diseño)	Vd = 30 km/h
Velocidad máxima	Vmp = 30 km/h
Superficie de rodadura	Afirmado
Ancho de la calzada	6.00 m
Bermas	0.50 m
Pendiente berma	4.00%
Bombeo	3.50%
Talud de terraplenes (V:H)	1.5:1
Talud de corte (H:V)	1:1.2
Cuneta triangular	0.20 x 0.50 m

Radio mínimo en curvas horizontales	25 m
Pendiente máxima	10.00%
Pendiente mínima	0.50%
Vehículo tipo	Camión 2 ejes (C2)
Peralte máximo	12%
Derecho de vía	Mínimo 15 m

### 3.4.10. Diseño de afirmado

#### 3.4.10.1. Generalidades

Las vías construidas con material afirmado, están compuestas por capas superiores a la sub rasante natural de la superficie de rodadura y son disponibles solo para carreteras de bajo de tránsito y número de repeticiones de Ejes Equivalentes constituidos a un periodo 10 años debe llegar hasta 300,000 EE. Los materiales de cantera deben ser dosificados naturalmente por zarandeo, combinado entre sí como piedra, arena y finos y arcillas cuyo tamaño debe de ser de 25 mm como máximo.

En éste proyecto se utilizará material de gravas naturales de la cantera “El Huayco”. Según el estudio de mecánica de suelos realizado para el Proyecto: Diseño de la Carretera a Nivel de Afirmado de San Ignacio - Callunchas - Chuite, Distrito Sinsicap, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad; será utilizado solo para el área de trabajo del proyecto en mención la cual se esparcirá en el área de trabajo según los Kilómetros, por consiguiente, de ninguna manera se utilizará como referencia para otros proyectos a fines.

#### 3.4.10.2. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Según el Manual de Carreteras Suelos y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones brinda parámetros de CBR para sub rasante.

Cuadro 74: Parámetros de sub rasante.

Clase de Sub rasante	CBR
S0:Sub rasante inadecuada	De CBR < 03%
S1:Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 03% A CBR < 06%
S2:Sub rasante regular	De CBR ≥ 06% A CBR < 10%

S3:Sub rasante buena	De CBR $\geq$ 10% A CBR < 20%
S4:Sub rasante muy buena	De CBR $\geq$ 20% A CBR < 30%
S5:Sub rasante excelente	De CBR $\geq$ 30%

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014, Sección Suelos y Pavimentos.

El estudio de mecánica de suelos de las muestras para la sub rasante de este estudio arrojó un CBR mínimo de **12.25%** al 95% de su máxima densidad seca, siendo una sub rasante buena que está entre el rango 10% y 20% (ver cuadro 74)

Cuadro 75: CBR de diseño al 95%.

Número de Calicatas	CBR diseño al 95%
C – 01	17.11
C – 04	16.9
C – 07	14.47
C – 10	12.25

El resultado de los análisis de cantera para el material de afirmado es óptimo de acuerdo a parámetros establecido en el manual de carreteras, suelos y pavimentos. El análisis determinó un C.B.R. de **118.37%** al 100% de máxima densidad seca (ver figura 31)

Para Carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo Volumen de Tránsito; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
Para Carreteras de Primera Clase, Carreteras Duales o Multicamión, Autopistas; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $> 10 \times 10^6$	Mínimo 100%

Figura 31: valor de soporte CBR

Fuente: Manual de suelos geotecnia y pavimentos

### 3.4.10.3. Datos del estudio de tráfico

Para el diseño del afirmado se obtuvo los siguientes datos:

IMDA (total en ambos sentidos)	: 7
Vehículos pesados (carril de diseño)	: 4
Nrep de EE8.2 ton	: 27109.00 (2.71E+04)

Cuadro 76: Tráfico proyectado por tipo de vehículo

Tipo de Vehículo	IMDA (2020)
AUTOS	1
CAMIONETA	1
PICK UP	1
BUS 2E	1
CAMION 2E	2
CAMION 3E	1
IMD TOTAL	7

#### 3.4.10.4. Espesor de afirmado

##### Espesor de afirmado

Se calculó el espesor de la capa de afirmado mediante la ecuación de NAASRA, (National Association of Australian State Road Authorities, que relaciona el valor soporte del suelo (CBR) y la sobre carga actuante en el afirmado, expresada en número de repeticiones de EE:

$$e = [219 - 211 * (\log\text{CBR}) + 58 * (\log\text{CBR})^2] * \log\left(\frac{\text{Nrep.}}{120}\right)$$

Dónde:

e : espesor de la capa de afirmado en mm

CBR : valores del CBR de la sub rasante (12.25).

Nrep : número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

e =	137 mm
-----	--------

CBR %	EE	Tnp1	Tnp2	Tnp3	Tnp4	Afirmado
		< 25,000	25,001-75,000	75,001-150,000	150,001-300,000	
CBR < 6%						
6% < CBR < 10%						
10% < CBR < 20%						
	12% - 20%					

Figura 31: Catálogo de espesor de afirmado

Fuente: Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos.

Para determinar el espesor de afirmado se comparó el resultado de la ecuación de NAASRA haciendo uso del menor CBR (12,25) obteniéndose un resultado de 137mm y el catálogo de espesor de afirmado (ver figura 32), optándose por un espesor de 0.20m por tener el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas (Nrep de EE8.2 ton) igual a 27 109.00, que está entre el rango 25 001 y 75 000.

#### Tipo de Afirmado.

Corresponde a un material de cantera granular o grava seleccionada por zarandeo, presenta un índice de plasticidad hasta 9. Según el manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito brinda características que deberá cumplir la mezcla o tipo de material

(piedra, arena y finos o arcillas) para el tipo de tráfico (T0, T1, T2, T3 y T4) para un IMD proyectado menor de 50 vehí/día.

Este proyecto tiene un tipo de trafico T1 con un IMD proyectado de 7 vehí/día.

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 ( ⅜" )		40 – 75	45 – 80	65 – 100
4.75 mm ( Nº 4 )	20 - 50	30 – 60	30 – 65	50 – 85
2.36 mm ( Nº 8 )				
2.0 mm ( Nº 10 )		20 – 45	22 – 52	33 – 67
4.25 um ( Nº 40 )		15 – 30	15 – 35	20 – 45
75 um ( Nº 200 )	4 - 12	5 – 15	5 – 20	5 – 20
Índice de Plasticidad	4 – 9	4 - 9	4 – 9	4 - 9

Figura 32: Gradación de material de afirmado

Fuente: Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito.

El afirmado tendrá los requerimientos correspondientes a la mezcla de afirmado tipo 1 (T1), grava triturada, arena gruesa y una pequeña proporción de arcilla para actuar como material ligante.

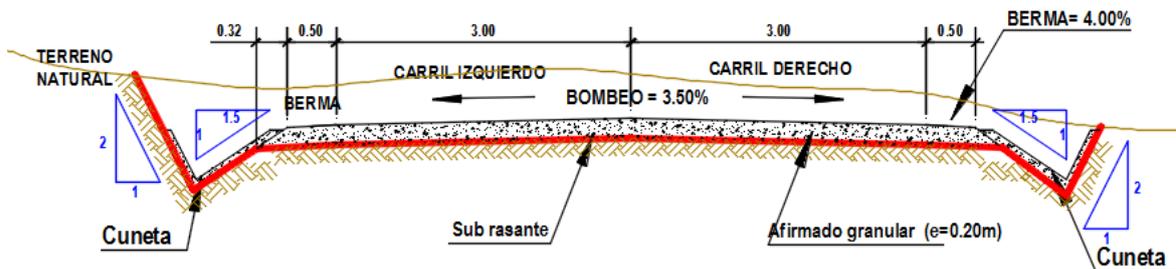


Figura 33: Detalles de sección, espesor de afirmado (0.20 metros)

### Características de los Materiales

El material para el afirmado será de la cantera “El Huayco”, se ubica a 4 km del centro poblado San Ignacio, distrito de Sinsicap.

El porcentaje, dosificación, tamaños, tipos, proporciones del material (grava, arena, finos) se realizó de acuerdo a parámetros del manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos tales como:

Baja permeabilidad

Propiedades Cohesivas

Buena capacidad de distribución de esfuerzos

Resistencia al deslizamiento

Estabilidad en condiciones seca y húmeda

Facilidad para su conformación y compactación

Brindar una superficie lisa (baja rugosidad)

Resistencia a la pérdida de grava y a la erosión

#### 3.4.11. Señalización

##### 3.4.11.1. Generalidades

El manual de “Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras” utiliza los dispositivos necesarios para el control de tránsito, por el cual se incorporó éstos parámetros en el actual diseño como: su clasificación, funcionalidad, tamaño, color, formas y otros, a utilizarse en esta vía rural.

La vía debe tener las características que combinen de tal forma que el conductor tenga una buena atención del dispositivo, tamaño, contraste, color, forma e iluminación que se aprecien en el día y la noche de igual magnitud, para su localización y tener el tiempo suficiente de visualización y reacción para hacer cualquier maniobra en el tránsito.

##### 3.4.11.2. Requisitos

Los dispositivos siempre deben estar ubicados a la derecha de la carretera donde sea visible y facilite la constatación e interpretación visual a favor del usuario considerando la velocidad de diseño de la carretera siendo esta la máxima. Deben ser instalados donde se expongan y den mayor capacidad visual, cognitiva y psicomotora, brindando a éstos, el tiempo y facilidad para identificarlos, leerlos,

entenderlos, para que resuelva con eficiencia la maniobra de cualquier actividad peligrosa.

### 3.4.11.3. Señales verticales

Los dispositivos verticales se instalan en un lado de la vía, su finalidad principal es reglamentar el tránsito, mediante información de palabras o símbolos que se establece en el manual de señales del MTC.

Las señales verticales se clasifican en tres grupos para cumplir diversas funciones como: Señales Reguladoras, señales de Prevención y señales de Información

#### Señales Reguladoras o reglamentarias

Su finalidad es notificar a los usuarios de las vías sobre las restricciones, obligaciones, prohibiciones. Si los conductores no los cumplen pueden ser multados.

#### Señales de Prevención

Tiene como función advertir a los usuarios sobre riesgos, situaciones imprevistas en la carretera como: cruceo peatonal, zona escolar, entradas de curvas.

La distancia de la señal preventiva al lugar de peligro está en función a la velocidad de operación, el MTC brinda el siguiente cuadro:

Límite de velocidad o 85% de velocidad	Distancias de ubicación anticipada en metros (m)												
	Condición "A" Reducción de velocidad y cambio de carriles en tráfico pesado	Condición "B" reducción de velocidad a la especificada para la condición*											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
30	60 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-	-
40	100 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-
50	150 m	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-	-
60	180 m	30	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-	-
70	220 m	50	40	30	N/A**	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-	-	-
80	260 m	80	60	55	50	40	30	N/A**	N/A**	-	-	-	-
90	310 m	110	90	80	70	60	40	N/A**	N/A**	N/A**	-	-	-
100	350 m	130	120	115	110	100	90	70	60	40	N/A**	-	-
110	380 m	170	160	150	140	130	120	110	90	70	50	N/A**	-
120	420 m	200	190	185	180	170	160	140	130	110	90	60	40
130	460 m	230	230	230	220	210	200	180	170	150	120	100	70

Figura 34: distancias de ubicación de señales preventivas

Fuente: manual de señalización MTC

Para el diseño el diseño del proyecto se tendrá en cuenta que la señal preventiva en curvas se puede instalar hasta 30 m antes de la curva, considerando que tengan una distancia mínima de 30 m de otras señales; la distancia de lectura es de 60 m.

El tamaño de la señal preventiva está en función a la velocidad de operación.

#### Señales de Información

Su función es brindar información sobre localización, lugares de destinos, zonas turísticas, distancias a centros poblados, servicios, kilometraje de ruta, nombre de calles.

#### 3.4.11.4. Colocación de las señales

La colocación de señales se ubica en la parte derecha de la línea de conducción con las dimensiones y tiempo eficientes que el usuario adquiera la información y hacer cualquier maniobra antes de cualquier suceso o en algunos casos excepcionales ira por aparte izquierda.

Ubicación longitudinal. - Es la dimensión necesaria que el usuario debe tener para no tener inconvenientes en su traslado a una velocidad máxima permitida del diseño de la vía, lo más esencial que tenga percepción y reacción en un tiempo adecuado para realizar las acciones de operación y debe cumplir con lo siguiente:

Indicar el inicio o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señal debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.

Advertir o informar sobre condiciones de la vía o de acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

La ubicación longitudinal de la señal, está en función a las siguientes distancias que se indican a continuación:

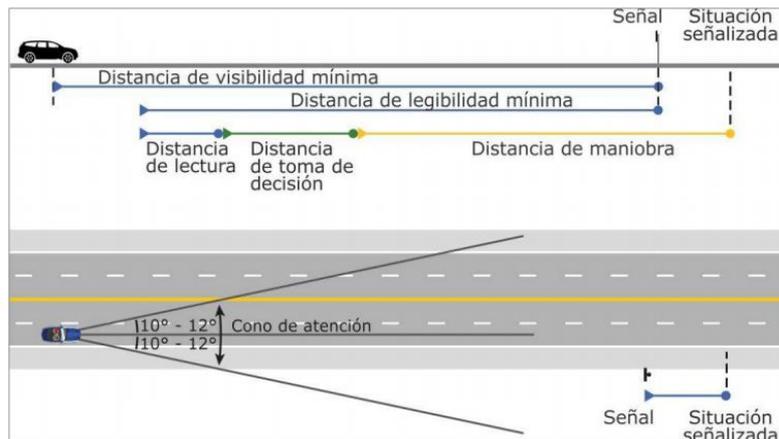


Figura 35: Ubicación lateral

Es fundamental en parte la colocación de dispositivos en este lado derecho de la vía.

Para el diseño de éste proyecto la distancia entre el borde de la calzada y el borde de la señal, tendrá como mínimo 1.20 m y máximo 3.00 m.

Alta es importante tener en consideración factores que evitan la visibilidad.

La señal en zonas rurales se colocará a una altura mínima de 1,50 m. con respecto al nivel de superficie de rodadura y en casos que se coloque más de una señal en el mismo lugar, la altura más baja será de 1.50 m.

La señal en zona urbana tendrá una altura mínima de 2.10 m entre el borde inferior de la señal y la vereda.

El soporte de la señal será de tubos de fierro redondos o cuadrados, los postes de las señales de prevención serán pintados de franjas horizontales de color blanco y negro, los postes de las señales informativas serán pintados de serán de pintados de color gris.

#### 3.4.11.5. Hitos kilométricos

Es un dispositivo vertical que indica el kilometraje de una vía, desde el inicio a fin del destino y por lo general se clasifican por dos tipos como:

Mojón: es una roca de granito en la cual se inserta en las vías para informar la distancia y punto de inicio.

Hito kilométrico: es de metal o de concreto que se incluye en una carretera y en el indica en kilometraje de recorrido.

#### 3.4.11.6. Señalización horizontal

Está conformada por las demarcaciones de vías; formadas por líneas, símbolos, flechas, objetos, y letras pintadas sobre la superficie de rodadura del pavimento. Con el propósito de regularizar el tránsito vehicular.

Para el proyecto no se utilizará la señalización horizontal debido a que la carretera será a nivel de afirmado.

#### 3.4.11.7. Señales en el proyecto de investigación

Para este presente proyecto se requiere establecer una apropiada señalización para la carretera, las señales requeridas se muestran con mayor detalle en los planos según su escala. Además, cumpla con uniformizar las dimensiones, los diseños, los símbolos, los caracteres y colores.

#### Señales Reguladoras

Son las que regulan el derecho de paso preferencial, y son las dos siguientes:

(R-16) Señal de prohibido adelantar

(R-30) Señal velocidad máxima (30km/h)



Figura 36: Señales reglamentarias

Su descripción es R, de reglamentarias y el numero significa el orden de clasificación.

El tamaño de las señales de reglamentación está en función a la velocidad de operación.

### Señales de prevención

Las Señales Preventivas a usar en el proyecto son las siguientes:

- (P-1A) Señal curva a la derecha
- (P-1B) Señal curva a la izquierda
- (P-2A) Señal curva a la derecha
- (P-2B) Señal curva a la izquierda
- (P-5-1) Señal de camino sinuoso a la derecha
- (P-5-1A) Señal camino sinuoso a la izquierda
- (P-5-2A) Señal curva en “U” a la derecha
- (P-5-2B) Señal curva en “U” a la izquierda
- (P-34) Señal aproximación de badén
- (P-35) Señal fuerte pendiente en descenso
- (P-35C) Señal fuerte pendiente en ascenso
- (P-53) Señal animales en la vía

### Guarda vía metálico



Figura 37: Señales de prevención

Su descripción es P, de prevención y el numero significa el orden de clasificación.

### Señales Informativas

Relación de Señales Informativas que se usara en el proyecto, son las siguientes:

(I-2A) Señal de hitos de kilometricos

Señal localización (San Ignacio, Callunchas, Chuite)



Figura 38: señales informativas

Su descripción es I, de informativas y el numero significa el orden de clasificación.

De acuerdo al manual de señalización del MTC, las dimensiones de las placas de las señales informativas están en función a la velocidad de diseño; para el proyecto se utilizará el parámetro de dimensión de la placa de las señales informativas de acuerdo a la velocidad menor o igual a 50Km/h.

Las dimensiones de la placa de las señales informativas para el proyecto son:

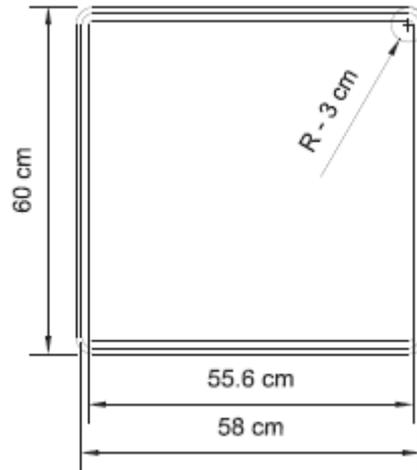


Figura 39: Dimensiones de placas de señales informativas

Fuente: manual de señalización MTC

Cuadro 77: Señales verticales del proyecto

CUADRO DE SEÑALIZACIÓN						
Nº	SEÑAL	DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	CÓDIGO	LADO DE VÍA	DIMENSIONES (mm)
1	INFORMATIVA	SAN IGNACIO	Km 0 + 000	PI - 03	Izquierda	580*600
2		HITO KILOMÉTRICO	Km 0 + 000	I-2A	Derecha	1200mm Largo
3	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 0 + 060	P-2B	Derecha	600x600
4		Curva a la derecha	Km 0 + 160	P-2A	Izquierda	600x600
5		Curva a la izquierda	Km 0 + 280	P-2B	Derecha	600x600
6		Curva a la derecha	Km 0 + 340	P-2A	Izquierda	600x600
7		Curva en U - derecha	Km 0 + 460	P-5-2A	Derecha	600x600
8		Curva en U - izquierda	Km 0 + 570	P-5-2B	Izquierda	600x600
9		Curva a la izquierda	Km 0 + 650	P-2B	Derecha	600x600
10		Curva a la derecha	Km 0 + 770	P-2A	Izquierda	600x600
11		Curva a la derecha	Km 0 + 810	P-2A	Derecha	600x600
12		Curva a la izquierda	Km 0 + 870	P-2B	Izquierda	600x600
13	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 0 + 940	R-16	Derecha	600x600
14	PREVENTIVA	Curva en U - izquierda	Km 0 + 950	P-5-2B	Derecha	600x600
15		Guarda vía metálico	960-990Km	P-61	Derecha	400x600
16	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 1 + 000	I-2A	Derecha	1200mm Largo
17	PREVENTIVA	Curva en U - derecha	Km 1 + 060	P - 5 - 2A	Izquierda	600x600
18	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 1 + 070	R-16	Izquierda	600x600
19	PREVENTIVA	Curva a la derecha	Km 1 + 100	P - 2A	Derecha	600x600
20		Curva a la izquierda	Km 1 + 150	P - 2B	Izquierda	600x600
21		Curva a la derecha	Km 1 + 180	P - 4A	Derecha	600x600

22		Curva a la izquierda	Km 1 + 360	P-2B	Izquierda	600x600
23	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 1 + 380	R-16	Derecha	600x600
24	PREVENTIVA	Curva en U - derecha	Km 1 + 390	P-5-2A	Derecha	600x600
25		Guarda vía metálico	1400-1410Km	P-61	Izquierda	400x600
26		Curva en U - izquierda	Km 1 + 500	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
27	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 1 + 510	R-16	Izquierda	600x600
28	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 1 + 140	P-2B	Derecha	600x600
29		Curva a la derecha	Km 1 + 600	P-2A	Izquierda	600x600
30		Curva a la izquierda	Km 1 + 670	P - 2A	Derecha	600x600
31		Guarda vía metálico	1695-1715Km	P-61	Derecha	400x600
32		Curva a la izquierda	Km 1 + 750	P - 2B	Izquierda	600x600
33		Curva a la derecha	Km 1 + 820	P-2A	Derecha	600x600
34		Curva a la izquierda	Km 1 + 900	P-2B	Izquierda	600x600
35		Curva a la izquierda	Km 1 + 980	P-2B	Derecha	600x600
36		Guarda vía metálico	1890-2005Km	P-61	Derecha	400x600
37	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 2 + 000	I-2A	Derecha	1200mm Largo
38	PREVENTIVA	Curva a la derecha	Km 2 + 060	P-2A	Izquierda	600x600
39	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 2 + 120	R-16	Derecha	600x600
40	PREVENTIVA	Curva en U - izquierda	Km 2 + 130	P - 5 - 2B	Derecha	600x600
41		Guarda vía metálico	2145-2155Km	P-61	Derecha	600x600
42		Curva en U - derecha	Km 1 + 240	P - 5 - 2A	Izquierda	600x600
43	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 2 + 250	R-16	Izquierda	600x600
44	PREVENTIVA	Curva a la derecha	Km 2 + 270	P - 2A	Derecha	600x600
45		Curva a la izquierda	Km 2 + 370	P - 2B	Izquierda	600x600
46		Curva a la izquierda	Km 2 + 470	P - 2B	Derecha	600x600
47		Guarda vía metálico	2495-2505Km	P-61	Izquierda	400x600
48		Curva a la izquierda	Km 2 + 600	P - 2B	Izquierda	600x600
49		Curva a la derecha	Km 2 + 640	P - 2A	Derecha	600x600
50		Guarda vía metálico	2670-2680Km	P-61	Izquierda	400x600
51		Curva a la izquierda	Km 2 + 710	P - 2B	Izquierda	600x600
52	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 2 + 720	R-16	Derecha	600x600
53	PREVENTIVA	Curva en U - derecha	Km 2 + 730	P - 5 - 2A	Derecha	600x600
54		Curva en U - izquierda	Km 2 + 860	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
55		Pendiente en ascenso	Km 2 + 865	P-35C	Derecha	600x600
56	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 2 + 870	R-16	Izquierda	600x600
57	PREVENTIVA	Curva pronunciada izquierda	Km 2 + 920	P-1B	Derecha	600x600
58	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 3 + 000	I-2A	Izquierda	1200mm Largo
59	PREVENTIVA	Curva pronunciada derecha	Km 3 + 100	P - 1A	Izquierda	600x600
60		Curva a la derecha	Km 3 + 160	P - 2A	Derecha	600x600
61		Curva a la izquierda	Km 3 + 250	P - 2B	Izquierda	600x600
62		Curva a la derecha	Km 3 + 320	P - 2A	Derecha	600x600
63		Curva a la izquierda	Km 3 + 410	P - 2B	Izquierda	600x600
64	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 3 + 500	R-16	Derecha	600x600
65	PREVENTIVA	Curva en U - izquierda	Km 3 + 510	P - 5 - 2B	Derecha	600x600

66		Guarda vía metálico	Km 3 + 520	P-61	Derecha	600x600
67		Curva en U - derecha	Km 3 + 660	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
68	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 3 + 670	R-16	Izquierda	600x600
69	PREVENTIVA	Curva a la derecha	Km 3 + 710	P - 2A	Derecha	600x600
70		Curva a la izquierda	Km 3 + 860	P - 2B	Derecha	600x600
71	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 3 + 990	R-16	Derecha	600x600
72	PREVENTIVA	Guarda vía metálico	3995-4015Km	P-61	Izquierda	400x600
73		Curva en U - derecha	Km 4 + 000	P - 5 - 2A	Derecha	1200mm Largo
74	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 4 + 000	I-2A	Derecha	600x600
75	PREVENTIVA	Curva en U - izquierda	Km 4 + 150	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
76	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 4 + 170	R-16	Izquierda	600x600
77	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 4 + 210	P - 2B	Derecha	600x600
78		Guarda vía metálico	4345-4355Km	P-61	Derecha	400x600
79		Curva a la derecha	Km 4 + 400	P - 2A	Izquierda	600x600
80		Curva a la derecha	Km 4 + 410	P - 2A	Derecha	600x600
81		Curva a la izquierda	Km 4 + 560	P - 2B	Izquierda	600x600
82		Curva a la izquierda	Km 4 + 770	P - 2B	Derecha	600x600
83		Curva a la derecha	Km 4 + 820	P - 2A	Izquierda	600x600
84		Curva en U - derecha	Km 4 + 920	P - 5 - 2A	Derecha	600x600
85	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 5 + 000	I-2A	Izquierda	1200mm Largo
86	PREVENTIVA	Curva en U - izquierda	Km 5 + 100	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
87		Pendiente en descenso	Km 5 + 100	P-35	Izquierda	600x600
88		Animales en la vía	Km 5 + 120	P-53	Derecha	600x600
89		Animales en la vía	Km 5 + 180	P-53	Izquierda	600x600
90		Curva a la izquierda	Km 5 + 260	P - 2B	Derecha	600x600
91		Curva a la derecha	Km 5 + 370	P - 2A	Izquierda	600x600
92		Curva a la izquierda	Km 5 + 390	P - 2B	Derecha	600x600
93		Curva a la derecha	Km 5 + 470	P - 2A	Izquierda	600x600
94		Guarda vía metálico	5540-5600Km	P-61	Derecha	400x600
95		Guarda vía metálico	5720-5760Km	P-61	Derecha	400x600
96		Curva pronunciada derecha	Km 5 + 740	P - 1A	Derecha	600x600
97		Curva pronunciada izquierda	Km 5 + 870	P - 1B	Izquierda	600x600
98	Guarda vía metálico	5925-5955Km	P-61	Derecha	400x600	
99	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 6 + 000	I-2A	Izquierda	1200mm Largo
100	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 6 + 090	P - 2B	Derecha	600x600
101		Guarda vía metálico	Km 6 + 120	P-61	Derecha	600x600
102		Curva a la derecha	Km 6 + 240	P - 2A	Izquierda	600x600
103		Curva pronunciada izquierda	Km 6 + 230	P - 1B	Derecha	600x600
104		Curva pronunciada derecha	Km 6 + 410	P - 2A	Izquierda	600x600
105		Curva a la derecha	Km 6 + 420	P - 2B	Derecha	600x600
106		Curva a la izquierda	Km 6 + 500	P - 2B	Izquierda	600x600
107		Curva a la izquierda	Km 6 + 580	P - 2B	Derecha	600x600
108		Curva a la derecha	Km 6 + 700	P - 2A	Izquierda	600x600
109		Curva en U - derecha	Km 6 + 730	P - 5 - 2A	Derecha	600x600

110		Guarda vía metálico	6745-6755Km	P-61	Izquierda	400x600
111		Curva en U - izquierda	Km 6 + 870	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
112		Curva a la derecha	Km 6 + 880	P - 2A	Derecha	600x600
113	REGLAMENTARIA	Velocidad máxima	Km 6 + 970	R-30	Derecha	600x600
114	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 6 + 980	P - 2B	Izquierda	600x600
115	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 7 + 000	I-2A	Izquierda	1200mm Largo
116	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 7 + 090	P - 2B	Derecha	600x600
117		Curva a la derecha	Km 7 + 210	P - 2A	Izquierda	600x600
118	INFORMATIVA	CALLUNCHAS	Km 7 + 260	PI - 03	Derecha	580*600
119	PREVENTIVA	Curva pronunciada derecha	Km 7 + 530	P - 1A	Derecha	600x600
120		Curva pronunciada izquierda	Km 7 + 640	P - 1B	Izquierda	600x600
121	REGLAMENTARIA	Velocidad máxima	Km 7 + 670	R-30	Izquierda	600x600
122	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 7 + 680	P - 2B	Derecha	600x600
123		Curva a la derecha	Km 7 + 760	P - 2A	Izquierda	600x600
124	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 8 + 000	I-2A	Izquierda	1200mm Largo
125	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 8 + 880	P - 2B	Derecha	600x600
126		Curva a la derecha	Km 8 + 220	P - 2A	Izquierda	600x600
127		Curva a la derecha	Km 8 + 330	P - 2A	Derecha	600x600
128		Curva a la izquierda	Km 8 + 470	P - 2A	Izquierda	600x600
129		Guarda vía metálico	8570-8580Km	P-61	Derecha	400x600
130		Curva a la izquierda	Km 8 + 680	P - 2B	Derecha	600x600
131		Curva a la derecha	Km 8 + 920	P - 2A	Izquierda	600x600
132	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 9 + 000	I-2A	Izquierda	1200mm Largo
133	PREVENTIVA	Curva a la derecha	Km 9 + 010	P - 2A	Derecha	600x600
134		Curva a la izquierda	Km 9 + 130	P - 2B	Izquierda	600x600
135		Curva a la izquierda	Km 9 + 180	P - 2B	Derecha	600x600
136		Curva a la derecha	Km 9 + 290	P - 2A	Izquierda	600x600
137	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 9 + 460	R-16	Derecha	600x600
138	PREVENTIVA	Proximidad de badén	Km 9 + 470	P-34	Derecha	600x600
139		Curva en U - derecha	Km 9 + 480	P - 5 - 2A	Derecha	600x600
140		Curva en U - izquierda	Km 9 + 630	P - 5 - 2B	Izquierda	600x600
141		Proximidad de badén	Km 9 + 640	P-34	Izquierda	600x600
142	REGLAMENTARIA	Prohibido adelantar	Km 9 + 650	P-34	Derecha	600x600
143	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 9 + 860	P - 2B	Derecha	600x600
144		Curva a la derecha	Km 9 + 880	P - 2A	Izquierda	600x600
145		Camino sinuoso derecha	Km 9 + 900	P-5-1	Derecha	600x600
146	INFORMATIVA	HITO KILOMÉTRICO	Km 10 + 000	I-2A	Derecha	1200mm Largo
147	PREVENTIVA	Curva a la izquierda	Km 10 + 010	P - 2B	Izquierda	600x600
148		Curva a la izquierda	Km 10 + 020	P - 2B	Derecha	600x600
149		Guarda vía metálico	Km 10 + 035	P-61	Derecha	600x600
150		Curva a la derecha	Km 10 + 110	P - 2A	Izquierda	600x600
151		Curva a la derecha	Km 10 + 180	P - 2A	Derecha	600x600
152		Camino sinuoso izquierda	Km 10 + 360	P-5-1A	Izquierda	600x600
153		Curva a la izquierda	Km 10 + 400	P - 2B	Derecha	600x600

154		Curva a la derecha	Km 10 + 510	P - 2A	Izquierda	600x600
155	INFORMATIVA	CHUITE	Km 10 + 850	PI - 01	Derecha	580*600
156		HITO KILOMÉTRICO	Km 10 + 895	I-2A	Derecha	1200mm Largo

GUARDAVÍAS. Los guardavías son dispositivos de seguridad vial; en el proyecto los guardavías son colocados el costado de las bermas para fines de contención de vehículos para evitar o disminuir los daños producidos en accidentes.

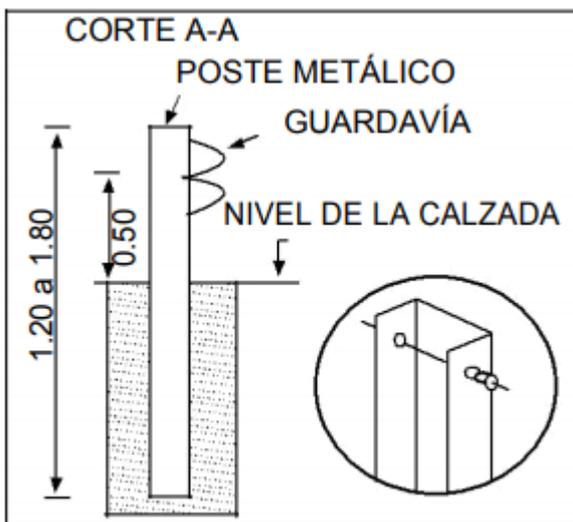
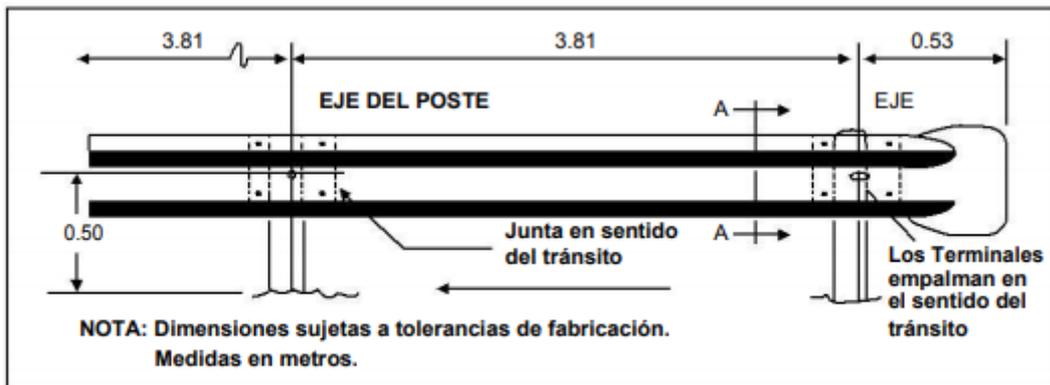


Figura 40: Diseño de guardavía

### 3.5. Estudio de impacto ambiental

#### 3.5.1. Generalidades

El estudio de impacto ambiental es imprescindible para determinar los impactos que se generan con la construcción de ésta carretera, el cual nos

permite minimizar el impacto negativo, preservar la biodiversidad y mantener la población de los ecosistemas de la zona.

### 3.5.2. Objetivos

Determinar, evaluar, interpretar y establecer medidas adecuadas para mitigar los impactos negativos que se presentaran durante y después de la ejecución del proyecto.

Insertar y generar al proyecto programas que fortalezcan los impactos positivos con la condición de cuidar el ecosistema del área del proyecto.

### 3.5.3. Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)

#### 3.5.3.1. Constitución política del Perú

La creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA), como un sistema único y coordinado de identificación, prevención, supervisión, control y corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio del proyecto de inversión.

El establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.

El establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

#### 3.5.3.2. Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)

Artículo 01.- Toda persona tiene derecho irrenunciable a un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, asimismo a la preservación del paisaje y la naturaleza. Todos tienen el deber de conservar dicho ambiente.

Artículo 02.- El Medio Ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la Nación. Su protección y conservación

son de interés social y pueden ser invocados como causa de necesidad y utilidad públicas.

Artículo 03.- Toda persona tiene derecho a exigir una acción rápida y efectiva ante la justicia, en defensa del medio ambiente y recursos naturales.

Artículo 06.- Toda persona tiene derecho a participar en la política y en las medidas de carácter nacional y local relativas al medio ambiente y a los recursos naturales, de igual modo a ser informadas de las medidas o actividades que puedan afectar directa o indirectamente la salud de las personas o de la integridad del ambiente y los recursos naturales.

Artículo 14.- Es prohibido la descarga de sustancias contaminantes que provoquen degradación de los ecosistemas o alteren la calidad del ambiente sin adoptarse precauciones para la depuración.

Artículo 15.- Queda prohibido verter o emitir residuos sólidos, líquidos o gaseosos u otras formas de materias o de energía que alteren las aguas en proporción capaz de hacer peligroso su uso.

Artículo 36.- El patrimonio natural de la nación está constituido por la diversidad ecológica, biológica y genética que albergue su territorio.

Artículo 39.- El estado concede protección especial a las especies de carácter singular y a los ejemplares representativos de los tipos de ecosistemas, así como al germoplasma de las especies domésticas nativas.

Artículo 49.- El estado protege y conserva los ecosistemas en su territorio entendiéndose esto como las interrelaciones de los organismos vivos entre sí y con ambiente físico.

Artículo 50.- Es obligación del Estado proteger los diversos tipos de ecosistemas naturales en el territorio nacional a través de un sistema de áreas protegidas.

Artículo 54.- El estado reconoce el derecho de propiedad de las comunidades campesinas y nativas ancestrales sobre las tierras que poseen dentro de las áreas naturales protegidas y en sus zonas de influencia.

Artículo 59.- El estado reconoce como recurso natural cultural toda obra arqueológica o histórica que al estar integrada al medio ambiente permite su uso sostenible.

Artículo 73.- Los aprovechamientos energéticos, su infraestructura, transporte, transformación, distribución, almacenamiento y utilización final de la energía deben ser realizados sin ocasionar contaminación del suelo, agua o del aire.

Artículo 78.- El estado promueve y fomenta la distribución de poblaciones en el territorio en base a la capacidad de soporte de los ecosistemas.

#### 3.5.3.3. Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)

Artículo 4.- La libre competencia implica que los precios en la economía resultan de la oferta y la demanda, de acuerdo con lo dispuesto en la Constitución y las Leyes.

#### 3.5.4. Características del proyecto

El proyecto tiene un área de influencia que comprende al centro poblado San Ignacio y los caseríos Callunchas y Chuite, el proyecto en desarrollo tiene actividades involucradas como desbroce, movimiento de tierras, transporte de materiales, campamento de obra y patio de máquinas, disposición de materiales excedentes, espacio de materiales de cantera.

### 3.5.5. Infraestructuras de servicio

La infraestructura actual de la zona de influencia en cuanto a educación, los caseríos Callunchas y Chuite tienen un centro educativo primario cada uno, el centro poblado San Ignacio tiene instituciones representativas de nivel primario y secundario; en cuanto a vivienda, generalmente son construidas de adobe.

### 3.5.6. Diagnóstico ambiental

#### 3.5.6.1. Medio físico

##### Clima:

El clima en la jurisdicción de San Ignacio y sus caseríos es templado y seco, en tiempos de invierno presenta neblina, lleve y en ocasiones cae helada en la zona donde se elaborará el proyecto.

##### Temperatura:

En el centro poblado de san Ignacio y los caseríos de Callunchas – Chuite tienen una temperatura que varía 19°C a 23°C durante el día y de 10°C a 08°C en la noche.

##### Precipitación:

Las precipitaciones pluviales se incrementan en meses de invierno en la zona, desde enero – marzo, siendo el mes el más lluvioso el mes de marzo.

#### 3.5.6.2. Medio biótico

##### Flora.

La flora del área del proyecto se identificó una gran variedad de vegetación establecida por Arbustos como: alcanfor, alisó, pino, eucalipto, etc.; Plantas medicinales como; valeriana, ruda, orégano, llantén, amapola, etc.; Cultivos como: papa, ocas, olluco, mashua, etc.; y cereales entre otros.

##### Fauna

La fauna del área del proyecto se identificó una gran variedad de especies domesticas como ganado caprino, vacuno, caballar, porcino y bandadas de aves de corral.

### 3.5.6.3. Medio socioeconómico y cultural

#### Población.

La población es toda el área geográfica de estudio cuyos beneficiarios serán los pobladores del C.P. San Ignacio y los caseríos Callunchas, Chuite cuya población es de 3000, 450, 280 habitantes respectivamente entre hombres, mujeres y niños; teniendo una longitud de vía de 10+895Km de vía.

#### Actividad Económica

Los habitantes del área de estudio principalmente de los caseríos donde se implantará el proyecto se dedican a la actividad agrícola, en centro poblado de san Ignacio se dedican al comercio; este es el medio para obtener sus ingresos económicos, y en una escala menor se dedican a la crianza de animales domésticos para la venta de carne o productos lácteos.

#### Servicios Básicos

Los habitantes del área de estudio principalmente el caserío de callunchas no cuenta con los servicios básicos excepto los servicios de educación; mientras en las otras áreas restantes del proyecto si cuentan con servicios de agua potable y energía eléctrica, así como con telefonía móvil, los pobladores no cuentan con un sistema de saneamiento.

### 3.5.7. Área de influencia del proyecto

#### 3.5.7.1. Área de influencia directa

El área de influencia directa es el centro poblado de San Ignacio y los caseríos de Callunchas – Chuite.

#### 3.5.7.2. Área de influencia indirecta

El caserío que tiene una influencia indirecta y todos sectores que se encuentran en la línea de proyección de la vía es Cuchanga

#### 3.5.8. Evaluación de impacto ambiental en el proyecto

##### 3.5.8.1. Matriz de impactos ambientales

La matriz de impacto ambiental es importante para la determinación de impactos negativos y positivos, luego de su evaluación se podrá establecer medidas de mitigación y contingencia; se usó la matriz de Leopold para determinar impactos de éste proyecto

Cuadro 78: Matriz de impactos ambientales



### 3.5.8.2. Magnitud de los impactos

#### Impactos negativos

La magnitud de los impactos ambientales negativos tiene mayor énfasis en las modificaciones del hábitat, movimiento de tierra, transporte de materiales excedentes, voladuras y perforaciones, desmontes y rellenos, según la matriz de impactos ambientales; por lo tanto, estos puntos serán en los que se pondrá mayor hincapié para controlar en lo posible las alteraciones a nuestro medio ambiente.

Cuadro 79: Impactos negativos

<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	<b>-65</b>
Geomorfología	-19
Superficies	-17
Suelos	-15
Materiales de construcción	-14
<b>TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN</b>	<b>-61</b>
Voladuras y perforaciones	-23
Movimiento de tierras	-13
C. Transporte de materiales excedentes	-13
Desmontes y rellenos	-12
<b>MODIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES</b>	<b>-47</b>
Modificación del hábitat	-26
Alteración de la cubierta terrestre	-9
Trabajos de construcción	-9
<b>FLORA</b>	<b>-38</b>
<b>FAUNA</b>	<b>-26</b>

#### Impactos positivos

Se presentan impactos positivos como: servicios e infraestructuras, recursos renovables, nivel cultural, calidad de vida, generación de empleos.

Cuadro 80: Impactos positivos

<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SERVICIOS E INFRAESTRUCTURAS</b>	<b>76</b>
Red de servicios	27
Red de transportes	25
Estructuras	24
<b>RECURSOS RENOVABLES</b>	<b>72</b>
Reposición forestal	40
Gestión y control de la vida natural	32

<b>NIVEL CULTURAL</b>	<b>70</b>
Estados de vida	18
Salud y seguridad	16
Comercio	12
<b>OTROS</b>	<b>36</b>
Calidad de vida	19
Generación de empleos	17

### 3.5.8.3. Matriz causa – efecto de impacto ambiental

Cuadro 81: Matriz causa – efecto

Acciones del proyecto Impacto Ambiental		Diseño			
		Diseño	Construcción	Operación	Abandono
Aire	Calidad	A	A	I	A
	Ruido	A	A	A	A
Agua	Calidad	A	A	A	I
	Cantidad	A	I	A	A
Suelo	Erosión	A	I	C	A
	Abundancia	A	I	C	A
Flora	Productividad	A	I	C	A
	Representatividad	A	I	C	C
Fauna	Abundancia	A	I	I	A
	Representatividad	A	I	I	A
Paisaje	Belleza	A	I	A	I
	Visual	A	I	A	A
Población	Relocalización	A	C	C	C
	Costumbres	A	C	C	C
Otros	Ecosistemas	A	A	A	C

Donde:

A: Aceptable

I: Inaceptable

C: Crítico

### 3.5.9. Descripción de los impactos ambientales

#### 3.5.9.1. Impactos ambientales negativos

##### Riesgo a Enfermedades

Durante el tiempo de las labores de la ejecución del proyecto siempre va a ver la posibilidad de adquirir enfermedades que se encuentran en el área de trabajo.

##### Riesgo a Conflictos Sociales

A medida que se va avanzando la ejecución de la apertura de la carretera, en cualquier punto del diseño abra terrenos que los pobladores no dejen seguir con la habilitación siendo esto un área

adecuada para la vía, entonces se genera conflicto social entre los propietarios de los terrenos y los encargados de la ejecución de la carretera.

#### Riesgo a Afectación al Suelo.

La apertura de una carretera siempre genera grandes alteraciones o afectaciones al suelo debido a que hoy en día se hacen el corte con maquinaria y éstas funcionan con líquidos tóxicos; sino tenemos cuidado se genera contaminación.

#### Riesgos Accidentales.

Los riesgos accidentales siempre están a flor del día debido a que todos nosotros los humanos somos un medio en acción para generar peligro; por el simple motivo de realizar tareas sin proveer la consecuencia.

#### Incremento de Niveles de Emisión de Material Particulado.

Los incrementos de las partículas se generan cuando se realizan disparos a lugares de zona rocosa o en la extracción de afirmado de la cantera, en el traslado y en el momento de depositar el material en sub rasante. También se emiten gases como Óxidos de Nitrógeno, Plomo, Dióxido de Azufre, Hidrocarburos no quemados y Monóxido de Carbono; siendo estos potentes contaminantes.

#### Riesgo de Contaminantes de las Corrientes de Agua.

La contaminación en las corrientes de agua se da por ignorancia de las personas, por carecer de conocimientos sobre el cuidado y la no contaminación de los cursos de aguas o también por falta de conciencia de algunas personas; éstos originan contaminaciones graves por derrame de productos tóxicos. Multiplicando la forma de contaminación en las quebradas o acequias, ríos del lugar donde se realizará el proyecto.

#### Daño en las Especies Vegetales.

El daño es considerable por la afectación de partes agrícolas ubicados por el contorno del trazo del proyecto; por el motivo que se talan, se desbrozan y se limpian árboles en las áreas de ejecución de la obra.

#### Incremento de Niveles Sonoros.

Las tareas realizadas en el diseño de la carretera San Ignacio – Callunchas – Chuite transmiten ruidos desagradables, por el motivo del empleo de maquinaria pesada, así como en el momento de descarga y carga de materiales; debemos saber que las personas resistimos un promedio de 80 decibeles (dB), entonces si superamos este promedio tendremos severos traumas acústicos.

#### Riesgo por Inestabilidad de Taludes

En lo largo de la carretera diseñada cuentan con longitudes de taludes inestables que al producirse derrumbes generan paralización vehicular, paralización de obra; esto causa fuertes riesgos a deslizamientos por falta de estabilidad con la vegetación.

#### Probable Contaminación de Suelos

Existe en lo más mínimo la posibilidad que en los trabajos de campo haya derrame por accidente de combustible y/o grasas de los vehículos y de maquinaria pesada durante el movimiento de tierras.

#### Riesgo de Seguridad Vial

Por el hecho de tener una carretera en un buen estado, siempre abra la posibilidad de riesgos para los conductores por motivo de que aumentaran la velocidad vehicular por el buen diseño de la carretera; y en consecuencia esto genere accidentes en el tramo diseñado.

#### Riesgo de Erosión de Taludes.

Los taludes de los tramos de la carretera con el tiempo van a sufrir temas de erosión y excavación ya que el área de estudio siempre tendrá precipitaciones fuertes, originando derrumbes y riesgos al transeúnte.

### 3.5.9.2. Impactos ambientales positivos

#### Generación de Empleo

Las partidas que requieran de mano de obra no calificada será de preferencial para los pobladores de la zona de ejecución del proyecto local, con este diseño si se demanda de mano de obra para lugares de la obra como: Centro Poblado de San Ignacio, los caseríos de Callunchas y Chuite.

### 3.5.10. Mejora de la calidad de vida

#### 3.5.10.1. Mejora de la transpirabilidad vehicular

Con la apertura de esta carretera a nivel de afirmado de San Ignacio – Callunchas – Chuite, se generará un servicio mejor a la transitabilidad vehicular y los pobladores contarán con un acceso de calidad para el transporte de sus productos; y así reducirán su tiempo traslado.

#### 3.5.10.2. Reducción de costos de transporte

Este diseño de carretera de San Ignacio – Callunchas – Chuite, brinda a todos los pobladores de la zona una disminución de costos en el traslado de productos ya sean por intercambio o comercialización; y así, generar mayor ingreso económico para solventar sus gastos en sus hogares.

#### 3.5.10.3. Aumento del precio del terreno

Con la construcción de esta vía las parcelas que ubican en el perímetro de la carretera aumentaran abismalmente sus precios por el hecho de contar con camino vecinal en perfectas condiciones para su movilización, transitalidad y transporte de sus productos.

### 3.5.11. Impactos naturales adversos

#### 3.5.11.1. Sismos

La probabilidad de generarse un sismo en el Perú es alta debido a que nuestro país está sobre la placa del pacifico, entonces de darse durante o después de la ejecución de obra, los trabajadores deber saber las

medidas mínimas de seguridad y los responsables de la ejecución deben implementar un sistema de prevención como:

Antes del evento sísmico, los responsables de la ejecución de la obra deberán construir áreas y construcciones provisionales acorde con las normas de sismo.

Se instalará alarmas en los frentes de trabajo para obtener una excelente evacuación.

Las zonas seguras deben estar con su respectiva señalización ya sea interior o exterior de la obra y no podría faltar la señalización la ruta de evacuación.

Para eventos sísmicos nocturnos se deberán instalar luminarias de emergencia o tener acceso de alcance a linternas.

Para evacuar al personal con eficiencia de deberá brindar una excelente capacitación para tener buena evacuación a áreas seguras.

Todo el personal del área de trabajo debe trasladarse de manera calmada a una zona segura ante un evento sísmico.

Para todo personal que sufra un accidente se deberá contar con un campamento de primeros auxilios para atenderlos.

#### 3.5.11.2. Neblina

La neblina en la zona de trabajo esta constante en los meses de enero – marzo, por el cual la empresa responsable de la obra deberá contar con las medidas necesarias para no paralizar el trabajo como la iluminación adecuada para el personal y maquinaria, de esta manera ser visualizadas a distancias considerables para hacer la maniobra necesaria y evitar cualquier colisión entre unidades o atropellos al personal.

#### 3.5.11.3. Deslizamientos

En la apertura de una vía siempre se va a generar algunos deslizamientos en la línea de taludes por lo que esto generara impedimentos de transito; entonces se tiene que proveer de un sistema

de respuestas automáticas para brindar seguridad al personal y pobladores que transitan por esta vía.

Para evitar algún suceso de esta naturaleza se realizará capacitaciones sobre como poder identificar zonas vulnerables y zonas seguras y así tener lugares seguros donde salvaguardar la salud y la vida de los trabajadores y transeúntes con una perfecta señalización visual.

#### 3.5.12. Plan de manejo ambiental

Se establece acciones que previenen, mitigan, controlen y compensen los efectos de los impactos ambientales negativos causados por la ejecución del proyecto, entre las cuales tenemos:

##### Etapas de planificación

##### Participación ciudadana.

Describir las acciones y mecanismos dirigidos a informar a la población acerca del Proyecto.

Informar de manera adecuada y oportuna a la población involucrada y grupos de interés respecto a las actividades del Proyecto.

Conocer, analizar y sistematizar las principales preocupaciones de la población respecto a los posibles impactos sociales, económicos, ambientales y culturales que podrían generarse a partir de la construcción y funcionamiento del Proyecto.

Conocer y recoger las medidas o recomendaciones propuestas por la población del área de influencia para prevenir o mitigar los impactos negativos percibidos y maximizar los impactos positivos del Proyecto.

Informar a la población de los componentes del Proyecto y Términos de Referencia del Estudio de Impacto Ambiental, es decir descripción de las actividades de los alcances y contenido del Estudio de Impacto Ambiental.

##### Generación de empleo.

Los pobladores deben ser empleados durante la ejecución del proyecto, previamente capacitados.

Riesgos por enfermedad u accidentes durante la ejecución.

Se tendrán en cuenta la salud y la seguridad ante accidentes de los trabajadores de realizar cualquier tipo de trabajo.

Deterioro del suelo.

Al realizar el movimiento de tierras se debe tener en cuenta el espacio para depositarlo, considerando la separación de suelos no productivos y los productivos para luego poder usarlos.

Etapa de la construcción.

Contaminación del curso de agua

No puede haber derrame de grasas, pinturas, combustibles, concreto al curso de agua.

Deterioro de suelos para el cultivo.

Se debe tener cuidado de derrame sustancias toxicas, combustibles a los suelos de cultivos, además debe hacer un constante regado para asentar las emisiones de partículas que producen deterioro de cultivos.

Impactos por incremento sonoro.

Se usarán equipos de protección auditiva durante el uso de maquinarias y vehículos pesados.

Riesgos de accidentes

Se debe realizar la respectiva señalización de zona de trabajo para evitar los posibles accidentes.

### 3.5.13. Medidas de mitigación

#### 3.5.13.1. Aumento de niveles de emisión de partículas

Se dispondrá de un camión cisterna para la pulverización de agua, de ésta manera contrarrestar las emisiones de partículas

#### 3.5.13.2. Incrementos de niveles sonoros

Los equipos, maquinaria y vehículos deben de poseer un sistema de silenciadores, para reducir los niveles de ruidos dañinos para la audición.

#### 3.5.13.3. Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población.

Ante la ubicación de la instalación de campamento y de maquinaria, al momento de mudarse este deberá extraer el suelo superficial que contiene productos orgánicos y colocarlos en un lugar donde se pueda restaurar cuando se finalice la ejecución de la obra.

#### 3.5.13.4. Alteración directa de la vegetación

La alteración de la vegetación se da por derrames de grasas, combustibles, aceites, emisiones de partículas tóxicas.

#### 3.5.13.5. Alteración de la fauna

El hábitat natural de la fauna se altera por las diversas actividades como la contaminación sonora, se debe prohibir la caza indiscriminada de animales.

#### 3.5.13.6. Riesgos de afectación a la salud pública

Se debe realizar la señalización de la vía para prevenir accidentes y garantizar la integridad física de los pobladores.

#### 3.5.13.7. Mano de obra

La mano de obra debe de contar con los suficientes equipos de protección personal, realizar frecuentes capacitaciones de los trabajadores.

#### 3.5.14. Plan de manejo de residuos sólidos

Los residuos sólidos se deben depositar en lugares autorizados por el contratista o la entidad, quedará totalmente prohibido arrojarlos en cualquier parte que no sea adecuado.

#### 3.5.15. Plan de abandono

El propósito es que se restaure las áreas afectadas por la ejecución de la carretera de San Ignacio – Callunchas – Chuite.

En todo término de cada proyecto el deterioro ambiental es el problema principal, debido a que se instalan campamentos, áreas de máquinas y diversas actividades. Por tal motivo los responsables del proyecto deberán formular una limpieza general a las áreas afectadas; jamás la empresa podrá abandonar el proyecto con residuos o montículos de material que dañe el paisaje de la zona

#### 3.5.16. Programa de control y seguimiento

El Programa de control y seguimiento tiene la función de reforestar el paisaje de la superficie del proyecto que permanezca sin ninguna alteración de importancia para el medio ambiente, por lo tanto, el programa deberá insertar un plan manejo de regeneración natural preferentemente, haciendo uso la regeneración natural de la zona y plantado a profundidades adecuadas para evitar los rayos solares impacten en las raíces; siempre brindarle su riego controlado.

La distancia de plantación deberá ser en un área de 3 x 3 metros, la tierra que se extraiga del hoyo debe retomarse por el hecho que el material contiene sustancias orgánicas; el modo de sembrío de las plantas deberá ser forma de un triángulo equilátero.

#### 3.5.17. Plan de contingencias

El plan de contingencia tiene como objetivo implantar estrategias, procedimientos sobre acontecimientos para prevenir, proteger con eficientemente la vida humana y recursos naturales de la zona de la carretera. Las metodologías del plan de contingencias se detallan a continuación:

Contingencias accidentales.

Son aquellas que se originan por accidentes que ocurren en el trabajo o dentro área de ejecución de la obra.

#### Contingencias técnicas.

Se originan durante los procesos constructivos que requieren una atención técnica de construcción, sus consecuencias se reflejan retraso de ejecución de la obra, costos adicionales.

#### Contingencias humanas.

Las contingencias humanas se originan durante la ejecución del proyecto; sus consecuencias pueden retrasar la obra, inconvenientes en el orden público, atenuar la salud.

### 3.5.18. Conclusiones y recomendaciones

#### 3.5.18.1. Conclusiones

Las realizaciones de actividades de movimiento de tierras, voladuras y perforaciones ocasionarán desestabilización del suelo.

Durante las actividades realizadas de la ejecución de la carretera traerá como consecuencias la modificación de hábitat de las especies de la zona de influencia.

Mediante el uso de silenciadores en perforaciones, voladuras, tránsito de maquinaria pesada, uso de equipos se disminuye la contaminación sonora.

La construcción de la vía concede a un incremento en el aspecto económico, genera empleo de los habitantes, habilita de forma indirecta el comercio.

La construcción de la carretera genera beneficios positivos para la población como: la calidad de vida, mejora la economía, aumenta los niveles culturales.

#### 3.5.18.2. Recomendaciones

Se debe cumplir a detalle el plan de manejo ambiental y el plan de mitigación ambiental.

Se debe realizar charlas, capacitaciones y fomentar la participación de los ciudadanos del área de influencia del proyecto.

Informar de manera adecuada y oportuna a la población involucrada y a los grupos de interés respecto a las actividades del proyecto.

### 3.6. Especificaciones técnicas (ver anexo 18)

### 3.7. Análisis de costos y presupuestos

#### 3.7.1. Resumen de metrados

Cuadro 82: Resumen de metrados

<b>PLANILLAS DE METRADOS</b>	
<b>OBRA:</b>	DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
<b>DISTRITO:</b>	SINSICAP
<b>HECHO:</b>	DIAZ GERONIMO, ROBINSON DIANIRES DIAZ ZAVALA, SEGUNDO ELÍ

Part.	DESCRIPCION	Unid.	Parcial
<b>01.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO	gbl	1
01.02	TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	km	10.893
01.03	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	gbl	1
01.04	CAMPAMENTO	gbl	1
<b>02.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	Ha	16.3395
02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	84116.45
02.03	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA (SUELTA)	m3	120482.96
<b>Part.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Unid.</b>	<b>Parcial</b>
02.04	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m2	21510.66
02.05	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	11561.16
02.06	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	M3	449530.15
<b>03.00</b>	<b>AFIRMADOS</b>		
3.01	CARRETERA DE AFIRMADO	m3	16279.15
<b>04.00</b>	<b>DRENAJE</b>		
04.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	M3	6372.298
04.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA EN SECO	m3	302.928

04.03	RELLENO DE ESTRUCTURAS	m3	224.032
04.04	CABEZALES DE ALCANTARILLAS	UND	19
04.05	ALCANTARILLAS DE TUBERIA METALICA CORRUGADA	ml	140.6
04.06	BADENES	m2	140.6
	BADEN L= 19.00 M. KM. 9+500 Y KM. 9+550		
	TRAZO Y REPLANTEO EN BADENES	m2	209
	EXCAVACION PARA BADENES	m3	108.3
	COLCHON DE MATERIAL PROPIO SELECCIONADO E=0.10 M.	m3	17.1
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DIST/PROM=30M	m3	114
	CONCRETO CICLÓPEO F'C = 175 KG/CM2 + 30% PG	m3	55.1
	MAMP. DE PIEDRA C/Cº 140 KG/CM2 E = 0.40 M EN BADENES	m3	64.6
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN BADENES	m2	18.4
	JUNTAS ASFALTICAS EN BADENES	m	20
4.07	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	ml	9930.5
	MEZCLA 1:4 DE CEMENTO; ARENA	M2/M	
	CEMENTO	Bolsas	2.952
	ARENA	m3	0.984
<b>05.00</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
05.01	GAVIONES	M3	360
<b>06.00</b>	<b>TRANSPORTE</b>		
6.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES ENTRE 120 M Y 1000 M.	m3-km	16343.5
6.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES A MÁS DE 1000 M.	m3-km	116392.9
6.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120 M Y 1000 M.	m3-km	570529.58
6.04	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES A MÁS DE 1000 M.	m3-km	2230270.61
6.05	TRANSPORTE DE ROCAS ENTRE 120 M Y 1000 M.	m3-km	383
6.06	TRANSPORTE DE ROCAS A MÁS DE 1000 M.	m3-km	1908.54
<b>07.00</b>	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>		
07.01	SEÑAL PREVENTIVA (0.75 m x 0.75 m)	und.	108
07.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und.	16
07.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und.	3
<b>Part.</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>Unid.</b>	<b>Parcial</b>
07.04	POSTES DE KILOMETRAJE	und.	12
07.05	GUARDAVIAS METALICAS	ml	276
<b>08.00</b>	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>		
08.01	CAPA SUPERFICIAL DEL SUELO	ha	0.32
08.02	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS	ha	0.34
08.03	SEÑALIZACION AMBIENTAL	und.	6

## 3.7.1. Presupuesto general

Cuadro 83: presupuesto general

Presupuesto					
Presupuesto	0201003	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRAMDO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SINSICAP			Costo al	01/12/2018
Lugar	LA LIBERTAD - OTUZCO - SINSICAP				
Item	Descripción	Un d.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				42500.29
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1	16635.62	16635.62
01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	10.89	1307.86	14242.6
01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1	2088.16	2088.16
01.04	CAMPAMENTOS	glb	1	9533.91	9533.91
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				7403149.26
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	16.34	376.21	6147.27
02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	83116.5	6.56	545243.91
02.03	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA (SUELTA)	m3	120483	8.51	1025309.99
02.04	EXCAVACION EN ROCA FIJA	m3	21510.7	74.11	1594155.01
02.05	TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO	m3	69853	5.18	361838.49
02.06	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	449530	8.61	3870454.59
03	AFIRMADO				657840.45
03.01	AFIRMADO GRANULAR	m3	16279.2	40.41	657840.45
04	DRENAJE				178127.42
04.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN SECO	m3	6372.3	7.38	47027.57
Item	Descripción	Un d.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
04.02	EXCAVACION PARA ESTRUCTURA EN ROCA EN SECO	m3	302.93	6.88	2084.16
04.03	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	224.03	6.48	1451.71
04.04	CABEZALES DE ALCANTARILLAS	und	19	3670.99	69748.81
04.05	ALCANTARILLA DE TUBERIA METALICA CORRUGADA TMC	m	140.6	200.86	28240.92
04.06	BADENES	m2	162.8	181.66	29574.25
05	TRANSPORTE				7010863.15

05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES ENTRE 120 m Y 1000m	m3 k	16341	9.78	159814.78
05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES A MAS DE 1000m	m3 k	116370	3.51	408458.31
05.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120 m Y 1000m	m3 k	561502	8.75	4913142.85
05.04	TRASPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES A MAS DE 1000 m	m3 k	491784	3.11	1529447.21
06	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				99861.17
06.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	108	198.95	21486.6
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	16	82.85	1325.6
06.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	6	207.49	1244.94
06.04	POSTES KILOMETRICOS	und	12	146.69	1760.28
06.05	GUARDAVIA METALICA	m	275	269.25	74043.75
07	PROTECCION AMBIENTAL				1755.16
07.01	CAPA SUPERFICIAL DE SUELO	ha	0.32	526.13	168.36
07.02	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS	ha	0.32	1100.01	352
07.03	SEÑALIZACION AMBIENTAL	und	6	205.8	1234.8

	COSTO DIRECTO	S/	<b>15 394 097</b>
	GASTOS GENERALES (10%)	S/	1 539 409.69
	UTILIDAD (5%)	S/	769 704.85
		=====	
	SUB TOTAL	S/	<b>17 703 211</b>
	IGV(18%)	S/	31 86 578.06
		=====	
	<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>	<b>S/</b>	<b>20 889 789.50</b>

SON : (VEINTE MILLONES OCHOCIENTOS OCHENTINUEVE MIL SETECIENTOS OCHENTINUEVE Y 50/100 NUEVOS SOLES)

### 3.7.2. Calculo de partida costo de movilización

Cuadro 84: Movilización y Desmovilización de Equipos de Transporte.

#### A. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS TRANSPORTADOS

Equipos	Peso Tn	Cantida d	N° DE VIAJES	
			Cama baja 25 tn	Cama Baja 16 tn
TRACTOR DE ORUGAS DE 190 - 240 HP	20.520	1	1	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7 - 9 TN	11.100	2		2
MOTONIVELADORA 250 HP	18.370	1	1	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 5.5 - 20 TN	5.500	2		2

COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	0.095	4		
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	17.000	2		2
MARTILLO NEUMATICO DE 25 - 29 Kg	0.024	4		
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP HP 4-4.1 yd3	20.830	2	2	
ESTACIÓN TOTAL	0.009	2		
NIVEL TOPOGRAFICO	0.007	2		
<b>TOTAL DE VIAJES</b>			4	6
<b>COSTO DE ALQUILER DE EQUIPO</b>	(S/.)		222.125	182.15
MOVILIZACION EQUIPO TRANSPORTADO	(S/.)		888.50	1,092.90
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO	(S/.)		888.50	1,092.90
SEGURO DE TRANSPORTE	(S/.)		88.85	109.29
<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO</b>			<b>S/</b>	<b>4,160.94</b>

#### B. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS AUTOTRANSPORTADO

EQUIPOS AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S/.)	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD	HORAS	PARCIAL
CAMIÓN VOLQUETE 12 m3	8	223.4 2	48	50	0.96	1,715.87
CAMIÓN CISTERNA 4 x 2 (agua) 2000 gl	2	135.0 5	48	50	0.96	259.30
MOVILIZACIÓN EQUIPO TRANSPORTADO					(S/.)	1,975.16
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO					(S/.)	1,975.16
SEGURO DE TRANSPORTE					(S/.)	197.52
<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO</b>					<b>(S/.)</b>	<b>4,147.84</b>

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/ 8,308.78</b>
--------------------	--------------------

### 3.7.3. Desagregado de gastos generales.

Cuadro 85: Desagregado de gastos generales

<b>DESAGREGADO DE GASTOS GENERALES</b>						
PROYECTO:	DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE , DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					
LUGAR:	SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE , DISTRITO DE SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD					04/12/2018
Concepto	UNIDAD	CANT.	%	COSTO UNITARIO(S/)	TOTAL (S/.)	
<b>A GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						
<b>01.00</b>	<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>					
01.01.00	INGENIERO RESIDENTE DE OBRA (INC.LIQUIDACION)	MES	6	1.30%	33,353.88	200,123.26
01.01.01	INGENIERO ASISTENTE DE OBRA	MES	6	1.00%	25,656.83	153,940.97
01.01.02	TOPOGRAFO	MES	6	0.50%	12,828.41	76,970.48

01.01.03	MAESTRO DE OBRA	MES	6	0.20%	5,131.37	30,788.19
01.01.04	ALMACENERO	MES	6	0.15%	3,848.52	23,091.15
01.01.05	GUARDIAN	MES	6	0.15%	3,848.52	23,091.15
	<i>Subtotal gastos de contratación</i>			<b>3.30%</b>		<b>508,005.20</b>
	<b>BENEFICIOS SOCIALES</b>					
02.01.00	GASTOS FINANCIEROS RELATIVOS A LA OBRA	EST.	2	0.50%	38,485.24	76,970.48
02.02.00	LEGALES Y NOTARIALES SOBRE LA ORGANIZACION	EST.	2	0.40%	30,788.19	61,576.39
	<i>Subtotal gastos indirectos</i>			<b>0.90%</b>		<b>138,546.87</b>
<b>03.00.00</b>	<b>GASTOS FINANCIEROS RELATIVOS A LA OBRA</b>					
03.01.00	CARTA FIANZA DE FIEL CUMPLIMIENTO DE CONTRATO			0.10%		15,394.10
03.01.01	CARTA FIANZA POR ADELANTO DIRECTO			0.06%		9,236.46
03.01.02	CARTA FIANZA DE ADELANTO DE MATERIALES			0.08%		12,315.28
	<i>Subtotal gastos indirectos</i>			<b>0.24%</b>		<b>36,945.83</b>
<b>04.00</b>	<b>SEGUROS</b>					
04.01.00	SEGURO DE ACCIDENTES PERSONALES			0.85%		130,849.82
04.01.01	RIESGOS DE INGENIERIA			0.30%		46,182.29
04.01.02	RESPONSABILIDAD CIVIL ,CONTRA TERCEROS			0.20%		30,788.19
<b>05.00</b>	<b>SERVICIOS</b>					
05.01	PAPEL UTILES DE ESCRITORIO	MES	6	0.05%	1,282.84	7,697.05
05.02	COPIAS	MES	6	0.10%	2,565.68	15,394.10
05.03	PLOTEO DE PLANOS DE REPLANTEO	MES	6	0.40%	10,262.73	61,576.39
05.04	BOTIQUIN	MES	6	0.05%	1,282.84	7,697.05
05.05	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD					
	UNIFORME	UND	60	0.40%		61,576.39
	CHALECO	UND	60	0.15%		23,091.15
	<b>Concepto</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANT.</b>	<b>%</b>	<b>COSTO UNITARIO (S/.)</b>	<b>TOTAL (S/.)</b>
	BOTAS	UND	60	0.10%		15,394.10
	GUANTES	UND	60	0.10%		15,394.10
						=====
	<i>Subtotal gastos de Seguros y Servicios</i>			<b>2.70%</b>		<b>S/.415,640.62</b>
	<b>Total Gastos Generales Variables</b>			<b>7.14%</b>		<b>S/.1099138.52</b>
<b>B</b>	<b>GASTOS GENERALES FIJOS</b>					
<b>01.00</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>					
	<b>ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS</b>					
01.01	PRUEBA DE DENSIDAD DE SUB RUSANTE	UND		0.20%		30,788.19

01.02	PRUEBA DE DENSIDAD DE SUB BASE	UND		0.20%		30,788.19
01.03	PRUEBA DE DENSIDAD DE BASE	UND		0.25%		38,485.24
01.04	PRUEBA DE DENSIDAD DE CUNETAS	UND		0.30%		46,182.29
01.05	PROCTOR SUB BASE,BASE	UND		0.40%		61,576.39
	<i>Subtotal Gastos de Administración de Oficina</i>			<b>1.35%</b>		<b>207,820.31</b>
<b>02.00</b>	<b>ENSAYOS Y ESTUDIOS PARA LA VIA</b>					
02.01	CBR	UND		0.31%		47,167.51
02.02	ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS	UND		0.20%		30,788.19
02.03	TOPOGRAFIA	UND		0.10%		15,394.10
02.04	DISEÑO GEOMETRICO	UND		0.70%		107,758.68
02.05	PMA Y CIRA	UND		0.20%		30,788.19
	<i>Subtotal gastos de Administración de Obra</i>			<b>1.51%</b>		<b>231,896.68</b>

	<b>Total Gastos Variables</b>		<b>2.86%</b>		<b>S/. 439,716.98</b>
	<b>Total Gastos Generales</b>		<b>10.00%</b>		<b>S/.1,538,855.50</b>

#### 3.7.4. Análisis de costos unitarios.

Cuadro 86: Análisis de costos unitarios

Análisis de precios unitarios		
Presupuesto	0201003	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRAMDO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"
Fecha presupuesto	01/12/2018	

Partida	01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.00	Costo unitario directo por : glb	S/ 8,308.78
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
010102030102	FLETE TERRESTRE		glb		1.00	S/ 8,308.78
						S/ 8,308.78

Partida	01.02	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION				
Rendimiento	km/DIA	0.5000	EQ.	0.50	Costo unitario directo por : km	S/ 1,307.86
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.

Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.00	32.00	S/ 16.55	S/ 529.60	
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.00	16.00	S/ 23.77	S/ 380.32	
Materiales							
0213030001	YESO	kg		20.00	S/ 3.70	S/ 74.00	
0231040001	ESTACAS DE MADERA	und		7.70	S/ 2.00	S/ 15.40	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.20	S/ 56.20	S/ 11.24	
Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	0.50	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00	
0301000009	ESTACION TOTAL	día	0.50	1.00	S/ 100.00	S/ 100.00	
0301000014	MIRAS	día	1.00	2.00	S/ 20.00	S/ 40.00	
0301000015	JALONES	día	2.00	4.00	S/ 20.00	S/ 80.00	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	S/ 909.92	S/ 27.30	
S/ 297.30							

Partida	01.03	MANTENIMIENTO DE TRANSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL					
Rendimiento	glb/DIA	120.0000	EQ.	120.00	Costo unitario directo por : glb	S/ 2,088.16	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0133	S/ 23.73	S/ 0.32	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	S/ 16.55	S/ 4.41	
Materiales							
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und		4.0000	S/ 35.85	S/ 143.40	
0267110003	TRANQUERA DE MADERA DE 0.75 X 1.20 m	und		2.0000	S/ 60.20	S/ 120.40	
02671100060003	BANDERINES	und		5.0000	S/ 20.50	S/ 102.50	
0267110020	LAMPARAS DE DESTELLOS	und		12.0000	S/ 127.74	S/ 1,532.88	
0267110021	TAMBORES (CILINDROS VACIOS)	und		2.0000	S/ 71.00	S/ 142.00	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	S/ 4.73	S/ 0.24	
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	1.0000	0.0667	S/ 180.00	S/ 12.01	
0301190002	RODILLO VIBRATORIO	hm	0.5000	0.0333	S/ 129.00	S/ 4.30	
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	1.0000	0.0667	S/ 185.45	S/ 12.37	
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	1.0000	0.0667	S/ 145.00	S/ 9.67	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.5000	0.0333	S/ 110.00	S/ 3.66	
S/ 42.25							

Partida	01.04	CAMPAMENTOS					
Rendimiento	glb/DIA	80.0000	EQ.	80.00	Costo unitario directo por : glb	S/ 9,533.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	S/ 23.73	S/ 0.47	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	S/ 22.92	S/ 4.58	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.4000	S/ 16.55	S/ 6.62	
Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		30.0000	S/ 4.50	S/ 135.00	

02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		45.0000	S/ 4.20	S/ 189.00
0204120004	CLAVOS DE ALUMINIO CON CABEZA 2"	kg		60.0000	S/ 4.20	S/ 252.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		987.6600	S/ 5.80	S/ 5,728.43
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm	und		50.0000	S/ 22.14	S/ 1,107.00
0231230001	CALAMINA PLANA 1.20m x 2.40m	pln		83.1000	S/ 24.60	S/ 2,044.26
0237050002	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBREPONER	und		1.0000	S/ 57.80	S/ 57.80
02370600060001	BISAGRAS DE FIERRO DE 3 1/2"	und		2.0000	S/ 4.20	S/ 8.40
	Equipos					S/ 9,521.89
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	S/ 11.67	S/ 0.35
						S/ 0.35

Partida	02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO				
Rendimiento	ha/DIA	3.2500	EQ.	3.25	Costo unitario directo por : ha	S/ 376.21
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.4923	S/ 23.73	S/ 11.68
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	2.4615	S/ 22.92	S/ 56.42
0101010005	PEON	hh	6.0000	14.7692	S/ 16.55	S/ 244.43
						S/ 312.53
	Materiales					
02010300010003	GASOLINA 95 OCTANOS	gal		2.6000	S/ 12.80	S/ 33.28
						S/ 33.28
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	S/ 312.53	S/ 15.63
0301330004	MOTOSIERRA	hm	1.0000	2.4615	S/ 6.00	S/ 14.77
						S/ 30.40

Partida	02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO				
Rendimiento	m3/DIA	460.0000	EQ.	460.00	Costo unitario directo por : m3	S/ 6.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0035	S/ 23.73	S/ 0.08
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.1391	S/ 16.55	S/ 2.30
						S/ 2.38
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	S/ 2.38	S/ 0.12
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0174	S/ 233.35	S/ 4.06
						S/ 4.18

Partida	02.03	EXCAVACION EN ROCA FRACTURADA (SUELTA)				
Rendimiento	m3/DIA	320.0000	EQ.	320.00	Costo unitario directo por : m3	S/ 8.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0050	S/ 23.73	S/ 0.12
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.1500	S/ 16.55	S/ 2.48





Rendimiento	m3/DIA	240.0000	EQ.	240.00	Costo unitario directo por : m3	S/ 6.48	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0067	S/ 23.73	S/ 0.16
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1333	S/ 16.55	S/ 2.21
							S/ 2.37
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	S/ 2.37	S/ 0.07
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.0000	0.0333	S/ 11.50	S/ 0.38
03011700020002	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP		hm	1.0000	0.0333	S/ 110.00	S/ 3.66
							S/ 4.11

Partida	04.04	CABEZALES DE ALCANTARILLAS					
Rendimiento	und/DIA	10.0000	EQ.	10.00	Costo unitario directo por : und	S/ 3,670.99	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas						
010106130302	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CABEZALES		m2		7.8400	S/ 41.68	S/ 326.77
010420010211	CONCRETO f'c = 140 kg/cm2 PARA CABEZALES		m3		12.5500	S/ 248.98	S/ 3,124.70
010714000001	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 GRADO 60		kg		49.8900	S/ 4.40	S/ 219.52
							S/ 3,670.99

Partida	04.05	ALCANTARILLA DE TUBERIA METALICA CORRUGADA TMC					
Rendimiento	m/DIA	10.0000	EQ.	10.00	Costo unitario directo por : m	S/ 200.86	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.1600	S/ 23.73	S/ 3.80
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.6000	S/ 22.92	S/ 36.67
0101010005	PEON		hh	6.0000	4.8000	S/ 16.55	S/ 79.44
							S/ 119.91
	Materiales						
02042900010004	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=72"		m		0.1000	S/ 80.00	S/ 8.00
0204290004	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=80"		m		0.1000	S/ 87.00	S/ 8.70
0204290005	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=24"		m		0.7468	S/ 78.00	S/ 58.25
							S/ 74.95
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	S/ 119.91	S/ 6.00
							S/ 6.00

Partida	04.06	BADENES					
Rendimiento	m2/DIA	22.0000	EQ.	22.00	Costo unitario directo por : m2	S/ 181.66	

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subpartidas					
010101020106	TRAZO Y REPLANTEO EN BADENES	m2		1.0000	S/ 1.87	S/ 1.87
010105010112	CONCRETO CICLÓPEO F'C = 175 KG/CM2 + 30% PG	m3		0.6000	S/ 253.10	S/ 151.86
010703010010	EXCAVACION PARA ESTRUCTURADE BADENES	m3		1.0000	S/ 4.24	S/ 4.24
010712000306	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN BADENES	m2		1.0000	S/ 13.70	S/ 13.70
010716010504	MAMP. DE PIEDRA C/C° 140 KG/CM2 E = 0.40 M EN BADENES	m3		0.4000	S/ 24.98	S/ 9.99
						S/ 181.66

Partida	05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES ENTRE 120 m Y 1000m				
Rendimiento	m3k/DIA	300.0000	EQ.	300.00	Costo unitario directo por : m3k	S/ 9.78
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0027	S/ 23.73	S/ 0.06
0101010004	OFICIAL	hh	0.2000	0.0053	S/ 18.36	S/ 0.10
						S/ 0.16
	Equipos					
0301160004	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP, 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0267	S/ 180.00	S/ 4.81
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0267	S/ 180.00	S/ 4.81
						S/ 9.62

Partida	05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES A MAS DE 1000m				
Rendimiento	m3k/DIA	820.0000	EQ.	820.00	Costo unitario directo por : m3k	S/ 3.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Equipos					
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	2.0000	0.0195	S/ 180.00	S/ 3.51
						S/ 3.51

Partida	05.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120 m Y 1000m				
Rendimiento	m3k/DIA	335.0000	EQ.	335.00	Costo unitario directo por : m3k	S/ 8.75
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0024	S/ 23.73	S/ 0.06
0101010004	OFICIAL	hh	0.2000	0.0048	S/ 18.36	S/ 0.09
						S/ 0.15
	Equipos					
0301160004	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP, 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0239	S/ 180.00	S/ 4.30
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0239	S/ 180.00	S/ 4.30
						S/ 8.60

Partida	05.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES A MAS DE 1000 m				
---------	-------	---	--	--	--	--

Rendimiento	m3k/DIA	923.0000	EQ.	923.00	Costo unitario directo por : m3k	S/ 3.11	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
03012200040001	Equipos CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	2.0000	0.0173	S/ 180.00	S/ 3.11 S/ 3.11

Partida	06.01	SEÑALES PREVENTIVAS					
Rendimiento	und/DIA	45.0000	EQ.	45.00	Costo unitario directo por : und	S/ 198.95	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0356	S/ 23.73	S/ 0.84
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1778	S/ 18.36	S/ 3.26
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.3556	S/ 16.55	S/ 5.89 S/ 9.99
	Materiales						
0218020004	PERNOS DE 1/4" x 2 1/2"		pza		2.0000	S/ 3.20	S/ 6.40
02340600010005	PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"		m2		0.3600	S/ 59.91	S/ 21.57
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.3600	S/ 56.20	S/ 20.23
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA		gal		0.7200	S/ 45.25	S/ 32.58
0240080013	THINNER TEKNO		gal		0.7000	S/ 15.00	S/ 10.50
02650100010009	TUBO DE FIERRO NEGRO DE 2" X 6.4 m		m		2.8000	S/ 15.59	S/ 43.65
0267110022	LAMINA REFLECTORIZANTE		p2		4.0000	S/ 7.84	S/ 31.36 S/ 166.29
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	S/ 9.99	S/ 0.50 S/ 0.50
	Subpartidas						
010105011301	CONCRETO CALZADURAS MEZCLA 1:10 + 30% P.G.		m3		0.0540	S/ 143.41	S/ 7.74
010601030108	INSTALACION DE SEÑALES PREVENTIVAS		und		1.0000	S/ 14.43	S/ 14.43 S/ 22.17

Partida	06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS					
Rendimiento	und/DIA	35.0000	EQ.	35.00	Costo unitario directo por : und	S/ 82.85	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0457	S/ 23.73	S/ 1.08
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2286	S/ 18.36	S/ 4.20
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.4571	S/ 16.55	S/ 7.57 S/ 12.85
	Materiales						
0204280002	ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA SEÑALES REGLAMENTARIAS		und		1.0000	S/ 18.00	S/ 18.00
0218020004	PERNOS DE 1/4" x 2 1/2"		pza		2.0000	S/ 3.20	S/ 6.40
02340600010005	PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"		m2		0.1800	S/ 59.91	S/ 10.78
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA		gal		0.1800	S/ 45.25	S/ 8.15
0240080013	THINNER TEKNO		gal		0.2000	S/ 15.00	S/ 3.00 S/ 46.33

		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	S/ 12.85		S/ 0.64 S/ 0.64
		Subpartidas					
010105011301	CONCRETO CALZADURAS MEZCLA 1:10 + 30% P.G.	m3		0.0600	S/ 143.41		S/ 8.60
010601030109	INSTALACION DE SEÑALES REGLAMENTARIAS	und		1.0000	S/ 14.43		S/ 14.43 S/ 23.03

Partida	06.03	SEÑALES INFORMATIVAS					
Rendimiento	und/DIA	20.0000	EQ.	20.00	Costo unitario directo por : und	S/ 207.49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	S/ 23.73	S/ 0.95	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	S/ 18.36	S/ 7.34	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.6000	S/ 16.55	S/ 26.48 S/ 34.77	
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.6000	S/ 4.50	S/ 2.70	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.4400	S/ 4.20	S/ 1.85	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.2244	S/ 23.90	S/ 5.36	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.1795	S/ 21.00	S/ 3.77	
0210010001	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2		1.0000	S/ 10.90	S/ 10.90	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		1.7500	S/ 24.20	S/ 42.35	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.0000	S/ 5.80	S/ 29.00	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.1800	S/ 56.20	S/ 10.12	
0240080013	THINNER TEKNO	gal		0.1800	S/ 15.00	S/ 2.70	
0267110022	LAMINA REFLECTORIZANTE	p2		5.0000	S/ 7.84	S/ 39.20 S/ 147.95	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	S/ 34.77	S/ 1.74 S/ 1.74	
	Subpartidas						
010105011301	CONCRETO CALZADURAS MEZCLA 1:10 + 30% P.G.	m3		0.0600	S/ 143.41	S/ 8.60	
010601030105	INSTALACION DESENALES	und		1.0000	S/ 14.43	S/ 14.43 S/ 23.03	

Partida	06.04	POSTES KILOMETRICOS					
Rendimiento	und/DIA	25.0000	EQ.	25.00	Costo unitario directo por : und	S/ 146.69	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	S/ 23.73	S/ 1.52	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	S/ 18.36	S/ 5.88	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.6400	S/ 16.55	S/ 10.59 S/ 17.99	
	Materiales						
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.6400	S/ 56.20	S/ 35.97	
0240080013	THINNER TEKNO	gal		0.5000	S/ 15.00	S/ 7.50	
0263040003	FABRICACION POSTES KILOMETRICOS	und		1.0000	S/ 58.00	S/ 58.00 S/ 101.47	

		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	S/ 17.99	S/ 0.90 S/ 0.90
		Subpartidas					
010105011301	CONCRETO CALZADURAS MEZCLA 1:10 + 30% P.G.		m3		0.0600	S/ 143.41	S/ 8.60
010601030106	INSTALACION DE POSTES KILOMETRICOS		und		1.0000	S/ 17.73	S/ 17.73 S/ 26.33

Partida	06.05	GUARDAVIA METALICA					
Rendimiento	m/DIA	30.0000	EQ.	30.00	Costo unitario directo por : m	S/ 269.25	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0533	S/ 23.73	S/ 1.26
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	S/ 22.92	S/ 6.11
0101010004	OFICIAL		hh	4.0000	1.0667	S/ 18.36	S/ 19.58 S/ 26.95
	Materiales						
0204270001	GUARDAVIAS (INCLUYE ACCESORIOS)		m		1.0000	S/ 110.00	S/ 110.00
0218020004	PERNOS DE 1/4" x 2 1/2"		pza		9.0000	S/ 3.20	S/ 28.80
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.6400	S/ 56.20	S/ 35.97
0240080013	THINNER TEKNO		gal		0.5000	S/ 15.00	S/ 7.50
0263040002	POSTES DE 1.20m		und		0.3300	S/ 18.00	S/ 5.94
0272060009	TERMINALES TIPO 2 (de entrada)		und		0.2700	S/ 84.00	S/ 22.68 S/ 210.89
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	S/ 26.95	S/ 1.35 S/ 1.35
	Subpartidas						
010105011301	CONCRETO CALZADURAS MEZCLA 1:10 + 30% P.G.		m3		0.0600	S/ 143.41	S/ 8.60
010601030107	INSTALACION DE GURADAVIA METALICA		und		2.0000	S/ 10.73	S/ 21.46 S/ 30.06

Partida	07.01	CAPA SUPERFICIAL DE SUELO					
Rendimiento	ha/DIA	10.0000	EQ.	10.00	Costo unitario directo por : ha	S/ 526.13	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.1600	S/ 23.73	S/ 3.80
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.4000	S/ 18.36	S/ 7.34
0101010005	PEON		hh	2.0000	1.6000	S/ 16.55	S/ 26.48 S/ 37.62
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	S/ 37.62	S/ 1.13
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton		hm	1.0000	0.8000	S/ 190.43	S/ 152.34
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP		hm	1.0000	0.8000	S/ 233.35	S/ 186.68
0301200001	MOTONIVELADORA		hm	1.0000	0.8000	S/ 185.45	S/ 148.36 S/ 488.51

Partida	07.02	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS					
Rendimiento	ha/DIA	3.0000	EQ.	3.00	Costo unitario directo por : ha	S/ 1,100.01	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.5333	S/ 23.73	S/ 12.66
0101010005	PEON		hh	5.0000	13.3333	S/ 16.55	S/ 220.67
	Equipos						S/ 233.33
0301160004	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP, 2.5 yd3		hm	1.0000	2.6667	S/ 180.00	S/ 480.01
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3		hm	1.0000	2.6667	S/ 145.00	S/ 386.67
							S/ 866.68

Partida	07.03	SEÑALIZACION AMBIENTAL					
Rendimiento	und/DIA	20.0000	EQ.	20.00	Costo unitario directo por : und	S/ 205.80	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0800	S/ 23.73	S/ 1.90
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.4000	S/ 18.36	S/ 7.34
0101010005	PEON		hh	3.0000	1.2000	S/ 16.55	S/ 19.86
	Materiales						S/ 29.10
02671100040007	SEÑALES AMBIENTALES (INCLUYE POSTE DE METAL)		glb		1.0000	S/ 160.00	S/ 160.00
	Equipos						S/ 160.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	S/ 29.10	S/ 1.46
	Subpartidas						S/ 1.46
010601030110	INSTALACION DE SEÑALES AMBIENTALES		und		1.0000	S/ 15.24	S/ 15.24
							S/ 15.24

### 3.7.5. Relación de insumos.

Cuadro 87: Relación de insumos



### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201003	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"				
Subpresupuesto	001	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRAMDO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"				
Fecha	01/12/2018					
Lugar	130613	LA LIBERTAD - OTUZCO - SINSICAP				
Código	Recurso		Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA						
0101010002	CAPATAZ		hh	4,016.2722	23.73	95,306.14
0101010003	OPERARIO		hh	1,414.6209	22.92	32,423.11
0101010004	OFICIAL		hh	6,443.6060	18.36	118,304.61
0101010005	PEON		hh	59,138.0733	16.55	978,735.11
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO		hh	175.9820	23.77	4,183.09
					<b>S/</b>	<b>1,228,952.06</b>
MATERIALES						
02010300010003	GASOLINA 95 OCTANOS		gal	62.6518	12.80	801.94
0201040001	PETROLEO D-2		gal	12.3320	12.80	157.85
0203030002	TRANSPORTE DE SEÑALES		und	130.0000	3.70	481.00
0203030004	TRANSPORTE DE POSTES		und	12.0000	7.00	84.00
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg	25.9440	4.50	116.75
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg	28.4373	4.10	116.59
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg	30.0000	4.50	135.00
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg	985.8264	2.80	2,760.31
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	69.9840	4.20	293.93
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg	14.8960	4.20	62.56
0204120004	CLAVOS DE ALUMINIO CON CABEZA 2"		kg	60.0000	4.20	252.00
0204270001	GUARDAVIAS (INCLUYE ACCESORIOS)		m	275.0000	110.00	30,250.00
0204280002	ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA SEÑALES REGLAMENTARIAS		und	16.0000	18.00	288.00
02042900010004	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=72"		m	14.0600	80.00	1,124.80
0204290004	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=80"		m	14.0600	87.00	1,223.22
0204290005	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=24"		m	105.0001	78.00	8,190.01
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3	1.3464	23.90	32.18
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"		m3	56.1453	36.00	2,021.23
0207010009	GRAVILLA		m3	230.2059	29.00	6,675.97
02070200010002	ARENA GRUESA		m3	183.3111	21.00	3,849.53
0207030001	HORMIGON		m3	18.5594	18.00	334.07
0207040003	AFIRMADO PARA BASE DE VIA		m3	16,279.1500	10.00	162,791.50
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3	0.0977	20.00	1.95
0210010001	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO		m2	6.0000	10.90	65.40
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol	1,981.6837	24.20	47,956.75
0213030001	YESO		kg	217.8000	3.70	805.86
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg		und	3.2560	0.20	0.65
02130600010001	OCRE ROJO		kg	1.6280	4.50	7.33
0218020004	PERNOS DE 1/4" x 2 1/2"		pza	2,723.0000	3.20	8,713.60
0231010001	MADERA TORNILLO		p2	1,263.1406	5.80	7,326.22
0231040001	ESTACAS DE MADERA		und	83.8530	2.00	167.71
02310500010003	TRIPLAY DE 1.20X2.40 m X 6 mm		und	50.0000	22.14	1,107.00

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201003	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRAMDO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Fecha	01/12/2018				
Lugar	130613	LA LIBERTAD - OTUZCO - SINSICAP			
<b>Código</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0231230001	CALAMINA PLANA 1.20m x 2.40m	pln	83.1000	24.60	2,044.26
02340600010005	PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"	m2	41.7600	59.91	2,501.84
0237050002	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBREPONER	und	1.0000	57.80	57.80
02370600060001	BISAGRAS DE FIERRO DE 3 1/2"	und	2.0000	4.20	8.40
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	226.6322	56.20	12,736.73
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	80.6400	45.25	3,648.96
0240080013	THINNER TEKNO	gal	223.3800	15.00	3,350.70
02450200010017	BARRENO 5'X1/8"	pza	365.6812	412.21	150,737.45
0255100001	DINAMITA AL 65%	kg	9,679.7970	24.50	237,155.03
0255100008	MECHA GUÍA	m	96,797.9700	5.00	483,989.85
0255100009	FULMINANTE #8	pza	64,531.9800	2.50	161,329.95
0263040002	POSTES DE 1.20m	und	90.7500	18.00	1,633.50
0263040003	FABRICACION POSTES KILOMETRICOS	und	12.0000	58.00	696.00
02650100010009	TUBO DE FIERRO NEGRO DE 2" X 6.4 m	m	302.4000	15.59	4,714.42
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28" DE ALTURA	und	4.0000	35.85	143.40
0267110003	TRANQUERA DE MADERA DE 0.75 X 1.20 m	und	2.0000	60.20	120.40
02671100040007	SEÑALES AMBIENTALES (INCLUYE POSTE DE METAL)	glb	6.0000	160.00	960.00
02671100060003	BANDERINES	und	5.0000	20.50	102.50
0267110020	LAMPARAS DE DESTELLOS	und	12.0000	127.74	1,532.88
0267110021	TAMBORES (CILINDROS VACIOS)	und	2.0000	71.00	142.00
0267110022	LAMINA REFLECTORIZANTE	p2	462.0000	7.84	3,622.08
0272060009	TERMINALES TIPO 2 (de entrada)	und	74.2500	84.00	6,237.00
0276020025	DISCO DE CORTE PARA ACERO	und	0.9481	12.00	11.38
0290130022	AGUA	m3	4,238.8694	40.00	169,554.78
				<b>S/</b>	<b>1,535,226.22</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	11.1016	50.00	555.08
0301000009	ESTACION TOTAL	día	10.8900	100.00	1,089.00
03010000110001	TEODOLITO	día	0.2116	80.00	16.93
0301000014	MIRAS	día	21.7800	20.00	435.60
0301000015	JALONES	día	43.5600	20.00	871.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			41,430.72
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	7.4602	11.50	85.79
03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	233.0478	190.43	44,379.29
0301140002	MARTILLO HIDRAULICO	hm	6.7250	90.00	605.25
03011400020002	MARTILLO NEUMATICO DE 29 kg	hm	2,151.0660	18.75	40,332.49
03011400060001	COMPRESORA NEUMATICA 700 - 800PCM, 240 HP	hm	537.7665	32.32	17,380.61
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	2.7025	180.00	486.45
03011600010004	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 160-195 HP 3.5 yd3	hm	0.0667	180.00	12.01

### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0201003	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRAMDO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Fecha	01/12/2018				
Lugar	130613	LA LIBERTAD - OTUZCO - SINSICAP			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
0301160004	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP, 2.5 yd3	hm	13,857.0563	180.00	2,494,270.13
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	10,889.7735	261.80	2,850,942.70
03011700020002	RETROEXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115 - 165 HP	hm	26.3315	110.00	2,896.47
03011700020008	RETROEXCAVADOR CARGADOR FIAT FT.900T	hm	242.7846	185.00	44,915.15
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	5,511.2198	233.35	1,286,043.14
0301190002	RODILLO VIBRATORIO	hm	0.0333	129.00	4.30
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25	hm	9,834.3512	110.00	1,081,778.63
0301200001	MOTONIVELADORA	hm	0.3227	185.45	59.84
03012000010002	MOTONIVELADORA FIAT FG-85A	hm	465.5837	285.00	132,691.35
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	24,635.9759	180.00	4,434,475.66
03012200040002	CAMION VOLQUETE DE 10 m3	hm	0.9200	145.00	133.40
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	323.6340	110.00	35,599.74
03012500010001	GRUPO ELECTROGENO DE 250 KW.	hm	271.8618	195.00	53,013.05
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	76.3040	4.00	305.22
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	32.5480	8.50	276.66
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	76.3040	10.00	763.04
0301330004	MOTOSIERRA	hm	40.2209	6.00	241.33
03014000040001	ZARANDA VIBRATORIA 140 HP - 100 ton/h (INC. G.E.)	hm	271.8618	185.00	50,294.43
03014900010001	CORDEL	rll	0.2442	22.00	5.37
0304010003	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	glb	1.0000	8,326.84	8,326.84
0304010004	FLETE TERRESTRE	glb	1.0000	8,308.78	8,308.78
				<b>S/</b>	<b>12,633,025.65</b>

TOTAL **S/ 15,397,203.93**

SON: QUINCE MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL DOSCIENTOS TRES Y 93/100 NUEVOS SOLES

3.7.1. Fórmula polinómica.

CUADRO 88: Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0201003	"DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRMADO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE LA CARRETERA A NIVEL DE AFIRAMDO DE SAN IGNACIO - CALLUNCHAS - CHUITE, DISTRITO SINSICAP, PROVINCIA OTUZCO, DEPARTAMENTO LA LIBERTAD"			
Fecha Presupuesto	01/12/2018				
Moneda	NUEVOS SOLES				
Ubicación Geográfica	130613 LA LIBERTAD - OTUZCO - SINSICAP				
$K = 0.070*(J_r / J_o) + 0.079*(A A_r / A A_o) + 0.713*(M_r / M_o) + 0.851*(E_r / E_o) + 0.130*(G U_r / G U_o)$					
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.070	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.079	16.456		04	AGREGADO FINO
	0.079	79.747	AA	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
3	0.713	0.421	M	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
4	0.851	1.293		29	DOLAR
	0.851	83.431	E	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
5	0.130	100.000	GU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

#### IV. DISCUSIÓN

Según Borja y Ramírez (2011), en su Tesis “Diseño de plantillas en el software AutoCad civil 3d para trabajos topográficos y diseño de carreteras según normas peruanas” Diseñaron plantillas en el Software AutoCAD Civil 3D, teniendo como base las principales normas peruanas y efectuar con mayor rapidez al diseñar un proyecto. Éstas plantillas favorecen la edición, configuración del entorno y como se muestran los datos procesados. Llegó a la conclusión que las plantillas nos permiten un alto nivel de eficiencia, menos tiempo, y también de dinero al tener la facilidad de cambiar un parámetro u otro dependiendo de la necesidad; sin embargo, en esta investigación también se insertó una plantilla de diseño dando mejor eficiencia en el trazo de la rasante, de la misma manera se minimiza el tiempo, gran facilidad para detectar errores de diseño.

Según Cárdenas (2017) en su tesis “Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas, provincia de Gran Chimú, departamento La Libertad” planteó como objetivo “Diseñar la carretera de pampa Lagunas – Jolluco, Distrito De Cascas” cuya vía es de tercera clase. En el diseño geométrico de la vía se utilizó un software Civil 3D para data topográfica, dando una longitud de 3+750 km de trazo, cumpliendo con los parámetros del “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014”. En el estudio de mecánica de suelos realizó 4 calicatas, teniendo como resultado un CBR de 25.495% (S4: Subrasante muy buena) cuyo resultado lo obtuvo del promedio de CBRs por tener resultados similares; tomó el mínimo valor de ejes equivalentes (10 000), del cual determinó un espesor de 0.18 m para el afirmado.

La diferencia con éste proyecto con respecto al estudio de suelos está en el resultado del CBR (S3: Sub rasante buena), para el cálculo se usó el menor valor (CBR: 12.25%) obtenido en todo el tramo de la vía; el número de repeticiones de ejes equivalentes calculado en este proyecto es de 27 109.00; el espesor del afirmado obtenido es de 0.20 m; se diseñó bajo parámetros de la DG – 2018 del MTC.

Según Gallardo (2017) en su tesis “Diseño de la vía urbana y el mejoramiento hidráulico de obras de arte en el malecón Los Incas, urbanización de Paucarbamba, distrito de Amarilis, Huánuco” se planteó como objetivo diseñar una vía y mejoramiento hidráulico de obras de arte en el malecón Los Incas, Urbanización de Paucarbamba, con la finalidad de dar comodidad a la transitabilidad de vehículos, como también a los habitantes de la zona que hacen uso de la vía; con respecto a nuestra investigación planteamos acceder

una transitabilidad como camino vecinal por primera vez para dar comodidad a los transeúntes y vehículos que accedan a estos caseríos, éstas comodidades se logran mediante un buen diseño.

Según Guerrero (2017) en su tesis “Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda - Nueva Fortaleza - Cauchalda, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad” planteó como objetivo realizar el Diseño de la carretera con AutoCAD Civil 3D obteniendo un suelo accidentado con pendientes longitudinales máximas a 10%, realizando 4+380 km de longitud, lo consideró según su clasificación por demanda como una carretera de Tercera Clase; para el drenaje de la vía de acuerdo a resultados del estudio hidrológico diseñó alcantarillas de 24” y 36” de diámetro, tipo TMC, cunetas de sección triangular de 0.50m de alto por 0.90m de espejo de agua.

Contrastando con ésta investigación las pendientes longitudinales máximas son de 10%, tiene una longitud de 10+895 Km de longitud, considerándose también una carretera de tercera clase; para el diseño de las alcantarillas de paso calculadas de acuerdo a los resultados del estudio hidrológico, los diámetros son de 80” y 72” y las alcantarillas de alivio tienen un diámetro generalizado de 24”, las cunetas de sección triangular tienen longitudes de 0.50m de espejo de agua con 0.30 m de altura debido a las superficie accidentada de la zona.

Según Pastor (2013) en su tesis “Evaluación de canteras para realizar la construcción de trocha carrozable a nivel de afirmado Campo Alegre – Peña Blanca, distrito de Namora, provincia de Cajamarca” tuvo como objetivo general evaluar las canteras para la construcción de la trocha carrozable de Campo Alegre - Peña Blanca, en la que nos dió a conocer las características físico mecánicas del material de afirmado de las canteras de la zona, que será empleado en la capa de rodadura de la Trocha Carrozable. Realizó 5 calicatas, es decir una por cada kilómetro; adicional a ello también se extrajo muestras de las canteras; el suelo más común según: ASHTO es A-7-5 (20) y SUCS es ML (limo con baja plasticidad), el C.B.R. de diseño es de 41.18%, espesor de afirmado 0.30m; la diferencia entre éstos proyectos es bastante notable, el suelo más común según: ASHTO es A-2-4-(0) y SUCS es GW (grava bien graduada), el C.B.R. de cantera es de 118.37%, el espesor de afirmado es de 0.20m por lo que este material de cantera cumple las especificaciones técnicas impuestas por el DG 2018.

Según Reyes (2017) en su tesis “Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso – Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad” tuvo el objetivo de diseñar la carretera en el tramo, El Progreso – Tiopampa, se basó principalmente en el trazo de una nueva vía vecinal que comunica estos centros poblados, cuyo diseño está basado según las distintas normas que establece DG 2014, en el diseño se usó softwars especiales como AutoCAD, S10, MS Project, Argis 10.5, entre otros; al igual que en éste proyecto se diseñó y analizó mediante softwars especializados cumpliendo parámetros del DG 2018.

## V. CONCLUSIONES

Mediante los datos obtenidos del levantamiento topográfico, se determinó la orografía accidentada tipo III, pendientes longitudinales máximas de 10% y mínimas de 0.5%, pendientes transversales en el rango de 51% y 100%, cuatro puntos de control para alcantarillas en las progresivas 00+500Km, 04+975Km, 08+390Km y 09+640Km, un punto de control para construir un badén en el Km 09+550Km.

Con el estudio de mecánica de suelos se identificó las propiedades físicas y mecánicas de las muestras que fueron extraídas de las calicatas ubicadas en la parte superior o inferior del eje de la vía, se obtuvo muestras de 11 calicatas, la primera calicata se realizó en 0+500 km, las demás calicatas se excavaron a cada 1km respecto al eje de la vía; en la clasificación SUCS se determinó suelos arena Arcillosa (SC) y arena limosa (SM), la clasificación AASHTO A-2-6 (0) y A-2-4 (0), se determinó el valor del C.B.R de la subrasante 12.25 de máxima densidad seca y para el análisis de cantera el C.B.R. se realizó al 100% teniendo como resultado 118.37 y al 95% se obtuvo 90.11 de máxima densidad seca, el cual es óptimo para el material de afirmado.

Para realizar el estudio hidrológico se obtuvo datos de la estación pluviométrica Sinsicap, brindadas por el SENAMHI, se procesaron los datos para obtener la máxima intensidad para periodos de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200 y 500 años, en duraciones de 5, 10, 15, 20, 30, 60, 90 y 120 minutos, el análisis estadístico caudal máximo de diseño se realizó con el método Log Normal 3P, se diseñó sección transversal triangular en cunetas de 0.50m de ancho por 0.30m de alto, quince alcantarillas de alivio TMC (tubería metálica corrugada) de 24" de diámetro, cuatro alcantarillas de paso TMC de 72" y 80" de diámetro, un badén con espejo de agua de 19.90m, tirante de 0.30m borde libre de 0.30 m; en el diseño de las obras de arte se consideró que el caudal hidráulico calculado con la fórmula de Manning sea mayor al caudal hidrológico en su máxima avenida.

Mediante el diseño geométrico se determinó que el proyecto presenta una carretera de tercera clase, la velocidad de diseño de 30m/s, la pendiente longitudinal máxima 9.5%, los radios mínimos de curvas horizontales es de 25 m, curvas de volteo 20m de radio exterior y 8m de radio interior, ancho de calzada 6m con bombeo de calzada 3.5%, pendiente en bermas de 4.0%; se realizó el estudio de tráfico en km 0+000 de la carretera

Sinsicap - San Ignacio obteniéndose la mayor incidencia de camiones 2E, índice medio diario anual (IMDA) de 7 vehículos pesados por día, el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 toneladas (Nrep de EE8.2 ton) es de 27 109.00, para determinar el espesor (e) de afirmado se usó de la expresión de NAASRA haciendo uso del menor CBR de sub rasante (12.25) obtenido un  $e = 137\text{mm}$  y se comparó con el catálogo de espesor de afirmado cuyo Nrep de EE8.2 ton es mayor a 25 000.00 (ver figura 31) se optó por colocar una capa de afirmado de 0.20 m, el análisis del material de cantera “El Huayco” arrojó un óptimo resultado de CBR de 118.37% al 100% de su máxima densidad, el tipo de afirmado a utilizar corresponde al material granular o grava seleccionada por zarandeo de la cantera “El Huayco” ubicada a 4Km del centro poblado San Ignacio distrito Sinsicap cuyos porcentajes, dosificación, tamaños, tipos, proporciones de material(grava, arena, finos) corresponde a la mezcla de afirmado tipo 1 del tráfico T1 (ver figura 32)

A través estudio de impacto ambiental se determinó la presencia de impactos negativos (ver cuadro 79) que perjudiquen la construcción de la vía tales como la modificación del hábitat de las especies, movimiento de tierras, voladuras y perforaciones, desmontes y rellenos, se determinó los impactos positivos (ver cuadro 80) que favorece al desarrollo como la calidad de vida de los pobladores de la zona, aumento del nivel cultural, incremento de servicios e infraestructuras así como la transitabilidad de la zona; se realizó el plan de manejo ambiental y mitigación ambiental.

Se realizó el cálculo del presupuesto total del proyecto mediante el análisis de cada partida requerida, incluyendo gastos generales e IGV, el resultado es: 20 889 789.50 nuevos soles.

COSTO DIRECTO	S/.	15,394,096.90
GASTOS GENERALES (10%)	S/.	1,539,409.69
UTILIDAD (5%)	S/.	769,704.85
		=====
SUB TOTAL	S/.	17,703,211.44
IGV(18%)	S/.	3,186,578.06
		=====
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>	<b>S/.</b>	<b>20,889,789.50</b>

SON : VEINTE MILLONES OCHOCIENTOS OCHENTINUEVE MIL SETECIENTOS OCHENTINUEVE Y 50/100 NUEVOS SOLES

## **VI. RECOMENDACIONES**

Desarrollar el diseño bajo criterios y normas peruanas establecidas en el manual de carreteras DG - 2018 del MTC; los datos, guías, manuales de diseño deberán ser obtenidas de fuentes confiables y de a criterios de las normas peruanas para el diseño de carreteras.

Realizar el estudio de impacto ambiental en el área de depósito del material excedente proveniente del corte de la subrasante, el cual será reemplazado por un material granular extraído de cantera con el fin de aumentar la resistencia del suelo existente.

Realizar el mantenimiento de cunetas una vez por cada año y mantenimiento constante de la vía transitable, para tener óptimo desempeño durante su vida útil.

En el drenaje transversal de una vía se debe optar por el diseño de alcantarillas, influye directamente en los costos, construcción y mantenimiento.

Instaurar planes para el manejo Ambiental y mitigación ambiental durante y fin de la ejecución del proyecto.

Debe realizarse la ejecución del proyecto, ya que de ello depende las limitaciones y problemas que afrontan a diario los pobladores de la zona generando una calidad de vida, desarrollo económico y sociocultural de la población en la zona de estudio.

## VII. REFERENCIAS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA): Estudio Hidrológico Mala 1970. Lima: 2011

Disponible: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/estudio\\_hidrologico\\_mala\\_0\\_0.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/estudio_hidrologico_mala_0_0.pdf)

BORJA Torres, Manuel y RAMÍREZ Vílchez, Milagritos. Diseño de plantillas en el software AutoCAD civil 3d para trabajos topográficos y diseño de carreteras según normas peruanas. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: universidad Ricardo Palma, Facultad de ingeniería civil, 2011.

Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/134>

CAHUAYA Ramos, Edith; CHAVÉZ Castañeda, Alejandra. Análisis de impactos de la construcción de una carretera en una zona rural: el caso del distrito de Zúñiga en Cañete. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Pontífice Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2016.

Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/7335>

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) (Estados Unidos). Lima: 2011.

Disponible: <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>

CÁRDENAS Saldaña, Bryan. Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas, provincia de Gran Chimú, departamento La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11746?show=full>

Costo/beneficio en el transporte – FAO. Transporte rural de productos alimenticios en América Latina y el Caribe [en líneas]. Roma: Roberto Cuevas 2013. [Fecha de consulta: 23 de marzo de 2018].

Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf>

ISBN 978-92-5-307413-6

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA (Perú). DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MTC, Reglamento de Protección Ambiental para el Sector Transportes. Lima: 2017. 69p.

Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/004-2017-MTC.pdf>

Estudio hidrológico, hidráulico y de inundabilidad de la cuenca del río Albuñol. Alternativas para paliar los efectos de sus avenidas

Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/49571>

ISBN: 978-84-9880-668

Enciclopedia EcuRed. Conocimiento con todos y para todos.

Disponible: [https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia\\_cubana](https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia_cubana)

ESQUIVEL Jurado, Karen. Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11740/esquivel\\_jk.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11740/esquivel_jk.pdf?sequence=1).

FORT, Ricardo y PAREDES, Héctor. Inversión pública y descentralización: sus efectos sobre la pobreza rural en la última década. Grupo de Análisis para el Desarrollo [en línea]. Documento de investigación 76. Lima, abril 2015 [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2018].

Disponible en: [https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/51476/ssoar-2015-fort\\_et\\_al-Inversion\\_publica\\_y\\_descentralizacion\\_sus.pdf?sequence=3](https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/51476/ssoar-2015-fort_et_al-Inversion_publica_y_descentralizacion_sus.pdf?sequence=3)

ISBN: 978-9972-615-85-6

FUENTES, Antonio. Estudio hidrológico, hidráulico y de inundabilidad de la cuenca del río Albuñol. Alternativas para paliar los efectos de sus avenidas. [en línea]. Sevilla, 2016 [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2018].

Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/49571>

GALLARDO Pinedo, Diego. Diseño de la vía urbana y el mejoramiento hidráulico de obras de arte en el malecón Los Incas, urbanización de Paucarbamba, distrito de Amarilis, Huánuco. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11891?show=full>

GÁMEZ, William. Texto auto formativo de Topografía General [en línea]. Managua: UNA, 2015 [Fecha de consulta; 20 de marzo 2018]. Fuentes Castillo, Antonio. Estudio hidrológico, hidráulico y de inundabilidad de la cuenca del río Albuñol. Alternativas para paliar los efectos de sus avenidas. Trabajo Fin de Master (Máster en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos). Sevilla, España: Universidad de Sevilla, 2016.-7

Disponibilidad en: <http://repositorio.una.edu.ni/3179/1/NP31G192t.pdf>

ISBN: 978-99924-1-036-3

GUERRERO Silva, Erick. Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda - Nueva Fortaleza - Cauchalda, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

IGNACIO de CorraL, Manuel. TOPOGRAFIA DE OBRAS. [en línea]. Volumen 117 de Politex.Catalunya: Univ. Politèc. de Catalunya, 2009. [Fecha de consulta; 20 de marzo 2018].

Disponibilidad:[https://books.google.com.pe/books/about/Topograf%C3%ADa\\_de\\_obras.html?id=0q2BRyao3JcC](https://books.google.com.pe/books/about/Topograf%C3%ADa_de_obras.html?id=0q2BRyao3JcC)

ISBN: 84-8301-543-9

INEI (Perú). Crecimiento y distribución de la población, 2017. p.20

Disponible:[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf)

INEI (Perú). Población 2000 al 2015. Departamento La Libertad, provincia otuzco, distrito Sinsicap.

Disponible en: <https://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>

JIMENEZ, Gonzalo. Topografía para Ingenieros Civiles. [en línea].[14.]<sup>a</sup> ed. Armenia: University of Quindio 2007 [Fecha de consulta; 21 de marzo 2018]  
Disponible en: <https://civilgeeks.com/2011/12/07/topografia-para-ingenieros-civiles/>

JUAREZ, Badillo; Rico, Alfonso. Mecánica de suelos. México: limusa,2015  
ISBN: 968-18-0069-9.

Machado Roberto; Toma Hiroshi. Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú [en línea]. Perú: Lima, 2017 [fecha de consulta: 20 de junio de 2018].

Manual de carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (Perú). Lima: 2013  
Disponible:[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4515.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MANUAL DE CARRETERAS: Ensayo de materiales. Lima: Edición mayo 2016.  
Disponible: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3729.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3729.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MANUAL DE CARRETERAS: Hidrología, hidráulica y drenaje. Lima: 2011.  
Disponible en:[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_4522.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4522.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018. Lima: 2018.  
Disponible:[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MANUAL DE CARRETERAS: suelos, geología y pavimentos” sección suelos y pavimentos. Lima: abril 2014.

Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/y5711s/y5711s00.htm#Contents>

ISBN: 92-5-305220-1

ISSN: 1020-4334

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (Perú). MANUAL DE SEGURIDAD VIAL(MSV). Lima: 2017.

Disponible:[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual\\_de\\_Seguridad\\_Vial\\_2017.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf)

Ministerio de Transportes y Comunicaciones Manual Para El Diseño De Caminos No Pavimentados De Bajo Volumen De Tránsito

Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_770.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_770.pdf)

MIÑANO Alayo, Medalith. Diseño de la carretera cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia Otuzco, departamento La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11742?show=full>

PASTOR Bazán, Carlos. Evaluación de canteras para realizar la construcción de trocha carrozable a nivel de afirmado Campo Alegre – Peña Blanca, distrito de Namora, provincia de Cajamarca. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería civil, 2013.

Disponible: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/462>

PEÑA Villalva, Rubén. Diseño de la carretera tramos: Alto Huayatan - Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11747?show=full>

PINTADO Montalván, María. Diseño de la carretera entre los caseríos de Llacahuan - Succhabamba, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11747?show=full>

REVISTA de Derecho administrativo [en línea]. Derechos de propiedad en carreteras públicas, un saneamiento pendiente Lima: PUCP, 2014. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].

Disponible: REVISTA de Derecho administrativo [en línea]. Derechos de propiedad en carreteras públicas, un saneamiento pendiente Lima: PUCP, 2014. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].

REYES Mallqui, Deyvith. Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso –Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/11744?show=full>

ROMANÍ Santos, Luís. Análisis del diseño geométrico de la carretera Lima-Canta, con relación a sus características operativas, tramo: KM. 66+000 - KM. 76+000. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de ingeniería civil, 2017.

Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/9816>

VÁSQUEZ Calderón, José. Impacto ambiental en el proceso de construcción de una carretera afirmada en la zona alto andina de la región Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniero Civil). Lima: Pontífice Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015.

Disponible: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derecho%20administrativo/article/viewFile/13450/14077>

ISSN: 2074-0956

Villón, Máximo. Hidrología [En línea]. 2.º Edición: Lima Perú: Villón 2002 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018].

Disponible: <https://es.scribd.com/doc/312660908/HIDROLOGIA-Ing-Maximo-Villon-Bejar-pdf>

## **VIII. ANEXOS**