



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL
CENTRO POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE –
REGIÓN LAMBAYEQUE – AÑO 2017”**

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

PRESENTADO POR

Bach. Ing. Civil GALVEZ CERNA JOSE ALFREDO

Bach. Ing. Civil RIVERA LOZANO KATHERINE

PATROCINADOR

ING. ROGER A. ANAYA MORALES

LAMBAYEQUE – PERÚ – MAYO 2018

TOMO I



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, SISTEMAS Y DE ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL
CENTRO POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE –
REGIÓN LAMBAYEQUE – AÑO 2017”**

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

JURADO

MSC. ING. JUAN HERMAN FARIAS FEIJOO

ING. OSCAR GUILLERMO CUBAS DELGADO

ING. JORGE MARTINEZ SANTOS

LAMBAYEQUE – PERÚ – MAYO 2018

TOMO I

AGRADECIMIENTO:

En primer lugar, agradecemos a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por habernos brindado la oportunidad de ser parte de ella y abierto sus puertas para poder cumplir nuestro sueño de terminar la carrera, también agradecemos a los diferentes docentes que nos brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante, Un agradecimiento especial a nuestros padres, familiares y amigos por su apoyo incondicional.

A nuestro asesor Mg Ing Roger Antonio Anaya Morales, quien nos guió en la elaboración de nuestra tesis.

DEDICATORIA:

Dedicado de manera muy especial a mis padres Alfredo Gálvez Imán y Marlene Cerna Cubas por su sacrificio, esfuerzo y apoyo emocional que me han brindado a lo largo de este proyecto.

A mis hermanos porque son un ejemplo e inspiración, como personas y a mi asesor el Mg Ing Roger Antonio Anaya Morales

J.A.G.C.

DEDICATORIA:

Dedicado a mi madre Mercedes Lozano Calderón que siempre me aliento a estudiar para llegar a ser profesional, por su amor y apoyo incondicional, luchando día a día para yo poder culminar mi carrera y por su confianza.

Dedicado de manera muy especial a mi padre Juan Manuel Rivera Fuentes quien me impulso, apoyo a seguir esta hermosa carrera y por el esfuerzo y sacrificio que sé que hizo para poder realizarlo. Desde el cielo papá veras los frutos de tu trabajo y amor.

A mi hermana Diana Carito Rivera Lozano por ser mi ejemplo a seguir en lo académico y personal.

K.R.L.

CONTENIDO

TOMO I

INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	11
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	11
1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
1.4. OBJETIVOS	12
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	12
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.5. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	14
1.5.1. UBICACIÓN POLÍTICA	14
1.5.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	16
1.5.3. LÍMITES DEL PROYECTO	17
1.6. INFORMACIÓN BÁSICA	18
1.6.1. ESTRUCTURA URBANA.....	18
1.6.2. CATASTRO URBANO.....	18
1.6.3. RELIEVE DE LA ZONA	18
1.6.4. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA	19
1.7. ACTIVIDAD SÍSMICA.....	20
CAPÍTULO II: ESTUDIOS BÁSICOS.....	21
2.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	21
2.1.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO	21
2.1.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	22
2.2. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	30
2.2.1. GENERALIDADES	30
2.2.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y LABORATORIO	31
2.2.3. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	37
2.2.4. ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R. (CALIFORNIA BEARING RATIO) Y LA EXPANSIÓN EN EL LABORATORIO.	40
2.2.5. SUELOS ESPECIALES	41
2.2.6. CONCLUSIONES	50
2.3. ESTUDIO DE TRÁFICO	51
2.3.1. GENERALIDADES	51

2.3.2.	DEFINICIONES	51
2.3.3.	RESULTADOS DEL TRÁNSITO PROYECTADO	54
2.3.4.	CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO	55
2.3.5.	NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES.....	56
2.4.	ESTUDIO DE CANTERAS	58
2.4.1.	GENERALIDADES	58
2.4.2.	OBJETO DE EVALUACIÓN DE CANTERAS.....	59
2.4.3.	EVALUACIÓN DE CANTERAS	59
2.4.4.	REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES	60
2.4.5.	PROCESO DE INVESTIGACIÓN.....	60
2.4.6.	INFORMACIÓN DE CANTERAS.....	61
2.4.7.	RESULTADOS	63
2.4.8.	CONCLUSIONES	69
CAPÍTULO III: DISEÑO VIAL URBANO.....		70
3.1.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS.....	70
3.1.1.	GENERALIDADES	70
3.1.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	74
3.2.	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS.....	83
3.2.1.	GENERALIDADES	83
3.2.2.	METODOLOGÍA DE DISEÑO	86
3.2.3.	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE	88
3.2.4.	DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	100
3.2.5.	DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO	109
3.3.	SELECCIÓN DEL PAVIMENTO.....	112
3.3.1.	ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	113
3.4.	DISEÑO DE VEREDAS.....	115
3.4.1.	GENERALIDADES	115
3.4.2.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA.....	115
3.4.3.	PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA	115
3.4.4.	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA CONSTRUIR LA VEREDA ..	116
3.4.5.	CONSTRUCCIÓN	116
3.4.6.	CURADO DE LA SUPERFICIE	118
3.4.7.	SARDINELES DE LAS VEREDAS Y SARDINELES INDEPENDIENTES....	118
3.4.8.	DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PARA VEREDAS.....	118
3.4.9.	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA VEREDAS	118

CAPÍTULO IV: ESTUDIOS HIDROLÓGICOS	119
4.1. GENERALIDADES.....	119
4.2. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS.....	119
4.3. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA	121
4.3.1. PRUEBA DE CONFIABILIDAD DE DATOS POR DISTRIBUCIÓN GUMBEL	122
4.3.2. CÁLCULOS Y RESULTADOS	123
4.3.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS	124
4.3.4. PERÍODO DE RETORNO (TR).....	125
4.3.5. PRECIPITACIONES REALES	126
4.3.6. OBTENCION DE GRAFICAS IDT - MÉTODO DE GUMBEL.....	128
4.4. PERIODO DE DURACIÓN DE LA LLUVIA O TIEMPO DE CONCENTRACIÓN....	128
4.5. CÁLCULO DE INTENSIDAD DE DISEÑO.....	129
4.6. CAUDAL DE ESCURRIMIENTO.....	130
4.7. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	132
4.8. CAUDALES CIRCULANTES EN PAVIMENTO RIGIDO	133
CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	134
5.1. GENERALIDADES.....	134
5.2. OBJETIVOS.....	136
5.3. METODOLOGÍA	136
5.4. MÉTODO DE BATELLE COLUMBUS.....	138
5.4.1. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.....	140
5.4.2. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS.....	140
5.4.3. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS.....	140
5.4.4. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	142
5.5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	142
5.6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	144
5.7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	145
5.7.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	146
5.7.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN	146
5.8. CONCLUSIONES.....	147
CAPÍTULO VI: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	149
6.1. CONSIDERACIONES GENERALES	149
6.2. OBJETIVOS Y BENEFICIOS.....	149
6.3. AMBITO DE APLICACIÓN.....	149

CAPÍTULO VII: ESTUDIOS ECONÓMICOS.....	150
7.1. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS VIALBE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – PRESUPUESTO.....	150
7.2. Período de Diseño y Durabilidad	150
7.3. Tipos de fallas	151
7.4. Análisis Económico Comparativo.....	151
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	154
9.1. CONCLUSIONES	154
9.2. RECOMENDACIONES	155
Bibliografía.....	156
FIGURAS.....	157
ANEXOS	160
ANEXO N° 01: ESTUDIO DE TRAFICO	160
ANEXO N° 02: TOPOGRAFICO	160
ANEXO N° 03: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS.....	160
ANEXO N° 04: ENSAYO DE PAVIMENTOS	160
ANEXO N° 05: ENSAYOS DE MATERIALES	160
ANEXO N° 06: DISEÑO DE MEZCLA	160
ANEXO N° 07: CÁLCULO DE ESPESORES	160
ANEXO N° 08: ESTUDIO DE DRENAJE	160
ANEXO N° 11: PRESUPUESTO.....	160
ANEXO N° 12: CÁLCULO DE FLETE	160
ANEXO N° 13: ESPECIFICACIONES TECNICAS	160
ANEXO N° 14: CRONOGRAMA	160
ANEXO N° 15: PANEL FOTOGRAFICO	160

TOMO II

PLANOS

- 01. PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN**
- 02. PLANO DE UBICACIÓN DE UBICACIÓN DE CALICATAS**
- 03. PLANO DE UBICACIÓN DE CANTERAS**
- 04. PLANO DE PERFILES ESTADÍSTICOS**
- 05. PLANO DE TOPOGRAFÍA**
- 06. PLANO DE ESTANDARIZACIÓN**
- 07. PLANO DE VEREDAS, SARDINELES Y RAMPAS**
- 08. PLANO DE BOCACALLES**
- 09. PLANO DE PLANTA GENERAL**
- 10. PLANO DE PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL Y SECCIONES TRANSVERSALES**
- 11. PLANO DE SECCIONES**
- 12. PLANO DE SEÑALIZACIÓN**
- 13. PLANO DE DRENAJE PLUVIAL SUPERFICIAL**
- 14. PLANO DE BOTADERO**

INTRODUCCIÓN

Los diferentes tipos de pavimentos urbanos son estructuras de varias capas de espesores diferentes, contruidos sobre la superficie final de terreno compactado. Sus usos son diversos y de muy alta importancia para el día a día, permitiendo la transitabilidad de las personas en los espacios urbanos con comodidad, seguridad y economía. Para ello, es necesario que tengan la capacidad de resistir los diversos esfuerzos generados por el tráfico vehicular, peatonal y de otras actividades como las acciones del clima y factores externos que perjudiquen su durabilidad.

En este proyecto de tesis desarrollaremos tres tipos de pavimentos los cuales son; pavimento flexible, rígido y semirrígido, trabajaremos y elaboraremos los diferentes estudios necesarios tales como; estudio de suelo, topográfico, trafico, hidrológico entre otros fundamentales para cumplir con un diseño adecuado pautado por las normas de construcción peruana.

La presente tesis: “Diseño de pistas y veredas en el sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada, Distrito Morrope – Provincia Lambayeque – Región Lambayeque” tiene por finalidad analizar los convenientes tipos de pavimentos y definir cual cuenta con las mejores condiciones técnicas y económicas para poder ser ejecutadas.

Actualmente el Centro Poblado La Colorada, tiene los servicios básicos de electricidad, saneamiento, telefonía, etc. pero, presenta problemas en las condiciones del tránsito vehicular, debido a la mala condición de la superficie de rodadura de sus calles (superficie de tierra); también la mayoría veredas existentes se hicieron sin ningún estudio previo de la zona.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES

Para elaborar un proyecto de pavimentación de una zona determinada, debe existir el proyecto de sistema de agua y alcantarillado, o debe contar con un estudio de Saneamiento Básico, el Sector Colorada Centro del Centro Poblado la Colorada cuenta ya con los servicios ya antes mencionados ejecutados en el proyecto: “MEJORAMIENTO DE SANEAMIENTO BASICO EN CASERIOS Y ANEXOS DEL SECTOR NORTE DEL DISTRITO DE MORROPE, PROVINIA DE LAMBAYEQUE- LAMBAYAQUE”. CODIGO MDM-CMN-CI-PL-01.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Se observo necesario realizar el “Diseño de pistas y veredas en el sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada, Distrito Morrope – Provincia Lambayeque – Región Lambayeque”.

Porque:

Las condiciones actuales en que se encuentran las calles impiden un tránsito rápido, y seguro para los pobladores.

Se presenta una constante dificultad para el tránsito vehicular normal.

El tránsito de los vehículos genera grandes cantidades de partículas de polvo que contaminan el aire causando afecciones de tipo respiratoria, dermatológica entre otras.

Para que:

Con la elaboración de este estudio se puedan generar proyectos de construcción de pistas y veredas, el cual tendrá como resultado una mejor circulación peatonal y vehicular, mejorando notoriamente también el aspecto del centro poblado.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Diseño de pistas y veredas en el Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada, Distrito Morrope – Provincia Lambayeque – Región Lambayeque” consiste en la pavimentación del sector Colorada Centro, que tiene una extensión de 26.5451 ha. La meta del proyecto es, cubrir un área de 54,201.35 m² con pavimento rígido, con una estructura de espesores; 0.175 m² de losa, 0.15 de base; veredas de concreto simple, de 0.10 m de espesor, en un área de 0,65 ha, El costo del proyecto, que atiende a una población de 1270 habitantes, representa una inversión de S/14,398,440.98 soles con precios al mes de enero del año 2020, y se ha fijado un plazo de ejecución de 10 meses.

Para este proyecto se ha considerado un drenaje superficial de acuerdo con los estudios realizados.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el “Diseño de pistas y veredas en el Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada, Distrito Morrope – Provincia Lambayeque – Región Lambayeque”

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Llevar a cabo el estudio topográfico para conocer el relieve del terreno y así definir la rasante del pavimento de las vías.
- Realizaremos los estudios de mecánica de suelos para así poder tener una clasificación de este y definir las propiedades de este que nos ayudara a elegir su estructura.

- elaboraremos el estudio de tráfico para determinar el IMDA que es importante para el diseño del pavimento.
- Elaboraremos los diseños de; Pavimento Flexible, Rígido y Adoquinado.
- Elaboraremos es estudio económico de los diferentes tipos de pavimentos a diseñar para luego seleccionar la alternativa más adecuada y viable.
- Elaboraremos el cronograma de ejecución de obra.

1.5. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.5.1. UBICACIÓN POLÍTICA

REGIÓN:	Lambayeque
PROVINCIA:	Lambayeque
DISTRITO:	Morroppe
LUGAR:	Centro Poblado La Colorada.

Figura 1

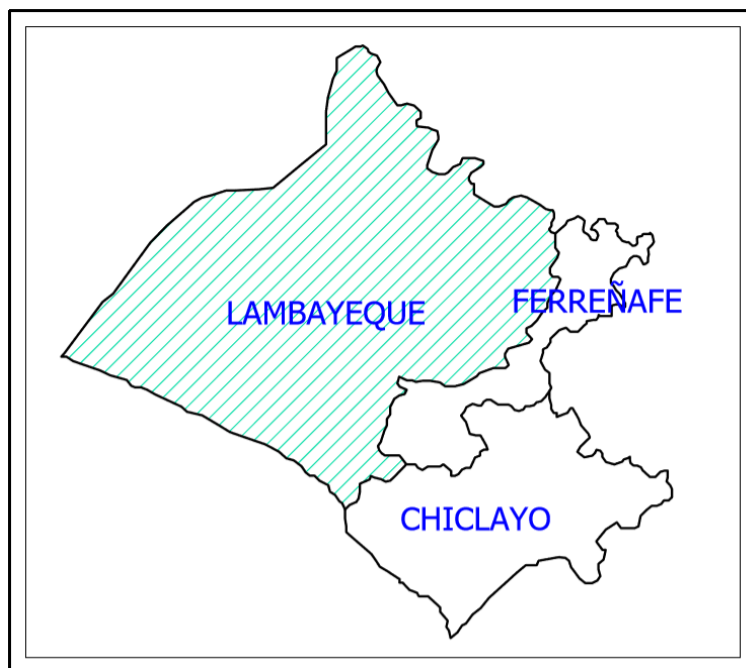
Ubicación de Región Lambayeque.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 2

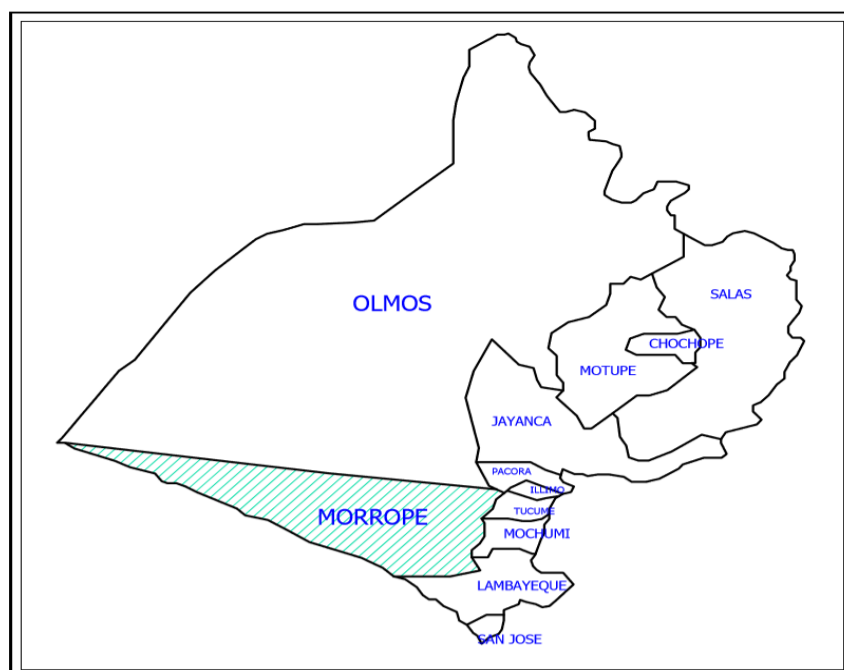
Ubicación de Provincia Lambayeque.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 3

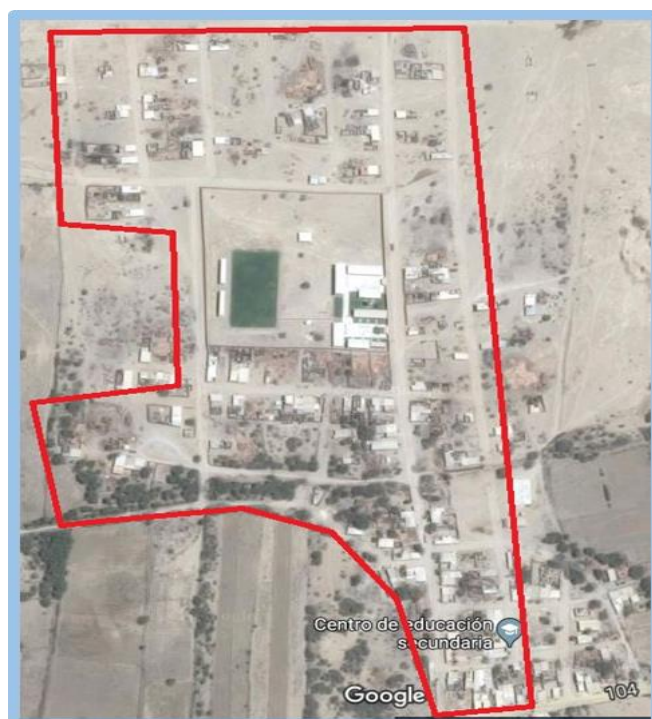
Ubicación del Distrito Morrope.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 4

Ubicación del Sector Colorada Centro del Centro Poblado La colorada.



Nota. Vista satelital del Sector Colorada Centro Google Maps. Sector Colorada Centro [Mapa online]. Recuperado de <https://www.google.com/maps/search/la+colorada/@-6.4880392,-79.9971899,1579m/data=!3m1!1e3>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

1.5.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Referente a la ubicación geográfica, se indica que el área de estudio está localizada bajo las coordenadas siguientes:

Zona: 17M, estableciéndose que la ubicación se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas UTM:

Tabla 1

Vértices del Área de estudio

Vértice A:	Norte	: 9282127	Vértice F:	Norte	: 9282803
	Este	: 610783		Este	: 610515
Vértice B:	Norte	: 9282173	Vértice G:	Norte	: 9282564
	Este	: 610999		Este	: 610526

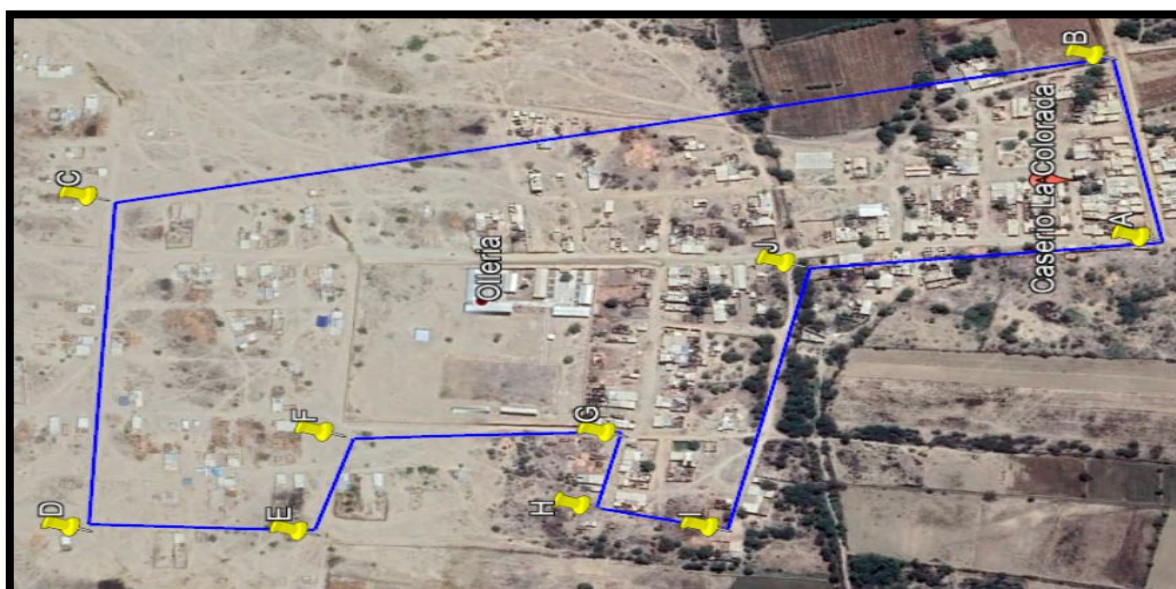
“DISEÑO DEFINITO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL
CENTRO POBLADO LA COLORADA,
DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE– REGIÓN LAMBAYEQUE”

Vértice C:	Norte : 9283015	Vértice H:	Norte : 9282582
	Este : 610792		Este : 610436
Vértice D:	Norte : 9283016	Vértice I:	Norte : 9282473
	Este : 610387		Este : 610416
Vértice E:	Norte : 9282820	Vértice J:	Norte : 9282421
	Este : 610394		Este : 610738

Fuente. Elaboración propia.

Figura 5

Delimitación Del Proyecto De Estudio.



Nota. Vista satelital con los vértices demarcados del Sector Colorada Centro Google Maps. Sector Colorada Centro [Mapa online].

Recuperado de <https://www.google.com/maps/search/la+colorada/@-6.4880392,-79.9971899,1579m/data=!3m1!1e3>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

1.5.3. LÍMITES DEL PROYECTO

Por el norte : Avenida Casa Grande.

Por el sur : Carretera a hornitos.

Por el este : Calle Cruz de Pañala.

Por el oeste: Calle Real, Calle Los Ángeles, Av. Miraflores.

1.6. INFORMACIÓN BÁSICA

1.6.1. ESTRUCTURA URBANA

En el Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada se hallaron lotes con viviendas, zonas para la educación y áreas recreacionales contando con parques y otros.

En la actualidad, en ciertas calles las viviendas tienen veredas en su ingreso, asimismo, se indica que las calles no están pavimentadas, impidiendo y limitando que se pueda desarrollar un oportuno tránsito peatonal y vehicular.

1.6.2. CATASTRO URBANO

Actualmente el espacio urbano se distribuye en áreas de vivienda, esparcimiento, circulación, expansión, etc. Constituyendo un área total de 26.5451 ha

RESUMEN DE ÁREAS

Educación:	54,086.35 m ²
Servicio comunal, servicios públicos:	3,052.97 m ²
Vivienda y veredas:	137,985.92 m ²
Recreación pública y áreas veredas:	16,115.09 m ²
Vías:	54,201.35 m ²
TOTAL:	265450.7 m ²

1.6.3. RELIEVE DE LA ZONA

• Clasificación por relieve

Considerando el relieve de la zona, se establece la clasificación del terreno de acuerdo al relieve:

- Zona de Topografía Plana. -

Esta zona se caracteriza por ser un terreno que dispone un sentido transversal, mientras que referente al sentido del trazo este presenta una pequeña inclinación de 10% y en lo referente al sentido longitudinal se establece una pendiente que suele ser igual o menor a 0.3%.

• Clasificación por altitud:

De acuerdo con esta clasificación se indica que el terreno está en la categoría costa. Por lo que se establece que la región costa, es caracterizada por ser una zona que se encuentra entre el nivel del mar, los 1500 m.s.n.m y el flanco occidental de la cordillera.

1.6.4. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA

Clima:

Se establece que en la presente investigación se dispone un ambiente de Costa, y este suele ser caracterizado por ser desértico subtropical, donde en la primavera presenta un clima templado, de igual manera en otoño e invierno, mientras que en verano se tiene un clima caluroso.

Temperatura:

En la costa se puede identificar que la variación de las temperaturas en el año se encuentra entre los 17.9°C y los 25.8°C en la cual se puede establecer que en el mes que se alcanzan las temperaturas mínimas es en agosto (15°C), mientras que en el mes que se han registrado máximas temperaturas es en febrero (25.8°C).

Humedad:

Siendo Lambayeque la zona donde se realizará el proyecto, se establece que la humedad atmosférica en el ambiente es relativamente alta, presentando al año un promedio de 82%, mientras que la humedad mínima es en promedio un 81% y la máxima en un 85%.

Vientos:

En lo que respecta a los vientos, estos se caracterizan por mantenerse uniformes durante todo el año, la dirección predominante es de Este a Oeste.

Precipitaciones:

Lambayeque es una región que se caracteriza por presentar pocas lluvias y estas suelen ser esporádicas, de igual manera, se establece que la precipitación promedio en el año es de aproximadamente 33.05mm.

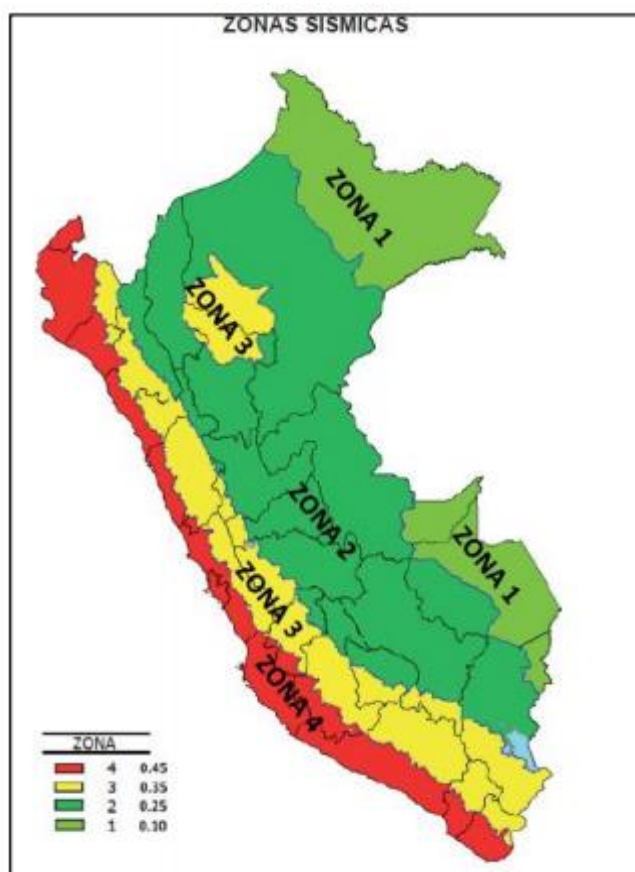
Sin embargo, estas precipitaciones suelen verse alteradas cuando ocurre el fenómeno del Niño que por lo general son en los meses de enero y febrero, como por ejemplo en el año 1998 a causa del fenómeno del Niño se presentó una precipitación de alrededor de 1549.mm, el mismo que se multiplicó ocho veces al promedio anual que se presenta en la región. En la cual, este aumento generó que las zonas agrícolas, rurales y urbanas sufran de inundación.

1.7. ACTIVIDAD SÍSMICA

En lo referente a la actividad sísmica, se establece que de acuerdo a las Normas Peruanas de Estructuras en su capítulo 3: Diseño Sismo Resistente, se puede catalogar a que la zonificación sísmica de la Región Lambayeque pertenece a la Zona 4.

Figura 6

Mapa de zonificación sísmica de Perú.



Nota. Norma Técnica E.030. Diseño Sismo – Resistente, 2016.

CAPÍTULO II: ESTUDIOS BÁSICOS

2.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.1.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO

El proyecto de investigación se alinea a un nuevo estudio de pavimentación de vías en el Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada la zona se encuentra rodeada en la

parte norte, por la Av. Casa Grande, el sur con pavimento existente por la Carretera a Hornitos, este por las Calles Cruz de Pañala y Calle Roberto Zeña y por el oeste por la Av. Miraflores y Calle los Ángeles, estableciendo de esta forma que dentro del estudio realizado quedan plasmados los puntos clave y relevantes para que se dé inicio al proyecto, de igual forma, se realizó la revisión de los buzones existentes, lo que sirvió de referencia para el desarrollo del levantamiento topográfico de la zona en estudio.

Siendo así como se indica que todo el estudio topográfico tiene por finalidad recopilar datos, que nos muestren con detalle la conformación del terreno.

2.1.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Respecto al levantamiento topográfico que se realizará en esta investigación, se tomará como punto de partida a la definición de la precisión que se debería de considerar en el levantamiento, de igual manera a la precisión sobre los límites de error permisible que se deberían tener en cuenta, la característica y el tipo de herramienta topográfica y sin olvidarse de la elaboración del plan de trabajo. Es así como en base a ello, por tratarse de un levantamiento urbano se consideró medir los ángulos de dos lecturas, para lo cual se hizo uso de la Estación Total Leica TS06, la que dispone de una precisión de $1.5\text{mm} + 2\text{ppm}$. Por ende, una vez realizado el levantamiento topográfico se considerarán los siguientes puntos:

- a) En los buzones existentes.
- b) En las esquinas de cuadras.

2.1.2.1. PLAN DE TRABAJO

Para el desarrollo del levantamiento topográfico se considera un conjunto de acciones a seguir, para la cual se planteará las siguientes etapas:

- a) Etapa preliminar.
- b) Etapa de trabajo de campo.

c) Etapa de gabinete.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Se ha obtenido:

- Planos de la red de agua y desagüe.
- Planos de lotización otorgada por la municipalidad de Morrope.

PUNTOS GEODÉSICOS

Se ha tomado como referencia dos BM obtenidos por elaboración propia, los cuales se encuentran ubicados, el primero entre las calles Camino Huaca Colorada y Av. San Francisco y el segundo entre las Calle Marina Tirado y Av. San Francisco. Estos BM tienen las siguientes coordenadas:

Tabla 2

Ubicación de los puntos geodésicos

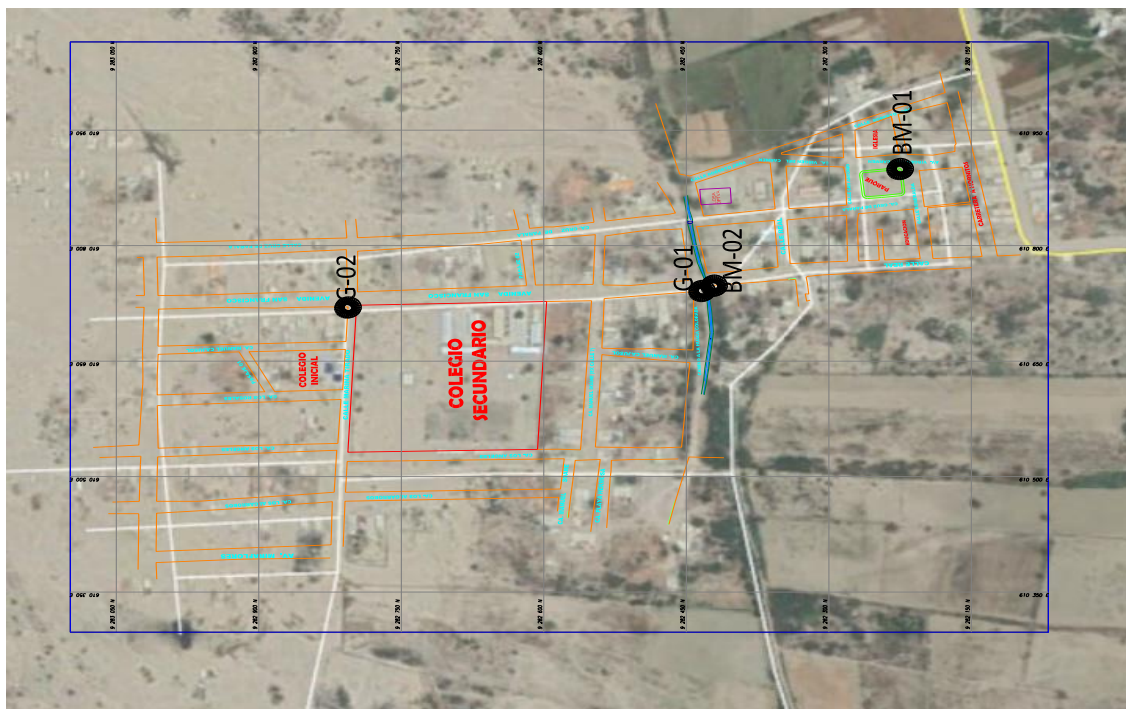
	
Norte :9282430.526 Este: 610743.647	Norte :9282807.664 Este: 610724.172

Fuente. Elaboración propia.

Figura 7

Los B.M. y puntos geodésicos.

“DISEÑO DEFINITO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL
CENTRO POBLADO LA COLORADA,
DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE– REGIÓN LAMBAYEQUE”



Nota. Vista satelital con los BM's y puntos geodésicos Google Maps. Sector Colorada Centro [Mapa online]. Recuperado de <https://www.google.com/maps/search/la+colorada/@-6.4880392,-79.9971899,1579m/data=!3m1!1e3>. Consultado el 10 de octubre de 2019.

Se tomó de apoyo dos BM, los cuales cuentan con las siguientes coordenadas.

BM 1: Norte : 9282224.267

 Este : 610886.043

BM 2: Norte : 9282427.676

 Este : 610746.488

a) ETAPA DE TRABAJO DE CAMPO

En el trabajo de campo básicamente consistió en el control topográfico, el cual fue realizado en la zona de estudio durante un día. La toma de datos se realizo

con una Estación Total LEICA TS06, GPS GARMIN VISTA CX60, tres prismas, cámara fotográfica digital, radios Motorola, libretas de campo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para el trabajo topográfico se realizó el posicionamiento de los puntos de apoyo con ayuda de un sistema de posicionamiento GPS ya obtenidos. Por ello, para dar inicio a la investigación se consideró elegir una base relativa, Asimismo se consideraron coordenadas planimetrías establecidas en la red con el GPS, considerando lo siguiente:

- a) Datum de referencia: WGS 84 - World Geodetic System 1984.
- b) Proyección cartográfica: UTM - Universal Transversal Mercator.

En la cual luego de haber hecho uso del GPS, establecida correctamente la ubicación y haber indicado los puntos se consideró realizar un previo reconocimiento de campo para que de esta forma se pueda acceder a la ubicación y lograr la creación de los puntos restantes que conformarán la red poligonal de apoyo para que se pueda desarrollar exitosamente el estudio topográfico.

Es así que se establece, que una vez usada la estación total sí dispondrá de un distanciómetro que cuente con un alcance aproximado de 400 m y con una precisión aproximada de $1.5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm}$ establecidas como medidas de lectura base, para que se lleve a cabo esto se consideró la utilidad de un prisma, por el cual éste actuó como un receptor a láser permitiendo que emita la Estación Total para establecer adecuadamente las lecturas y las medidas correspondientes.

Cabe destacar que la Estación Total desarrollo un proceso de cálculo interno, permitiendo tener cómo referencia y base a los principios básicos establecidos en la topografía, dicho en otras palabras, se tomó en consideración la orientación del punto tanto en sus ángulos horizontales como en los verticales, de igual manera, se toma en cuenta la distancia inclinada

y horizontal para que posteriormente se pueda brindar adecuadamente los valores de las coordenadas XYZ por cada uno de los puntos que fueron efectuados.

Cabe destacar, que los trabajos topográficos que fueron desarrollados dentro del campo, se partió con la recopilación de información en la zona correspondiente, para lo cual se consideraron 3 puntos en el ancho de la vía cada 20 metros, dos para cada lado de la vereda, esto se hizo a lo largo de la vida, se tomaron también en cuenta puntos a los buzones, a los postes y otros.

Para iniciar estos trabajos se tuvo presente los dos puntos de apoyo mencionados párrafos anteriormente.

APOYO PLANIMÉTRICO

Dentro de la investigación para poder establecer idóneamente el control planimétrico se tomó en cuenta el puntos de la poligonal del trazo y los puntos establecidos en el levantamiento topográfico del eje de la vía, permitiendo que se logre obtener una poligonal cerrada que dispone de lecturas de distancia y ángulos con Estación Total solo en los ambientes y espacios que fueron posibles enlazar otros puntos y de regresar al punto de partida, considerándose a los siguientes valores obtenidos se consideraron los puntos de la poligonal del trazo y del levantamiento topográfico:

Tabla 3

Descripción de los principales puntos

Nº	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	9282224.27	610886.043	24.6	BM1
2	9282427.68	610746.488	24.77	BM2
3	9282216.00	610904.000	24.12	E1
4	9282194.05	610773.330	24.41	E2
5	9282344.07	610907.270	24.3	E3
6	9282150.87	610914.099	23.83	E4

“DISEÑO DEFINITO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL
CENTRO POBLADO LA COLORADA,
DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE– REGIÓN LAMBAYEQUE”

7	9282273.93	610841.199	24.44	E5
8	9282232.79	610969.621	24.31	E6
9	9282130.22	610776.287	23.93	E7
10	9282146.84	610855.800	24.21	E8
11	9282245.88	610776.599	24.68	E9
12	9282273.64	610774.708	24.36	E10
13	9282340.61	610772.252	24.11	E11
14	9282611.69	610730.592	24.36	E12
15	9282434.67	610745.858	24.38	E13
16	9282546.67	610734.090	24.36	E14
17	9282357.1	610842.437	23.72	E15
18	9282297.2	610948.495	24.57	E16
19	9282539.04	610820.986	25.06	E17
20	9282455.11	610835.746	24.18	E18
21	9282430.61	610659.023	23.71	E19
22	9282618.94	610812.320	24.49	E20
23	9282799.21	610800.162	24.05	E21
24	9283006.42	610799.257	24.96	E22
25	9282457.55	610530.077	23.54	E23
26	9282533.13	610528.553	24.35	E24
27	9282573.26	610524.553	24.64	E25
28	9282553.79	610529.422	24.94	E26
29	9282815.55	610524.860	23.46	E27
30	9282815.86	610474.011	23.51	E28
31	9282803.11	610724.718	23.58	E29
32	9282806.22	610672.428	23.91	E30
33	9282808.22	610609.438	23.68	E31

Tabla 4

Descripción de los principales puntos

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
34	9282811.46	610540.504	23.52	E32
35	9283012.33	610456.291	24.6	E33
36	9282817.75	610403.919	23.54	E34
37	9282430.53	610743.647	24.16	G-01
38	9282807.66	610724.172	23.63	G-02

ALTIMETRÍA

Para representar la configuración del terreno, es necesario un levantamiento altimétrico que nos indicará el relieve del terreno y ser representado en el plano mediante curvas de nivel.

Para el levantamiento altimétrico se ha tomado como referencia dos B.M. cuyas elevaciones son para COLORADA 01: 24.160 m.s.n.m. y para COLORADA 02: 23,629 m.s.n.m.

c) ETAPA DE GABINETE

En esta etapa los trabajos consistieron en:

EXPORTACIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS

Realizado el levantamiento topográfico pasamos a exportar los puntos creados de la estación total, para el cual elegimos un formato txt .

PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DE CAMPO, “AUTOCAD CIVIL 3D”

EDICIÓN DE TIN.

Para este punto se manifiesta que los triángulos estarán conformados por medio de la conectividad de los nudos con sus vecinos, de igual forma, se manifiesta que los bordes son caracterizados por las caras del triángulo, por ende, se señala que la estructura exacta de un tío se encuentra relacionado con las reglas de triangulación los cuales llevan un control sobre la creación de los TIN.

Es así como, para la representación real que se establezca a un terreno esta gran necesidad que estos sean identificados y editados, pues existe un sin número de probabilidades para que se unan con éxito los puntos y se forme adecuadamente los triángulos.

PROCESO DE CURVAS DE NIVEL.

Dentro de esta etapa, se ha considerado el procesamiento de los intervalos de nivel del terreno, por la cual una vez hecha y editada la interpolación o triangulación de los Tin se podrá obtener adecuadamente las curvas de nivel, las mismas que radican entre 0.10m de las curvas equidistantes.

PERFIL LONGITUDINAL.

El perfil longitudinal se considera como el proceso de los ajustes del terreno para que se logre alcanzar una simetría de la calzada a lo largo de cada eje, obteniendo mediante la corrida de nivelación geométrica simple, colocando estacas a intervalos regulares de 20.00m.

TRAZADO DE LA SUBRASANTE.

Una vez realizado el perfil longitudinal, se tendrá que realizar el trazo o dibujo de ese perfil, para que desde esta forma se puedan establecer las condiciones adecuadas para su ubicación sobranter. Este trazo puede conocerse como la línea de intersección del plano vertical, el mismo que atravesará el eje de la carretera alineado al plano que se presenta dentro de la plataforma que se pretende proyectar.

Cabe señalar que esta se encuentra conformada por un conjunto de líneas rectas las mismas que son pendientes y están Unidas por medio de arcos de curvas verticales parabólicas. es así como de esta manera, las obras ante indica la manera en la que debe de realizarse una modificación al terreno y ello servirá de referencia para que se fije de las alturas de corte y el relleno de cada estaca, en la cual se caracteriza que si el perfil del terreno es bajo entonces se tendrá que rebajar hasta que se pueda alinear a ella.

SECCIONES TRANSVERSALES.

En el proceso que se realizó el trazo de las obras ante se lograron obtener las cotas en el eje de camino, sin embargo fue de gran necesidad que se realice una adecuada definición de la sección transversal la que permitirá unir a todos los elementos que serán parte de la

pavimentación, considerándose como por ejemplo al ancho de las veredas, al ancho de los estacionamientos, el ancho de las áreas verdes, el ancho de las calzadas, entre otros.

2.2. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

2.2.1. GENERALIDADES

2.2.1.1. Introducción

El estudio de Mecánica de Suelos es de vital importancia en la ingeniería. Se ha realizado este estudio con fines de diseño de la pavimentación, para el proyecto: “DISEÑO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN LAMBAYEQUE”.

2.2.1.2. Objeto del estudio

El objeto del estudio es determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante; que permitan determinar si la subrasante del proyecto necesita un mejoramiento o es apta para recibir la estructura del pavimento.

2.2.1.3. Alcance del estudio

El alcance del estudio comprende las siguientes fases:

A. Planeamiento y coordinación

Planeamiento de los trabajos; recopilando información existente para realizar el estudio, y coordinación.

B. Etapa de investigación de campo y laboratorio

Programar la exploración del área de estudio, para conocer sus características y clasificación; así como la extracción de muestras de suelo, para los debidos ensayos de laboratorio.

2.2.2. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y LABORATORIO

2.2.2.1. Alcance de la Investigación de Campo

Se ha realizado una exploración de campo, mediante veinticinco (25) calicatas, con una profundidad de 2.00 m, ubicados en varias intersecciones de las calles del área de estudio.

Tabla 5

Puntos de investigación según tipo de vías

TIPO DE VÍA	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (m ²)
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: Norma ASTM 2003.

El cálculo para hallar el número de puntos de exploración se realizó teniendo en cuenta la tabla N°5, resultando de mínimo 20 calicatas.

Tabla 6

Puntos de investigación necesarios en nuestro proyecto

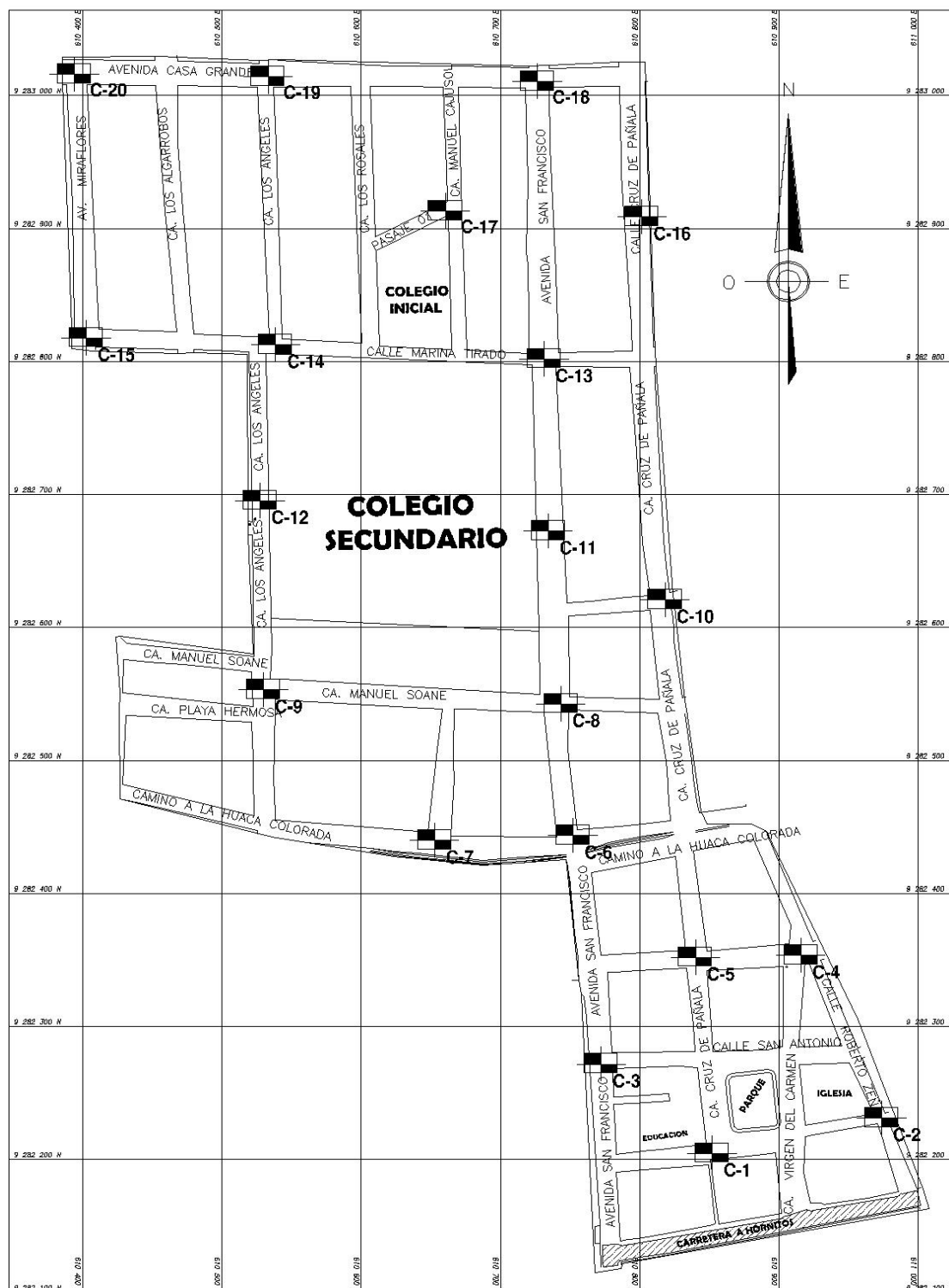
<i>cálculo del número de calicatas del proyecto</i>		
<i>tipo de vía</i>	<i>área (m2)</i>	<i>N° de calicatas</i>
<i>arteriales</i>	<i>4318</i>	<i>2</i>
<i>colectoras</i>	<i>19607</i>	<i>8</i>
<i>locales</i>	<i>32882</i>	<i>10</i>

Fuente. Elaboración propia

**“DISEÑO DEFINITO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL
CENTRO POBLADO LA COLORADA,
DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE– REGIÓN LAMBAYEQUE”**

Figura 8

Ubicación de calicatas



Fuente. Elaboración Propia

2.2.2.2. Alcance de la investigación de laboratorio

En este acápite, se determina que por medio de las muestras de suelo que fueron obtenidas en el trabajo de investigación de campo, se pudo realizar los ensayos de laboratorio, para que de esta forma, se pudieran establecer los parámetros adecuados para su correcta clasificación e identificación de las propiedades del suelo en lo que concierne a las propiedades físicas, mecánicas y químicas. Por otro lado, se indica que los ensayos de laboratorio se desarrollaron por medio de la siguiente fase:

En la fase de exploración, se ha considerado las muestras representativas del suelo por cada estrato al igual que las muestras que fueron alteradas en bolsas de plástico; indicando que estas muestras fueron remitidas al Laboratorio de la UNPRG, para que se realicen los respectivos ensayos.

Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Se realizó el Análisis Granulométrico por el Método de Tamizado.
- Se consideró la prueba de límite Líquido ASTM D – 4318, MTC E 110.
- Se empleó el límite plástico ASTM D – 4318, MTC E 111.
- Se utilizó en contenido de la humedad ASTM D – 2216, MTC E 108.
- Se afirmó la clasificación SUCS ASTM D – 2487.
- Se tuvo en cuenta el contenido de sales solubles Totales MTC – E 2019.
- Se describió la clasificación AASHTO M – 145.

De igual forma se tuvieron en consideración los siguientes ensayos especiales, para los cuales se categorizan:

- Los ensayos de California Bearing Ratio ASTM D – 1883 y la normativa MTC – E 132.
- Asimismo, se consideró el Módulo resiliente de suelos de subrasante caracterizado bajo la AASHTO T 274, MTC – E 128.
- Además, se tomó en cuenta el Proctor Modificado ASTM D – 1557 y al MTC – E 115.

2.2.2.3. Resultados de los ensayos de laboratorio

Se establece que los resultados de los ensayos y de las pruebas se obtuvieron por medio del análisis granulométrico por tamizado, de igual manera, se consideró el análisis del límite del líquido, el límite de plástico ambos alineados al contenido de humedad, además se consideró el contenido de sales solubles, en la cual todos estos estudios permitieron que se puedan analizar correctamente los 20 ensayos o exploraciones, es así como los puntajes que logran obtener se muestran en las siguientes tablas, donde sintetizados los datos se podrán observar con facilidad la calidad y cantidad de tipos de suelos. Cabe destacar, que se mostrarán los resultados de los ensayos bajo el examen de Proctor Modificado y CBR.

“DISEÑO DEFINITO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO POBLADO LA COLORADA,
DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE– REGIÓN LAMBAYEQUE”

Tabla 7

Resultados obtenidos de los ensayos que fueron realizado en el laboratorio de mecánica de suelo en la UNPRG.

N° CALICATA	CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	CONTENIDO HUMEDAD	CONTENIDO DE SALES	PESO ESPECIFICO (g/cm3)	LL	LP	IP	SUCS	AASTHO
01	C-01	C1 - E1	0.10 - 0.40	1.64%	0.00%	2.82	20.87 %	19.64 %	1.23 %	SP	A - 1 - b
		C1 - E2	0.40 - 1.50	1.87%	0.33%	2.84	20.24 %	19.09 %	1.15 %	SP	A - 3
		C1 - E3	1.50 - 2.00	2.39%	0.16%	2.32	8.08 %	7.79 %	0.29 %	SP - SM	A - 1 - b
02	C-02	C2 - E1	0.10 - 0.50	3.42%	0.16%	2.76	18.11 %	15.24 %	2.87 %	ML	A - 4 (5)
		C2 - E2	0.50 - 1.10	6.32%	0.03%	2.77	21.37 %	17.87 %	3.50 %	ML	A - 4 (7)
		C2 - E3	1.10 - 2.00	2.51%	0.00%	2.43	16.60 %	14.85 %	1.75 %	SP - SM	A - 2 - 4
03	C-03	C3 - E1	0.10 - 0.50	3.64%	0.18%	2.61	17.59 %	13.33 %	4.26 %	SM	A - 2 - 4
		C3 - E2	0.50 - 2.00	2.02%	0.04%	2.63	15.77 %	14.01 %	1.76 %	SM	A - 1 - B
04	C-04	C4 - E1	0.15 - 0.60	10.12%	1.09%	2.36	27.49 %	17.54 %	9.95 %	CL-ML	A - 4 (7)
		C4 - E2	0.60 - 2.00	6.97%	0.23%	1.73	18.51 %	12.50 %	6.01 %	CL-ML	A - 4 (2)
05	C-05	C5 - E1	0.10 - 0.30	1.64%	0.08%	2.43	28.44 %	20.95 %	7.49 %	SC	A - 2 - 4
		C5 - E2	0.30 - 1.40	9.76%	0.03%	2.58	21.51 %	20.59 %	0.92 %	ML	A - 4 (7)
		C5 - E3	1.40 - 2.00	2.55%	0.06%	2.61	12.17 %	9.70 %	2.47 %	SP - SM	A - 1 - b
06	C-06	C6 - E1	0.10 - 0.40	5.71%	0.15%	2.57	16.34 %	12.11 %	4.23 %	CL - ML	A - 4 (4)
		C6 - E2	0.40 - 2.00	3.08%	0.23%	2.60	15.16 %	13.82 %	1.34 %	SM	A - 4 (2)
07	C-07	C7 - E1	0.10 - 0.60	3.49%	0.10%	2.61	16.82 %	13.56 %	3.26 %	SM	A - 2 - 4
		C7 - E2	0.60 - 2.00	1.73%	0.30%	2.60	17.01 %	16.07 %	0.94 %	SM	A - 6
08	C-08	C8 - E1	0.10 - 0.40	1.95%	0.12%	2.63	17.08 %	14.00 %	3.08 %	ML	A - 4
		C8 - E2	0.40 - 0.80	1.42%	0.13%	2.61	19.70 %	17.24 %	2.46 %	SM-SW	A - 2 - 4
		C8 - E3	0.80 - 2.00	1.78%	0.16%	2.79	10.57 %	6.03 %	4.54 %	SP-SM	A - 2 - 4
09	C-09	C9 - E1	0.10 - 0.40	1.15%	0.04%	2.40	16.13 %	14.71 %	1.42 %	SM	A - 2 - 6
		C9 - E2	0.40 - 1.20	3.05%	0.02%	2.58	16.31 %	14.22 %	2.09 %	SW-SM	A - 2 - 4
		C9 - E3	1.20 - 2.00	2.53%	0.05%	2.57	19.30 %	NO PLASTICO	NO PLASTICO	SP	A - 3

“DISEÑO DEFINITO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO POBLADO LA COLORADA,
DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE– REGIÓN LAMBAYEQUE”

N° CALICATA	CALICA TA	ESTRATO	PROFUNDID AD	CON. HUMEDA D	CON. SALES	PESO ESPECIFIC O (g/cm3)	LL	LP	IP	SUCS	AASTHO
010	C-10	C10 - E1	0.10 - 0.30	1.77%	0.09%	2.63	15.08 %	14.94 %	0.14 %	ML	A - 4
		C10 - E2	0.30 - 0.70	1.09%	0.08%	2.55	16.33 %	14.85 %	1.48 %	SW - SM	A - 2-4
		C10 - E3	0.70 - 2.00	2.15%	0.04%	2.63	15.75 %	13.29 %	2.46 %	SW-SM	A - 2- 4
011	C-11	C11 - E1	0.10 - 0.30	4.41%	0.16%	2.52	17.30 %	15.87 %	1.43 %	SM	A - 4
		C11 - E2	0.30 - 0.70	6.26%	0.10%	2.53	19.42 %	18.92 %	0.50 %	ML	A - 4
		C11 - E3	0.70 - 2.00	6.37%	0.11%	2.53	19.51 %	15.57 %	3.94 %	ML	A - 4
012	C-12	C12 - E1	0.10 - 0.50	8.21%	0.88%	2.53	17.01 %	14.29 %	2.72 %	ML	A - 4
		C12 - E2	0.50 - 1.20	11.35%	0.99%	2.48	19.63 %	14.29 %	5.34 %	CL-ML	A - 4
		C12 - E3	1.20 - 2.00	7.57%	0.27%	2.57	14.21 %	9.18 %	5.03 %	SC	A - 4
013	C-13	C13 - E1	0.10 - 0.50	11.77%	0.15%	2.22	21.41 %	19.43 %	1.98 %	ML	A - 4 (8)
		C13 - E2	0.50 - 1.10	17.34%	0.20%	2.52	27.11 %	22.92 %	4.19 %	ML	A - 4 (8)
		C13 - E3	1.10 - 2.00	6.44%	0.24%	2.57	17.20 %	15.79 %	1.41 %	ML	A - 4 (4)
014	C-14	C14 - E1	0.15 - 1.00	2.46%	0.02%	2.59	17.57 %	13.55 %	4.02 %	SM	A - 4
		C14 - E2	1.00 - 2.00	7.58%	0.29%	2.57	14.35 %	13.33 %	1.02 %	SM	A - 4
015	C-15	C15 - E1	0.10 - 1.00	5.45%	2.02%	2.59	21.10 %	20.33 %	0.77 %	ML	A - 4
		C15 - E2	1.00 - 2.00	1.17%	0.41%	2.67	14.19 %	13.33 %	0.86 %	SP-SM	A-2-4
016	C-16	C16 - E1	0.10 - 0.60	6.80%	0.36%	2.46	20.81 %	17.31 %	3.50 %	ML	A - 4 (8)
		C16 - E2	0.60 - 2.00	1.74%	0.13%	2.59	16.17 %	14.57 %	1.60 %	SM	A - 2 - 4
017	C-17	C17 - E1	0.10 - 0.50	2.69%	0.12%	2.58	15.56 %	14.29 %	1.27 %	ML	A - 4
		C17 - E2	0.50 - 2.00	3.02%	0.18%	2.47	17.35 %	17.24 %	0.11 %	ML	A - 4
018	C-18	C18 - E1	0.10 - 0.50	3.38%	0.39%	3.27	13.31 %	11.87 %	1.44 %	ML	A - 4 (7)
		C18 - E2	0.50 - 1.10	7.80%	0.00%	2.74	20.17 %	13.85 %	6.32 %	CL - ML	A - 4 (8)
		C18 - E3	1.10 - 2.00	5.68%	0.17%	2.54	15.37 %	8.83 %	6.54 %	CL - ML	A - 4 (8)
019	C-19	C19 - E1	0.10 - 0.50	1.76%	0.00%	2.67	13.59 %	11.03 %	2.56 %	SM	A - 4 (2)
		C19 - E2	0.50 - 1.10	1.39%	0.14%	2.64	15.95 %	14.78 %	1.17 %	SM	A - 4 (1)
		C19 - E3	1.10 - 2.00	1.22%	0.03%	5.21	16.36 %	14.38 %	1.98 %	SM	A - 1 - b
020	C-20	C20 - E1	0.10 - 0.60	6.19%	0.54%	2.37	20.96 %	14.92 %	6.04 %	CL - ML	A - 4 (8)
		C20 - E2	0.60 - 2.00	3.95%	0.00%	3.25	14.56 %	12.85 %	1.71 %	ML	A - 4 (4)

Fuente. Elaboración Propia

2.2.3. SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Se establece que, para el sistema de clasificación de suelos, se tomó por considerar la valoración del suelo respecto a los sistemas o métodos que permitan identificar las similitudes de propiedades que dispongan cada uno y las diferencias, para lo cual se analizará su origen, las diferentes características tanto físicas como su comportamiento que presente cada uno.

Cabe señalar que se cuentan con las siguientes clasificaciones de suelos:

- Se analiza la clasificación A ASHTO (American association of State Highway and Transportation Officials).
- Clasificación Unificada (S.U.C.S).

Tabla 8

Correlación de tipos de suelos AASHTO - SUCS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO AASHTO M-145	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS ASTM – D2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	CH, MH, CH

Fuente. Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y Pavimentos – MTC.

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

Tabla 9

Clasificación SUCS y AASTHO de los estratos

N° CALICATA	CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO		CLASIFICACION	
				PASA MALLA N°4(%)	PASA MALLA N°200 (%)	SUCS	AASHTO
01	C-01	C1 - E1	0.10 - 0.40	84.24	4.81	SP	A - 1 - b
		C1 - E2	0.40 - 1.50	95.22	4.48	SP	A - 3
		C1 - E3	1.50 - 2.00	92.51	5.40	SP - SM	A - 1 - b
02	C-02	C2 - E1	0.10 - 0.50	100.00	58.72	ML	A - 4 (5)
		C2 - E2	0.50 - 1.10	100.00	69.78	ML	A - 4 (7)
		C2 - E3	1.10 - 2.00	94.00	10.97	SP - SM	A - 2 - 4
03	C-03	C3 - E1	0.10 - 0.50	79.52	29.84	SM	A - 2 - 4
		C3 - E2	0.50 - 2.00	74.04	14.32	SM	A - 1 - B
04	C-04	C4 - E1	0.15 - 0.60	99.77	83.23	ML	A - 4 (7)
		C4 - E2	0.60 - 2.00	99.00	77.96	ML	A - 4 (2)
05	C-05	C5 - E1	0.10 - 0.30	66.98	19.38	SC	A - 2 - 4
		C5 - E2	0.30 - 1.40	99.89	68.14	ML	A - 4 (7)
		C5 - E3	1.40 - 2.00	97.01	8.25	SP - SM	A - 1 - b
06	C-06	C6 - E1	0.10 - 0.40	96.31	52.72	CL - ML	A - 4 (4)
		C6 - E2	0.40 - 2.00	99.30	43.02	SM	A - 4 (2)
07	C-07	C7 - E1	0.10 - 0.60	99.92	26.02	SM	A - 2 - 4
		C7 - E2	0.60 - 2.00	100.00	15.11	SM	A - 6
08	C-08	C8 - E1	0.10 - 0.40	98.00	55.40	ML	A - 4
		C8 - E2	0.40 - 0.80	99.12	9.70	SM-SW	A - 2 - 4
		C8 - E3	0.80 - 2.00	84.48	8.45	SP-SM	A - 2 - 4
09	C-09	C9 - E1	0.10 - 0.40	96.82	14.48	SM	A - 2-6
		C9 - E2	0.40 - 1.20	96.05	9.62	SW-SM	A - 2-4
		C9 - E3	1.20 - 2.00	99.83	4.99	SP	A - 3
010	C-10	C10 - E1	0.10 - 0.30	98.47	54.61	ML	A - 4
		C10 - E2	0.30 - 0.70	76.33	9.98	SW - SM	A - 2-4
		C10 - E3	0.70 - 2.00	99.12	9.70	SW-SM	A - 2-4

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	ANALISIS GRANULOMETRICO	CLASIFICACION
----------	---------	-------------	-------------------------	---------------

**“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE”**

N° CALICATA				PASA MALLA N°4(%)	PASA MALLA N°200 (%)	SUCS	AASHTO
011	C-11	C11 - E1	0.10 - 0.30	97.88	45.68	SM	A - 4
		C11 - E2	0.30 - 0.70	100.00	50.56	ML	A - 4
		C11 - E3	0.70 - 2.00	99.40	56.93	ML	A - 4
012	C-12	C12 - E1	0.10 - 0.50	99.91	55.21	ML	A - 4
		C12 - E2	0.50 - 1.20	100.00	79.56	CL-ML	A - 4
		C12 - E3	1.20 - 2.00	100.00	46.26	SC	A - 4
013	C-13	C13 - E1	0.10 - 0.50	99.39	96.96	ML	A - 4 (8)
		C13 - E2	0.50 - 1.10	99.71	97.00	ML	A - 4 (8)
		C13 - E3	1.10 - 2.00	98.33	54.49	ML	A - 4 (4)
014	C-14	C14 - E1	0.15 - 1.00	98.97	41.37	SM	A - 4
		C14 - E2	1.00 - 2.00	99.71	44.22	SM	A - 4
015	C-15	C15 - E1	0.10 - 1.00	99.89	91.85	ML	A - 4
		C15 - E2	1.00 - 2.00	98.78	9.99	SP-SM	A-2-4
016	C-16	C16 - E1	0.10 - 0.60	100.00	92.65	ML	A - 4 (8)
		C16 - E2	0.60 - 2.00	99.60	17.05	SM	A - 2 - 4
017	C-17	C17 - E1	0.10 - 0.50	100.00	56.72	ML	A - 4
		C17 - E2	0.50 - 2.00	98.13	53.72	ML	A - 4
018	C-18	C18 - E1	0.10 - 0.50	100.00	66.78	ML	A - 4 (7)
		C18 - E2	0.50 - 1.10	100.00	88.30	CL - ML	A - 4 (8)
		C18 - E3	1.10 - 2.00	99.68	79.43	CL - ML	A - 4 (8)
019	C-19	C19 - E1	0.10 - 0.50	99.94	41.31	SM	A - 4 (2)
		C19 - E2	0.50 - 1.10	100.00	36.92	SM	A - 4 (1)
		C19 - E3	1.10 - 2.00	75.70	12.01	SM	A - 1 - b
020	C-20	C20 - E1	0.10 - 0.60	100.00	91.22	CL - ML	A - 4 (8)
		C20 - E2	0.60 - 2.00	98.56	54.11	ML	A - 4 (4)

Fuente. Elaboración propia

2.2.4. ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R. (CALIFORNIA BEARING RATIO) Y LA EXPANSIÓN EN EL LABORATORIO.

Para los ensayos de compactación, considera las pruebas de California Bearing Ratio (CBR), el que también es conocido como Relación de Soporte de California, esta prueba permite medir la resistencia del corte de un suelo en relación a las condiciones de la humedad y a la densidad controlada frente a la resistencia de las muestras de piedras trituradas ya estandarizadas (Bowles, 1978).

Se establece que el comportamiento del suelo suele variar acorde al grado de su alteración que puede producirse por medio de la granulometría y de las características físicas, además puede involucrarse el método que se considere a seguir para que se pueda, por lo cual se tiene lo siguiente:

En el proceso de la aplicación se consideró en la investigación hacer uso de la determinación del CBR de los suelo Perturbados y remodelados, pues en el trabajo de dispuso de muestras alteradas.

Es de gran importancia que se mencione que el índice de CBR, se encuentra entre los porcentajes del 0% al 10%, en lo que se considera que un suelo es regular cuando está menos del 12 y es un suelo catalogado malo cuando está muy debajo de 6.

Tabla 10

Valor del CBR del suelo de la sub- rasante al 95% de máxima densidad seca, para una penetración de 0.1"

CALICAT A	MUESTR A	CONTENI DO HUMEDAD (%)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRIC O		LÍMITES DE ATTERBERG			CLASIFICACIÓ N		CBR (95%MD S)
			PASA MALLA N° 4 (%)	PASA MALLA N° 200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUC S	AASHT O	
C-1	M-3	2.39	92.51	5.40	8.08	7.79	0.29	SP- SM	A-1-b	15.60
C-4	M-2	6.97	99	77.96	18.5 1	12.5 0	6.01	ML	A-4(2)	6.10
C-8	M-3	1.78	84.48	8.45	10.5 7	6.03	4.54	SP- SM	A-2-4	15.00

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

C-12	M-3	7.57	100.00	46.26	14.2 1	9.18	5.03	SC	A-4	10.50
C-18	M-3	5.68	99.68	79.43	15.3 7	8.83	6.54	CL- ML	A-4(8)	7.65

Fuente. Elaboración propia

2.2.5. SUELOS ESPECIALES

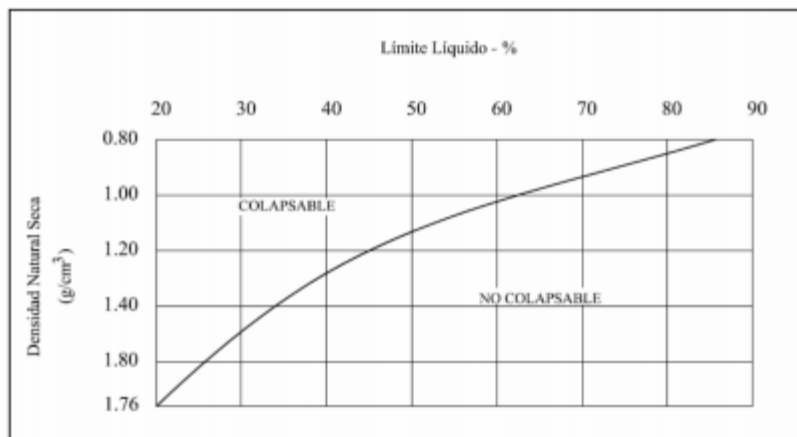
2.2.5.1. Suelos colapsables

Son suelos llamados también metaestables, que al no estar saturados y incrementan; su contenido de humedad o una carga adicional experimentan un gran cambio de volumen. (Braja M., 2012)

De igual forma se indica que por medio de la NTP E 0.50, referente a los suelos y a las cimentaciones, se especifica en su Cap. 6, se tiene que realizar una evaluación al potencial de colapso, para lo cual se toma como base al límite de líquido y al peso específico seco, tomando como base a la figura:

Figura 9

Probabilidad de colapso, densidad natural seca vs límite líquido.



Fuente. Reglamento nacional de edificaciones E 0.50 Suelos y cimentaciones.

Analizamos el potencial de colapso de nuestras muestras con la gráfica anterior obteniendo los siguientes resultados:

“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE”

Tabla 11

Resumen de datos de suelos colapsables y no colapsables

calicata	Muestra	Limites de Atterberg (liquido)	densidad natural humeda	Humedad natural %	Densidad natural seca	Tipo de suelo
C01	C01-E1	20.87	1.98	1.64	1.94	NO COLPSABLE
	C01-E2	20.24	1.95	1.87	1.91	NO COLPSABLE
	C01-E3	8.08	1.80	2.39	1.78	NO COLPSABLE
C02	C02-E1	18.11	1.78	3.42	1.99	NO COLPSABLE
	C02-E2	21.37	1.78	6.32	1.76	NO COLPSABLE
	C02-E3	16.60	1.87	2.51	1.82	NO COLPSABLE
C03	C03-E1	17.59	1.93	3.64	1.86	NO COLPSABLE
	C03-E2	15.77	2.00	2.02	1.96	NO COLPSABLE
C04	C04-E1	27.49	1.60	10.12	1.66	NO COLPSABLE
	C04-E2	18.51	1.52	6.97	1.79	NO COLPSABLE
C05	C05-E1	28.44	1.81	1.64	1.74	NO COLPSABLE
	C05-E2	21.51	1.87	9.76	1.75	NO COLPSABLE
	C05-E3	12.17	1.94	2.55	1.89	NO COLPSABLE
C06	C06-E1	16.34	1.88	5.71	1.78	NO COLPSABLE
	C06-E2	15.16	1.88	3.08	1.82	NO COLPSABLE
C07	C07-E1	16.82	1.88	3.49	1.81	NO COLPSABLE
	C07-E2	17.01	1.94	1.73	1.91	NO COLPSABLE
C08	C08-E1	17.08	1.99	1.95	1.95	NO COLPSABLE
	C08-E2	19.70	1.98	1.42	1.95	NO COLPSABLE
	C08-E3	10.57	2.11	1.78	2.07	NO COLPSABLE
C09	C09-E1	16.13	1.91	1.15	1.89	NO COLPSABLE
	C09-E2	16.31	1.88	3.05	1.83	NO COLPSABLE
	C09-E3	19.30	1.88	2.53	1.84	NO COLPSABLE
C10	C10-E1	15.08	2.01	1.77	1.98	NO COLPSABLE
	C10-E2	16.33	2.06	1.09	2.04	NO COLPSABLE
	C10-E3	15.75	1.94	2.15	1.90	NO COLPSABLE
	C10-E3	17.30	1.90	4.41	1.82	NO COLPSABLE
C11	C11-E1	19.42	1.84	6.26	1.85	NO COLPSABLE
	C11-E2	19.51	1.83	6.37	1.79	NO COLPSABLE
C12	C12-E1	17.01	1.85	8.21	1.82	NO COLPSABLE
	C12-E2	19.63	1.80	11.35	1.76	NO COLPSABLE
	C12-E3	14.21	1.78	7.57	1.91	NO COLPSABLE
C13	C13-E1	21.41	1.61	11.77	1.76	NO COLPSABLE
	C13-E2	27.11	1.71	17.34	1.76	NO COLPSABLE
	C13-E3	17.20	1.78	6.44	1.92	NO COLPSABLE
C14	C14-E1	17.57	1.94	2.46	1.90	NO COLPSABLE
	C14-E2	14.35	1.88	7.58	1.79	NO COLPSABLE
C15	C15-E1	21.10	1.74	5.45	1.76	NO COLPSABLE
	C15-E2	14.19	1.95	1.17	1.93	NO COLPSABLE

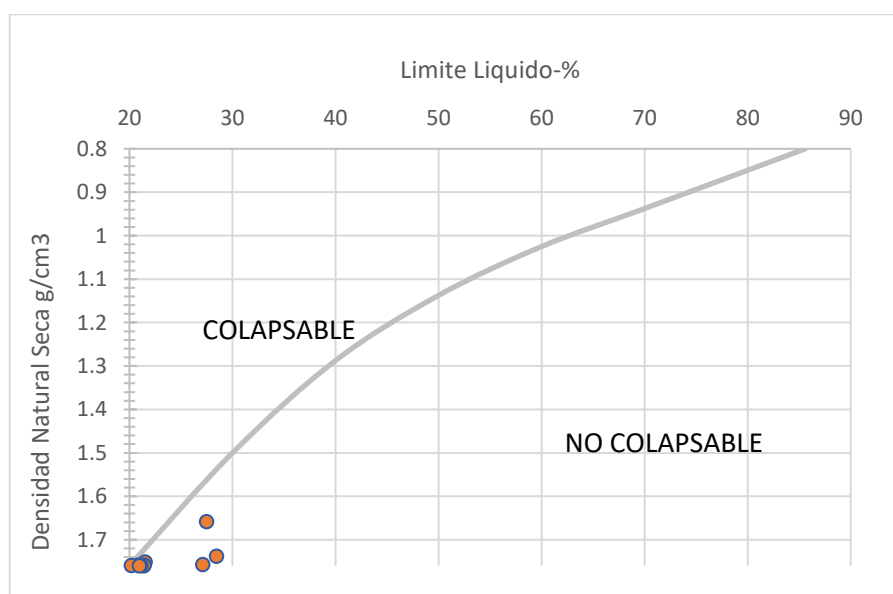
"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

Calicata	Muestra	Limites de Atterberg (liquido)	densidad natural humeda	Humedad natural %	Densidad natural seca	Tipo de suelo
C16	C16-E1	20.81	1.74	6.80	1.76	NO COLPSABLE
	C16-E2	16.17	1.85	1.74	1.81	NO COLPSABLE
C17	C17-E1	15.56	1.92	2.69	1.87	NO COLPSABLE
	C17-E2	17.35	1.87	3.02	1.81	NO COLPSABLE
C18	C18-E1	13.31	2.07	3.38	2.01	NO COLPSABLE
	C18-E2	20.17	1.85	7.80	1.76	NO COLPSABLE
	C18-E3	15.37	1.80	5.68	1.83	NO COLPSABLE
C19	C19-E1	13.59	1.90	1.76	1.86	NO COLPSABLE
	C19-E2	15.95	1.88	1.39	1.85	NO COLPSABLE
	C19-E3	16.36	2.86	1.22	2.82	NO COLPSABLE
C20	C20-E1	20.96	1.68	6.19	1.76	NO COLPSABLE
	C20-E2	14.56	2.11	3.95	2.03	NO COLPSABLE

Fuente. Elaboración propia

Figura 10

Probabilidad de colapso, densidad natural seca vs Límite líquido



Fuente. Elaboración Propia

Con los resultados obtenidos concluimos que la posibilidad de colapso es muy baja.

2.2.5.2. Suelos expansivos

Los suelos expansivos son aquellos que aumentan de volumen cuando se humedecen o se saturan cuando estos dispongan de suelos cohesivos con un bajo grado o nivel de saturación y de plasticidad elevada ($LL \geq 50$), de igual forma, en el estudio se tendrá

que incluir un análisis que tome cimiento en la en establecer la plasticidad del suelo, ello se realizará por medio de la Norma Técnica 339.129 (establecida en ASTM D 4318), asimismo se considerará las pruebas de granulometrías establecidas por sedimentación, los mismos que se han considerado en la Norma Técnica Peruana 339.128 (ASTM D 422). Con la finalidad de que se evalúe el potencial de expansión de los suelos cohesivos y estos se analizarán de acuerdo con el porcentaje de las partículas, las cuales fueron menores a una medida de 2um, para la que se considera del índice de elasticidad (IP) y de índice de la actividad de arcilla (A). Por otro lado, también se considera la relación que existe entre la expansión potencial y todos los parámetros que fueron mencionados en las tablas anteriores.

Tabla 12

Evaluación del grado de expansión de los suelos.

Potencial de expansión	Expansión de consolidómetro, bajo presión vertical de 7kPa (0.07 kgf/cm²)	Índice de plasticidad	% de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Bajo	< 10	<20<	<17
Medio	10 - 20	12 - 34	12 - 27
Alto	20 - 30	23 - 45	18 - 37
Muy Alto	>30	>32	>37

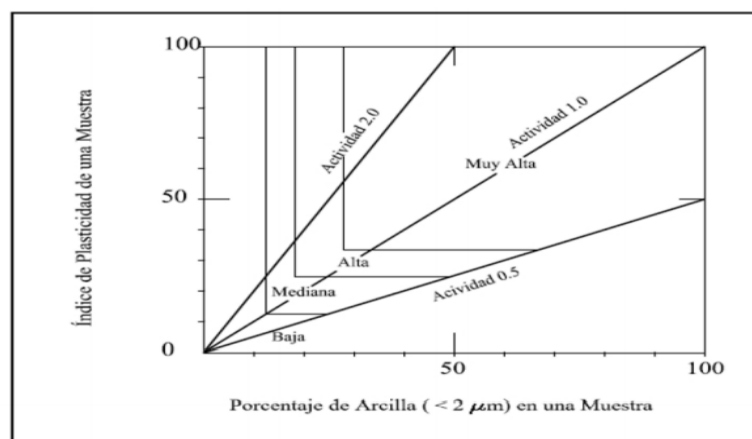
Fuente. Norma ASTM, (2003).

Evaluación del Potencial de Expansión

Cabe señalar, en el proyecto de investigación cuando se logra evidenciar la existencia de un suelo expansivo, éste tendrá que ser sustentado por medio de los resultados de las pruebas para que de esta manera se logre establecer el Hinchamiento Unidimensional de suelos cohesivos, tal y como se encuentra estipulado en la Norma Técnica Peruana 339.170 caracterizada por A STM D 4648.

Figura 11

Posibilidad de colapso de suelos, densidad natural seca vs el límite líquido.



Fuente. RNE, E.0.50 Suelos y Cimentaciones, 2019

Analizamos nuestras muestras para observar si hay suelos expansivos, los suelos que tienen un IP menor a 12% son de expansión baja por lo tanto los descartamos. A continuación, Se muestran los siguientes resultados obtenidos:

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

Tabla 13

Resumen de datos de suelos expansivos

Sondaje	Muestra	I. Plástico (%)	Según el abaco si el índice plásticos es menos a 12% es un suelo no expansivo	¿necesita granulometría por sedimentación?	Potencial de expansión según índice de plasticidad
C01	C01-E1	1.23	< 12 %	NO	bajo
	C01-E2	1.15	< 12 %	NO	bajo
	C01-E3	0.29	< 12 %	NO	bajo
C02	C02-E1	2.87	< 12 %	NO	bajo
	C02-E2	3.50	< 12 %	NO	bajo
	C02-E3	1.75	< 12 %	NO	bajo
C03	C03-E1	4.26	< 12 %	NO	bajo
	C03-E2	1.76	< 12 %	NO	bajo
C04	C04-E1	9.95	< 12 %	NO	bajo
	C04-E2	6.01	< 12 %	NO	bajo
C05	C05-E1	7.49	< 12 %	NO	bajo
	C05-E2	0.92	< 12 %	NO	bajo
	C05-E3	2.47	< 12 %	NO	bajo
C06	C06-E1	4.23	< 12 %	NO	bajo
	C06-E2	1.34	< 12 %	NO	bajo
C07	C07-E1	3.26	< 12 %	NO	bajo
	C07-E2	0.94	< 12 %	NO	bajo
C08	C08-E1	3.08	< 12 %	NO	bajo
	C08-E2	2.46	< 12 %	NO	bajo
	C08-E3	4.54	< 12 %	NO	bajo
C09	C09-E1	1.42	< 12 %	NO	bajo
	C09-E2	2.09	< 12 %	NO	bajo
	C09-E3	NO PLASTICO	> 12 %	Si	bajo
C10	C10-E1	0.14	< 12 %	NO	bajo
	C10-E2	1.48	< 12 %	NO	bajo
	C10-E3	2.46	< 12 %	NO	bajo
C11	C11-E1	1.43	< 12 %	NO	bajo
	C11-E2	0.50	< 12 %	NO	bajo
	C11-E3	3.94	< 12 %	NO	bajo
C12	C12-E1	2.72	< 12 %	NO	bajo
	C12-E2	5.34	< 12 %	NO	bajo
	C12-E3	5.03	< 12 %	NO	bajo
C13	C13-E1	1.98	< 12 %	NO	bajo
	C13-E2	4.19	< 12 %	NO	bajo
	C13-E3	1.41	< 12 %	NO	bajo

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

Sondaje	Muestra	I. Plastico (%)	Según el abaco si el índice plasticos es menos a 12% es un suelo no expansivo	¿necesita granulometria por sedimentacion?	Potencial de expansion según índice de plasticidad
C14	C14-E1	4.02	< 12 %	NO	bajo
	C14-E2	1.02	< 12 %	NO	bajo
C15	C15-E1	0.77	< 12 %	NO	bajo
	C15-E2	0.86	< 12 %	NO	bajo
C16	C16-E1	3.50	< 12 %	NO	bajo
	C16-E2	1.60	< 12 %	NO	bajo
C17	C17-E1	1.27	< 12 %	NO	bajo
	C17-E2	0.11	< 12 %	NO	bajo
C18	C18-E1	1.44	< 12 %	NO	bajo
	C18-E2	6.32	< 12 %	NO	bajo
	C18-E3	6.54	< 12 %	NO	bajo
C19	C19-E1	2.56	< 12 %	NO	bajo
	C19-E2	1.17	< 12 %	NO	bajo
	C19-E3	1.98	< 12 %	NO	bajo
C20	C20-E1	6.04	< 12 %	NO	bajo
	C20-E2	1.71	< 12 %	NO	bajo

Fuente. Elaboración Propia

Con los resultados obtenidos concluimos que los suelos analizados en nuestro proyecto son de expansión baja.

2.2.5.3. Suelos licuables

Los suelos licuables son aquellos que presentan la ausencia momentánea a la resistencia al corte, pues se puede originar como resultado de movimientos sísmicos, cabe establecer que con la ausencia de la resistencia al corte se produce la ocurrencia a asentamientos (Crespo Villalaz, 2004).

Uso la licuable se considerará aquellos suelos finos cohesivos que presenten de forma simultánea las condiciones siguientes:

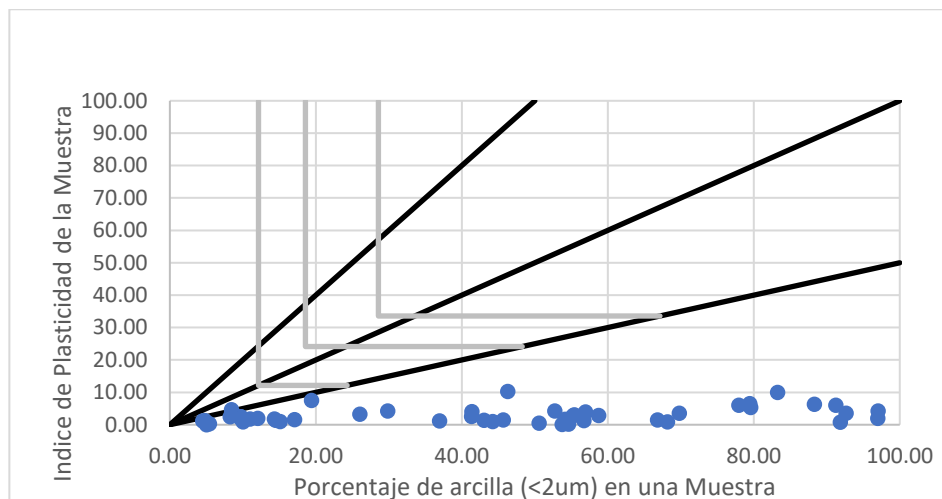
- Donde se disponga de un porcentaje de partículas más finas las que radiquen entre $0.005 \text{ m} \leq 0.015$.
- Cuando se disponga de un límite líquido menor o igual a 35. Expresado en LL.

- Cuando el contenido de la humedad sea mayor que 0.9 del límite líquido.

Expresado en w.

Figura 12

Determinación de suelos expansivos



Fuente. Elaboración propia

Tener en cuenta que se deberá cumplir las tres premisas simultáneamente para que sea un suelo licuable. Analizando los suelos obtuvimos los siguientes resultados:

Tabla 14

Análisis de muestras para determinar si el suelo es licuable.

Sondaje	Muestra	L. Líquido (%)	Si el limite líquido es menor a 35 es posible suelo licuable			contenido de humedad (%)	Si el contenido de humedad es mayor a 0.9 del limite líquido es posible suelo licuable		
C01	C01-E1	20.87	<	35	ok	1.64	<	18.78	No
	C01-E2	20.24	<	35	ok	1.87	<	18.22	No
	C01-E3	8.08	<	35	ok	2.39	<	7.27	No
C02	C02-E1	18.11 %	<	35	ok	3.42	<	16.30	No
	C02-E2	21.37 %	<	35	ok	6.32	<	19.23	No
	C02-E3	16.60 %	<	35	ok	2.51	<	14.94	No
C03	C03-E1	17.59 %	<	35	ok	3.64	<	15.83	No
	C03-E2	15.77 %	<	35	ok	2.02	<	14.19	No
C04	C04-E1	27.49 %	<	35	ok	10.12	<	24.74	No
	C04-E2	18.51 %	<	35	ok	6.97	<	16.66	No
C05	C05-E1	28.44 %	<	35	ok	1.64	<	25.60	No
	C05-E2	21.51 %	<	35	ok	9.76	<	19.36	No
	C05-E3	12.17 %	<	35	ok	2.55	<	10.95	No

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

Sondaje	Muestra	L. Liquido (%)	Si el limite liquido es menor a 35 es posible suelo licuable			contenido de humedad (%)	Si el contenido de humedad es mayor a 0.9 del limite liquido es posible suelo licuable		
C06	C06-E1	16.34 %	<	35	ok	5.71	<	14.71	No
	C06-E2	15.16 %	<	35	ok	3.08	<	13.64	No
C07	C07-E1	16.82 %	<	35	ok	3.49	<	15.14	No
	C07-E2	17.01 %	<	35	ok	1.73	<	15.31	No
C08	C08-E1	17.08 %	<	35	ok	1.95	<	15.37	No
	C08-E2	19.70 %	<	35	ok	1.42	<	17.73	No
	C08-E3	10.57 %	<	35	ok	1.78	<	9.51	No
C09	C09-E1	16.13 %	<	35	ok	1.15	<	14.52	No
	C09-E2	16.31 %	<	35	ok	3.05	<	14.68	No
	C09-E3	19.30 %	<	35	ok	2.53	<	17.37	No
C10	C10-E1	15.08 %	<	35	ok	1.77	<	13.57	No
	C10-E2	16.33 %	<	35	ok	1.09	<	14.70	No
	C10-E3	15.75 %	<	35	ok	2.15	<	14.18	No
C11	C11-E1	17.30 %	<	35	ok	4.41	<	15.57	No
	C11-E2	19.42 %	<	35	ok	6.26	<	17.48	No
	C11-E3	19.51 %	<	35	ok	6.37	<	17.56	No
C12	C12-E1	17.01 %	<	35	ok	8.21	<	15.31	No
	C12-E2	19.63 %	<	35	ok	11.35	<	17.67	No
	C12-E3	14.21 %	<	35	ok	7.57	<	12.79	No
C13	C13-E1	21.41 %	<	35	ok	11.77	<	19.27	No
	C13-E2	27.11 %	<	35	ok	17.34	<	24.40	No
	C13-E3	17.20 %	<	35	ok	6.44	<	15.48	No
C14	C14-E1	17.57 %	<	35	ok	2.46	<	15.81	No
	C14-E2	14.35 %	<	35	ok	7.58	<	12.92	No
C15	C15-E1	21.10 %	<	35	ok	5.45	<	18.99	No
	C15-E2	14.19 %	<	35	ok	1.17	<	12.77	No
C16	C16-E1	20.81 %	<	35	ok	6.80	<	18.73	No
	C16-E2	16.17 %	<	35	ok	1.74	<	14.55	No
C17	C17-E1	15.56 %	<	35	ok	2.69	<	14.00	No
	C17-E2	17.35 %	<	35	ok	3.02	<	15.62	No
C18	C18-E1	13.31 %	<	35	ok	3.38	<	11.98	No
	C18-E2	20.17 %	<	35	ok	7.80	<	18.15	No
	C18-E3	15.37 %	<	35	ok	5.68	<	13.83	No
C19	C19-E1	13.59 %	<	35	ok	1.76	<	12.23	No
	C19-E2	15.95 %	<	35	ok	1.39	<	14.36	No
	C19-E3	16.36 %	<	35	ok	1.22	<	14.72	No
C20	C20-E1	20.96 %	<	35	ok	6.19	<	18.86	No
	C20-E2	14.56 %	<	35	ok	3.95	<	13.10	No

Fuente. Elaboración propia

Concluimos que los suelos analizados no son licuables.

2.2.6. CONCLUSIONES

Por medio del análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo del Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada se concluye que:

Teniendo en cuenta las 51 (total) muestras se concluye, el suelo del área en estudio, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se encuentra conformado lo la siguiente categoría de suelos, considerándose a los suelos Limo arenoso 33.33% (ML), arcillas limosas 13.73 % (CL-ML), arenas mal graduadas 5.88 % (SP), arena limosa 25.49 % (SM), arenas arcillosas 3.92 % (SC), arenas limosas bien graduadas 7.84 % (SM-SW) y arenas limosas mal graduadas 9.80 % (SP-SM).

-Teniendo en cuenta el área de influencia de cada calicata se concluye lo siguiente:

-Para el estrato 1: Limo arenoso 50 % (ML), arcillas limosas 10 % (CL-ML), arenas mal graduadas 5 % (SP), arena limosa 30 % (SM), arenas arcillosas 5 % (SC),

-Para el estrato 2: Limo arenoso 35 % (ML), arcillas limosas 10 % (CL-ML), arenas mal graduadas 5 % (SP), arena limosa 30 % (SM), arenas limosas bien graduadas 15 % (SM-SW) y arenas limosas mal graduadas 5 % (SP-SM).

-Para el estrato 3: Limo arenoso 18.18 % (ML), arcillas limosas 9.09 % (CL-ML), arenas mal graduadas 9.09 % (SP), arena limosa 9.09 % (SM), arenas arcillosas 9.09 % (SC), arenas limosas bien graduadas 9.09 % (SM-SW) y arenas limosas mal graduadas 36.36 % (SP-SM).

Se destaca que en el proceso de la exploración de campo no se ha podido llevaron buen registro de la presencia de nivel de tráfico alineado a la profundidad de la exploración de 2.0 m.

Recomienda hacer drenajes superficiales, ya que la topografía muestra un terreno semi-llano, esto puede generar el acumulamiento de aguas de lluvia.

No es necesario realizar un mejoramiento a la sub-rasante ya que el terreno cuenta con buenas condiciones.

2.3. ESTUDIO DE TRÁFICO

2.3.1. GENERALIDADES

Se caracteriza al estudio de tráfico como aquel estudio que se realiza en las calles con mayor circulación vehicular, en nuestro proyecto identificamos dichas calles teniendo como principales vías una vía arterial como es la Calle Real y varias vías colectoras como por ejemplo la Av. San Francisco; las cuales carecen de una estructura de pavimentación.

El objetivo de este estudio de tráfico es calcular la demanda espera que va a recibir la nueva estructura del pavimento, realizando un conteo y proyección vehicular a circular por las calles del proyecto.

2.3.2. DEFINICIONES

Se establece que el tránsito vehicular que existe en el sector colorada centro del centro poblado la colorada se encuentra conformado en gran parte por el tránsito de ligeros vehículos, como por ejemplo se puede determinar como principales vehículos de circulación a las combis, autos y camionetas, mientras que los vehículos que son pesados se pueden identificar a los camiones de categoría C2.

Por otro lado, para el desenvolvimiento e identificación de los conteos que ayuden a poder identificar el volumen de tránsito que pueden soportar las vías se tuvo en consideración como primera instancia se ubicaron 8 estaciones para que por medio de ello se logre determinar el flujo vehicular que va a pasar por el área del proyecto donde se pretende realizar la investigación, para ello se siguió este proceso entre los días de la semana que terminados desde el 13 de agosto del año 2018 hasta el 26 de agosto del año 2018, se aprovecharon estas fechas dado que entre los días de investigación no sé presentó ningún feriado.

A continuación, se realizará una definición de los términos importantes para que se pueda elaborar el estudio de tráfico.

2.3.2.1. ÍNDICE MEDIO DIARIO SEMANAL (IMD_s)

Para la identificación del promedio de tráfico diario semanal o el Índice Medio Diario Semanal se encuentra por medio de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$IMD_s = \sum \frac{V_i}{7} \quad \dots \text{Ec. (2.4)}$$

En donde:

V_i= Volumen vehicular diario por cada día (establecidos en un conteo de 7 días)

2.3.2.2. FACTORES DE CORRECCIÓN

Es necesario utilizar factores de corrección para el cálculo del IMDA, para así incrementar el volumen de la muestra registrada en la semana para el cálculo del IMD_s y proyectarla anualmente.

Se puede identificar qué los factores de corrección alineados a los vehículos ligeros y pesados fueron obtenidos por medio de la información brindada por el peaje de Mocce, dentro del mes de agosto, se consideró este peaje porque es el que se encuentra más cerca al área del proyecto en donde se realizó la investigación, para lo cual se toman los siguientes puntos de corrección:

- para los vehículos ligeros se consideró un factor de corrección de 0.914061264476896.
- mientras para los vehículos que tienen la categoría de pesado se considera un factor de corrección de 0.91597058380594.

2.3.2.3. ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)

Se establece que el Índice Medio Diario Anual bajo las siglas de IMDA, muestra el promedio aritmético del volumen diario identificado en todos los días del año previsible o

también se puede caracterizar en cada sección dada en las vías. Por medio del cálculo de este índice se puede determinar el panorama cuantitativo de la importancia de la selección debía y para que de esta forma se pueda realizar una adecuada proyección de la factibilidad económica del proyecto de estudio.

Por otro lado, se considera que el IMDA se encuentra representada por medio de la siguiente fórmula:




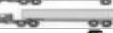
$$\text{IMDA} = \text{FC} * \text{IMDs}$$

Es de gran importancia que se pueda indicar que los valores que se obtengan logran mostrar la contabilidad en los dos sentidos.

2.3.3. RESULTADOS DEL TRÁNSITO PROYECTADO

figura 13 *Tabla de conteo vehicular de la intersección de las calles más transitadas*

DEMANDA VEHICULAR EN LA AVENIDA SAN FRANCISCO

INTERSECCIÓN AV. SAN FRANCISCO - A.V. CASA GRANDE						TRAFICO NORMAL			TRAFICO GENERADO	IMD TOTAL (PROYECTADO)
CLASE	LUNES	DOMINGO	IMDs	FC	IMDA	2018	2019	2039	2039	2039
AUTO 	28	17	25	0.914061264	23	23	24	27	4	31
PICK UP 	15	8	13	0.914061264	12	12	13	14	2	16
COMBI RURAL 	7	3	6	0.914061264	6	6	7	7	1	8
MICRO 	0	0	0	0.914061264	0	0	0	0	0	0
BUS 2E 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
BUS 3E/4E 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
C2 	7	3	6	0.915970584	6	6	7	7	1	8
C3 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
T2S1/T2S2 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
T2S3 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
T3S1/T3S2 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
C2R2 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
C2R3 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
C3R2 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
C3R3 	0	0	0	0.915970584	0	0	0	0	0	0
TOTAL			50		47					63

Fuente. Elaboración propia

Con este conteo vehicular hemos realizado el diseño de nuestro pavimento, ya que es este el conteo más alto que obtuvimos.

En el anexo de estudio de tráfico se podrá ver todos los demás conteos que se ejecutaron en campo.

2.3.4. CLASIFICACIÓN POR TIPO DE VEHÍCULO

2.3.4.1. VEHÍCULOS LIVIANOS

En el desarrollo de la investigación en el proceso de observación se consideraron a los siguientes tipos de vehículos livianos:

- Los automóviles (AP), estos se caracterizan por poseer dos ejes simples y su principal función es transportar a pasajeros.
- los vehículos que presentan carga liviana (Ac), estos se caracterizan por poseer dos ejes simples y se encuentran en la categoría de camionetas tipo rural, estos se usan por lo general para transportar carga liviana, es así que para el estudio de tráfico que se realizará en el proyecto sí incluyeron a los vehículos que presentan la categoría camioneta Pick Up, las combis rurales, los microbuses y las camionetas panel.

2.3.4.2. VEHÍCULOS PESADOS

Los tipos de vehículos pesados los más comunes pueden ser:

- Los Ómnibus (B2): estos se usan por lo general para el transporte de pasajeros y disponen de 2 ejes simples.
- Los camiones C2 y C3: estos vehículos se caracterizan por disponer su uso hacia el transporte de carga y de igual manera también poseen dos ejes simples en la categoría C2, mientras que, en la categoría C3, los camiones presentan un eje simple y un eje tándem.
- Por otro lado, también se presentan a los remolques y los semirremolques, la principal función de estos vehículos es que su utilidad se alinea al transporte de carga pesada.




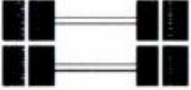
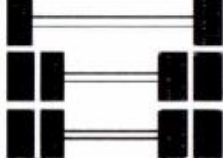
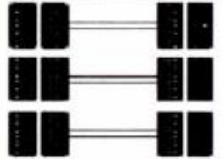
- Asimismo, se indican a los remolcadores y tractocamiones, estos disponen de más de 4 ejes y por lo general son usados para el ámbito de la construcción y saneamiento.

2.3.5. NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Para el diseño del pavimento es necesario el cálculo de los ejes equivalentes ya que influyen en los factores que causan daño a la estructura. A continuación, se presenta la configuración de ejes siguiente:

Figura 14

Configuración de ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Grafico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente. Reglamento Nacional de Vehículos – 2016

NOTA:

RS = Rueda Simple

RD = rueda equivalente

2.3.5.1. ESTIMACIÓN DE PESOS POR EJE

Para calcular el eje equivalente, se utilizará la siguiente relación simplificada, que se deriva correlacionando los valores de la tabla en el Apéndice D de la Guía AASHTO 93 y analizados por la sección "Suelo y Pavimento" del "Manual de Carreteras". Estas estando en el anexo 01- Estudio de tráfico del este proyecto.

2.3.5.2. FACTORES OBTENIDOS

Un análisis realizado en la investigación se pudieron identificar factores equivalentes correspondiente al estudio los mismos que se encuentran distribuidos y presentados bajo la siguiente tabla:

Tabla 15

Determinación de los pesos del vehículo por eje.

TIPO DE VEHICULO	FACTOR CAMIÓN	FACTOR CAMIÓN PAVIMENTO FLEXIBLE	FACTOR CAMIÓN PAVIMENTO RÍGIDO
AP	0.00075	0.00075	0.00075
AC	0.00819	0.00819	0.00819
C2	3.71171	3.4772	3.5290
C3	2.56842	2.5260	3.4064

Fuente. Elaboración propia

Se ha tomado en consideración, que se afectará a los vehículos que dispongan el factor camión y a los que sean de categoría vehículos ligeros los mismos que han sido calculados por la AASHTO, y para aquellos vehículos pesados que fueron calculados mediante el manual de carreteras, por medio de la sección de suelos y de los pavimentos De igual forma para que ellos pavimentos flexibles tanto rígidos y semirígidos. (Bañón Blázquez & Beviá García, 2000)

2.4. ESTUDIO DE CANTERAS

2.4.1. GENERALIDADES

El que se desarrolla dentro de las investigaciones el análisis de las canteras éste suma importancia pues ello permite establecer y poder identificar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los materiales que posee cada cantera.

por ende luego de haber realizado una ardua investigación a los diferentes tipos de materiales que se disponen en la zona de estudio se consideraron a los siguientes factores de análisis:

a) Factores económicos

- En este criterio se ha considerado el fácil acceso, lo que permitirá que se pueda obtener una explosión eficiente y económica del área.
- Otra categoría que se ha podido identificar que están cercanas al área del proyecto, he aquí se pudo señalar que entre las canteras que cumplen con los requisitos se pueda elegir la cantera más cercana porque por medio de ello el costo de transporte se considerará más aceptable.
- Otro de los puntos que se consideraron es la ubicación de la cantera la cual tiene que garantizar qué la actividad de su explosión no llegue a generar ningún problema legal que en algunos de los momentos pueda perjudicar a los habitantes del área de estudio.

b) Factores técnicos

- Dentro de este factor se ha podido identificar la calidad del material, pues los materiales que se seleccionen tienen que cumplir con los requisitos establecidos por las normas técnicas.

c) Experiencia constructiva

- Es de gran importancia que se tome valor a la experiencia de los trabajos que se realizan sobre pavimentación en el área de estudio, porque éste actuará como un indicador de comportamiento de los materiales que se use, pues se podrá analizar sus características referentes al pavimento y a cómo éste reacciona cuando está expuesto al ambiente.

2.4.2. OBJETO DE EVALUACIÓN DE CANTERAS

Para el análisis y evaluación de las canteras se tuvo en consideración establecer la calidad del material granular, en la cual para este análisis se obtuvieron pruebas de las siguientes canteras:

- Cantera 1: Tres Tomas
- Cantera 2: La Viña

2.4.3. EVALUACIÓN DE CANTERAS

Para realizar adecuadamente la evaluación de las canteras se consideraron las siguientes pruebas de análisis:

- a) Como primera instancia se tomó por consideración el desarrollo de una investigación de laboratorio donde se seleccionó cada muestra por las canteras antes mencionadas a las que se realizaron las siguientes pruebas:
 - La prueba de humedad natural, la que se encuentra caracterizada bajo MTCE 108.
 - También se realizó el análisis granulométrico por tamizado el que se encuentra caracterizado por ASTM D – 422, MTC E 107.
 - De igual forma, se consideró la prueba Límite Líquido, caracterizado por la ASTM D – 4318, MTC E 110.
 - Se consideró la prueba Límite Plástico, caracterizado por la ASTM D – 4318, MTC E 111.

- La prueba Proctor Modificado el cual se encuentra categorizado por la ASTM D – 1557, MTC E115.
- Prueba Abrasión Los Ángeles categorizado por la ASTM C – 130, MTC E 207.
- Ensayo diseño de mezclas de concreto.
- y por último se considera la resistencia a la compresión actual del concreto, la misma que se encuentra establecida por medio de la ASTM C – 31, MTC E 704.

b) Análisis sobre la evaluación de la calidad de materiales granulares.

2.4.4. REQUERIMIENTOS DE LOS MATERIALES

Es de gran importancia que se logre identificar que todos los materiales que se consideren se deben alinear a los valores que corresponden a una prueba de 3 unidades.

2.4.5. PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Este proceso fue desarrollado por los bachilleres responsables de la investigación y guiados por medio de la asesoría continua de los significados del laboratorio de materiales, de los profesionales de mecánica de suelos y de pavimentos, los que se encuentran laborando en la UNPRG.

Se toma en consideración, que, para el análisis de los suelos, se recogieron un conjunto de muestras alteradas y se las clasificó de acuerdo a la norma AASHTO M 145.

Con el fin de determinar las propiedades físicas y mecánicas del material, se llevó a cabo un plan de investigación con el fin de obtener más información sobre el material de la cantera.

El desarrollo de las investigaciones realizadas en el campo se llevó por medio de los procedimientos siguientes

- Se consideraron métodos para establecer adecuadamente en la reducción de las muestras de campo hacia pruebas de ensayo, tal como se encuentra caracterizado en la norma ASTM C 702.

- Así mismo se obtuvieron dentro del laboratorio un conjunto de pruebas representativas de cuarteo, en la cual sí siguieron las prácticas de la norma ASTM C702.

Cabe destacar de todas las pruebas representativas que fueron obtenidas de la cantera se detallaron por medio de muestras alteradas para que se pueda desarrollar un adecuado análisis de laboratorio y poder establecer óptimamente su clasificación de acuerdo con la norma AASHTO M 145.

De igual manera, se establece que en el desarrollo del estudio de campo se consideraron a los siguientes procedimientos:

- Se consideraron métodos para establecer adecuadamente en la reducción de las muestras de campo hacia pruebas de ensayo, tal como se encuentra caracterizado en la norma ASTM C 702.
- Así mismo se obtuvieron dentro del laboratorio un conjunto de pruebas representativas de cuarteo, en la cual sí siguieron las prácticas de la norma ASTM C702.

2.4.6. INFORMACIÓN DE CANTERAS

2.4.6.1. CANTERA “TRES TOMAS”

Por todo el estudio realizado se hace una descripción a la cantera, estableciéndose que se considera como una por poseer las siguientes características:

Se establece a los suelos identificados bajo el sistema de AASHTO, dónde se puede categorizar cómo A-1-A (0), grabas limosas, Asimismo se puede observar mezclas de gravas, Arenas y limos de baja plasticidad.

- Propietario : Asociación de trabajadores Sector 04 de Mayo.
- Potencia útil : 45, 472.08 m³.

-
- Acceso : 53.2 km, del inicio del Proyecto.
 - Tiempo Explotación : Todo el tiempo.
 - Tipo de Explotación : Maquinaria Convencional (Cargador Frontal y Retroexcavadora).
 - uso : Base, Sub base, Relleno y Piedra para el concreto
 - Origen : Sedimentario, material de río.
 - Ubicación : Tres Tomas
 - Área : "21,347.98 m2".
 - Rendimiento para la base : 90.30 %
 - Rendimiento para la sub base : 77.30%
 - Rendimiento para el relleno : 100 %
 - Rendimiento para el concreto : 51 %
 - Granulometría : uniforme
 - Clasificación SUCS : GW – GM
 - Límite líquido : 23.40 %
 - Límite plástico : 20.35 %
 - Índice plástico : 3.05 %
 - Máxima densidad : 2.21 g/cm3
 - Humedad óptima : 6.34%
 - C.B.R. para base al 100% : 103. 98%
 - C.B.R. para subbase al 100% : 87.67%
 - Abrasión : 14.62%

2.4.6.2. CANTERA "LA VIÑA"

De los estudios realizados se describe a La Viña con las siguientes características:

- Propietario : Municipalidad Distrital de Jayanca(administrada).
- Potencia Útil : 39, 098.40 m3.
- Acceso : 45.3 km, del inicio del Proyecto.
- Tiempo Explotación : Todo el tiempo.
- Tipo de Explotación : Maquinaria Convencional (Cargador Frontal y Retroexcavadora).
- Uso : Agregado fino y Arena fina para Concreto.

- Ubicación	: La Viña.
- AREA	: "1.98 ha".
- Potencia Útil	: 39, 098.40 m3.
- Rendimiento	: 96.00 %
- Acceso	: Tiene
- Clasificación SUCS	: SP
- Contenido de H.	: 1.71%
- P. E. M.	: 2.40
- P. V. S.	: 1.55 gr/cm3
- P. V. C.	: 1.76 gr/cm3
- Absorción	: 0.69%
- Módulo de Fineza	: 2.78

2.4.7. RESULTADOS

2.4.7.1. ENSAYOS AL MATERIAL DE LAS CANTERAS

Los resultados de los ensayos de laboratorio (LEM, LMS, LP) obtenidos son:

Tabla 16

Resultados de los ensayos al afirmado

ENSAYOS	LABORATORIO	CANTERA "TRES TOMAS"
		AFIRMADO
Límite Líquido	LMS	23.67%
Límite Plástico	LMS	20.60%
Índice Plástico	LMS	3.07%
Contenido de Humedad	LEM	3.75%
Clasificación AASHTO	LEM	GC-GM
Óptimo Cont. De Humedad	LP	6.54%
Capacidad de Soporte (CBR) 100 % MDS	LP	86.94%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17

Resultados de los ensayos al A.G. Y A.F.

ENSAYOS	CANTERA "LA VIÑA"	CANTERA "TRES TOMAS"
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Grado de Absorción (%)	0.68	0.74

Contenido de Humedad (%)	1.20	0.48
Peso Específico de Masa (%)	2.37	2.67
Peso Unitario Suelto (g/cm³)	1.54	1.34
Peso Volumétrico Varillado (g/cm³)	1.73	1.54
Desgaste a la Abrasión (%)	-	14.98-14.60
Granulometría	M.F. 2.93	T.N. 3/4"

Fuente: Elaboración propia.

2.4.7.2. DISEÑO DE MEZCLA

Se obtuvo doce (12) probetas, las cuales fueron sometidas al ensayo de resistencia a los siete (07) días.

Tabla 18

Concreto de resistencia $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

Probetas	Relación A/C	Diámetro del molde (cm)	F (kg)	Área (cm ²)	f'cm (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Días
1	0.58	15	27000	177	153	147	7
2		15	25050	177	142		7
3	0.63	15	29350	177	166	170	7
4		15	30600	177	173		7
5	0.68	15	37050	177	210	195	7
6		15	32000	177	181		7

Fuente: Elaboración propia - Ensayos realizados en el LEM.

Tabla 19

Concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Probetas	Relación A/C	Diámetro del molde (cm)	F (kg)	Área (cm ²)	f'cm (kg/cm ²)	f'c Promedio (kg/cm ²)	Días
1	0.51	15	31000	177	175	170	7
2		15	29050	177	164		7
3	0.56	15	32500	177	184	199	7
4		15	38000	177	215		7
5	0.61	15	37500	177	212	228	7
6		15	43000	177	243		7

Fuente: Elaboración propia - Ensayos realizados en el LEM.

Usando las tablas de Resistencia a la compresión.

Tabla 20

Tabla de resistencia a la compresión según los días.

En atendías	Coeficiente de la resistencia /f'c
1	20%
2	35%
3	46%
7	68%
10	77%
14	85%
20	93%
21	94%
28	100%

Fuente. Elaboración propia.

A los siete (07) días la resistencia del concreto como mínimo debe ser el 68% de su resistencia a los veintiocho (28) días.

$$f'_{c7} = 0.68 * f'_{c28} \quad ; \quad f'_{c28} = \frac{f'_{c7}}{0.68} \quad \dots \text{Ec. (2.7)}$$

Tabla 21

Resistencia estimada de la rutura de probetas

f'c =175 kg/cm ²				f'c =210 kg/cm ²			
Probetas	Relación A/C	f'c Promedio (kg/cm ²)	f'c Promedio proyectado a los 28 días (kg/cm ²)	Probetas	Relación A/C	f'c Promedio (kg/cm ²)	f'c Promedio proyectado a los 28 días (kg/cm ²)
1	0.58	147	217	1	0.51	168	250
2				2			
3	0.63	168	249	3	0.56	200	293
4				4			
5	0.68	187	287	5	0.61	229	335
6				6			

Fuente. Elaboración propia.

GRÁFICA f'_c vs. RELACIÓN A/C

Tabla 22

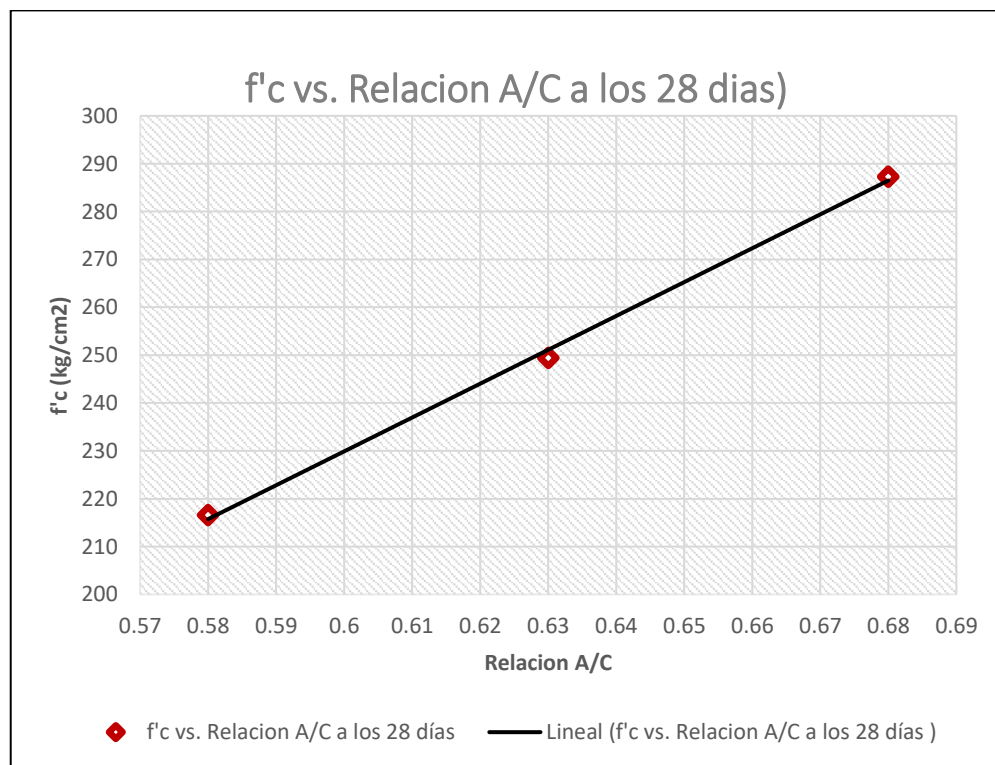
$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ proyectado a las 4 semanas

$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$	
Relación A/C	f'_c Promedio proyectado a los 28 días (kg/cm ²)
0.58	217
0.63	249
0.68	287

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15

f'_c vs. Relación A/C a los 28 días.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16

Dosificación en peso

		POR TANDA	
Agua Efectiva (Total de Mezclado)	=	203 litros	2.71
Cemento	=	325 kg	4.33
Agregado Grueso (Humedo)	=	928 kg	12.35
Agregado Fino (Humedo)	=	778 kg	10.35
DOSIFICACION EN PESO			
1	:	2.39	:
		2.85	/
			26.57 litros/saco
Relacion agua - cemento de diseño :	205	/	325 = 0.63
Relacion agua - cemento efectiva :	203	/	325 = 0.63

Fuente. Elaboración propia.

Con esta nueva relación tenemos el siguiente diseño de mezcla:

Tabla 23

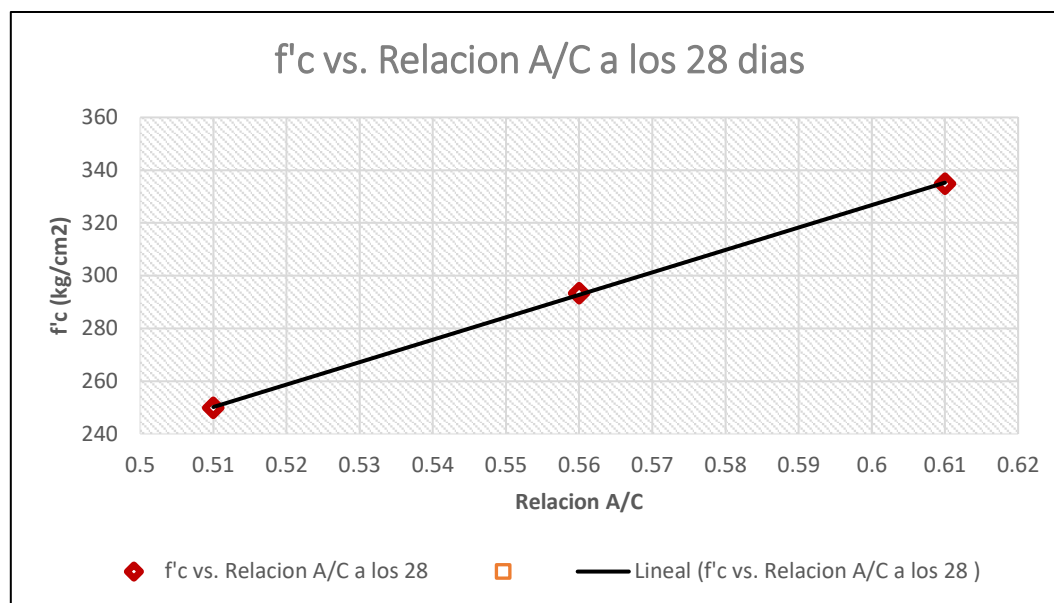
$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ proyectado a las 4 semanas

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
Relación A/C	$f'c$ Promedio proyectado a los 28 días (kg/cm^2)
0.51	250
0.56	293
0.61	335

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17

f'c vs. Relación A/C a los 28 días.



Fuente. Elaboración propia.

Figura 18

Dosificación en peso

				POR TANDA	
Agua Efectiva (Total de Mezclado)	=	204 litros			2.71
Cemento	=	366 kg			4.87
Agregado Grueso (Humedo)	=	928 kg			12.35
Agregado Fino (Humedo)	=	746 kg			9.93
DOSIFICACION EN PESO					
1	:	2.04	:	2.54	/ 23.63 litros/saco
Relacion agua - cemento de diseño :		205	/	366	= 0.56
Relacion agua - cemento efectiva :		204	/	366	= 0.56

Fuente. Elaboración propia.

Con esta nueva relación tenemos el siguiente diseño de mezcla:

2.4.8. CONCLUSIONES

Una vez realizada los análisis y estudios correspondientes se consideró utilizar a la cantera “Tres tomas” para el análisis del presente estudio, esta se encuentra ubicada en la carretera Chiclayo – Ferreñafe - Mesones Muro, y logra cumplir las propiedades de capa base, subbase y piedra para concreto.

En referencia a la cantera “La Viña”. Se evaluó un área que cumpla con las especificaciones para concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Para el Proyecto: “DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN LAMBAYEQUE”, se deben tener en cuenta todas las consideraciones anteriores para asegurar que la estructura del pavimento, veredas y sardineles tengan una mayor durabilidad.

CAPÍTULO III: DISEÑO VIAL URBANO

3.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS

3.1.1. GENERALIDADES

El diseño buscará alcanzar los objetivos de funcionalidad, seguridad, confort, integración con el entorno, estética, economía y flexibilidad, con el fin de prever una posible expansión futura.

3.1.1.1. VÍAS URBANAS

Se considera como vías urbanas aquellas calles que componen los centros densamente poblados (dejando de lado a aquellos que no forman parte del Sistema Nacional de carreteras), aquellas arterias o calles que están reguladas bajo las regulaciones del Gobierno local.

3.1.1.2. CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA VIAL URBANO

Se puede establecer cuatro categorías principales para la adecuada clasificación del sistema de vías urbanas las mismas que se mencionan:

a) Vías Expresas

Las vías expres se caracterizan por tener una relación significativa entre el sistema urbano y el sistema vial urbano y la utilidad de estas se alinea principalmente al transporte del paso (los puntos de inicio y finalización están sujetos entre sí). Asimismo, estos vídeos logran unir las zonas de alto tráfico, de igual manera, transportarán una gran cantidad de vehículos, dispondrán de un tráfico que posee alta velocidad y condiciones de baja accesibilidad. por lo general son utilizados para los viajes de larga distancia entre viviendas, áreas comerciales, áreas industriales y centrales.

b) Vías Arteriales

Las vías arteriales permiten el paso de vehículos, con movilidad media o alta, baja accesibilidad. Estos caminos deben estar integrados al sistema vial, y deben permitir una buena distribución vehicular a las vías colectoras y locales.

c) Vías Colectoras

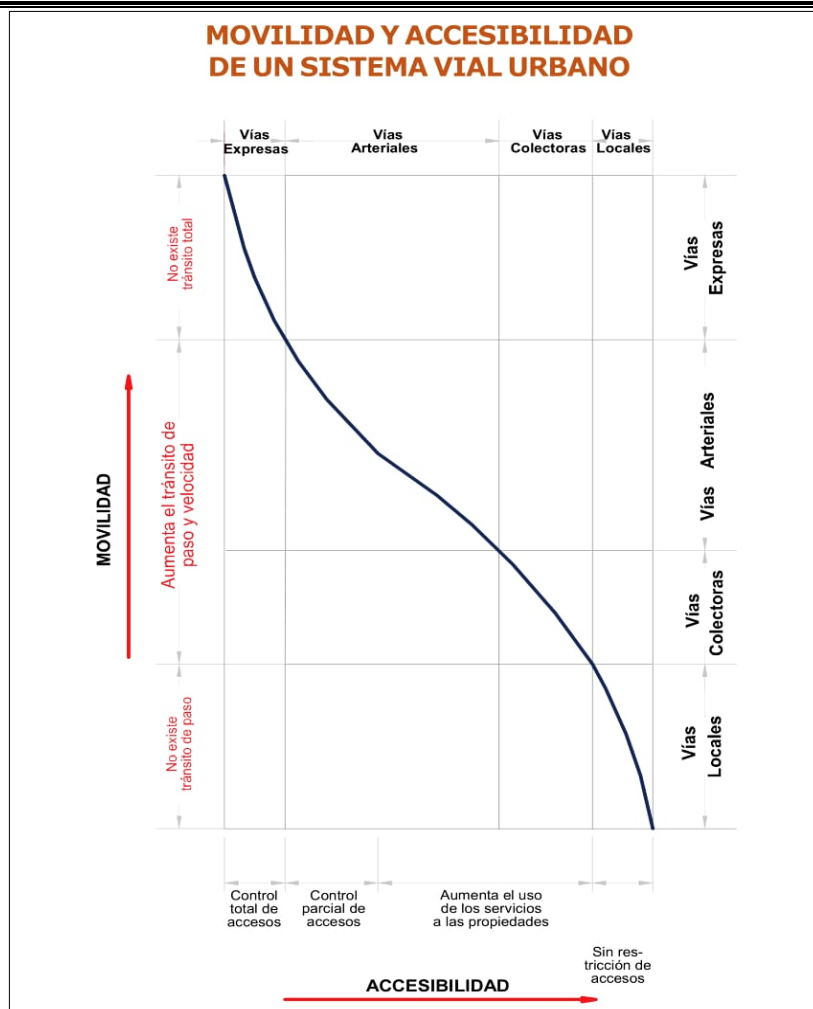
La vía colectora se utiliza para transferir el flujo de tráfico de la ruta local a la ruta arterial, en algunos casos conecta a las vías expresas. Pueden ser Pueden ser colectoras distritales o interdistritales, esta clasificación corresponde al departamento municipal competente, de donde se derivan los parámetros para establecer la autoridad del departamento competente.

d) Vías Locales

Su función principal es dar acceso a propiedades o viviendas, llevando únicamente su tránsito propio, generados a partir de entradas y salidas vehiculares

Figura 19

Gráfica que representa la variación de la movilidad de acuerdo a la accesibilidad



Fuente. Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005.

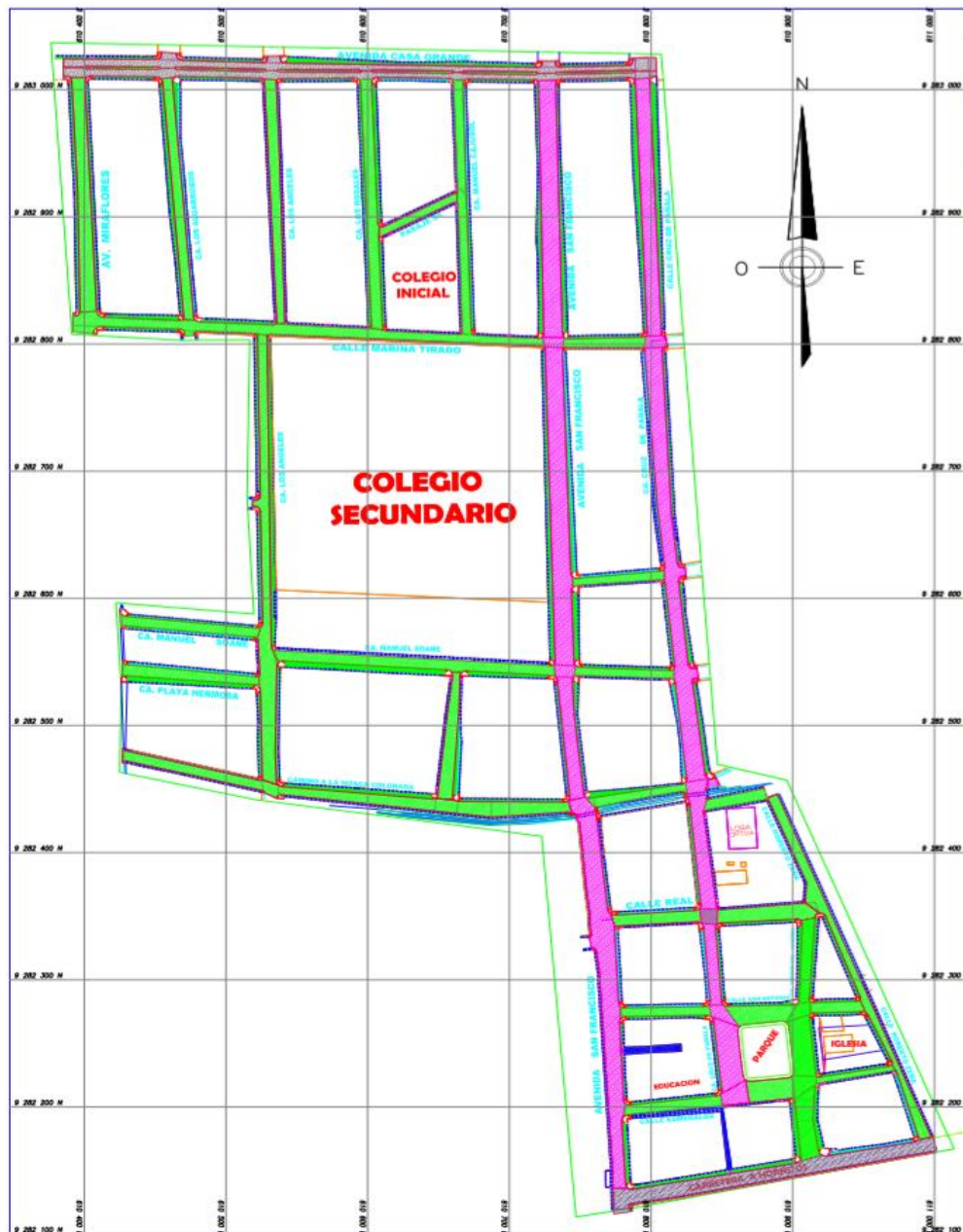
Figura 20

Vías Urbanas del Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada

“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN LAMBAYEQUE”

PLANO DE ESTANDARIZACION DE VIAS

ESC:1/1500



LEYENDA:

VIAS ARTERIALES
VIAS LOCALES
VIAS COLECTORAS
PASAJE PETATONAL



Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1.2.1. VELOCIDAD DIRECTRIZ

A esta velocidad también se le conoce como velocidad de diseño y se encuentra caracterizada por ser la velocidad máxima a la que un vehículo puede destinar un viaje con seguridad, la misma que tiene que estar alineada a una parte específica de la carretera implementar bajo condiciones atmosféricas buenas y de tráfico, pues es de gran importancia que todas las características geométricas de la investigación puedan dominar la circulación

Se establece así, la velocidad directriz, en la Tabla 06 Anexo 1, En la cual se establece que la velocidad directriz caracterizada para una vía local es de 40 km/h mientras que para una vía colectora se considera una velocidad directriz de aproximadamente 60 km/h.

3.1.2.2. VEHÍCULO DE DISEÑO

durante el proceso de conteo de vehículos, se adoptarán vehículos de mayor volumen y mayor tamaño: La mayor cantidad de vehículos son automóviles privados, debido a que no existe una línea de transporte público con una ruta predeterminada a través del área de estudio, y el camión (C2) representa el tamaño más grande.

3.1.2.3. LONGITUD DE FRENADO

Se considera que la distancia para el frenado tiene que ser siempre considerado en todas investigación pues éste resulta ser un factor de gran importancia para que se logre establecer la distancia visible mínima que requiere el chófer influenciando eso en el trazado de la pista.

Tabla 24

Indicadores de longitud normal de frenado.

Velocidad expresada en km/h	40	60	80	100	120	140
longitud expresada en metros	15	35	60	105	170	250

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

3.1.2.4. VISIBILIDAD

Se establece la visibilidad como uno de los parámetros que permiten la seguridad vial, dado que, permitirá que el conductor pueda desarrollar sus actividades de conducir con normalidad como por ejemplo el detenerse a tiempo, adelantar o el cambio de velocidades. por lo general la visibilidad se considera para que los ingenieros se refieran a la distancia idónea que permita el no obstaculizar la línea de visión de los conductores.

Para esto se considera a las siguientes categorías de visibilidad:

- Visibilidad de parada

se encuentra representada por la distancia recorrida por el vehículo partiendo de la observación como una situación peligrosa hasta que los conductores logren detener el vehículo.

Tabla 25

Distancia de velocidad de parada en terrenos planos

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	DISTANCIA (m)
30	30
40	45
50	63
60	85
70	111
80	140
90	469
100	205
110	247
120	286

3.1.2.5. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Alineamientos Rectos:

Dentro del proceso de desarrollo de la presente investigación se establece que los alineamientos se encuentran alineados a la lotización existente y a las áreas que se encuentran disponibles dentro de las vías para que se pueda diseñar correctamente el pavimento.

3.1.2.6. ALINEAMIENTO VERTICAL

El Perfil longitudinal:

Esto se caracteriza por ser una línea la misma que se utiliza para el diseño hacia una representación gráfica del trazado vertical de la carretera en relación con el terreno.

Los principales criterios para considerar al diseñar son:

Pendiente mínima:

Cabe indicar que la pendiente mínima se encuentra afectada por los diferentes problemas de drenaje que puedan suceder, por lo tanto, se establece, que si el caudal de bombeo de la calzada llega a presentar 2%. De la cual se considera como pendiente mínima de 0.3% sin embargo para las actividades de menos bombeo se tiene que considerar una pendiente mínima de 0.5%.

Pendiente máxima:

En vías urbanas, cuando es posible elegir la pendiente a utilizar en una ruta vertical, debe tenerse en cuenta consideraciones económicas y constructivas y el impacto de la pendiente en la operación del vehículo.

La siguiente tabla es una tabla que usa el valor máximo de pendiente según el tipo de vía y tipo de terreno:

Tabla 26

Caracterización de pendientes máximas

Tipo de vía	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso
Vía expresa	3%	4%	4%
Vía arterial	4%	5%	7%
Vía colectora	6%	8%	9%
Vía local	Se establece según su topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Fuente. Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005

En el presente caso el sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada, presenta un terreno plano sin cambios evidentes de pendiente, por lo que, siempre que se asegure un drenaje suficiente del suelo, la pendiente del perfil longitudinal se controlará de acuerdo con el terreno.

3.1.2.7. SECCIÓN TRANSVERSAL

Analizando la sección transversal se consideran a los elementos:

- Números de carriles y Ancho de calzadas:

La siguiente tabla muestra el ancho del carril según el tipo de camino y la velocidad de diseño adoptada:

Tabla 27

Ancho de carriles

CLASIFICACIÓN DE VÍAS	Velocidad (km/h)	Ancho Recomendable (m)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (m)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (m)	Ancho de dos carriles juntos (m)
LOCAL	30 a 40	3.00	2.75	3.50	6.50
	40 a 50	3.30	3.00	3.50	6.50
COLECTORA	50 a 60	3.30	3.25	3.50	6.75
	60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
ARTERIAL	70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.00

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"

	80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
EXPRESAS	90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

Para este proyecto, considerando su trazado urbano y considerando el total de 2 carriles permitidos para la calle, se considerará un ancho de carril mínimo de 3,00 m.

Bombeo:

El propósito es promover el drenaje del suelo. La cantidad de agua bombeada dependerá del tipo de superficie de la vía y la cantidad de precipitación en el área.

Tabla 28

Bombeo de calzada

Ancho mínimo de Carril en Pista Normal (m)	Bombeo (%)	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento Superior	2	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 - 3.0
Afirmado	3.0 - 3.5 (1)	3.0 - 4.9

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Perú - 2014.

Nuestro proyecto se ubica en una zona de precipitación menor a 500 mm/año, tratándose de un pavimento superior, se considera un bombeo de 2%.

Peralte:

Para mejorar la comodidad y seguridad de la parte curva, la pendiente transversal o "peralte" se puede aumentar en un ángulo apropiado, generando así una componente opuesta a la fuerza centrífuga.

En el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Perú 2014, Se establecen como Perales máximos a lo siguiente:

- A las vías expresas caracterizadas por el 6%.
- Mientras que a las vías locales y colectora se les caracteriza por un 4%.

Sardineles:

El propósito principal de los sardineles es que éste logre limitar el espacio de circulación para que de esta manera los vehículos solo puedan ejercer el proceso de circulación por la vía, en la cual esta tiene que ser caracterizada por su comodidad y seguridad, dando como resultados que los peatones puedan sentirse protegidos en las aceras, en las bermas centrales o en las islas de paso, logrando de esta manera, que las áreas puedan haber sido establecidas de manera oportuna velando en todo momento por el bienestar de los peatonales y de los conductores.

Para la presente investigación se consideró 15 cm de altura para los sardineles.

3.1.2.8. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA

La acera o vereda es un pavimento de concreto simple que se ubica a ambos lados de la vía para garantizar la seguridad y el tránsito de peatones.

3.1.2.8.1 PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA:

En el análisis del diseño geométrico de la vereda se tuvo en consideración las normativas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Las mismas que se manifiestan:

- se tiene que tener en consideración que el espesor mínimo de la losa de hormigón tiene que ser de aproximadamente 4 pulgadas y el ancho mínimo tiene que corresponder a 1.20 metros.
- para el análisis de la evacuación del agua de la lluvia a la vía se tiene que considerar un bombeo de aproximadamente del 2% al 4%.
- en el análisis de las características del concreto se tiene que considerar una mezcla de concreto que pueda disponer de una resistencia mínima de aproximadamente 175 kg /cm².

- Así mismo se tiene que contar con una Junta de dilatación cada 3 metros donde se establezca un ancho $3/4$ y éstos puedan ser impermeabilizados con un material luminoso.
- Por otro lado se establece que la rasante de la vereda quedará establecida por medio de 10 cm sobre la rasante de la pista al pie del límite del sardinel.

3.1.2.9. INTERSECCIONES

Una intersección es un área compartida por dos o más vías que se cruzan en la misma línea horizontal, incluidas las vías que pueden ser utilizadas por los vehículos para el desarrollo de todos los posibles movimientos.

3.1.2.9.1. DISEÑO DE INTERSECCIONES A NIVEL

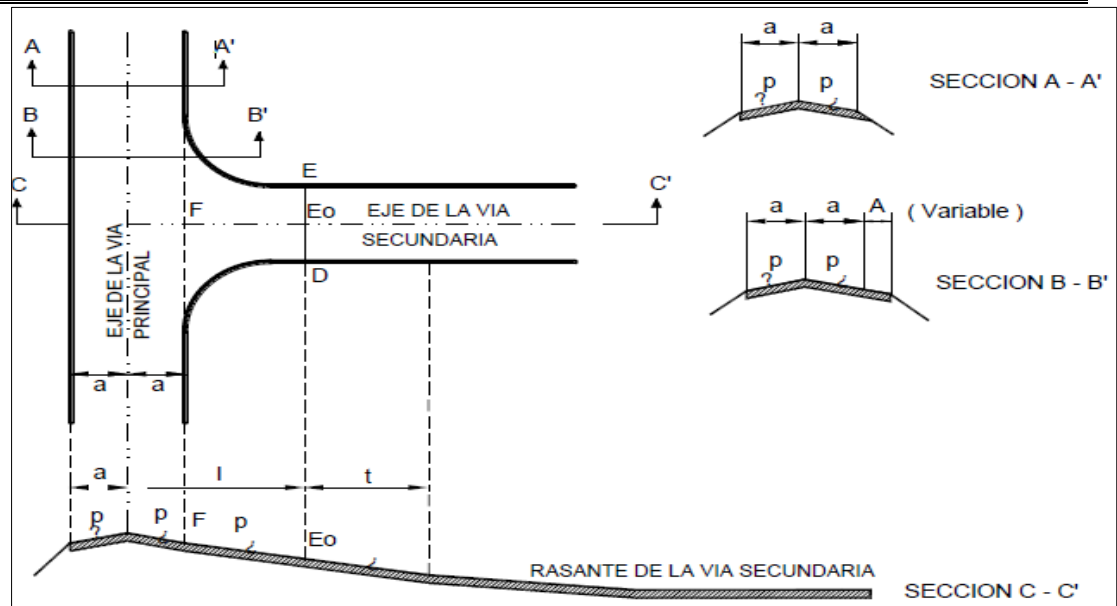
Para el desarrollo de este estudio se ha tomado en consideración establecer intersecciones a nivel de tipo simple para lo cual se pudieron considerar a los criterios de:

- Realizar una adecuada dotación de la intersección por medio de sus características geométricas idóneas para que de esta manera se pueda evitar que los vehículos realicen saltos inesperados.
- Otro de los criterios que se consideraron es que se asegure el adecuado drenaje superficial.

Figura 21

Diseño de intersecciones a nivel.

"DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE"



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

3.1.2.10. RESULTADOS

En el análisis de la siguiente tabla, 100 podido señalar la numeración de las características geométricas que se tienen que considerar en las vías del Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada,

Tabla 29

Descripción de las características geométricas que se van a considerar para el diseño.

PARÁMETROS DE DISEÑO	
VELOCIDAD DIRECTRIZ (km/h)	40 - 60
VEHÍCULO DE DISEÑO	C2
LONGITUD DE FRENADO (m)	15 - 35
VISIBILIDAD DE PARADA (m)	45 - 85
ALINEAMIENTO HORIZONTAL	De acuerdo a la lotización existente
PENDIENTES	
Pendientes máximas para terreno plano	
Pendientes mínimos	1%
Vía Colectora	6%
Vía Local	Según topografía
SECCIONES TRANSVERSALES	
Ancho recomendable	
Local	3.0 m
Colectora	3.3 m
Dos carriles si la configuración lo permite.	
Bombeo	2%
Peralte	4%
Bermas o Estacionamientos	1.5 m
VEREDAS	
Ancho recomendable	1.50 m
Bombeo hacia las pistas	2 - 4 %

Fuente: Elaboración propia.

La pendiente longitudinal dependerá del terreno, ya que es un terreno llano y se debe asegurar un drenaje adecuado.

El estacionamiento estará separado del jardín por sardineles con una altura de 0,15 m.

3.2. DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

3.2.1. GENERALIDADES

3.2.1.1. PAVIMENTO

Cabe señalar que en lo que concierne el pavimento, se indica que éste se encuentra compuesto por la agrupación de capas superpuestas las cuales están horizontalmente de forma relativa, de igual manera, se encuentran técnicamente diseñadas y construidas por medio de materiales apropiados y los cuales se encuentran compactados de forma completa. cabe destacar que todas estas estructuras se encuentran estratificadas y se alinea a las uvas ante que son obtenidas por medio del movimiento de la tierra en el proceso de exploración, y deben ser lo suficientemente resistentes a los esfuerzos de las repetidas cargas de tráfico que se le transmiten durante el periodo de diseño.

3.2.1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS PAVIMENTOS

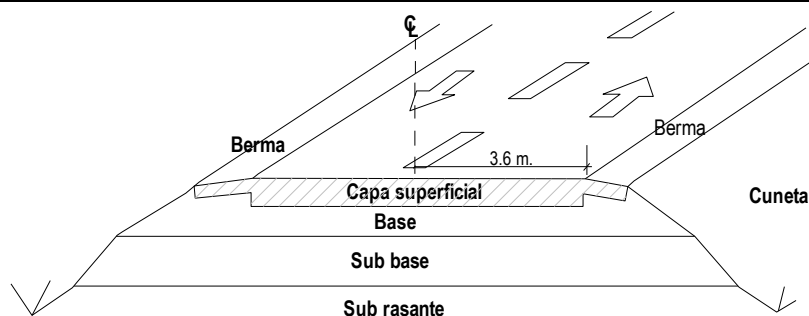
Dentro de la clasificación de los pavimentos en el desarrollo del estudio se ha tomado por consideración considerar al pavimento flexible, al pavimento rígido y al pavimento articulado los mismos que se detallaran a continuación:

3.2.1.2.1. PAVIMENTO FLEXIBLE

Se indica que el pavimento flexible se encuentra conformado por una capa de asfalto que suele apoyarse anteriormente en dos capas que presentan la característica no rígida, teniendo así una capa base y una subcapa. Cabe señalar que en cualquier momento si se toma la decisión se puede renunciar a cualquiera de estas dependencias y esa decisión se alinea a la necesidad de cada obra (Sanchez Fernando, 2009)

Figura 22

Estructura típica de un pavimento asfáltico (flexible).



Fuente. (Sanchez Fernando, 2009)

FUNCIONES DE LAS CAPAS DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE:

Sub-base Granular

Es la capa de transición entre la subrasante y la base, puede evitar que los materiales que componen la capa de la base y el material de la subrasante se mezclen y causen una contaminación al material de la base. Reducción de la deformación; Algunos cambios de volumen de la subrasante (generalmente relacionados con cambios en su contenido de agua (expansión) o cambios externos de temperatura) pueden ser absorbidos por la sub base, evitando así que la deformación se refleje en la Superficie.

Base Granular

Resistencia es la función fundamental de la base granular que es la capa intermedia entre la capa de rodadura y la sub-base.

Carpeta Asfáltica

la carpeta de rodadura debe proporcionar una superficie uniforme, de textura y color conveniente y resistir la abrasión del tránsito. cumple también una función de Impermeabilidad: impidiendo el paso del agua a capas inferiores.

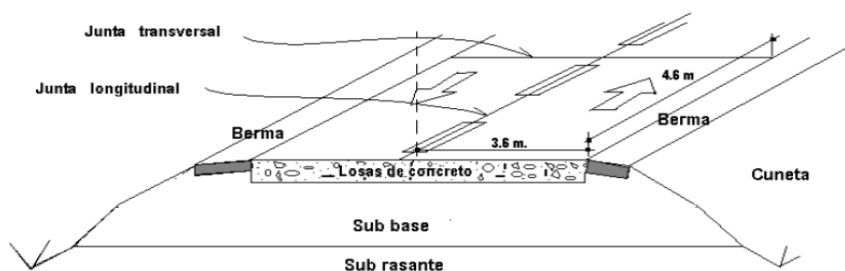
3.2.1.2.2. PAVIMENTO RÍGIDO

Básicamente están compuestas por losas de concreto hidráulico, apoyadas en la sub-rasante o una capa de material seleccionado, incluso si hay áreas débiles en el lecho de la

carretera, el rendimiento del pavimento rígido es suficientemente satisfactorio. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006)

Figura 23

Estructura típica de un pavimento rígido.



Fuente. (Sanchez Fernando, 2009)

FUNCIONES DE LAS CAPAS DE UN PAVIMENTO RÍGIDO:

Sub-base

Se utiliza como capa de transición y proporciona un soporte uniforme, estable y permanente para la capa superior de concreto. Mejora el drenaje, reduciendo así la acumulación de agua debajo del pavimento. Ayuda a controlar el cambio de volumen de la sub-rasante y minimizar el efecto en la superficie. (Sanchez Fernando, 2009)

Losa de Concreto

la losa en el pavimento rígido tiene funciones idénticas a la carpeta asfáltica en el pavimento flexible.

3.2.1.2.3. PAVIMENTO ARTICULADO

Se destaca que pavimento articulado consta de una capa rodante de bloques prefabricados de hormigón que por lo general se les denomina como adoquines, éstos disponen de un espesor uniforme y se les considera como y cuál es, este pavimento puede realizarse por medio de una fina capa de arena, en la cual al mismo tiempo se ubica sobre ella una capa de base granular o también una capa sub rasante, esto va alineado a la calidad y a la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan en la superficie.

3.2.2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Se presentan los tipos de métodos utilizados para analizar y diseñar estructuras de pavimento flexibles, rígidos y articulados.

- Se indica que en el desarrollo del diseño y el análisis del pavimento flexible se tomará en consideración al Método de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales bajo las siglas AASHTO. De igual forma se tomará en consideración al programa de cálculo de ecuaciones AASHTO 1993, por el ingeniero Luis Ricardo Vásquez Valera en el año 2004.
- Asimismo, para el análisis del diseño de pavimento rígido se considerará el Método AASHTO. De igual forma se tomará en consideración al programa de cálculo de ecuaciones AASHTO 1993, por el ingeniero Luis Ricardo Vásquez Valera en el año 2004. Adicionado a ello se tomará en consideración el método del cemento Portland caracterizado bajo las siglas PCA.
- Mientras que en el diseño y análisis del pavimento articulado se tendrá solo en consideración el método de diseño del ICPI, el que tiene por significado Interlocking Concrete Pavement Institute)

Factores que se consideran dentro del diseño de los pavimentos

Se indica, que en cual sean los casos se tomará la decisión por efectuar el diseño estructural el que tomará como base a los siguientes factores:

- Se tomará en referencia el valor portante de la subyacente
- de igual manera el periodo de diseño en el cual se realizará el proyecto
- el análisis del tráfico viario
- las condiciones climáticas y drenaje.
- las características geométricas de la vía
- la disponibilidad de los materiales
- el tipo de pavimento que se usará

Todos estos factores se encuentran caracterizados bajo la Asociación Americana de los Estados Highway y Transporte Oficial - 1997

La siguiente tabla enumera los requisitos mínimos para diferentes tipos de pavimentos.

Tabla 30

Requisitos mínimos para pavimentos

Elemento	Tipo de pavimento		
	Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante	95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
Sub-base	Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Base	CBR ≥ 40 %	CBR ≥ 30 %	
Imprimación/capa de apoyo	CBR ≥ 80 %	No Aplicable	CBR ≥ 80%
	Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	No Aplicable	Cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.

Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm		≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm	≥ 150 mm	≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		No recomendable
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	No recomendable
Material		Concreto asfáltico	MR ≥ 34 Kg/cm ² (3,4 MPa)	f _c ≥ 380 Kg/cm ² (38 MPa)

Fuente. Norma Técnica Peruana CE.010 Pavimentos Urbanos.

3.2.3. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

3.2.3.1. MÉTODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

FLEXIBLE

El procedimiento se basa en un modelo, que se desarrolla a partir del cálculo del espesor del rendimiento de la carretera, en función a la carga vehicular y la resistencia de la subrasante. Cabe señalar que el propósito de este modelo es que se pueda identificar adecuadamente el cálculo del número estructural que se requiera (Structural Number – SN), él mismo que señala a la agrupación de espesores de capa de la estructura del pavimento.

Esta ecuación: se relaciona a continuación:

$$SN = a_1 * D_1 * m_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \quad (1)$$

a₁, a₂, a₃ = Se caracterizan por ser los coeficientes de etapa representativos de la superficie, de la base y de la sub base, establecidas en ese orden.

D₁, D₂, D₃ = Esas terminologías manifiestan los espesores reales expresados en pulgadas de la superficie, de la base y la sub base, establecidas en ese orden.

m₁, m₂, m₃ = Señalan a los coeficientes de drenaje de la superficie de la base de la sub base, establecidas en ese orden.

3.2.3.1.1. VARIABLES DE DISEÑO

La fórmula básica para diseñar una estructura de pavimento flexible es la siguiente:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 9.36 * \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \left[\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right]} + 2.32 * \log_{10} M_R - 8.07 \quad (2)$$

1. TRÁFICO

Se logra establecer que los procesos de diseño establecidos para las vías de alto y de bajo volumen de tráfico se encuentran alineadas a la carga acumulada esperada por medio de un eje simple equivalente caracterizado bajo las siglas de ESAL, para lo cual se considera 18 kips, en lo que concierne al periodo de análisis establecido por w_{18} .

es así como en la tabla 14 se dan a conocer los diferentes valores de equivalencia de carga oh los valores de factor camión, para lo cual por medio de la siguiente fórmula se podrá identificar el tráfico W_{18} en el carril que se pretende diseñar.

Los procesos de diseño para vías de alto y bajo volúmenes de tráfico, se basan en las cargas acumuladas esperadas de un eje simple equivalente (ESAL) a 18 kips durante el periodo de análisis (W_{18}).

En la Tabla 15 se dan los valores de equivalencia de carga o factor camión. La siguiente ecuación permite definir el tráfico (W_{18}) en el carril de diseño.

$$W_{18} = D_D * D_L * w_{18} \quad (3)$$

Dónde:

D_D = Se caracteriza por ser el factor de distribución direccional, el mismo que se encuentra expresado con una relación que toma en consideración a las unidades establecidas por ESAL en cada dirección. Cabe señalar que en gran parte de las vías por lo general el valor corresponde a 0.5 o 50%

D_L = Éste se caracteriza por ser el factor de distribución de carril el mismo que se encuentra representado por medio de la relación que se considera entre la distribución del tráfico en el proceso que pasan dos o más carriles alguna misma dirección.

w_{18} = Hacer una representación a las unidades ESAL, los que disponen de 18 kips acumulados, los cuales se encuentran previstos dentro de una sección específica de la vía alineada al periodo de análisis.

Tabla 31

Guía para obtener D_L

NÚMERO DE CARRILES EN CADA DIRECCIÓN	% DE ESAL DE 18 kips EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4	50 - 75

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

- Crecimiento del Tráfico

El diseño del pavimento debe poder satisfacer plenamente la demanda del tráfico en un año.

El Factor de Crecimiento del Tráfico (FCT) se calcula con la siguiente expresión:

$$FCT = [(1+r)^n - 1]/r \quad (4)$$

Dónde:

r = Tasa de Crecimiento

n = Años de Vida Útil.

La tasa de crecimiento (r), se encontrará alineada a los factores que se involucren en el proceso considerando así a los factores económicos y sociales, a la capacidad que posea la vía, entre otros.

Cabe señalar que la tasa de crecimiento se alinea al tráfico vehicular pues éste por lo general aumenta con el pasar del tiempo.

Tabla 32

Establecimiento de los valores de tasas de crecimiento.

CASO	TASA DE CRECIMIENTO
Crecimiento normal	1 % a 3 %
Vías completamente saturadas	0 % a 1 %
Con tránsito inducido	4 % a 5 %
Alto crecimiento	Mayor a 5 %

Fuente. Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos.

Por otro lado, se muestran los resultados que se encuentran alineados a la determinación del número de ejes equivalentes en un promedio de 8.2 t, para el carril de diseño el cual estará evaluado en un periodo de tiempo de aproximadamente 20 años.

Tabla 33

Resultados del tráfico futuro estimado

TIPO	DIARIO INICIAL	X 365	FACTOR CAMIÓN	FACTOR CRECIMIENTO	ESAL
AP	16	5840	0.00075	26.87	118
AC	13	4745	0.00819	26.87	1044
C2	4	1460	3.71171	26.87	145613
ESAL's =					146775

Fuente: Elaboración propia.

- De igual forma se establece, que en la tabla 16 se logran mostrar los factores de camión.
- Así mismo, se logra mostrar Un factor de crecimiento aproximado de 26.87 alineado a una tasa de crecimiento del 3%, determinando que estas cantidades por lo general se emplean para el diseño de pavimentos.

2. CONFIABILIDAD (%R)

La confiabilidad (R) es la probabilidad de que un pavimento realice su función en las condiciones operativas adecuadas durante su vida útil.

Tabla 34

Niveles de confiabilidad sugeridos para varias clasificaciones funcionales

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD RECOMENDADO (%)	
	URBANO	RURAL
Interestatal y otras vías	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Locales	50-80	50-80

Fuente. Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

- Se elige para vías colectores: promedio = 90%.

3. COEFICIENTE ESTADÍSTICO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL

(Zr)

Se indica que el Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal bajo la sigla Zr, establece el valor de confiabilidad que se seleccione para aquellos datos que presenten una distribución normal estableciendo una puntuación de:

- Para una confiabilidad de 90% se obtiene un $Z_r = -1.282$.

4. DESVIACIÓN ESTÁNDAR COMBINADA (So)

Se manifiesta que la Desviación Estándar Combinada caracterizada bajo las siglas So, Es un valor que toma en consideración la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de aquellos otros factores que en algunos de los momentos pueden llegar al afectar al comportamiento del pavimento como por ejemplo se puede considerar al proceso de construcción, al medio ambiente y a la incertidumbre del modelo.

Por ende, se llegó a tomar en cuenta la guía AASHTO, la misma que establece bajo sus recomendaciones que se adopte para los pavimentos flexibles valores de So que se encuentren entre el 04 y el 05.

es así como para el presente diseño se tomará en consideración utilizar un So de 0.45.

5. SERVICIABILIDAD

Se considera al servicio habilidad de un pavimento como aquella capacidad que se posee para utilizar la vía alineada a ofrecer un servicio de tráfico de automóviles o de camiones.

es así como se establece que para el análisis de la pérdida de servicio habilidad se establece bajo la siguiente fórmula:

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (5)$$

Para pavimento de asfalto, la Serviciabilidad inicial (P_o) es 4.2, Para el análisis consideraremos $P_t = 2$, para vías colectoras tal como indica la siguiente tabla.

Tabla 35

Índice de Serviciabilidad final (pt)

Pt	Tipo de Vía
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Fuente: Norma Técnica CE. 010 pavimentos Urbanos.

- $\Delta PSI = 4.20 - 2.00 = 2.2$

6. MÓDULO DE RESILIENCIA (MR)

Se indica que el módulo de resiliencia caracterizado bajo las siglas MR, se considera como una medida de la rigidez del suelo de subrasante, siendo de gran importancia tener bien identificado esta puntuación, donde para su cálculo se considerará a la siguiente ecuación la misma que establecerá una relación con el CBR.

$$MR = 3000 * CBR^{0.65} \quad (6)$$

- Para el análisis de esta fórmula se tomó en consideración el promedio de los CBR que fueron calculados con anterioridad y se muestran en la tabla 10-

- De igual forma, se consideró un CBR de diseño de 6 puntos 27%.
- Mientras que, el MR fue representado por un puntaje de 9405 psi.

7. COEFICIENTE DE CAPA

Capa Superficial de Concreto Asfáltico. Para el análisis del coeficiente de capa se tomó en consideración los resultados mostrados en la figura 24, lo que ayuda a que se pueda estimar correctamente el coeficiente estructural de capa de concreto asfáltico el cual se encuentra caracterizado en el módulo elástico siendo éste resiliente. Así mismo, este puede ser usado para la estimación del coeficiente estructural de la capa de una superficie de concreto asfáltico caracterizado por a1 degradación tensa, el mismo que está alineado en el módulo elástico resistente.

$$-E_{AC} \text{ a } 20^{\circ}\text{C} = 400000 \text{ psi}$$

$$a_1 = 0.43$$

Capa de Base Granular. Para que se pueda calcular correctamente el coeficiente de capa para una base de esta categoría se utiliza la siguiente relación:

$$a_2 = 0.249 * \log (E_{BS}) - 0.977 \quad (7)$$

8. $E_{BS} = 300000 \text{ psi}$

9. $a_2 = 0.14$

Capa de Sub - base Granular. Para estimar el coeficiente de capa para una sub base se utiliza la siguiente relación:

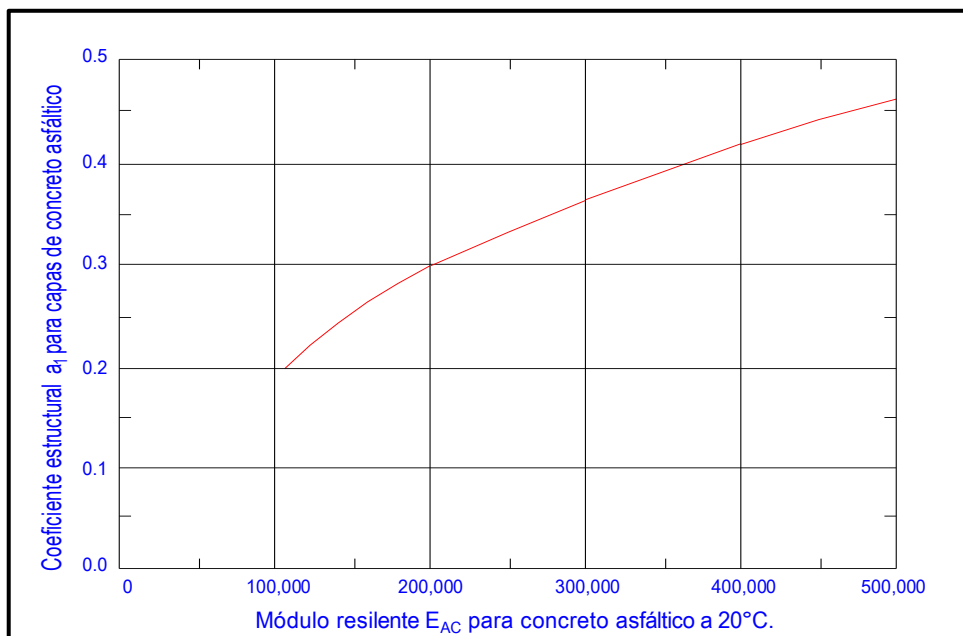
$$a_3 = 0.277 * \log (E_{SB}) - 0.839 \quad (8)$$

10. $E_{SB} = 150000 \text{ psi}$

11. $a_3 = 0.11$

Figura 24

Carta para la estimación del coeficiente estructural de capa de concreto asfáltico en el módulo elástico (Resiliente).



Fuente. Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993

12. DRENAJE

En el proceso de la obtención de los valores de coeficientes m_2 y m_3 se tomó por considerar a las capas de la base y subbase de forma respectiva los mismos que se muestran en la tabla 36.

Tabla 36

Capacidad de drenaje para remover la humedad

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO DE REMOCIÓN DEL AGUA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	No drena

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

- Para las vías del Sector Colorada Centro del Centro Poblado La Colorada, se asumió la calidad del drenaje de base y sub-base como bueno, el que es removido en el periodo de un día.

Tabla 37

Valores de m_1 recomendados para los coeficientes modificados de materiales de base y sub-base no tratada en pavimentos flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	% DEL TIEMPO QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA ANIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACIÓN			
	<1	1-5	5-25	>25
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 -1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 -1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos – 1993.

Realizando un análisis a la tabla anterior se puede identificar que los coeficientes m_2 y m_3 equivalen a 1.1 caracterizado este como un valor promedio, De igual forma se puede establecer que la calidad de drenaje se considera como buena y qué el porcentaje del tiempo al cual se encontrará expuesta la estructura del pavimento estará alineado a 1% al 5% de saturación de niveles de humedad

3.2.3.1.2. OBTENCIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL

En la tabla 38 se indican los datos de entrada que se considerarán para poder obtener el número estructural SN, el mismo que está establecido dentro del programa AASHTO 93.

$$SN = 2.31$$

Tabla 38

Datos de entrada para el cálculo

Ejes equivalentes: W18	146775
Confiabilidad: R	0.90
Desviación Estándar Normal: Zr	-1.2815516
Desviación Estándar: So	0.45

Serviciabilidad inicial: Po	4.2
Serviciabilidad final: Pt	2.00
PSI	2.2
Mr BASE	30000 psi
Mr SUB-BASE	15000 psi
Mr SUB-RASANTE	9405 psi

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.1.3. CÁLCULO DE ESPESORES DE CAPA

Para este cálculo se considerarán los espesores mínimos expresados en la siguiente tabla tomando como referencia a la guía AASHTO, para lo cual se considera pum ESAL con puntuación 146775.

Tabla 39

Espesores mínimos

TRAFICO ESALS	CONCRETO ASFALTICO (PUL)	BASE DE AGREGADOS (PUL)
MENOS DE 50,000	1.0 (o tratamiento superficial)	4
50,001-150,000	2	4
150,000-500,000	2.5	4
500,001-2'000,000	3	6
2'000,000-7'000,000	3.5	6
MAYOR QUE 7'000,000	4	6

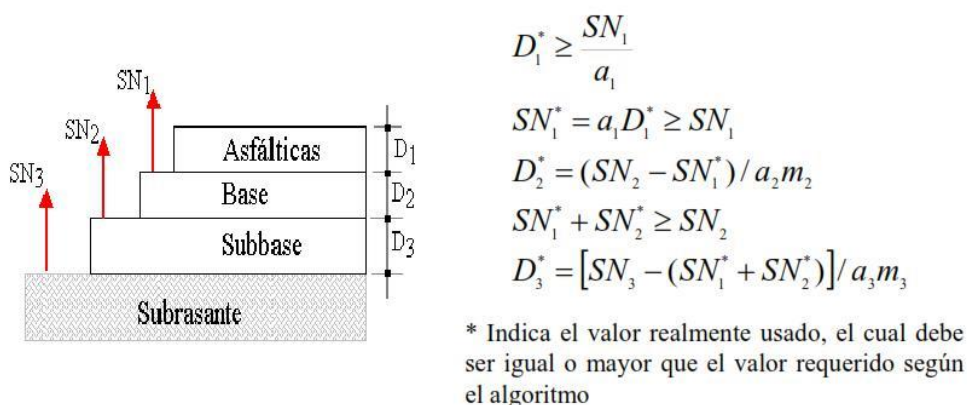
Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

- **Análisis del diseño por capas**

Se diseña la estructura de acuerdo a los principios mostrados a continuación:

Figura 25

Procedimiento para determinar los espesores por capa usando una aproximación de análisis.



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

Para calcular los espesores por el método de la AASHTO, se tienen el siguiente resumen de datos.

Tabla 40

Datos de entrada para calcular

D₁ =	2.00"
D₂ =	4.00"
a₁ =	0.44
a₂ =	0.14
a₃ =	0.11
m₁ =	1
m₂ =	1.1
m₃ =	1.1

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3.1.4. RESULTADOS

De los cálculos realizados tenemos las siguientes alternativas:

ALTERNATIVA 1:

De la Tabla 39 el espesor mínimo de la capa asfáltica es 2 pulgadas y el espesor para base granular es de 4 pulgadas.

Reemplazando en la Ecuación (1) : **SN = a₁D₁+a₂m₂D₂+a₃m₃D₃.**

Se obtuvo el valor de D₃= 7.72" = 8".

En la tabla siguiente se muestra la primera alternativa de diseño.

Tabla 41

Espesores de pavimento flexible obtenidos en base a los espesores mínimos

CAPAS	ESPESORES MÍNIMOS	
Carpeta Asfáltica	2.0"	5 cm
Base Granular	4"	10 cm
Sub-Base Granular	7"	17.5 cm
TOTAL	13"	32.50 cm

Fuente: Elaboración propia.

13. SN final = 2.34 mayor que el requerido SN = 2.31, podemos afirmar que cumple.

ALTERNATIVA 2:

En el análisis del calculo de espesores, se logró obtener un conjunto de máximos valores permisibles, los mismo que se identifican y muestran en la tabla 42.

Tabla 42

Espesores de pavimento flexible obtenidos en base a los espesores mínimos

CAPAS	ESPESORES MÍNIMOS	
Carpeta Asfáltica	4"	10 cm
Base Granular	2"	5 cm
Sub-Base Granular	2"	5 cm
TOTAL	8"	25.0 cm

Fuente: Elaboración propia.

- SN final = 2.31 mayor que el requerido SN = 2.31, podemos afirmar que no cumple.
- Esta alternativa no cumple con el espesor mínimo de la Base Granular es de 2.5 pulgadas, según la Tabla 37

ALTERNATIVA 3:

Se plantea como alternativa 3 que los valores para los espesores de las capas de afirmado se consideraron los espesores mínimos, todos ellos alineados al análisis de la capas de base y sub base. Estableciendo que todos ellos logran cumplir con el SN requerido.

Tabla 43

Espesores de pavimento flexible planteado

CAPAS	ESPESORES MÍNIMOS	
Carpeta Asfáltica	2"	5.00 cm
Base Granular	6"	15.00 cm
Sub-Base Granular	6"	15.00 cm
TOTAL	14"	35.00 cm

Fuente: Elaboración propia.

- SN final = 2.53 mayor que el requerido SN = 2.31, podemos afirmar que cumple.
- Tomando la decisión porque se homogenice las vías acorde a la clasificación de las colectoras y de las locales. Para ello se ha considerado el proceso constructivo en el ambiente, por lo tanto se establece que los resultados finales corresponden a esta alternativa.

3.2.4. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

3.2.4.1. MÉTODO AASHTO PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Se caracteriza que el método rígido dispone como antecedente a la prueba de pavimentación, la que es conocida por el medio civil como AASHTO.

Por otro lado, se establece que el procedimiento alineado al diseño normal establece un espesor de pavimento y se realiza tanteos. En la cual se establece que si se cumple correctamente con la ecuación, el espesor supuesto será el resultado de la problemática.

3.2.4.1.1. VARIABLES DE DISEÑO

En este análisis se establece como fórmula representativa a la de AASHTO, la que se alinea a los pavimentos rígidos, y se manifiesta bajo la siguiente ecuación:

$$\log_{10} W_{18} = Zr \cdot So + 7.35 \cdot \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \left[\frac{1.624 \cdot 10^7}{(D+1)^{8.46}} \right]} + (4.22 - 0.32 \cdot Pt) \cdot \log_{10} \left[\frac{S'c \cdot Cd \cdot (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \cdot J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{Ec}{K} \right)^{0.25}} \right]} \right] \quad 9)$$

1. TRÁFICO

- CRECIMIENTO DEL TRÁFICO

Tabla 44

Tráfico actual

TIPO	DIARIO INICIAL	DISTRIBUCIÓN
AP	32	48%
AC	26	40%
C2	8	12%
TOTAL	245	100%

Fuente: Elaboración propia.

Factor de Crecimiento del Tráfico (FCT)

El Factor de Crecimiento del Tráfico (FCT) se calcula con la siguiente expresión:

$$FCT = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} \quad 10)$$

Dónde:

r = Tasa de Crecimiento: 3%. Tabla 33

n = Años de Vida Útil: 20 años.

Aplicando la Ecuación (10)

$$\text{FCT} = \frac{[(1 + 0.03)^{20} - 1]}{0.03} = 26.87$$

Factor de Sentido (FS)

En gran parte de las vías, se establece que el valor del factor de sentido se representa por el 50%

Factor de Carril (FC)

Para este factor se considera un factor de distribución de tráfico cunado setá por alrededor de 100% tal y como se establece en la tabla 31.

- DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

De 8.2 t en el carril de diseño y durante el periodo de diseño (20 años).

2. SERVICIABILIDAD

Utilizando la Ecuación

$$\Delta\text{PSI} = \text{Po} - \text{Pt} \quad (11)$$

Dónde:

Po = Serviciabilidad inicial, el valor recomendado por AASHTO para un Pavimento de Concreto es: 4.5.

Pt = Serviciabilidad final, usaremos el valor de 2.00, según la Tabla 35

$$\Delta\text{PSI} = 2.5$$

Tabla 45

Valores de psi y calificación de la Serviciabilidad

PSI	CALIFICACIÓN
0.0	Intransitable

0.1 - 1.0	Muy malo
1.1 - 2.0	Malo
2.1 - 3.0	Regular
3.1 - 4.0	Bueno
4.1 - 4.9	Muy bueno
5.0	Excelente

Fuente: Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos.

3. TRANSFERENCIA DE CARGAS (J)

Es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir fuerzas cortantes a sus losas adyacentes.

Tabla 46

Coefficientes de transferencia de cargas

BERMA	ASFALTO		CONCRETO	
Dispositivos de Transferencia de Carga	SI	NO	SI	NO
TIPO DE PAVIMENTO				
Simple con juntas y Reforzado con juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-4.2
CRCP (Pavimento de Concreto Continuamente Reforzado)	2.9-3.2	N/A	2.3-2.9	N/A

Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

- Se considera que en el estudio se toma a decisión por realizar el diseño de una pavimento de concreto simple el que disponga de dispositivos de transferencia de carga y de bermas de concreto, los mismos que corresponden a un intervalo regido entre el 2.5 al 3.1, adoptándose un valor de $J=28$, representado como un puntaje promedio.

4. PROPIEDADES DEL CONCRETO

A las propiedades del concreto que se consideran en el proceso de pavimentación por concreto y en el comportamiento que este presente en el periodo de vida útil.

- Se puede identificar a la resistencia de la tensión por flexión bajo su carácter de $S'c$, además se consideró el Módulo de ruptura.
- Asimismo, se tomó en cuenta el Módulo de elasticidad del concreto – E_c .

MÓDULO DE RUPTURA (MR)

Se establece que el módulo de ruptura por lo general es conocido como la resistencia de la flexión por tensión – $S'c$ o como módulo de ruptura, el que se especifica durante los 28 días, es así como la valoración se representa en la tabla 47:

Tabla 47

Módulos de ruptura recomendados

TIPO DE PAVIMENTO	MR recomendado	
	kg/cm ²	pci
Autopistas	48	628.7
Carreteras	48	628.7
Zonas Industriales	45	640.1
Urbanas Principales	45	640.1
Urbanas Secundarias	42	597.4

14. En nuestro caso, MR = 597.4 psi (42 kg/cm²).

MÓDULO DE ELASTICIDAD (E_c)

La siguiente es la correlación del concreto de peso normal de cemento Portland recomendado por el American Concrete Institute:

$$E_c = 57000 (f'_c)^{0.5} \quad (12)$$

Dónde:

E'_c = Módulo elástico del PCC (en psi).

f'_c = Resistencia compresiva del PCC (en psi).

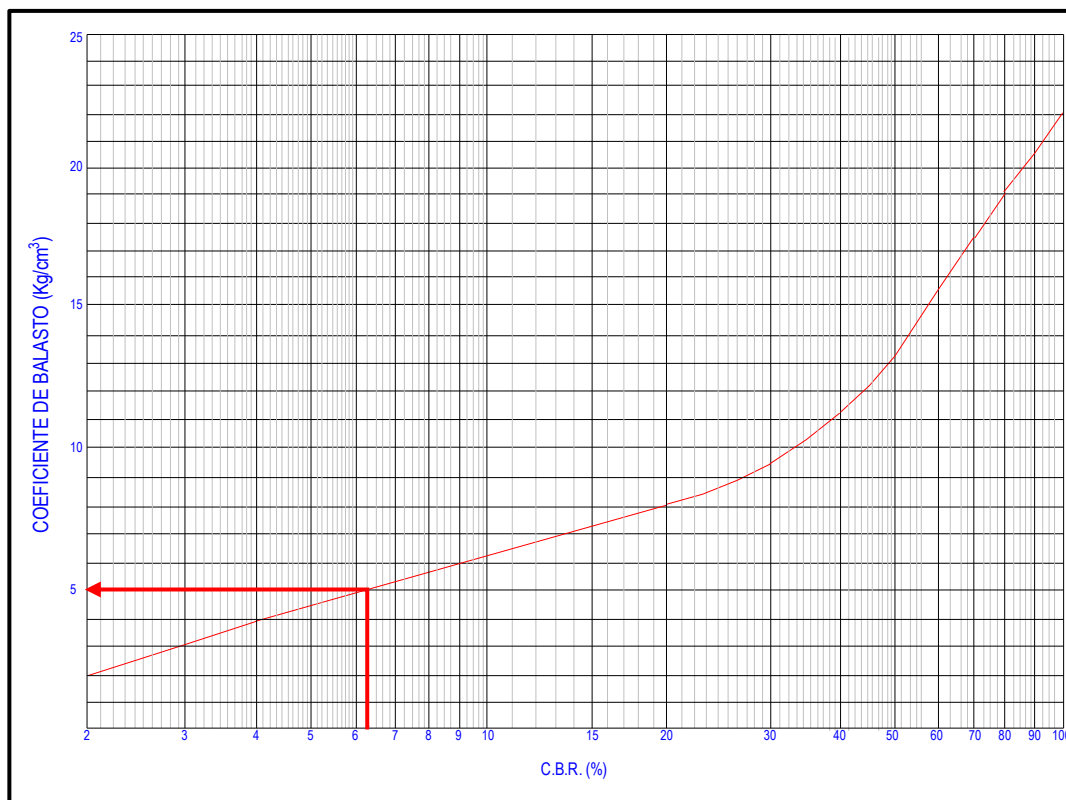
Resistencia de la Sub-rasante:

En este método, la resistencia de la subrasante es considerada por el módulo de reacción del suelo (K), que corresponde a la capacidad portante del terreno natural que soportará la estructura. Se han registrado correlaciones apropiadas para estimar el módulo basado en la prueba CBR.

- Se ingresa en la Figura N° 3.16. CBR vs. K, con nuestro CBR y se obtiene directamente el valor de Módulo de Reacción del Suelo (K) en kg/cm³, el cual convertimos a psi ($1 \text{ kg/cm}^3 = 36.13 \text{ lib/pulg}^3 = 36.13 \text{ pci}$).

Figura 26

Relación de CBR vs K.



Fuente: Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos - 1993.

Cabe señalar que el valor anterior de K, se considera como un terreno natural, en la cual como se dispone de una base granular de aproximadamente 6'', genera que el K del conjunto suelo referente a la sub – base conlleva a que se incremente el K del suelo, tal como se manifiesta en la tabla 48:

Tabla 48

K DEL SUELO - SUB-BASE (pci)		
K del Suelo (pci)	Espesor de la Sub-Base Granular (pulg)	
	6"	9"
200	230	270
300	330	370

Fuente: Manual de Diseño y Construcción de Pavimentos – Germán Vivar Romero.

5. MEDIO AMBIENTE

Los dos principales factores ambientales que afectan el desempeño de las estructuras del pavimento son la temperatura y la lluvia. Para la formulación de mezclas de concreto, ACI cree que cuando la temperatura fluctúa entre 5 ° C y 30 ° C, puede trabajar en condiciones normales, en la zona de Morrope no excederá estos límites durante el horario normal de trabajo.

DRENAJE

Valor recomendado del coeficiente de drenaje (C_d) deberán estar entre 1.00 y 1.10, según la Tabla N°3.15. Para ese estudio consideraremos el promedio: $C_d = 1.05$. (Villón Béjar, 2007)

6. DESVIACIÓN ESTÁNDAR (SO)

Este es un factor estadístico que determina el desempeño del pavimento. Según la Guía AASHTO – 1993, recomienda valores S_o para Pavimentos Rígidos de 0.30 a 0.40.

Para el presente Proyecto se considera el promedio: $S_o = 0.35$.

7. CONFIABILIDAD (R)

Se puede entender a la confiabilidad como la actuación de un factor de seguridad.

En la cual considerando una viabilidad urbana que disponga de un gran nivel de importancia se tiene que tener como referencia a un puntaje de confiabilidad de R al 90%, tal y como se establece en la tabla 34.

3.2.4.1.2. SELECCIÓN DEL ESPESOR DE LOSA DE CONCRETO

De igual forma se establece que haciendo uso de los datos, se toma por consideración hacer uso de la ecuación de Pviemento Rígido con Losa de Concreto, la misma que se estipula bajo la AASHTO.

$$\log_{10} W_{18} = Z_r * S_o + 7.35 * \log_{10} (D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right]}{1 + \left[\frac{1.624 * 10^7}{(D+1)^{8.46}} \right]} + (4.22 - 0.32 * P_t) * \log_{10} \left[\frac{S'_c * C_d * (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 * J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_c}{K} \right)^{0.25}} \right]} \right] \quad (13)$$

De igual forma, se puede considerar en usar la Carta de Diseño para el Pavimento Rígido, los cuales están estipulados en los segmentos de 1 y 2, mostrados en la página 59, de la Guía AASHTO, en la cual se especifica el pavimento rígido para que se logre identificar el espesor de la losa de concreto.

Tabla 49

Datos de entrada para el cálculo de D

Módulo de reacción del suelo, K	211.61 pci
Módulo de elasticidad, Ec	3115158.21 psi
MR (S'c)	597.4 psi
Transferencia de carga, J	2.8
Coeficiente de drenaje, Cd	1.05
Serviciabilidad inicial, Po	4.50
Serviciabilidad final, Pt	2.0
Serviciabilidad, PSI	2.5
Confiabilidad, R	0.9
Desviación normal, Zr	-1.282
Desviación Estándar, So	0.35
Ejes Equivalentes, W18	146775
Espesor de sub-base, ESB	6"

Fuente: Elaboración propia.

- CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Figura 27

Cálculo de espesor de Losa de Concreto

The screenshot shows a software window titled "Diseño de Pavimento Rígido" with a subtitle "Ecuación AASHTO". The interface is divided into several sections for data entry:

- Serviciabilidad Inicial y Final:** PSI Inicial is 4.5, PSI Final is 2.
- Confiabilidad [Zr] y Desviación Estandar:** Zr is -1.282, So is 0.35.
- Información Adicional:** Módulo de Elasticidad del Concreto Ec is 3115158.21, Coeficiente de Transmisión de Carc is 2.8, Módulo de Rotura de Concreto Sc is 597.4, Coeficiente de Drenaje [I] is 1.05.
- Seleccionar dato que tiene:** Radio buttons for "Espesor D" and "Eje W18". "Eje W18" is selected, with a value of 147000.
- Módulo de Reacción de la Subrasante:** K is 211.61 pci.
- Resultado:** D is 3.71315 plg.

Legend: pci = Libras /pulgadas^3 [lb/plg], psi = Libras /pulgadas^2 [lb/plg], plg = Pulgadas.

At the bottom, there are three buttons: "Calcular" (with a calculator icon), "Insertar" (with a plus icon), and "Limpiar" (with a trash can icon).

Programa: Ecuación AASHTO 93

Se reporta un espesor debajo por el espesor mínimo el cual es 15 cm (6 pulg).

3.2.4.1.3. RESULTADOS

Se obtuvo un espesor de losa por debajo del mínimo, por lo tanto, el espesor es $D = 6'' \approx 15 \text{ cm}$ y con una sub-base de $6'' \approx 15 \text{ cm}$.

3.2.5. DISEÑO DE PAVIMENTO ARTICULADO

3.2.5.1. GENERALIDADES

Se requiere una mayor inversión inicial, pero su larga vida útil y casi sin mantenimiento significa costos anuales muy bajos.

PAVIMENTO ARTICULADO CON ADOQUINES DE CONCRETO

Se planteará los siguientes métodos de diseño:

3.2.5.2. MÉTODO DE DISEÑO ICPI (Interlocking Concrete Pavement Institute)

El método considera los siguientes factores de diseño:

- Aspectos ambientales.
- Tráfico expresado en ejes equivalentes.
- Características de la Sub-rasante.
- Materiales del pavimento.

Tabla 50

Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2t, en el carril de diseño

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
Nivel I	> 1'000,000 EE ≤ 150,000 EE
Nivel II	>150,000 EE ≤ 7'500,000 EE
Nivel III	> 7'500,000 EE ≤15'000,000 EE

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC.

Es de recomendación que los espesores mínimos que se consideren en el desarrollo de un proceso de pavimentación son los adoquines de concreto y de la utilidad de cama de arena, tal y como se puede identificar en la tabla 51:

Tabla 51

Valores recomendados de espesores mínimos de adoquín de concreto y cama de arena

Ejes Equivalentes Acumulados		Capa Superficial	Cama de Arena
< 150,000		Adoquín de Concreto: 60 mm	40 mm
150,001	7.500,000	Adoquín de Concreto: 80 mm	40 mm
7,500,001	15,000,000	Adoquín de Concreto: 100 mm	40 mm

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC.

A continuación, se presenta a manera ilustrativa los gráficos de diseño de adoquines de concreto sobre base granular.

Figura 28

Catálogo de estructuras de pavimento de adoquín con base granular – periodo de diseño 20 años

EE	Tp0 75,001-150,000	Tp1 150,001-300,000	Tp2 300,001-500,000	Tp3 500,001-750,000	Tp4 750,001-1'000,000	Tp5 1'000,001-1'500,000	Tp6 1'500,001-3'000,000	Tp7 3'000,001-5'000,000
CBR < 6%								
> 6% CBR < 10%								

Fuente: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – MTC.

Adoquín de Concreto

Capa de Arena

Base Granular

Sub-base Granular

3.2.5.3. RESULTADOS DEL DISEÑO

Considerando para este análisis el Método IPCI, se tomará en cuenta:

- Un CBR de diseño al 6.10%.
- UN tráfico de repeticiones alineado a los números de ejes equivalentes en un carril, se tiene el puntaje de 146775.
- El periodo que se considera para el diseño es de 20 años.

En la cual, utilizando todos los datos e ingresados a la tabla 48, se pueden identificar como espesores a los siguientes valores:

Tabla 52

Resultados de diseño de pavimento con adoquines de concreto

AVENIDAS - CALLES	SUB- BASE (cm)	BASE (cm)	CAMA DE ARENA (cm)	ADOQUÍN (cm)
VÍAS COLECTORAS	0	22	4	6
VÍAS LOCALES	0	22	4	6

Fuente: Elaboración propia.

3.3. SELECCIÓN DEL PAVIMENTO

Para cada tipo de pavimento establecernos una comparativa técnica de los factores que intervienen para su selección:

Pavimento Flexible:

- Cuando se utilizan mano de obra, materiales y equipos locales, se puede realizar a bajo costo.
- Por su belleza es apta para calles urbanas.
- Gran flexibilidad para adaptarse a fallas de sub-rasante.
- Es fácil de usar y fácil de reparar, como parches y grietas provocadas por cargas heladas.

- No tienen juntas (unión) y tienen condiciones que permiten volver a sellar.

Pavimento Rígido:

- Bajo costo de mantenimiento, menor deterioro y alto costo de construcción.
- Buenas condiciones de visibilidad y reflexión en la noche.
- Puede construirse sobre una superficie arenosa plana
- No se corroe con aceite ni gasolina.
- Resiste la torsión.
- El coeficiente de rodadura es bajo y se puede diseñar de acuerdo con la seguridad requerida.

Pavimento Articulado:

- Evita el deterioro o agrietamiento de la carretera debido a temperaturas y cargas extremas.
- Instalación rápida y sencilla.
- Por su rugosidad superficial, no se recomienda su uso en calles con velocidades de tráfico superiores a 60/65 km / h.
- La base falla por degradación.
- alto costo de construcción.

3.3.1. ALTERNATIVA SELECCIONADA

De acuerdo con todos los estándares que se han expuesto, las características de los pavimentos flexibles antes mencionadas son las más adecuadas para nuestro proyecto, por las razones siguientes:

- Es más económico que uno de concreto.
- No se necesitan juntas de construcción ni de dilatación.

- Se puede construir por etapas, si se espera que el volumen de tráfico aumente significativamente y es necesario aumentar el espesor de la superficie de la carretera.
- El tiempo dedicado a la construcción y apertura del tráfico es menor que el de los pavimentos rígidos.
- costos menores de construcción y conservación.
- Fácil trabajo de rehabilitación.

3.4. DISEÑO DE VEREDAS

3.4.1. GENERALIDADES

La vereda es un simple pavimento de concreto rígido que se ubica a ambos lados de la vía para garantizar la seguridad y el paso de los peatones. Se aleja del área de circulación de vehículos. Esto se puede lograr ajustando el ancho, largo, espesor, situación de bombeo, y forma de la vereda.

3.4.2. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA

Las aceras son simples losas de hormigón que terminan en intersecciones de diferentes formas, siendo las más habituales los martillos. Este último se utiliza para dirigir el tráfico hacia el centro de la calle y ajustar el ancho de los estacionamientos o jardines para brindar una mejor estética.

3.4.3. PARÁMETROS QUE CONDICIONAN EL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VEREDA

Para el diseño geométrico de la vereda se debe tener en cuenta las normas **del Reglamento Nacional de Construcciones R.N.C.**, se deben proporcionar los siguientes parámetros:

- El espesor mínimo de la losa de concreto será de 4", con un ancho mínimo de 1.20 m.
- Que la evacuación de las aguas pluviales hacia la pista y sumideros las veredas deben tener un bombeo de 2 - 4 %., para nuestro caso es de 2%.
- Considerando que la dosificación será suficiente para asegurar una resistencia mínima de 175 kg/cm², y una durabilidad adecuada según el clima de la localidad.
- Se preverá una junta de dilatación cada 6m., con un ancho de 3/4", impermeabilizándola con material asfáltico.

- La rasante de la vereda quedará 10 cm. sobre la rasante de la pista al pie del sardinel.

3.4.4. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA CONSTRUIR LA VEREDA

- La sub-rasante está constituida por el terreno natural nivelado, compactado a humedad óptima, se hará de acuerdo a las cotas especificadas en los planos, para tal efecto se procederá de la siguiente manera:
- Asegúrese de inspeccionar a fondo todas las tuberías de drenaje y agua de antemano.
- Nivelar la superficie, eliminar el material en los lugares a cortar, por el contrario, se debe rellenar cuando sea necesario. Si hay objetos extraños y sustancias nocivas en la subrasante, reemplácelos con sustancias adecuadas.
- El agua se distribuirá en la calzada hasta alcanzar la humedad óptima, hasta una profundidad de 20-25 cm. Antes de la compactación
- Después de mojar, se compactará con una placa vibratoria mecánica o un pisón para mantenerlo a 26 cm por debajo del nivel de la vereda terminada después de la compactación. De esta manera, puede recibir la capa subbase o recibir directamente la capa base.

3.4.5. CONSTRUCCIÓN

- Sobre la sub-rasante debidamente compactada y superficialmente seca se colocará una capa de afirmado de 15 cm de espesor, cuya granulometría deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Tabla 53

Requisitos para granulometría de afirmado

TAMIZ	% QUE PASA
N° 400	50 máx.
N° 200	25 máx.
Tamaño Máximo del Agregado	1"
Índice Plástico	< 6%
Límite Líquido	<25%

- En nuestra investigación, usaremos el mismo material que la base del pavimento.
- Se extenderá el material sobre la superficie, acondicionándole agua para un mezclado uniforme; para luego proceder a una compactación hasta alcanzar por lo menos el 95% de la densidad máxima obtenida en el laboratorio (Proctor Modificado).
- Terminada la base, sobre ella se apoyará la losa de concreto simple cuyo espesor será de 4". Los materiales involucrados en la construcción de la losa son cemento Portland tipo 1, agregado grueso, agregado fino y agua, la relación de mezcla se obtiene en el diseño mostrado más adelante.
- El hormigón simple utilizado en la mezcla debe estar bien nivelado y compactado por vibración o astillado para obtener una superficie uniforme y rugosa.
- Pasando una hora de vaciado el concreto, se procederá al acabado, con un revestimiento de 1 cm de espesor, empleando un mortero de 1: 2 en volumen.
- La superficie acabada se dividirá en paneles cuadrados de 1 m de cada lado y se pulirá., con bruña. El borde de las veredas se rematará con bruña de canto.
- Los paños serán de 3 m de longitud, separados entre sí por juntas de 1" de ancho.

3.4.6. CURADO DE LA SUPERFICIE

La superficie terminada de la acera debe curarse para hidratar el cemento. Dentro de los tres días posteriores al vaciado, la acera estará curada con grandes cantidades de agua. Esto se hará alternativamente para evitar grietas por expansión en los próximos 19 días.

3.4.7. SARDINELES DE LAS VEREDAS Y SARDINELES INDEPENDIENTES

Estos sardineles están diseñados para limitar y separar las diferentes partes de la sección transversal de la vía y se construirán de acuerdo con las características geométricas que se muestran en los planos de construcción detallados.

3.4.8. DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PARA VEREDAS

Según el clima local (RNE), la dosis debe obtenerse del resultado del diseño de la mezcla, para asegurar una resistencia mínima de 175 kg / cm² y una durabilidad suficiente teniendo en cuenta las características y rendimiento del material.

3.4.9. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PARA VEREDAS

En el diseño de mezclas para veredas, se ha considerado una resistencia en compresión simple del concreto especificada a los 28 días de 175 Kg/cm².

Material: Cemento Portland Tipo I Mejorado.

Tabla 54

Características de los agregados

AGREGADO	FINO	GRUESO
Grado de Absorción (%)	0.68	0.74
Contenido de Humedad (%)	1.20	0.48
Peso Específico de Masa (%)	2.37	2.67
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.54	1.34
Peso Volumétrico Varillado (g/cm ³)	1.73	1.54
Módulo de Fineza	2.93	-
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4"

CAPÍTULO IV: ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

4.1. GENERALIDADES

El objetivo de la elaboración de este estudio es la determinación de los parámetros hidrológicos necesarios para la estimación de la máxima escurrimiento para el diseño hidráulico de nuestro sistema de drenaje planteado en este proyecto.

Para la recopilación de la información de medición de lluvias de Lambayeque serán recopiladas y sus datos serán almacenados por el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología- Oficina de Lambayeque).

4.2. PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

La ubicación de este proyecto es en la costa norte del Perú, el clima suele ser templado en otoño, primavera e invierno y es muy caluroso en el verano. Para la determinación del clima se consideran los siguientes factores:

Temperatura:

Entre los meses de enero y abril se da la temporada más calurosa, con un promedio máximo diario de 30°, en los meses de junio hasta octubre es la temporada más fresca con una temperatura máxima promedio diario de menos de 25°C. Pero llegan a temperatura mínimas de hasta 16° en el mes agosto.

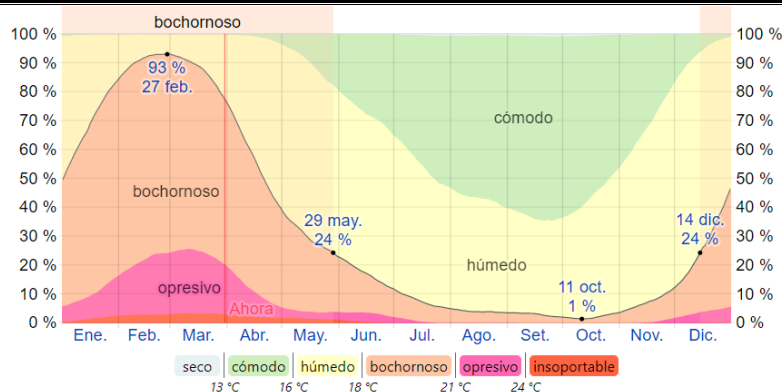
Humedad:

La humedad percibida varia extraordinariamente del 24% al 93% en los meses de diciembre a mayo, durante este periodo el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, En el mes de octubre la humedad es mínima llegando hasta 1%.

Figura 29

Niveles de comodidad de la humedad

“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN LAMBAYEQUE”



Fuente: Portal web es.weatherspark.com

Vientos:

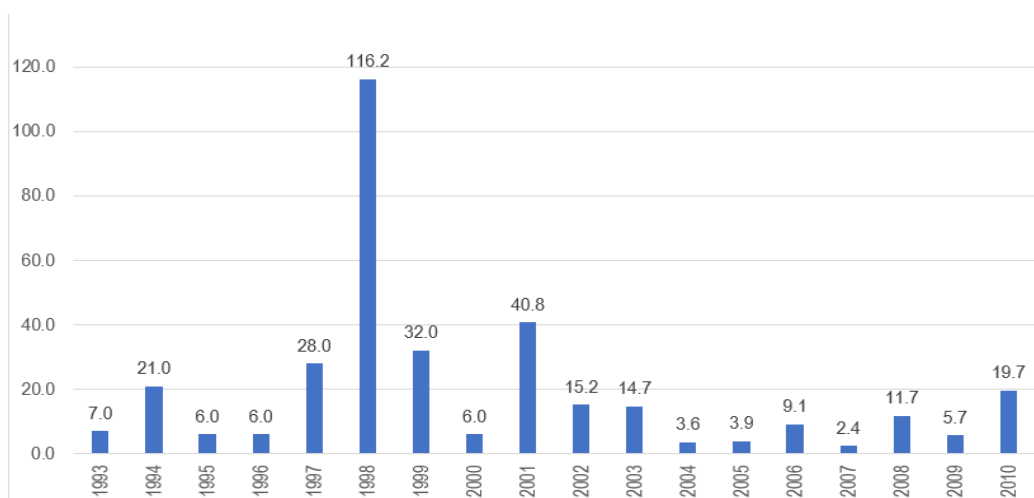
La velocidad promedio de los vientos no tiene variaciones drásticas durante el año, estos tienen una dirección de Este a Oeste.

Pluviometría:

El departamento de Lambayeque tiene una precipitación promedio anual de 33.05mm. a pesar de esto el régimen pluviométrico puede verse alterado radicalmente en años extraordinarios, a causa del fenómeno de El Niño, intensificando las lluvias, así como se evidenció en el año 1998 donde la precipitación fue de 116.2 mm en 24 horas, según datos registrados del SENAMHI.

Figura 30

Información pluviométrica (mm) Máxima Mensual en 24h- Estación Lambayeque



Precipitación máxima en 24 horas de Estación Lambayeque.

4.3. EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

Debido a la disponibilidad limitada de datos pluviométricos, medición de agua, y que la mayoría de las cuencas hidrológicas no cuenten con instrumentos, se debe utilizar métodos indirectos para estimar el caudal de diseño.

La calidad, consistencia, representatividad y extensión de los datos es indispensable para iniciar la investigación hidrológica, por ello es recomendable considerar registros no menores de 25 años, para pronosticar futuros eventos, partiendo de esta información y con ayuda de cálculos estadísticos afines de un resultado confiable.

El estudio hidrológico nos va a permitir establecer el periodo de retorno, intensidades para distintos tiempos y las precipitaciones, estos datos nos permitirán elaborar las Curvas de intensidad-duración-tiempo de retorno (IDT), las cuales usaremos para el cálculo de la intensidad de diseño para un determinado tiempo de concentración.

Los datos meteorológicos con los cuales usaremos para los cálculos correspondientes corresponderán de la estación Lambayeque, presentes a continuación.

Estación : N°000301

Tipo : Convencional, Meteorológica

Latitud : 6 43'53.5''

Longitud : 79 54' 35.41''

Altitud : 38 m.s.n.m.

Departamento : Lambayeque

Provincia : Lambayeque

Distrito : Lambayeque

Tabla 55

Precipitación máxima en 24h (mm) – estación Lambayeque.

N	AÑO	MAX. ANUAL
1	1997	10.5
2	1999	20.1
3	2000	5.7
4	2001	40.8
5	2002	15.2
6	2003	14.7
7	2004	3.6
8	2005	2.4
9	2006	9.1
10	2007	1.5
11	2008	11.7
12	2009	5.7
13	2010	19.7
14	2011	7.1
15	2012	19.4
16	2013	8.5
17	2014	3.7
18	2015	18.0
19	2016	5.8
20	2017	60.7

Fuente: Estación Lambayeque.

4.3.1. PRUEBA DE CONFIABILIDAD DE DATOS POR DISTRIBUCIÓN

GUMBEL

Usaremos el Método de Gumbel, para la elaboración de pruebas de confiabilidad.

Se debe determinar un estadístico, el cual será comparado con el estadístico críticos, para ser determinar si el conjunto de nuestros datos se ajusta a una distribución Gumbel.

$$\Delta = \text{Máx}|F(z) - P(x)| \quad (14)$$

El estadístico crítico se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 56

Valores estadísticos críticos

TAMAÑO DE LA MUESTRA	$\alpha=0.10$	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.3	0.34	0.4
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje – MTC.

Se evalúa, si se cumple que:

$$\Delta < \Delta_{crítico}$$

4.3.2. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Tabla 57

Confiabilidad de datos – método de Gumbel

m	P ₂₄	Y(x)	F(y)	P(x)	$\Delta = F(z) - P(x) $
1	1.5	-0.5673	0.1714	0.0476	0.1238
2	2.4	-0.4862	0.1967	0.0952	0.1015
3	3.6	-0.3780	0.2324	0.1429	0.0895
4	3.7	-0.3690	0.2355	0.1905	0.0450
5	5.7	-0.1886	0.2989	0.2381	0.0608
6	5.7	-0.1886	0.2989	0.2857	0.0132
7	5.8	-0.1796	0.3022	0.3333	0.0312
8	7.1	-0.0624	0.3449	0.3810	0.0360
9	8.5	0.0638	0.3913	0.4286	0.0372
10	9.1	0.1179	0.4112	0.4762	0.0650
11	10.5	0.2442	0.4569	0.5238	0.0669
12	11.7	0.3524	0.4951	0.5714	0.0763
13	14.7	0.6229	0.5848	0.6190	0.0342
14	15.2	0.6680	0.5988	0.6667	0.0678
15	18.0	0.9204	0.6714	0.7143	0.0429
16	19.4	1.0429	0.7030	0.7619	0.0589
17	19.7	1.0737	0.7105	0.8095	0.0990
18	20.1	1.1098	0.7192	0.8571	0.1380
19	40.8	2.9762	0.9503	0.9048	0.0455
20	60.7	4.7705	0.9916	0.9524	0.0392
$\Delta_{máx}$					0.1380

Fuente. Elaboración propia.

0.29

$\Delta_0 =$

$\Delta_{\max} =$ 0.12

AJUSTE: $\Delta < \Delta_{\text{crítico}}$ BUENO

En base a ello se tiene que la información disponible, se ajusta a una distribución Gumbel y es confiable.

4.3.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS

Con la confiabilidad verificada de los datos de la estación, analizaremos estos, con los cuales podremos lograr obtener las precipitaciones máximas en 24 horas anuales, mostrados a continuación.

Tabla 58

Precipitación máxima en 24h. Anual

AÑO	MAX. ANUAL	$P(t=1h)=0.3862P_{\max}$
1997	10.5	4.055
1999	20.1	7.763
2000	5.7	2.201
2001	40.8	15.757
2002	15.2	5.870
2003	14.7	5.677
2004	3.6	1.390
2005	2.4	0.927
2006	9.1	3.514
2007	1.5	0.579
2008	11.7	4.519
2009	5.7	2.201
2010	19.7	7.608
2011	7.1	2.742
2012	19.4	7.476
2013	8.5	3.283
2014	3.7	1.429
2015	18	6.952
2016	5.8	2.240
2017	60.7	23.442

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4. PERÍODO DE RETORNO (TR)

Siendo este uno de los parámetros más relevante para considerar al momento de dimensionar una obra hidráulica, la cual soportará caudales de máximas avenidas.

A continuación, se determinarán las precipitaciones que se presentarán para la estación Lambayeque, con 5,10,25,50 y 100 años como tiempos de retorno.

Usando la siguiente metodología

De la teoría de Probabilidad y tiempo de retorno se tiene:

$$Tr = \frac{1}{1 - P(X < a)} = \frac{1}{1 - F(z)} \quad (15)$$

En la siguiente tabla se muestran las precipitaciones teóricas máximas en 24 h, según el tiempo de retorno:

Tabla 59

Precipitación para diferente tiempo de retorno

PRECIPITACIONES PARA CADA TIEMPO DE RETORNO - ESTACIÓN LAMBAYEQUE			
TR-Años	F(Z)	Y	PRECIPITACIÓN (mm)
			GUMBEL
5	0.8000	1.4999	24.4272
10	0.9000	2.2504	32.7499
20	0.9500	2.9702	40.7331
25	0.9600	3.1985	43.2655
50	0.9800	3.9019	51.0667
100	0.9900	4.6001	58.8102

Fuente. Elaboración propia.

4.3.5. PRECIPITACIONES REALES

Para la determinación de las precipitaciones reales se aplicará las siguiente

formula de BELL:

$$Pr = ((0.21 * \ln Tr + 0.52) * (0.54 * t^{0.25}) - 0.50) * P_{tm\acute{a}x24h} \quad (16)$$

Considerando a la distribución GUMBEL manifestados en la tabla 4.3 (Confiabilidad De Datos – Método De Gumbel). Se reaizará un cálculo de tiempo alineado a la duración del periodo de las lluvias, se toma por decisión escoger a los periodos de duración bajo los ejemplos de: 5, 15, 30, 45, 60 ,120, 240 min. Estableciendo que con el estudio se busca conocer las intensidades máximas que puedan incurrir en estos periodos de desarrollo y duración.

Tabla 60

Precipitaciones reales en 24h

$Pr = ((0.21 * \ln Tr + 0.52) * (0.54 * t^{0.25}) - 0.50) * P_{tm\acute{a}x24h}$					
Dt		Tr (Años)			
min	horas	5	20	50	100
5		6.444	14.392	21.065	26.892
15		11.793	26.339	38.550	49.213
30		16.008	35.750	52.325	66.798
45		18.833	42.061	61.561	78.589
60	1	21.019	46.943	68.706	87.710
120	2	26.979	60.253	88.187	112.579
240	4	34.066	76.081	111.354	142.153
360	6	38.818	86.694	126.887	161.983
480	8	42.494	94.904	138.904	177.323
600	10	45.533	101.691	148.838	190.005
720	12	48.145	107.525	157.376	200.905
840	14	50.449	112.669	164.905	210.517
1080	18	54.400	121.493	177.820	227.003
1440	24	59.238	132.298	193.634	247.192

Fuente. Elaboración propia.

De la tabla anterior se obtiene las precipitaciones reales en 1h, para diferentes periodos y tiempos de retomo.

Tabla 61

Precipitaciones máximas en 1h

$Pr(t = 1h) = 0.3862 * Pr(t = 24h)$					
Dt	Tr (Años)				
min	horas	5	20	50	100
5		2.489	5.558	8.135	10.386
15		4.555	10.172	14.888	19.006
30		6.182	13.807	20.208	25.797
45		7.273	16.244	23.775	30.351
60	1	8.118	18.129	26.534	33.874
120	2	10.419	23.270	34.058	43.478
240	4	13.156	29.382	43.005	54.900
360	6	14.992	33.481	49.004	62.558
480	8	16.411	36.652	53.645	68.482
600	10	17.585	39.273	57.481	73.380
720	12	18.594	41.526	60.779	77.590
840	14	19.483	43.513	63.686	81.302
1080	18	21.009	46.921	68.674	87.669
1440	24	22.878	51.093	74.781	95.465

Fuente. Elaboración propia.

A partir de las precipitaciones máximas en 1 hora, determinamos las intensidades reales máximas:

Tabla 62

Precipitaciones máximas en 1h

$Ir = P * 60/t \text{ (mm/h)}$					
Dt	Tr (Años)				
min	horas	5	20	50	100
5		29.866	66.701	97.624	124.627
15		18.218	40.688	59.552	76.024
30		12.364	27.614	40.416	51.595
45		9.698	21.659	31.700	40.468
60	1	8.118	18.129	26.534	33.874
120	2	5.210	11.635	17.029	21.739
240	4	3.289	7.346	10.751	13.725
360	6	2.499	5.580	8.167	10.426
480	8	2.051	4.581	6.706	8.560
600	10	1.758	3.927	5.748	7.338
720	12	1.549	3.461	5.065	6.466
840	14	1.392	3.108	4.549	5.807
1080	18	1.167	2.607	3.815	4.870

1440	24	0.953	2.129	3.116	3.978
------	----	-------	-------	-------	-------

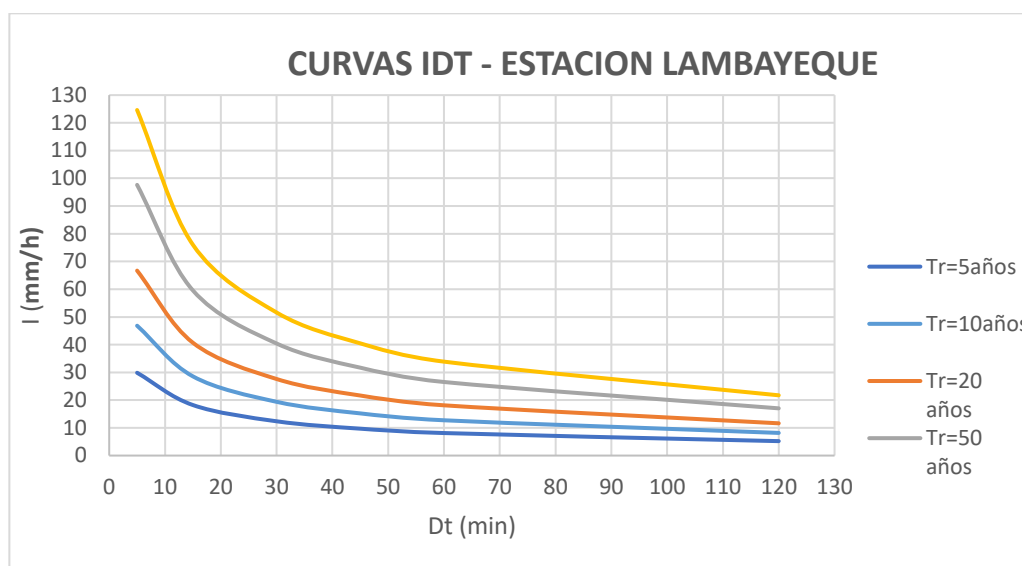
Fuente. Elaboración propia.

4.3.6. OBTENCION DE GRAFICAS IDT - MÉTODO DE GUMBEL

Con los cálculos anteriores se realiza las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo de Retorno.

Figura 31

Grafica de Curvas Intensidad duración y frecuencia



Fuente. Elaboración propia.

4.4. PERIODO DE DURACIÓN DE LA LLUVIA O TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración (t_c), lo calcularemos mediante la fórmula dada por Kirpich (1940).

$$t_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

(17)

Donde:

- L= Longitud del tramo desde aguas arriba hacia aguas abajo en metros.
- S = Pendiente promedio, m/m

Tener en cuenta las siguientes observaciones:

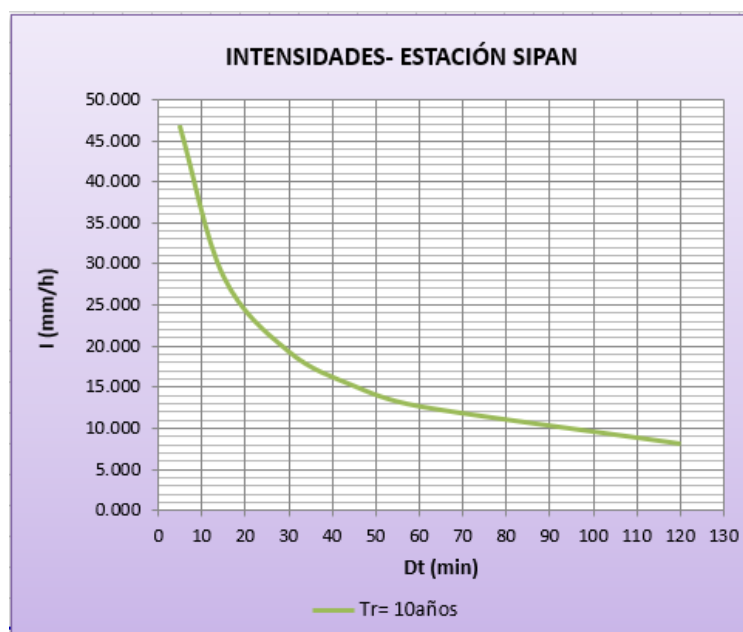
- Para estos cálculos se debe considerar que las zonas perimetrales al área del estudio cuentan con sistema de drenaje pluvial, esto solo será para demostración mas no real.
- Según la norma OS 060, del RNE, el tiempo de concentración no debe ser menor a 10 minutos.
- En nuestro proyecto el tiempo de concentración se ha determinado en base al sentido del flujo que va de acuerdo a las pendientes dadas por la rasante, seleccionándose el mayor tiempo de concentración, los cálculos se muestran a continuación, indicándose en el plano D-01” Drenaje Superficial del sector Colorada Centro del “ Centro Poblado La Colorada” el sentido del flujo del agua:

4.5. CÁLCULO DE INTENSIDAD DE DISEÑO

Para la determinación de este utilizaremos la Curva IDT, adecuada para esta área de investigación, con un tiempo de retorno de 10 años y tiempo de concentración de 10 min.

Figura 32

Intensidades estación SIPAN



Fuente. Elaboración propia.

4.6. CAUDAL DE ESCURRIMIENTO

En nuestro proyecto utilizaremos el método racional para la determinación del caudal de escurrimiento.

MÉTODO RACIONAL

Este método es muy usado en el diseño de obras de drenaje urbano y rural, y una de sus ventajas es que no requiere datos hidrométricos para determinar los caudales máximos.

Considerando que la lluvia se aplica a una velocidad constante en una superficie impermeable, el escurrimiento consecuentemente llegaría a tener un ritmo igual al de la lluvia. Entonces para llegar al equilibrio es el tiempo de concentración T_c ,

Mediante la siguiente formula se obtendrá el caudal.

$$Q = 0.278 * C * I * A \quad (18)$$

- Q = caudal Pico (m^3/s)
- I = intensidad de la lluvia en mm/h.
- A = área de drenaje en km^2
- C = coeficiente de escurrimiento

Según Maximo Villón Bejar en su libro “Hidrología”, en el cual establece que este método se puede aplicar a área de drenaje no mayores a 1300 hectáreas, pudiendo ser aplicado en nuestro proyecto.

- **COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C):**

La escorrentía, es aquel caudal de una precipitación que discurre sobre la superficie del terreno por acción de la gravedad sin infiltrarse por el suelo, está afectada por distintas circunstancias como, el tipo de precipitación (lluvia, nieve o granizo), de la humedad inicial del suelo; el tipo de terreno, del tipo de cobertura vegetal, la compactación del suelo, etc.

A la fracción del caudal que llega al caudal de evacuación se le denomina coeficiente de escorrentía, siendo adimensional, la cual es adimensional y cuyos valores están comprendidos entre $0 < C < 1$

En el Anexo 08 tabla 01 y tabla 02, se muestran los valores de coeficiente de escorrentía de acuerdo a las características de la superficie y el periodo de retorno para ser usados en el método racional y para áreas urbanas para 5 y 10 de periodo de retorno.

Para este proyecto hemos considerado la posibilidad de dos tipos de superficie de rodadura por lo cual consideramos el siguiente coeficiente de escorrentía según corresponda.

Tabla 63

Coefficientes de escorrentía adoptados

Tipo de Pavimento	C
Asfáltico	0.81
Adoquines	0.78

Fuente. Elaboración propia.

- INTENSIDAD DE LA LLUVIA:

La intensidad de la lluvia de diseño para un determinado punto del sistema de drenaje es la intensidad promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena hasta ese punto, y cuyo periodo de retorno es igual al del diseño de la obra de drenaje.

El tiempo de concentración (t_c), será calculado mediante la fórmula dada por Kirpich (1940):

$$t_c = 0.0195 * L^{0.77} * S^{-0.385} \quad (19)$$

- L = Longitud del tramo desde aguas arriba hacia aguas abajo en metros.
- S = Pendiente promedio, m/m

4.7. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Después de los cálculos realizados y mostrados en la tabla 03 del anexo 08, se obtiene que, el mayor tiempo de concentración que obtuvimos después del análisis fue:

$$T_c = 7.33 \text{ min.}$$

Tal y como se logra visualizar un puntaje de 7.33 min, se establece que es un puntaje de tiempo menor a 10 min estipulado por la norma OS.060 como un valor mínimo.

En la cual, si se ingresan los datos para la determinación de la curva DT, dentro de un retorno de 10 años, se obtienen la siguiente intensidad de diseño:

$$I = 35.05 \text{ mm/h}$$

Se indica que con la intensidad de diseño se ha logrado calcular los caudales circulares por las vías, siempre teniendo en consideración a los diversos aportes de las viviendas, de las veredas y de las pistas, tal y como se está estipulado en la Norma OS060,.

Para la cual se toma en consideración la ecuación (18).

Considerándose a los valores de C, fueron definidos con anterioridad para cada uno de los pavimentos.

Estos caudales circulantes han sido comparados con los máximos que pueden circular por las vías, de acuerdo a la sección de estas, calculándose este caudal máximo, mediante la ecuación de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{N} \quad (20)$$

$$Q = V * A \quad (21)$$

Donde:

V= Velocidad del flujo (m/s)

N= Rugosidad: 0.016 (Pavimento Asfáltico)

R= Radio Hidráulico

S= Pendiente (%)

A= Área (m²)

Q= Caudal (m³/s)

Luego de cálculo y comparación, el resultado es que el caudal de circulación es menor que el área de sección transversal de cada vía, lo que significa que la sección hidráulica que forma los sardineles y las aceras es suficiente para drenar el agua de lluvia por gravedad.

4.8. CAUDALES CIRCULANTES EN PAVIMENTO RIGIDO

En el Anexo 08 tabla 04 “*caudales circulantes pavimento asfaltico*”, donde se muestra los máximos caudales que puedes circular por cada vía.

CAPÍTULO V: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1. GENERALIDADES

Los impactos positivos y negativos en el medio ambiente siempre se darán en todo proyecto de construcción civil y actividad humana, por ello es fundamental identificar y evaluar estos impactos al ambiente con el fin de elaborar estrategias que prevengan, mitiguen y compensen estos.

Los impactos más perjudiciales en un proyecto de pavimentación y veredas, tenemos los siguientes: Disminución de flora, Alteraciones micro climáticas, Contaminación hídrica, Formación de residuos de polvo, Bullicio, Contaminación del suelo

El presente estudio constituye el documento básico del proceso de evaluación de impacto ambiental, es un importante instrumento que nos permitirá evaluar el impacto ambiental que tendrá el proyecto hacia el medio ambiente. Hablamos de un estudio objetivo, técnico y multidisciplinario elaborado con el fin de calcular posibles impactos ambientales en el desarrollo de actividades, decisiones políticas o aplicación de proyectos, de modo que se pueda prever decisiones sobre su factibilidad ambiental.

Por ende, en este capítulo se implica la investigación de impacto ambiental, que se realizara en el Sector de “La Colorada Centro” en el periodo de vida del proyecto de pavimentación, a partir de los siguientes procedimientos:

Figura 33

Proceso de evaluación de impacto ambiental



Fuente. Elaboración propia.

IMPACTO AMBIENTAL

Se refiere a cualquier alteración o modificación causada por la actividad humana sobre el medio ambiente, esto debido a que todo accionar del hombre repercute de alguna u otra manera sobre este.

AMBIENTE

Al ambiente también se le conoce como el término de Medio Ambiente, mientras que dentro del ámbito del impacto no solo se le considera como la agrupación de elementos de seres vivos, sino que también como la agrupación general de seres no vivos o abióticos los cuales rodean de forma cercana a los organismos del entorno, permitiendo que estos brinden el adecuado sustento de vida. De igual manera se agradece su existencia, sobre todo cuando las condiciones climáticas escapan a los límites de nivel de tolerancia de los mismos organismos.

EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

Se trata de un procedimiento administrativo legal cuya finalidad es evaluar, predecir y explicar el impacto del proyecto o actividad en el medio ambiente durante el proceso de ejecución, y sentar las bases para la decisión de la autoridad competente. La evaluación de impacto ambiental es una herramienta que se utiliza para tomar decisiones sobre la viabilidad ambiental de planes, proyectos, actividades o decisiones. La incorporación de esta herramienta a la gestión ambiental posibilita una gestión viable.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA)

Se trata del estudio interdisciplinario que se ha incorporado al proceso de evaluación de impacto ambiental de un proyecto o actividad para predecir, identificar, evaluar y mitigar las consecuencias ambientales que puedan derivarse de su implementación o impacto en la calidad de la vida humana y su medio ambiente. Se tiene a confundir entre los términos de Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Evaluación de Impacto Ambiental

(EIA), siendo el Estudio de Impacto Ambiental un instrumento para la Evaluación de Impacto Ambiental.

5.2. OBJETIVOS

- Determinar el impacto de las acciones tomadas durante la fase de implementación, involucrando el entorno físico y socioeconómico.
- Desarrollar medidas de mitigación e incorporarlas al diseño final, especificaciones y contratos de obra para evitar y / o mitigar los impactos negativos antes, durante y después de la obra de ingeniería requerida para el proyecto.
- Adoptar las pautas adecuadas para potenciar el impacto positivo del proyecto.

5.3. METODOLOGÍA

De acuerdo con los siguientes métodos y procedimientos, se planifica la identificación y evaluación del impacto ambiental más probable del proyecto de pavimentación:

Determinar las actividades del proyecto que tienen un impacto ambiental sobre los componentes ambientales en el área afectada del proyecto vial.

Determinar los componentes ambientales afectados dentro del alcance del impacto del proyecto (antes de las actividades iniciales del proyecto de pavimentación).

Evaluar la importancia de cada impacto ambiental (en base a los criterios para evaluar el tipo y grado de impacto).

Hacer una descripción de los principales impactos ambientales previsibles.

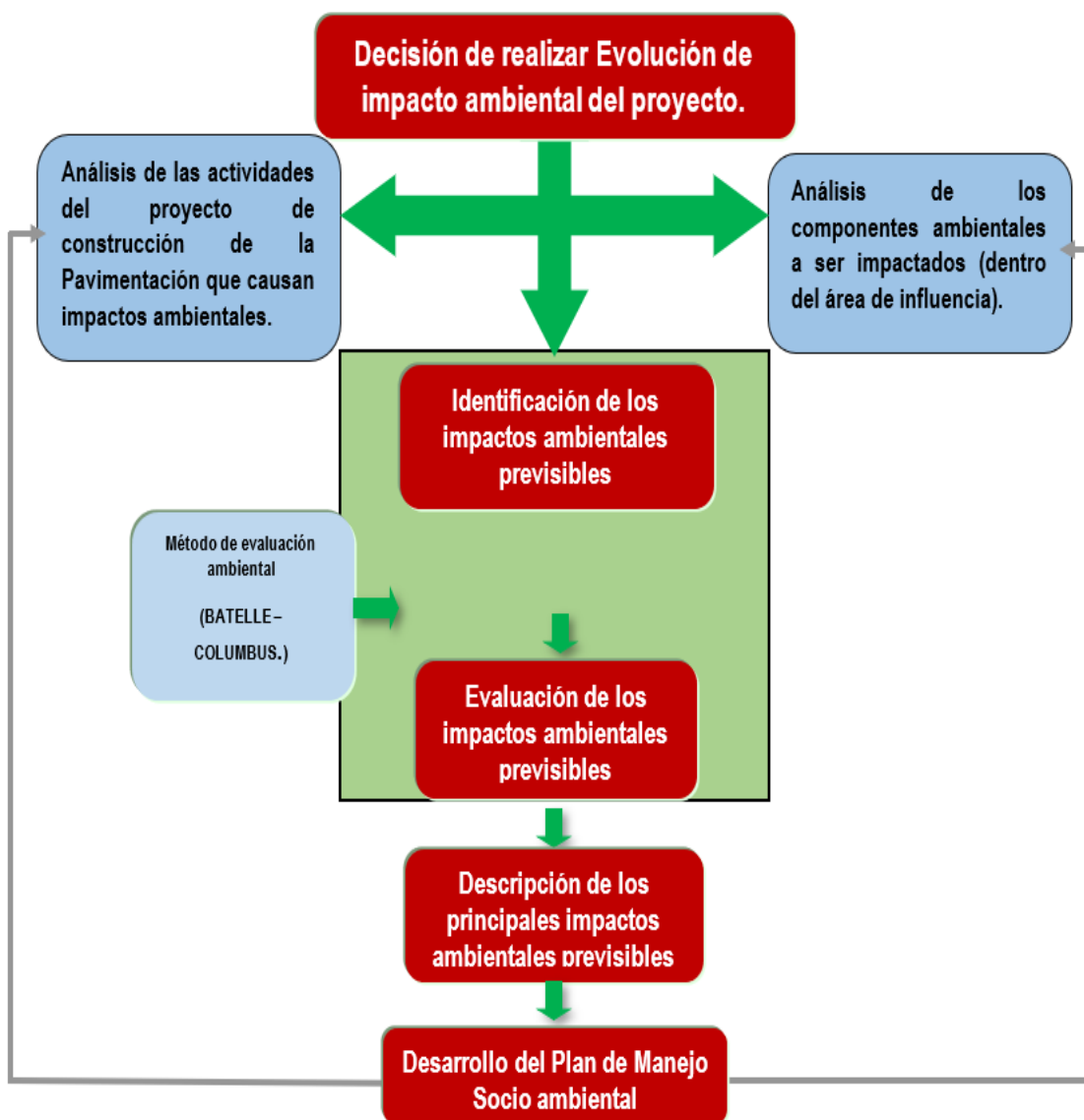
En base a la identificación en los principales impactos ambientales elaborar un Plan de Manejo Socioeconómico ambiental específico para el proyecto de la Pavimentación.

El Plan de Manejo Socioeconómico ambiental puede ir mejorando continuamente si en el futuro se identifican nuevos impactos ambientales, en un proceso de mejora continua del proyecto de pavimentación.

Para la evaluación de nuestro proyecto hacemos uso de método de BATELLE – COLUMBUS.

Figura 34

Secuencia del Informe de Evaluación Socio ambiental (Proceso Predictivo).



Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. CONESA.

5.4. MÉTODO DE BATELLE COLUMBUS

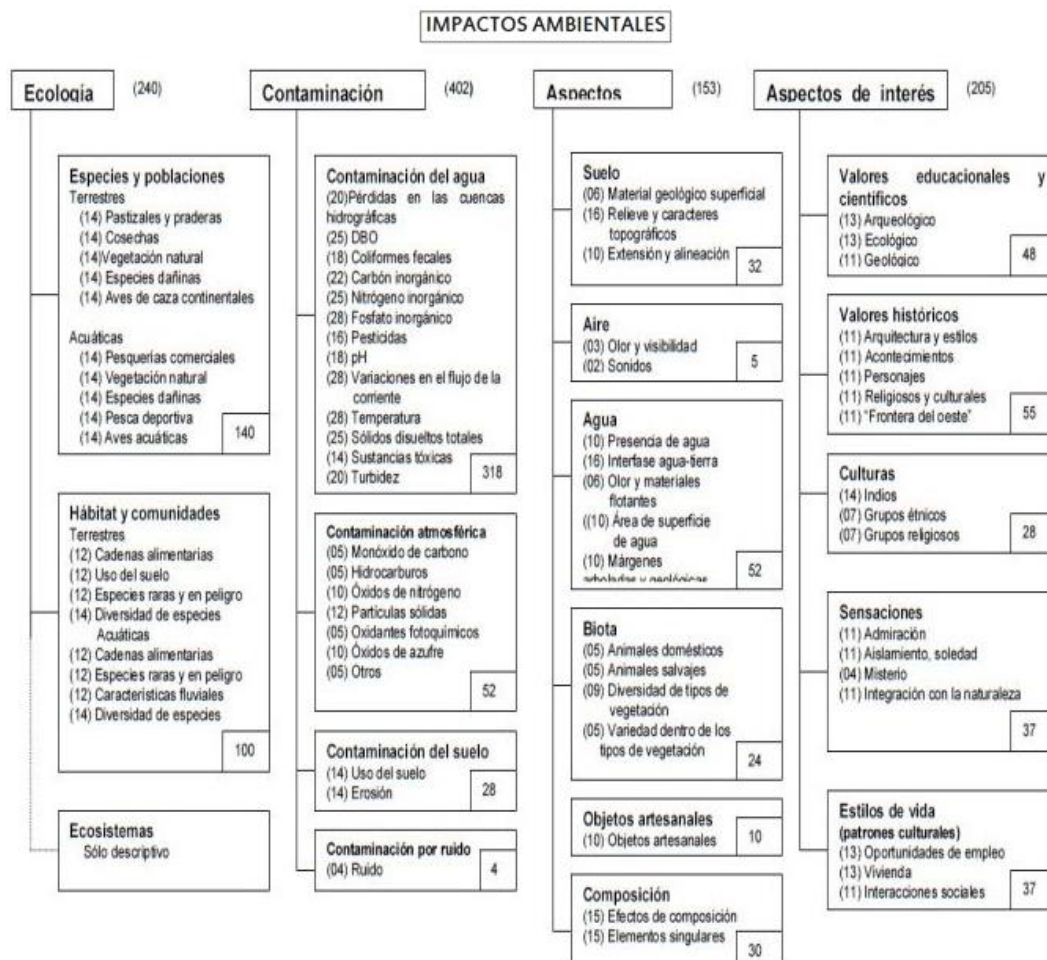
Se puede decir que es el método cuantitativo por excelencia, uno de los más usados en la práctica.

Este método aventaja a los otros en dos puntos fundamentales:

- Basado en el uso de indicadores homogéneos, puede evaluar sistemáticamente el impacto ambiental de cualquier proyecto, independientemente de su tipo (microescala), tendrá un impacto en el medio ambiente circundante.
- A través de este procedimiento, la planificación y programación de proyectos a mediano y largo plazo se pueden llevar a cabo en un solo lugar con el menor y posible impacto ambiental (macro escala).
- Esta metodología está basada en una lista de indicadores de impacto con 78 parámetros ambientales, que pueden considerarse por separado, los cuales nos indican la representatividad del impacto ambiental derivada de las acciones consideradas.
- Estos 78 parámetros establecidos con un esquema en forma de árbol, con los factores ambientales en 4 niveles, ordenados desde el primer(categorías) al cuarto (Medidas) nivel.

Figura 35

Impactos ambientales (matriz de Batelle Columbus)



Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. CONESA.

Figura 36

Jerarquía de los parámetros ambientales



Fuente. Elaboración propia.

- Estos parámetros serán fácilmente medibles, calculándose a partir de mediciones reales en el medio natural siempre que sea posible.

- Pero no todos los parámetros se van a ver afectados en todos los tipos de acciones, habrá que realizar una selección de cuales son aquellos sobre los que el proyecto va a tener mayor incidencia.
- Suponga que el entorno tiene 1.000 Unidades de Importancia de Parámetro (UIP). Estas UIP deben distribuirse entre todos los parámetros afectados por el proyecto de evaluación y determinarse según su grado de impacto en el medio ambiente.
- Una vez realizada la asignación, se creará una matriz de entrada doble, en la que se representan las acciones en cada columna, y en cada fila se enumeran los diferentes parámetros ambientales y sus correspondientes UIP.

5.4.1. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

Se elabora con el análisis de interacción del medio ambiente y las actividades que se van a realizar en el proyecto, a través de una percepción de los impactos principales, de una manera directa o indirecta, primarios o secundario y en un corto o largo plazo.

5.4.2. MATRIZ DE CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS.

Para esta se ejecutan los cálculos de valor numérico de la importancia del impacto ambiental, haciendo uso del algoritmo de Batelle-Columbus para la determinación de cada elemento de la matriz

5.4.3. MATRIZ DE IMPORTANCIA DE IMPACTOS.

La fórmula que utilizaremos para determinar el índice de importancia es

$$I = \pm [3In + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC] \quad (22)$$

Las 12 variables de esta fórmula se pueden analizar en la siguiente tabla, para obtener la importancia. Y de esta manera se puede conseguir una planificación a mediano y/o largo plazo de proyectos en este caso vial, aminorando el posible impacto ambiental.

Tabla 64

Valores que puede tomar el algoritmo de Batelle Columbus

<p align="center">NATURALEZA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impacto beneficioso + - Impacto perjudicial - 	<p align="center">INTENSIDAD (I) (Grado de destrucción)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Baja 1 -Media 2 -Alta 4 -Muy alta 8 -Total 12 										
<p align="center">EXTENSIÓN (EX) (Área de Influencia)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Puntual 1 -Parcial 2 -Extenso 4 <u>Total</u> 8 <u>Crítica</u> (+4) 	<p align="center">MOMENTO (MO) (Plazo de Manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Largo plazo 1 -Medio Plazo 2 -Inmediato 4 -Crítico <u>(+ 4)</u> 										
<p align="center">PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Fugaz 1 -Temporal 2 -Permanente 4 	<p align="center">REVERSIBILIDAD (RV)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Corto plazo 1 -Medio plazo 2 -Irreversible 4 										
<p align="center">SINERGIA (SI) (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sin <u>sinergismo</u>(Simple) 1 -Sinérgico 2 -Muy sinérgico 4 	<p align="center">ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Simple 1 -Acumulativo 4 										
<p align="center">EFFECTO (EF) (relación Causa – Efecto)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Indirecto (<u>Secundario</u>) 1 -Directo 4 	<p align="center">PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Irregular o aperiódico y discontinuo 1 -Periódico 2 -Continuo 4 										
<p align="center">RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Recuperable de forma inmediata 1 -Recuperable a medio plazo 2 -Mitigable 4 -Irrecuperable 8 	<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center" colspan="2">RANGOS: IMPORTANCIA DEL IMPACTO</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Impacto Irrelevante</td><td align="center">I < 25</td></tr> <tr> <td>Impacto Moderado</td><td align="center">25 - 50</td></tr> <tr> <td>Impacto Severo</td><td align="center">50 - 75</td></tr> <tr> <td>Impacto Crítico</td><td align="center">I > 75</td></tr> </tbody> </table>	RANGOS: IMPORTANCIA DEL IMPACTO		Impacto Irrelevante	I < 25	Impacto Moderado	25 - 50	Impacto Severo	50 - 75	Impacto Crítico	I > 75
RANGOS: IMPORTANCIA DEL IMPACTO											
Impacto Irrelevante	I < 25										
Impacto Moderado	25 - 50										
Impacto Severo	50 - 75										
Impacto Crítico	I > 75										

Fuente: Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. CONESA.

5.4.4. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS.

Utilice el valor de la importancia del impacto para obtener el método de matriz de evaluación cualitativa. Utilice la llamada "unidad de importancia ponderal = UIP" de la tabla, que índice de peso atribuido a cada factor; es necesario considerar los siguientes cálculos

ΣI_i = Sumatoria de valores de importancia.

I_r = Importancia relativa

$$I_r = \frac{\sum_{i=1}^n (UIP_i * I_i)}{\sum_{i=1}^n UIP_i} \quad (23)$$

% = Variación porcentual

$$\% = \frac{I_r}{\sum I_r} * 100 \quad (24)$$

Con los cálculos efectuados y analizados podemos determinar que la fragilidad del factor ambiental está en relación mayor valor resultado en columna vertical I_r ; y que de igual forma la agresividad ambiental de cada acción está ligada al mayor valor de la I_r en la fila respectiva.

5.5. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Para determinar el impacto, continuamos determinando las variables relevantes, las actividades a realizar y especificamos los elementos ambientales que serán afectados por dichas actividades. Posteriormente, se preparará la matriz de interacción de las actividades de implementación del proyecto sobre los elementos ambientales, y en ella se determinarán los efectos.

ACCIONES

- a. Desvío de Trafico
- b. Transporte de material de cantera
- c. Movilización de Maquinaria.
- d. Eliminación de Material Excedente
- e. Operación de maquinaria pesada y ligera
- f. Pavimentación

FACTORES

Figura 37

Factores ambientales afectados

FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS		
MEDIO AMBIENTE	ATMOSFERA	Partículas de Polvo
		Olores desagradables
		Ruido
	SUELO	Contaminación directa
		Relieve y carácter topográfico
SOCIOECONOMIA	FLORA	Diversidad
	MEDIO PERCEPTUAL	Paisaje Natural
	POBLACION	Empleo Temporal
		Salud y seguridad
		Estilo de vida
	ECONOMIA	Actividad Comercial
		Cambio en el Valor del Suelo
		Desarrollo Local
	INFRAESTRUCTURA	Disponibilidad de área
		Accesibilidad

Fuente: Elaboración propia.

5.6. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Ya identificadas las acciones y los factores ambientales que posiblemente serán impactadas por estas. Con la Matriz de Caracterización de impactos se efectuará la valoración cuantitativa.

Continuando con la evaluación, se realiza la Matriz de Importancia, con el Método de Coulomb, y aplicando el algoritmo antes mencionado, se pueden calificar los impactos generados en Crítico, Severo, Moderado o Irrelevante.

Con el fin de ponderar la importancia relativa de estos factores, se desarrolló la MATRIZ DE VALORACIÓN. Los factores ambientales representan la diferente importancia de una persona en relación con otra. Considerando que cada factor solo representa una parte del medio ambiente, es necesario ponderar la importancia relativa de estos factores según su contribución a las condiciones ambientales.

Figura 38

Análisis de matriz de valoración-medio físico

	FACTOR	Rango de Importancia de Impactos							
		Irrelevante	Moderado	Severo	Crítico	Irrelevante(%)	Moderado(%)	Severo(%)	Crítico(%)
Medio Físico	ATMOSFERA	3	10	0	0	13.04%	43.48%	0.00%	0.00%
	SUELOS	2	3	0	0	8.70%	13.04%	0.00%	0.00%
	FLORA	0	2	0	0	0.00%	8.70%	0.00%	0.00%
	MEDIO PERCEPTUAL	0	3	0	0	0.00%	13.04%	0.00%	0.00%
		Σ =				21.74%	78.26%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

Análisis de matriz de valoración-medio socioeconómico

	FACTOR	Rango de Importancia de Impactos							
		Irrelevante	Moderado	Severo	Crítico	Irrelevante(%)	Moderado(%)	Severo(%)	Crítico(%)
Medio Socio Económico	USO DEL TERRITORIO	3	4	0	0	15.00%	20.00%	0.00%	0.00%
	INFRAESTRUCTURA	0	3	0	0	0.00%	15.00%	0.00%	0.00%
	HUMANOS	1	9	0	0	5.00%	45.00%	0.00%	0.00%
		Σ =				20.00%	80.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Elaboración propia.

INTERPRETACION DE LOS RESULTADO DE LA MATRIZ DE VALORACION

EN EL MEDIO FÍSICO:

- Para este medio presenta un porcentaje mayor de impactos moderados en un porcentaje de 78.26% y presenta un porcentaje menor de impactos irrelevantes en un porcentaje de 21.74%

EN EL MEDIO SOCIO-ECONÓMICO:

- Para este medio presenta un porcentaje mayor de impactos moderados en un porcentaje de 80.00% y presenta un porcentaje menor de impactos irrelevantes en un porcentaje de 20.00%

5.7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Para un adecuado desarrollo del proyecto el ejecutor deberá implementar un plan de Manejo de Ambiental, este debe considerar la elaboración sistemática y estructurada de una serie de acciones necesarias para mitigar y minimizar los impactos ambientales negativos producidos la ejecución del proyecto.

El ejecutor debe explicar y describir de forma fácil los componentes que serán afectados y los probables impactos ambientales que podrían ocurrir como resultado de la ejecución y puesta en marcha del proyecto ejecutado, con su respectiva medida de mitigación, con la finalidad que se elabore un plan de mitigación adecuado para su proyecto.

Con el Plan de Manejo Ambiental se busca asegurar al ejecutor establecer los compromisos para asegurar un medio ambiente libre de contaminación. Se recomiendan las siguientes medidas:

5.7.1. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- Para disminuir lo máximo posible las molestias que se pueden causar al realizar el transporte de los materiales de cantera estos deberán estar húmedos y cubierto con un manto para no afectar a las personas, la fauna, la flora o fuentes de agua, debido al polvo que produce el traslado y descarga de dichos materiales.
- Las maquinarias que se utilizaran en el proyecto deben de estar con el mantenimiento adeudado, para evitar emisiones de gases excesivos, así como molestos ruidos en exceso.
- Provisión y mantenimiento de todas la maquinarias y equipo emisores de gases, de tal manera que cuenten con filtros en los tubos de escape.
- El personal de campo no deberá dejar ningún tipo de residuo contaminante (solido o liquido) en el área de influencia de donde se estén realizando alguna actividad.
- Se tendrá una buena comunicación con la comunidad o comunidades en el área de influencia directa con el fin de que se cumplan los objetivos de mejora de calidad de vida a través de diferentes actividades productivas, que permitan verificar el aumento de los índices socioeconómicos durante la fase de construcción y posterior funcionamiento.

5.7.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

- Se debe realizar mediciones cada tres meses con la finalidad de controlar un posible incremento de niveles de emisiones de gases.
- Se deberá tener un registro con los mantenimientos periódicos de las maquinarias a utilizarse.

- Hacer una planificación hacia que zonas se realizaran los vehículos los desvíos con la finalidad de minimizar la congestión en la ciudad.
- Capacitación al personal técnico y de campo para el manejo de residuos sólidos.
- Capacitación adecuada y actualizada de los conductores y personal que tengan relación en el transporte de materiales peligrosos por la carretera.
- Manejo de residuos sólidos.
- Las actividades de movimiento de tierras deberán realizarse en las horas del día, para evitar la perturbación del sueño en las poblaciones adyacentes a la vía.
- Se transportará el material de las canteras previamente humedecido para evitar el levantamiento de polvo, así como recubierto con un manto para evitar molestias de las personas, animales y plantas.
- Se preverá que las fuentes móviles de combustión no emitan al ambiente partículas de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno por encima de los límites establecidos por la OMS.
- Para que las partículas de polvo secas estén suspendidas en el aire se deberán humedecer el material para evitar estos inconvenientes.

5.8. CONCLUSIONES

Después de los análisis efectuados con la metodología y el procedimiento antes mencionados podemos elaborar un cuadro resumen, respecto a las actividades que generan mayor agresividad, así como las más frágiles para ciertos factores.

Figura 40

Factores ambientales afectados más frágiles

FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS MAS FRAGILES		
MEDIO FÍSICO		
ATMOSFERA	Factor mas fragil	Partículas de polvo
	Accion mas agreiva	Transporte de material de cantera
SUELO	Factor mas fragil	Contaminación Directa
	Accion mas agreiva	Transporte de material de cantera
FLORA	Factor mas fragil	Diversidad
	Accion mas agreiva	Operación de maquinaria pesada y ligera
MEDIO PERCEPTUAL	Factor mas fragil	Paisaje Natural
	Accion mas agreiva	Operación de maquinaria pesada y ligera
MEDIO SOCIO ECONOMICO		
POBLACION	Factor mas fragil	Empleo Temporal
	Accion mas agreiva	Pavimentación
ECONOMIA	Factor mas fragil	Cambio en el valor del suelo
	Accion mas agreiva	Transporte de material de cantera/ Eliminación del material excedente.
INFRAESTRUCTURA	Factor mas fragil	Disponibilidad de área
	Accion mas agreiva	Transporte de material de cantera

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO VI: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La definición de especificación técnica, simplemente es la descripción detallada para construir ejecutar o para comprar un producto o servicio, esta descripción tiene que estar tan bien detallada como para que no haya posibilidad de error es decir para que aquello que nosotros queremos construir ejecutar comprar o suministrar se realice con entera satisfacción de las partes implicadas. En nuestro proyecto la especificaciones de las actividades que se van a realizar se encuentran en el anexo 13 “*Especificaciones técnicas específicas*”

6.2. OBJETIVOS Y BENEFICIOS

El objetivo de las especificaciones técnicas, es el de proporcionar información en la elaboración del presupuesto en el proyecto, así mismo conservar una apropiada organización de control en el proyecto durante su ejecución y los pagos respectivos.

6.3. AMBITO DE APLICACIÓN

Debido a la existencia de una normativa vigente constructiva para cada tipo de proyecto, las especificaciones deben ir alineadas a esta, sin incumplir con otra documentación que constituyan el proyecto.

La aplicación comprende la elaboración de componentes de trabajo, ejecución y supervisión hasta su conclusión. El constructor puede plantear una nueva opción al procedimiento como una alternativa, la cual debe ser validada por la supervisión, y concertada por el encargado de la elaboración del proyecto.

CAPÍTULO VII: ESTUDIOS ECONÓMICOS

7.1. SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS VIALBE PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO – PRESUPUESTO

Después de un análisis de precios unitarios de las actividades según cada tipo de pavimento, se ha hecho una comparación de cada uno de los presupuestos sumado a otras consideraciones como costo de mantenimiento, con la intención de incentivar a elegir la mejor opción.

Es importante recordar que los pavimentos son estructuras que están sometidas a cargas de tráfico y clima, que generan deformaciones en las capas internas que las componen. El tipo de pavimento que debemos elegir dependerá de la función a desempeñar y de los factores que afectan durante el periodo de servicio para el cual se diseña.

El pavimento debe garantizar una comodidad o Serviciabilidad a los conductores que circulen por este pavimento, la durabilidad del pavimento a través del tiempo, confiabilidad de que la estructura se actúe como ha sido diseñada, seguridad para que los vehículos, brindando una buena fricción entre los neumáticos y la superficie de rodadura, amistoso con el medio ambiente.

7.2. Período de Diseño y Durabilidad

Según el tipo de pavimento se debe seleccionar periodo para cada uno, es este caso nosotros hemos optado por elegir un periodo de diseño de 20 años para todos.

En la actualidad existen asfaltos de alta calidad o modificados los cuales pueden llegar a tener vidas útiles mayores a los 20 años, lo que permite diseñar pavimentos flexibles más longevos a los que normalmente en años anteriores los cuales tenían un promedio de vida de 15 años.

7.3. Tipos de fallas

Una de las consideraciones a tener en cuenta para el análisis económico es el costo de mantenimiento por año según el tipo de pavimento, y para esto se debe identificar las fallas que tienes cada uno de estos.

Los pavimentos flexibles presentan fallas por fatigas o por deformación de la subrasante u otra de capas estructurales que las componen. Las fallas por fatiga se observan en fisuras longitudinales en la huella del neumático que si no reciben un tratamiento adecuado se convertirán en fallas tipo piel de cocodrilo.

En el caso de los pavimentos rígidos las fallas típicas son por fatiga, cuando los esfuerzos superan la resistencia diseñada de la losa de concreto, también presenta fallas por desnivel.

En el caso de los pavimentos articulados la mayor presencia de falla es debido a desprendimientos, o fracturamiento.

7.4. Análisis Económico Comparativo

El presupuesto del proyecto es importante por ser el documento que establece el marco económico para la ejecución de las obras. El análisis económico comparativo es identificar la rentabilidad de los capitales empleados, para conocer la rentabilidad de una alternativa con respecto a otras se procederá a analizar el presupuesto inicial del proyecto incluyendo costo directo, gastos generales, utilidades junto con su costo de mantenimiento a través del tiempo.

Tabla 65

Comparación económica de pavimentos a través del tiempo

INDICADOR	UNIDAD	PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO ARTICULADO	PAVIMENTO RIGIDO
-----------	--------	-----------------------	-------------------------	---------------------

**“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE”**

Costo Directo	S/.	S/. 8,768,387.23	S/. 10,558,833.25	S/. 10,133,042.95
Gastos Generales	S/.	S/. 839,423.87	S/. 894,298.93	S/. 882,179.80
Utilidades	S/.	S/. 876,838.72	S/. 1,055,803.33	S/. 1,013,304.30
Sub total	S/.	S/. 10,484,648.82	S/. 12,508,135.51	S/. 12,028,527.05
IGV (18%)	S/.	S/. 1,887,236.97	S/. 2,251,464.39	S/. 2,165,661.92
Costo Total	S/.	S/. 12,371,886.79	S/. 14,759,599.90	S/. 14,193,661.92
Durabilidad	Año	20	20	20
Costo por año de servicio	S/.	S/. 618,594.34	S/. 442,778.00	S/. 425,809.88

según el análisis económica con proyección al futuro escogeremos el pavimento rígido, el cual, a pesar de tener un alto costo inicial de construcción, presenta diversas ventajas frente al pavimento flexible tal como se detallará a continuación

En la construcción el pavimento de concreto utiliza alrededor del 50% menos de material granular, también tiene un mejor drenaje superficial que el pavimento flexible y articulado.

La vida útil de los pavimentos rígidos es de 20 a 40 años, mientras que la vida útil del pavimento flexible es de 15 a 20 años.

En cuanto a la resistencia, el pavimento rígido es básicamente concreto lo cual hace su resistencia a través del tiempo aumente y que no se vea afectado por derrame de gasolina o diesel, ventajas que presenta frente al pavimento flexible.

CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

- Según el estudio topográfico realizado la topografía del terreno es semi-llano.
- Según el estudio de suelos presenta una estratigrafía de suelos conformada por una primera capa de relleno, de 0.20 a 0.30 m de espesor, una segunda capa de arcilla de baja a mediana compresibilidad, cuyo valor de CBR se encuentra entre 6.10 a 15.60 %, sin la necesidad de un mejoramiento de sub rasante.
- Con el estudio de tráfico realizado se ha podido determinar la demanda a recibir de nuestra nueva estructura, con el cual posteriormente hemos realizado nuestro diseño de pavimentos.
- Después de realizar los diseños de pavimentos con distintos métodos, se han obtenido los siguientes espesores, Pavimento flexible, carpeta asfáltica 5 cm, base granular 15 cm y sub base granular 15 cm; Pavimento Rígido, sub base granular 15 cm y losa de concreto 17.5 cm; Pavimento Articulado, Sub base granular 15 cm, base granular 15, cama de arena 4cm y adoquines de concreto de 6 cm.
- Con el estudio económico realizado, considerando su costo inicial y su costo de mantenimiento a través de los años se puede elegir la mejor opción entre todos los pavimentos.
- El plazo de ejecución del proyecto es de 8 meses

9.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda aprovechar la topografía del terreno para trazar el nivel de sub rasante que cumplan con las pendientes y evitar movimientos de tierra innecesarios.
- Se recomienda no realizar un mejoramiento de suelo, ya que el suelo a nivel de sub rasante es suficiente para soportar las cargas a las que será sometido, y sería un costo adicional no necesario.
- Respetar el tránsito vehicular solo para el que ha sido diseñado este pavimento, ya que vehículos de mayor carga deterioraría el pavimento de una manera acelerada, lo cual aumentaría su costo de mantenimiento y disminuiría su vida útil.
- Se recomienda que, una vez ejecutado el proyecto, se realicen estudios de diamantina, con el fin de corroborar los espesores proyectados.
- La alternativa a seleccionar sería el Pavimento Rígido, la cual, aunque tiene un alto costo inicial de construcción a través de los años por su bajo costo de mantenimiento y mayor vida útil, lo convierten en la mejor opción a largo plazo.
- Para poder cumplir con tiempo de ejecución se recomienda seguir el cronograma de actividades del Anexo 14.

Bibliografía

- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1997). *Guía AASHTO para Diseño de Estructuras de Pavimentos*. Lima: IDPP.
- Bañón Blázquez, L., & Beviá García, J. F. (2000). *Manual de carreteras*. Alicante: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
- Bowles, J. E. (1978). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Latinoamerica S.A.
- Braja M., D. (2012). *Fundamentos de ingeniería de Cimentaciones*. México: Cengage Learning Editores S.A.
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa S.A.
- Instituto del Asfalto. (1991). *Diseño de Espesores de Pavimentos Asfálticos para Calles y Carreteras*.
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos I*. México: Limusa S.A.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (1994). *Nuevas Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras*. Lima: Ciencias S.R.L.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2001). *Reglamento Nacional de Tránsito*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2018*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Reglamento Nacional de Vehículos*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Sencico.
- Montejo Fonseca, A. (1998). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Petro Perú. (2013). *Asfaltos Líquidos de Pavimentación RC-250*. Talara.
- Rivva López, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Lima.
- Sánchez Sabogal, F. (1984). *Pavimentos: Tomo 1 - Fundamentos Teóricos, Guías para el Diseño*. Bogotá.
- Universidad Nacional de Ingeniería. (1982). *Laboratorio de Mecánica de Suelos*. Lima.
- VCHI. (2005). *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*. Lima.

Villón Béjar, M. (2007). *Hidráulica de Canales*. Lima: Villón.

Vivar Romero, G. (1995). *Diseño y Construcción de Pavimentos*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

FIGURAS

Figura 1.....	14
Figura 2.....	15
Figura 3.....	15
Figura 4.....	16
Figura 5.....	17
Figura 6.....	20
Figura 7.....	23
Figura 8.....	32
Figura 9.....	41
Figura 10.....	43
Figura 11.....	45
Figura 12.....	48
figura 13.....	54
Figura 14.....	56
Figura 15.....	66
Figura 16.....	67
Figura 17.....	68
Figura 18.....	68
Figura 19.....	71
Figura 20.....	72
Figura 21.....	80
Figura 22.....	83
Figura 23.....	85
Figura 24.....	95
Figura 25.....	97
Figura 26.....	105
Figura 27.....	108
Figura 28.....	111
Figura 29.....	119
Figura 30.....	120
Figura 31.....	128
Figura 32.....	129
Figura 33.....	134
Figura 34.....	137
Figura 35.....	139
Figura 36.....	139
Figura 37.....	143
Figura 38.....	144
Figura 39.....	144

“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE”

Figura 40.....	148
Tabla 1.....	16
Tabla 2.....	23
Tabla 3.....	26
Tabla 4.....	27
Tabla 5.....	31
Tabla 6.....	31
Tabla 7.....	35
Tabla 8.....	37
Tabla 9.....	38
Tabla 10.....	40
Tabla 11.....	42
Tabla 12.....	44
Tabla 13.....	46
Tabla 14.....	48
Tabla 15.....	57
Tabla 16.....	63
Tabla 17.....	63
Tabla 18.....	64
Tabla 19.....	64
Tabla 20.....	65
Tabla 21.....	65
Tabla 22.....	66
Tabla 23.....	67
Tabla 24.....	75
Tabla 25.....	75
Tabla 26.....	76
Tabla 27.....	77
Tabla 28.....	78
Tabla 29.....	82
Tabla 30.....	87
Tabla 31.....	90
Tabla 32.....	91
Tabla 33.....	91
Tabla 34.....	92
Tabla 35.....	93
Tabla 36.....	95
Tabla 37.....	96
Tabla 38.....	96
Tabla 39.....	97
Tabla 40.....	98
Tabla 41.....	98
Tabla 42.....	99
Tabla 43.....	100

“DISEÑO DEFINITIVO DE PISTAS Y VEREDAS EN EL SECTOR COLORADA CENTRO DEL CENTRO
POBLADO LA COLORADA, DISTRITO MORROPE – PROVINCIA LAMBAYEQUE – REGIÓN
LAMBAYEQUE”

Tabla 44	101
Tabla 45	102
Tabla 46	103
Tabla 47	104
Tabla 48	106
Tabla 49	107
Tabla 50	109
Tabla 51	110
Tabla 52	112
Tabla 53	117
Tabla 54	118
Tabla 55	122
Tabla 56	122
Tabla 57	123
Tabla 58	124
Tabla 59	125
Tabla 60	126
Tabla 61	127
Tabla 62	127
Tabla 63	131
Tabla 64	141
Tabla 65	151

ANEXOS

ANEXO N° 01: ESTUDIO DE TRAFICO

ANEXO N° 02: TOPOGRAFICO

ANEXO N° 03: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO N° 04: ENSAYO DE PAVIMENTOS

ANEXO N° 05: ENSAYOS DE MATERIALES

ANEXO N° 06: DISEÑO DE MEZCLA

ANEXO N° 07: CÁLCULO DE ESPESORES

ANEXO N° 08: ESTUDIO DE DRENAJE

ANEXO N° 09: MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO N° 10: METRADO

ANEXO N° 11: PRESUPUESTO

ANEXO N° 12: CÁLCULO DE FLETE

ANEXO N° 13: ESPECIFICACIONES TECNICAS

ANEXO N° 14: CRONOGRAMA

ANEXO N° 15: PANEL FOTOGRAFICO