



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CÍVIL**

“Diseño del pavimento y su influencia de calidad de vida de la población, de la carretera del CC.PP Cambio Puente - AA.HH. Lacramarca baja, en Chimbote - Ancash - 2018”

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

**AUTOR**

GUERRERO RODRÍGUEZ, Irwin Germán

**ASESOR**

Mgr. FIGUEROA SALAZAR, Ricardo

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

**CHIMBOTE - PERÚ**

**2019**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) GUERRERO RODRÍGUEZ IRWIN GERMÁN cuyo título es: DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ..12...(número) Doce.....[letras].

Chimbote, viernes, 15 de febrero del 2019



.....  
DR. CERNA CHÁVEZ RIGOBERTO  
PRESIDENTE



.....  
Mgr. FIGUEROA SALAZAR RICARDO  
SECRETARIO



.....  
Mgr. ERIKA MAGALY MOZO CASTAÑEDA  
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme dado la vida,  
la fuerza y la perseverancia que  
me brinda cada día por lograr  
mis objetivos.

A mi Madre por su apoyo incondicional y  
compresión

A mi esposa por su permanente  
motivación para seguir creciendo  
profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

Al asesor, maestro Mgtr. Ricardo Figueroa Salazar, y el maestro Dr. Rigoberto Cerna, por su apoyo constante para dar cumplimiento a la investigación.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Irwin Germán Guerrero Rodríguez, identificado con DNI N° 45794325, con la finalidad de cumplir con las disposiciones vigentes establecidas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, de la Facultad De Ingeniería, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces. De igual forma declaro bajo juramento que los datos e información que recoge la presente tesis son originales. Por lo señalado, asumo la responsabilidad correspondiente ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión en relación a los documentos como de la información adjuntada, sometiéndome a las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Nuevo Chimbote, 22 de diciembre del 2018



Irwin Germán Guerrero Rodríguez  
DNI N° 45794325

## **PRESENTACIÓN**

Presento ante ustedes la Tesis titulada “Diseño del Pavimento y su Influencia de Calidad de Vida de La Población, de la Carretera del CC.PP Cambio Puente - AA.HH. Lacramarca baja, en Chimbote - Ancash - 2018”, con la finalidad de mejorar la accesibilidad en la comunicación terrestre a los poblados de Cambio puente y Asentamiento humano Lacramarca baja, utilizando las normas vigentes, relacionadas al diseño para el mejoramiento, emanadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requerimientos de aprobación.

Irwin Germán Guerrero Rodríguez

# INDICE

Página del Jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad.....	v
Presentacion.....	vi
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.    Realidad problemática.....	1
1.2.    Trabajos previos.....	3
1.3.    Teorías relacionadas con el tema.....	10
1.4.    Formulación del problema.....	16
1.5.    Justificación del estudio.....	17
1.6.    Hipótesis.....	17
1.7.    Objetivos.....	17
II. MÉTODO.....	18
2.1.    Diseño de investigación.....	18
2.2.    Variables, Operacionalización.....	18
2.3.    Población y muestra.....	19
2.4.    Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad.....	19
2.5.    Métodos de análisis de datos.....	19
2.6.    Aspectos éticos.....	21
III. RESULTADOS .....	19
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES.....	55
VI. RECOMENDACIONES.....	56
VII. REFERENCIAS.....	57
ANEXOS 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11.....	60

## TABLAS

Tabla N°01 : Operacionalización de variables	20
Tabla N°02 : Puntos de Referencia de la carretera	21
Tabla N°03 : Resultados del Levantamiento Topográfico	22
Tabla N°04: Numero de Calicatas para Exploración de Suelos	23
Tabla N°05: Número de CBR para Exploración de Suelos	23
Tabla N°06: Número de Calicatas y su Ubicación	23
Tabla N°07: Características Físicas de la Sub-Rasante	24
Tabla N°08: Análisis Granulométrico por tamizado	24
Tabla N°09: Características Mecánicas de la Sub-Rasante	25
Tabla N°10: Características Estudio del suelo de la Cantera	26
Tabla N° 11: Estaciones de conteo de vehículos	28
Tabla N°12: Resultados de conteo en estación	28
Tabla N°13: Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el cálculo de Repeticiones de EE	30
Tabla N°14: Factores de Distrib. Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el Carril	31
Tabla N°15: Computo del Factor de Vehículos Pesados según ejemplo Guía AASHTO - 93	32
Tabla N°16: Ejm de Factores de Equiv.por Eje y Factor Veh Camión T3S3. Pavimentos Flex.	32
Tabla N°17: Factor de Ajuste por Presión de Neumático (Fp) Para Ejes Equivalentes (EE)	33
Tabla N°18: Módulo de Resiliencia ,MR(Psi)	35
Tabla N°19: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño	35
Tabla N°20: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)	37
Tabla N°21: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico	38
Tabla N°22: Índice de Serviciabilidad Final (PT) Según Rango de Tráfico	39
Tabla N°23: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai	40
Tabla N°24: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje en Pavimentos Flexibles.	42
Tabla N°25: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular	42
Tabla N°26 : Análisis del Valor Neto Social en la población	47
Tabla N°27 : Diseño de pavimento y calidad de vida de la población	48
Tabla N°28: Frecuencias de las dimensiones de la calidad de vida de la población	48
Tabla N°29: Calidad de vida de la población del CC.PP cambio puente – AA.HH.. Llacamarca baja	50
Tabla N°30: Prueba Estadística Chi Cuadrado	51
Figura N°01: Catálogo de estructuras de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente.	43
Grafico N°1 Relación de VAN VS Variación de rendimiento de cultivos	47
Grafico N°2 Relación de VAN VS Variación del producto	48
Grafico N°3 : Calidad de vida de la población del CC.PP. cambio puente – AA.HH. Llacamarca b.	51



## RESUMEN

Realizar el “Diseño del Pavimento y su Influencia de Calidad de Vida de La Población, de la Carretera del CC.PP Cambio Puente - AA.HH. Lacramarca baja, en Chimbote - Ancash - 2018”, con la finalidad de mejorar la accesibilidad en la comunicación terrestre a los poblados de Cambio puente y asentamiento humano Lacramarca baja, utilizando las normas vigentes, relacionadas al diseño para el mejoramiento, emanadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para el estudio de mecánica de suelos se hicieron 13 calicatas a lo largo de toda la carretera, también se realizó el estudio de cantera.

También se realizó el estudio de la calidad de vida en la población, con la finalidad de garantizar plena satisfacción en la economía, socio cultural y en la salud.

Los análisis se realizaron por medio de programas como el AutoCAD, Excel, AutoCAD Civil 3D, SPSS.

**Palabras Clave:** Pavimento, carreteras, calidad de vida, suelos, trafico, topografía, encuestas.

## **ABSTRACT**

Carry out the "Design of the Pavement and its Influence of Life Quality of the Population, of the Highway of the CC.PP Cambio Puente - AA.HH. Lacramarca baja, in Chimbote - Ancash - 2018 ", with the purpose of improving the accessibility in terrestrial communication to the towns of Cambio puente and asentamiento human Lacramarca baja, using the current norms, related to the design for improvement, emanated by the Ministry of Transport and Communications.

For the study of soil mechanics, 13 pits were made along the entire road, and the quarry study was also carried out.

The study of the quality of life in the population was also carried out, in order to guarantee full satisfaction in the economy, socio-cultural and health.

The analyzes were carried out through programs such as AutoCAD, Excel, AutoCAD Civil 3D, SPSS.

Keywords: Pavement, roads, quality of life, soil, traffic, topography, surveys.

## **I- INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática:**

Desde hace décadas entre el CC.PP Cambio puente hasta AAHH Lacramarca baja, tiene un camino de herradura que no cuenta con un ancho suficiente (2.5m), ni con un diseño técnico adecuado; teniendo una topografía accidentada, dificultad el traslado de transporte.

La mayor limitación son las temporadas de lluvias, ya que el camino tiene una pendiente 3° y sumado al lodo, hacen que sea casi intransitable. Así mismo, ha ocasionado que los pobladores, principalmente del AAHH Lacramarca Baja, no puedan transportar sus productos directamente al mercado, afectando la economía de la población.

Frente a lo citado los problemas de transporte vehicular es escaso y costoso, la cual perjudica a los pobladores en la economía.

### **1.2. Trabajos Previos:**

#### **Ámbito internacional:**

**Gaspar R. (2010)**, en su estudio propuso el diseño de pavimentos de la carretera hacia la aldea el Guayabal, Municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa; empleando una metodología aplicada, llegando a concluir que el pavimento rígido, desde un enfoque técnico, tiene una conservación mínima en el tiempo que fue diseñado, en semejanza con el pavimento dúctil, se va a requerir un cuidado continuo para evitar el desgaste del mismo.

### **Ámbito nacional:**

**Escobar L, Huincho J. (2017)**, en su investigación propuso determinar la influencia de los parámetros pavimento debido al mal estado de la carretera Santa Rosa-Sachapite, Huancavelica -2017; empleando la metodología aplicada, llegando a concluir que el CBR predomina directamente, ya que diseñar en cimiento flexible se halló un CBR de 7.2% respectivamente realizados en el 2006 y del 2017, siendo el mismo suelo, se propone laborar con el mismo CBR de la subrasante, en el supuesto, que fuera menor se elegiría por afianzamientos y otro procedimientos.

### **Ámbito local:**

**Lozano D. (2015)**, en su investigación concluyo que la estructura del pavimento flexible tendrá un espesor total de 16 pulgadas, constituida por una capa de concreto asfáltico de 4 pulgadas, capa de base de agregados no tratados de 6 pulgadas y una capa de subbase de agregados no tratados de 6 pulgadas, para la H.U.P. Villa Victoria, aplicando el método del Instituto del Asfalto.

## **1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1. DEFINICION**

#### **Alineamiento**

Recta trazada y evaluado entre dos puntos permanentes encima de la zona del terreno, que se realizan por medio de jalones y estacas.

#### **Perfil longitudinal**

Trayecto con directriz de cotas y separación que define las pendientes (Manual Glosario, 2008, p.39).

### **Sección transversal**

“Visualización representativa de un sector de la vía de manera transversal al eje y a separaciones detalladas” (Manual Carretera Glosario, 2008, p.46)

### **Derecho de vía**

Borde del terreno contienen elementos y constituyen la infraestructura de las carreteras, autopistas y puentes, y puede alojar obras e instalaciones complementarias, así como líneas eléctricas, que son de importancia económica y social. (Manual Carretera Glosario, 2008, p.17)

### **Señalización vial**

“Sirve para evitar e informar a las personas y regular el tránsito, para así prevenir seguridad de las personas” (Manual Carretera Glosario, 2008, p.46)

## **1.3.2. DISEÑO DE PAVIMENTOS**

### **1.3.2.1. PAVIMENTO**

“Son capas elaboradas con la subrasante de un tramo para soportar y derivar cargas realizadas por los vehículos, mejorar con el tránsito y la seguridad de ella (Manual de carretera, 2014, p.21).

### **1.3.2.2. CLASIFICACION DE LOS PAVIMENTOS EMPLEADOS**

#### **a) Pavimentos flexibles**

Son capas de bituminosa soportadas naturalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. Se puede utilizar estas capas de acuerdo a la exigencia del proyecto” (Montejo, 2002, p.2)

#### **b) Pavimentos semi- rígidos**

“Cabe resaltar que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser: asfalto, emulsión, cemento,

cal y químicos. Los aditivos sirven para corregir las propiedades mecánicas (Montejo, 2002).

**c) Pavimentos rígidos**

“Se identifica como una plancha de concreto hidráulico, por encima de la subrasante de material indicado, se conoce como subbase del pavimento rígido”.

**d) Pavimentos articulados**

“Capa de rodadura fabricados de bloques concreto. Podría ir en una capa delgada de arena la cual, luego se coloca sobre una capa de base granular o sobre la subrasante, necesitando: clase, dimensión y frecuencia de las cargas que circulan dicho pavimento” (Montejo, 2002).

**1.3.2.3. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO**

**a) Plataforma**

“Por lo general, se entiende por plataforma la capa que se encuentra 30 cm arriba del terraplén. Es indispensable disponer de una buena capa de soporte para que el cuerpo de calzada se pueda construir y conservar en el tiempo, sin deformarse.

En las zonas húmedas se implementará un medio de drenaje por el cual va a permitir la aireación y secado de la capa” (Reyes, 2003.p.30).

**b) Capa Subrasante**

“Es la superficie de cimiento del pavimento. Que sería, el suelo natural correspondientemente recortado y compactado o puede ser, debido al requerimiento del diseño dado, cuando el suelo natural es imperfecto, y el material que se escoge para relleno debe ser de calidad, el material tendrá que respetar las normas de calidad” (Salazar, 1997, p.6).

**c) Capa Sub- base**

“Es una capa de componentes pétreos, de óptima graduación: construida sobre la subrasante. Está obligado a cumplir con los requisitos de compactación y de calidad así como la capa subrasante” (Salazar, 1997, p.6).

**d) Capa Base**

“Se usa básicamente en los pavimentos flexibles. Se compone de materiales pétreos con óptima repartición granulométrica. Esta capa permite disminuir el alto de la carpeta, y los esfuerzos cortantes que se transmiten hacia las capas inferiores.

Además, tiene como función drenar el agua atrapada acumulado en el pavimento” (Salazar, 1997, p.6).

**e) Capas de imprimación y de liga**

“Esta operación solo afecta a un pequeño espesor a 1 a 2cm de la capa que se trata con el fin de impermeabilizar su superficie. La imprimación asegura también una mejor adherencia entre una capa no tratada con ligantes bituminosos y una capa bituminosa.

Se impregna generalmente una capa de base, pero también se puede impregnar una plataforma o cualquier capa que desee proteger de la intemperie” (Reyes, 2003, p.50).

**f) Carpeta**

“Está compuesta por materiales resistentes para minimizar los esfuerzos hacia las terracerías. Los materiales normalmente son de concreto asfálticos o hidráulicos, en sus diferentes opciones. Es donde circulan los vehículos” (Salazar, 1997, p.6).

**g) Tipos particulares de revestimientos**

“Estos concretos asfálticos con fórmula discontinua se presenta en pequeño espesor (3cm para el 0/10y 4cm para el 0/14). Las fracciones 2/6 para 0/10 y el 6/10 o 4/10 para el 0/14, se eliminan” (Reyes, 2003, p.57).

**h) Concreto asfálticos clavados**

“En las regiones pobre en materiales duros y sobre todo cuando los materiales son de alto pulimento, se extenderá una capa de concreto asfáltico con 5 a 6 kg/m<sup>3</sup> de agregados duros 10/14” (Reyes, 2003, p.58).

**1.3.2.4. MATERIALES PARA PAVIMENTO**

“Deberán acatar según lo indicado en las E.T. para la Construcción del MTC (Vigentes), sin embargo, cuando haya sido evaluado el estudio del proyecto o que se pueda añadir, integrar o remplazar a las especificaciones generales, el ingeniero responsable de suelos, podrá aplicar en la ejecución” (Manual de carretera, 2014, pp.113-116).

**1.3.2.5. CLIMA**

“Se debe tener en cuenta dos causas; en que puede influir en el diseño y en el comportamiento de la carretera: la temperatura y lluvias” (Manual de carretera, 2014, p.77).

**1.3.2.6. DEFINICIONES SUELOS**

**Suelo y Roca:**

Agregados naturales de granos minerales unidos por grandes fuerzas de cohesión, con o sin componentes orgánicos (Montejo, 2002, p.39).



**Granulometría:**

Distribución de un agregado en partículas de distintos tamaños (Manual Carretera Glosario, 2008, p.26)

**Límites de consistencia:**

Su uso caracteriza la conducta de los suelos finos, a pesar que su conducta varia por un tiempo prolongado.

**Contenido de humedad:**

Cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno. (Manual Carretera Glosario, 2008, p.14)

**CBR (Relación de Rodamiento California):**

Es medida por el impacto de una fuerza dentro de una masa de suelo, el valor relativo de soporte de un suelo (Manual Carretera Glosario, 2008, p.12)

**Módulo de Resiliencia (MR):**

“Esfuerzo reiterativo axial de desviación de magnitud, frecuencias fijas y duracion, usando un modelo correctamente elaborado y entrenado” (Manual Carretera Glosario, 2008, p.34)

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

**Densidad:**

Relación entre la masa y el volumen de una sustancia (Manual Carretera Glosario, 2008, p.17).

### 1.3.2.7. CLASIFICACIONES DE SUELOS MÁS USUALES EN CARRETERA:

#### METODO DE DISEÑO:

“Metodología de diseño AASHTO 93 se considera que la cimentación nueva de pavimento comienza aportar un alto nivel de servicio y a la vez esta fórmula permite calcular el espesor” (Manual de carretera, 2014, pp. 224-225).

#### ▪ EXPLORACIÓN DE SUELOS Y ROCAS

**Cuadro 1: N° de Calicatas para Inspección de Suelos**

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

▪ **REGISTRO DE EXCAVACIÓN**

**Cuadro 2: N° de Ensayos M<sub>R</sub> y CBR**

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

▪ **DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS**









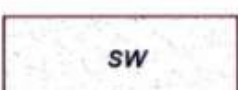

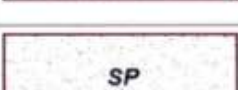



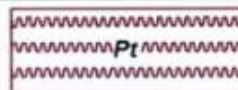
**Cuadro 3:**

**Signos Convencionales para perfil de Calicatas –Clasificación**

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

**Cuadro 4:**

**Signos Convencionales para perfil de Calicatas – Clasificación SUCS**

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

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos

- **GRANULOMETRÍA**

**Cuadro 5: Distribucion de suelos según tamaño de partículas**

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

- **PLASTICIDAD**

**Cuadro 6: Distribución de suelos según Índice de Plasticidad**

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

- **EQUIVALENTE DE ARENA**

**Cuadro 7: Distribución de suelos según Equivalente de Arena**

Equivalente de Arena	Característica
si EA > 40	el suelo no es plástico, es arena
Si 40 > EA > 20	el suelo es poco plástico y no heladizo
si EA < 20	el suelo es plástico y arcilloso



- **ÍNDICE DE GRUPO**

**Cuadro 8: Distribución de suelos según Índice de Grupo**

Índice de Grupo	Suelo de Sub rasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

- **CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

**Cuadro 9: Correlación de Tipos de suelos AASHTO - SUCS**

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM –D-2487
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	OH, MH, CH

**Cuadro 10:**

**Clasificación de suelos basada en AASHTO M145 – ASTM D 3282**

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Clasificación de Grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	mín. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 <sup>M</sup>	máx. 11 <sup>M</sup>
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Escente a bueno						Regular a insuficiente					

**Cuadro 11: Clasificación de Sub rasante**

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

▪ **CORTE Y TERRAPLONES**

**Cuadro 12: Talud de corte**

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Roca Fija	10 : 1	10 : 1 (*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	4:1 - 2 : 1 (*)	(**)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 2	(*)	(**)

**Cuadro 13: Talud de relleno**

Materiales	Talud ( V : H )		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V > 10m
Enrocado	1 : 1	(*)	(**)
Suelos diversos compactados (mayoría de suelos)	1 : 1.5	(*)	(**)
Arenas Limpias	1 : 2	(*)	(**)

### **1.3.2.8. TRÁFICO**

#### **1.3.2.8.1. CONOCIMIENTO DE LA DEMANDA PARA ESTUDIOS**

“Es un conocimiento primordial que debe comprendido con exactitud, para diseñar y planificar con facilidad (Manual de carretera, 2014, p.62).

#### **1.3.2.8.2. FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL**

“Tiene como concordancia, número de vehículos pesados que transitan en una dirección, es tomado en cuenta la media del total de transito circulante en ambas direcciones, en algunas veces no coinciden, la que mejor se requiere el conteo del tráfico” (Manual de carretera, p.63).

#### **1.3.2.8.3. CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCION**

Utiliza la fórmula: vehículo pasajero y vehículos de carga por separado:

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

En la que:

T<sub>n</sub>: Transito proyectado al año “n” en veh/día

T<sub>o</sub> = Transito actual (año base o) en Veh/día

n=Número de años del periodo de diseño

r= Tasa anual de crecimiento del tránsito.

### **1.3.3. CALIDAD DE VIDA**

#### **Economía:**

El proyecto de investigación fomentara varias ofertas de trabajo para los habitantes de la población. Y el bienestar del desarrollo económico en la población.



**Socio Cultural:**

Mejorar en la interacción de la sociedad y compartan su cultura, costumbres y estilo de vida.

**Salud:**

Mejorar en la salud disminuyendo los indicadores de enfermedades respiratorias y dermatológicas.

**1.4 Formulación del problema**

¿Cómo influye el diseño del pavimento entre Centro Poblado Cambio Puente – AA. HH Lacramarca Baja, en la calidad de vida de los pobladores?

**1.5. Justificación del estudio**

Permitirá realizar el diseño de una carretera que facilite una interconexión vial adecuada, permanente a los caseríos del Centro Poblado Cambio puente hasta AA. HH Lacramarca Baja, Provincia de Santa, Región Ancash. Dicha carretera, es muy necesaria, de esta manera lograra impulsar el desarrollo social y agrícola de los Caseríos a ejecutar, para potencializar el nivel de la calidad de vida de la población. Finalmente permitirá mejorar acceso a los caseríos y al Distrito de Chimbote.

**1.6. Hipótesis**

El diseño del Pavimento del Centro Poblado Cambio Puente- Asentamiento Humano Lacramarca Baja en Chimbote- Ancash; influirá mejorando la calidad de vida de la población.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo general

Determinar la influencia del diseño del pavimento de la carretera Centro Poblado Cambio puente-Asentamiento Humano Lacramarca baja, en la calidad de vida de la población; Chimbote - Ancash.

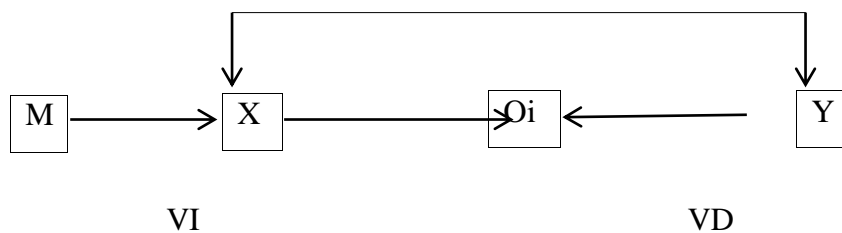
### 1.7.2. Objetivos específicos

- Evaluar resultados de levantamiento topográfico.
- Establecer valores resultantes del estudio de mecánica de suelos.
- Determinar Índice Medio Diario Anual, como base para el diseño del pavimento flexible de la carretera Centro Poblado Cambio puente-Asentamiento Humano Lacramarca baja.
- Determinar la calidad de vida de la población.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

Utilizo el método Correlacional. A continuación: el grafico del diseño:



Donde:

- M = Lugar de ejecución
- O<sub>i</sub> = Es resultado obtenido del proyecto.
- X = Variable Independiente
- Y = Variable Dependiente

## 2.2. Variables, operacionalización:

### 2.2.1. Variable

Variable Independiente: Diseño del Pavimento

Variable Dependiente: Calidad de vida.

### 2.2.2. Operacionalización

**Tabla N°1: Operacionalización de variables**

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Diseño del Pavimento	El diseño de la carretera es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera en el terreno. Para realizar este diseño se tendrá en cuenta las siguientes condiciones: Estudio de Suelo, Estudio de Impacto Ambiental, Diseño geométrico del camino, levantamiento topográfico, Estudio hidrológico y obras arte.	Operacionalmente el diseño vial, se hará en base a establecer las características del trazado vial, de acuerdo a las normas vigentes, lo cual se aplicará las condiciones de la topografía del terreno y según los resultados de los ensayos del estudio de mecánica de suelos; tal que el trazado de la carretera sea favorable con el Medio ambiente.	Levantamiento Topográfico de la Zona	Trazo Longitudinal	Ordinal (Km)
				Perfiles Longitudinales	Intervalo (Km)
				Vista en planta y secciones	Intervalo (Km)
			Capacidad cortante del suelo	CBR	Intervalo (%)
			Índice tráfico	Números de Vehículos	Nominal
				Ejes	
Tipo de Vehículos					

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Calidad de vida	Calidad de vida tiene como se enfoca en la sociedad, teniendo como aspecto físico y mental, siendo complejo en la sociología, ciencias políticas, estudios del desarrollo, etc	Metodología que organizaciones privadas, públicas y sociales implementan para garantizar la plena satisfacción	Económica	Nivel de renta	Casa Propia, casa alquilada
				Empleabilidad	Oferta y demanda de trabajo.
			Socio Cultural	Nivel de educación	Primaria, Secundaria Instituto Superior, Estudios Superiores
				Grado de urbanización	Alto, Medio o Bajo
			Salud	Enfermedades Respiratorias	Niños, adolescentes, jóvenes, adulto mayor.
				Enfermedades dermatológicas	Niños, adolescentes, jóvenes, adulto mayor.

### 2.3. Población y muestra:

- Tramo del Centro Poblado Cambio puente-Asentamiento Humano Lacramarca baja (3 km).
- Los Habitantes del AA.HH. Lacramarca Baja.
- Unidad de muestra: #3 calicatas ASTM D-420.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación: Guía Observación

Encuesta: Cuestionario aplicado a Población.

### 2.5. Métodos de análisis de datos

Uso de gráficos, tablas y programas estadísticos y especializados para la ingeniería; Así como: Excel, AutoCAD, AutoCAD Civil 3D 2017, SPSS.

### 2.6. Aspectos éticos

El proyecto tendrá en consideración:

**Principio de Veracidad:** Se obtendrán datos reales diferentes de propiedad intelectual.

**Respecto Medio Ambiente:** el proyecto de investigación se compromete en minimizar y eliminar los agentes físicos, químicos o biológicos para salvaguardar la salud y seguridad de los seres vivo.

**Ética:** Ser Auténtico y respetar información de diferentes autores y demás material bibliográfico consultado

**Responsabilidad Social:** El proyecto de investigación contribuirá al ambiente con calidad y desarrollo económico (Brindando ofertas de trabajo en la población).

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**

##### **3.1.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA**

La carretera será considerada como corte arena mal graduada, con el fin de reducir los costos de movimientos de tierras, ya que los cortes no son muy considerables y estos ya están estabilizados para las zonas de ensanche.

##### **3.1.2. UBICACIÓN DEL PUNTO INICIAL, FINAL**

De acuerdo a la vía existente:

###### **Punto Inicial**

En esta fase se obtuvo coordenadas UTM: ESTE 769 111.98', NORTE 900 4784,65 en el centro poblado Cambio puente.

###### **Punto final**

Definida en el eje del km.3.000 en este punto se obtuvo como coordenadas UTM: ESTE 770 866.45', NORTE 900 6614,24 en Asentamiento Lacramarca baja.

##### **3.1.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Se ejecutó con una estación total y dos prismas, haciendo uso del GPS para la ubicación pertinente.

##### **3.1.4. POLIGONAL ABIERTA**

A través del uso del GPS y la Estación Total, se cogieron puntos conocidos y un punto fijo, para realizar la georreferenciación del trazo.

### 3.1.5. SECCIONAMIENTO

Se seccionó con el estacado del eje de la vía, en el cual se obtuvo el volumen del movimiento de tierras y de zonas de relleno.

### 3.1.6. TRABAJO DE GABINETE

Los datos obtenidos se trasladaron de la estación total al software AutoCAD Civil 3D, y fueron procesados según las normas (Anexo 5).

El mejoramiento del diseño geométrico horizontal y vertical y las secciones transversales, de acuerdo con los manuales del MTC, se realizó a través de plano a curvas de nivel.

**Tabla N°02: Puntos de Referencia de la carretera**

Puntos	TRAMO Km	Puntos	TRAMO Km
0 1	13.42	22 23	32.44
1 2	14.44	23 24	37.435
2 3	7.02	24 25	25.565
3 4	11.15	25 26	39.18
4 5	31.83	26 27	10.12
5 6	48.425	27 28	116.67
6 7	19.28	28 29	41.97
7 8	64.825	29 30	19.94
8 9	72.175	30 31	7.49
9 10	22.985	31 32	89.37
10 11	27.535	32 33	61.33
11 12	16.09	33 34	208.815
12 13	18.84	34 35	296.395
13 14	5.57	35 36	288.57
14 15	4.855	36 37	31.485
15 16	6.525	37 38	176.4
16 17	40.585	38 39	307.21
17 18	20.27	39 40	166.075
18 19	101.785	40 41	34.775
19 20	14.8	41 42	73.99
20 21	30.08	42 43	253.65
21 22	66.165		

**Tabla 3: Resultados del Levantamiento Topográfico**

CURVAS	ZONA	ESTE	NORTE	m.s.n.m.	Angulo i (°)	Angulo e (°)
1	17L	769111.98	9004784.65	88	180	0
2	17L	769157.85	9004822.61	89	147	33
3	17L	769208.01	9004875.69	90	163	17
4	17L	769216.44	9004877.18	91	167	13
5	17L	769225.12	9004872.36	91	172	8
6	17L	769231.57	9004861.44	92	170	10
7	17L	769248.96	9004845.09	92	166	14
8	17L	769322.69	9004836.77	93	167	13
9	17L	769336.39	9004843.61	93	166	14
10	17L	769345.07	9004860.30	94	156	24
11	17L	769348.12	9004890.63	94	171	9
12	17L	769350.95	9004909.49	95	167	13
13	17L	769361.25	9004935.83	95	167	13
14	17L	769425.69	9004995.86	96	165	15
15	17L	769478.89	9005071.05	96	166	14
16	17L	769478.78	9005221.70	97	154	26
17	17L	769521.51	9005350.22	97	156	24
18	17L	769565.01	9005395.02	97	160	20
19	17L	769603.43	9005427.63	98	168	12
20	17L	769618.94	9005500.94	98	163	17
21	17L	769700.10	9005665.99	99	142	38
22	17L	769736.17	9005776.97	100	150	30
23	17L	769844.11	9005870.56	102	146	34
24	17L	769889.21	9005896.48	103	169	11
25	17L	769913.49	9005931.24	104	171	9
26	17L	769958.87	9005929.45	105	172	8
27	17L	770060.77	9006056.24	106	170	10
28	17L	770178.90	9006029.01	107	167	13
29	17L	770200.16	9006043.89	108	171	9
30	17L	770262.06	9006161.2	109	176	4
31	17L	770343.55	9006219.29	110	175	5
32	17L	770399.47	9006222.95	112	169	11
33	17L	770432.05	9006305.22	113	141	39
34	17L	770455.07	9006413.33	114	163	17
35	17L	770490.96	9006447.83	115	167	13
36	17L	770522.84	9006500.70	116	170	10

37	17L	770566.13	9006585.55	117	161	19
38	17L	770591.91	9006613.85	118	140	40
39	17L	770643.31	9006736.88	119	156	24
40	17L	770694.28	9006799.42	120	154	26
41	17L	770722.54	9006685.28	121	152	28
42	17L	770748.95	9006657.6	121	157	23
43	17L	770866.45	9006614.24	122	146	34

Fuente: Elaboración Propia.

### Interpretación:

Realizando el levantamiento topográfico se identificó una pendiente de 0.65% la cual está dentro del rango de (0 a 2) % donde se denomina una topografía plana donde se le domina pendientes suaves ya que no es necesario el relleno.

## **3.2. ESFUERZO CORTANTE DEL SUELOS**

### **3.2.1 Metodología**

#### **3.2.1.1 Determinación del número de calicatas y ubicación**

Se ejecutaron mediante excavaciones de calicatas 1.00m x 1.00m, una profundidad de 1.50m, distanciadas a cada 0.250 km y ubicada en puntos estratégicos; de esta manera, dicho producto será representativo.

Número de Calicatas: Se deben utilizar por kilómetro, se ha determinado en base a lo establecido (Anexo N° 05)

Número de Calicatas: 3

Ubicación: 1 por cada Km

**Tabla 4: N° de Calicatas para Exploración de Suelos**

<b>TIPO DE CARRETERA</b>	<b>PROFUNDIDAD(m)</b>	<b>N° DE CALICATAS</b>
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA < 200 Veh/día, de una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo.	1.5 m concerniente al nivel de la subrasante del proyecto	1 Calicata x km



**Tabla 5: N° de CBR para Exploración de Suelos**

TIPO DE CARRETERA	N° MÍNIMO DE CALICATAS
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA < 200 Veh/día, de una calzada de dos carriles de 3,60 m de ancho como mínimo.	Cada 3 km se realizará un CBR

**Tabla 6: N° de Calicatas - Lugar**

CALICATAS	KILOMETRAJE (Km)	PROFUNDIDAD (m)
C-01	1 + 000	1.5
C-02	2 + 000	1.5
C-03	3 + 000	1.5

**Tabla 7: Características Físicas de la Sub-Rasante**

CALICAT A	TRAMO (Km)	CLASIFICACIÓN					
		SUCS	AASHTO	LL	IP	% Hu	Espesor
C-1	1 + 000	SP	A-3	N.P	N.P	9.54	1.5m
C-2	2 + 000	SP	A-3	N.P	N.P	2.13	1.5m
C-3	3 + 000	SP	A-3	N.P	N.P	1.24	1.5m

**Tabla 8: Análisis Granulométrico por tamizado**

CALICATA	TRAMO (Km)	CLASIFICACIÓN						
		Pasa N°4 (%)	Pasa N°200 (%)	D60 (mm)	D30 (mm)	D10 (mm)	Cu	Cc
C-1	1 + 000	94.5	4.8	0.23	0.156	0.109	2.1	0.987
C-2	2 + 000	96.2	4.7	0.23	0.156	0.108	2.1	0.987
C-3	3 + 000	95.2	3.1	0.23	0.157	0.111	2.0	0.983

### 3.2.1.2 Descripción de las Calicatas

#### Calicata N°1

**E-01/0.00 – 1.50 m:** Arena mal graduada de color beige clara en estado semi húmedo y de compacidad media, ausencia de plasticidad, con un 4.8 % que pasa la malla N<sup>a</sup> 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SP” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-3” y con un contenido de humedad de 9.54%.

#### Calicata N°2

**E-01/0.00 – 1.50 m:** Arena Mal graduada de color beige clara en estado semi húmedo y de compacidad media, ausencia de plasticidad, con un 4.7 % que pasa la malla N<sup>a</sup> 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SP” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-3” y con un contenido de humedad de 2.13%.

#### Calicata N°3

**E-01/0.00 – 1.50 m:** Arena Mal graduada de color beige clara en estado semi húmedo y de compacidad media, ausencia de plasticidad, con un 3.1 % que pasa la malla N<sup>a</sup> 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SP” y en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-3” y con un contenido de humedad de 1.24%

### 3.2.1.3 Resultados del estudio de suelo de la Sub rasante:

**Tabla 9: Características Mecánicas de Sub-Rasante**

CALICATA	TRAMO (Km)	CLASIFICACIÓN		COMPACTACIÓN		CBR	
		SUCS	AASHTO	MDS	COH	CBR 100%	CBR 95%
C-1	1 + 000	SP	A-3	1.782	9.6	22.62	12.24
C-3	3 + 000	SP	A-3	1.735	9.8	16.6	13.77

#### Interpretación:

Mediante el estudio del suelo de la sub rasante se identificó:

Un suelo de clasificación SUCS: SP (Arena mal graduada con grava en escasa cantidad de material fino).

Un suelo de clasificación AASTHO: A-3

Un CBR categorizado como sub rasante por estar dentro del rango ( $10 \geq \text{CBR} < 20$ ) (Anexo N°05).

### 3.2.2.1 ESTUDIO DE CANTERAS

#### 3.2.2.1.1 UBICACIÓN DE LA CANTERA

Se ubica en Cascajal, perteneciente al Distrito de Chimbote-Ancash, actualmente se puede acceder solo por un camino de herradura.

#### 3.2.2.1.2 Resultado del estudio del suelo de las canteras

**Tabla N°10 – Características Estudio del suelo de la Cantera**

ENSAYOS	UNIDAD	ESPECIFICACIÓN TECNICA	CONDICION
% que pasa la malla 200	30.12%		
Contenido óptimo de humedad	8.7		
Clasificación de Suelos			
Clasificación SUCS	SM-SC		
Clasificación AASHTO	A-2-4 (0)		
Límite Líquido	24.3	< 25 %	Aceptable
Índice Plástico	5.29	< 6 %	Aceptable
Equivalente de Arena	29	> 25 %	Aceptable
Ensayo de Abrasión en máquina de Ángeles	14.97	< 50 %	Aceptable
Máxima densidad Seca (Proctor)	2.162		
Capacidad de Soporte de California (0.1" %)	40.38	40 % Min para Sub Base de Carretera	Aceptable
	23.48		
Capacidad de Soporte de California (0.2" %)	66.3		
	48.6		
Sales Solubles Totales (%)	0.4	< 1%	Aceptable
Cloruros (PPM)	370	< 1000	Aceptable
Sulfatos (PPM)	277	< 2000	Aceptable
PH	8.18		

Fuente: Municipalidad Cascajal de área Proyecto

Las canteras evaluadas, la investigación cumplen con las especificaciones técnicas normativas como:

Cantera : Cascajal

Sub Base Granular : Cumple

Base Granular : Cumple

Interpretación:

Mediante el estudio realizado por la municipalidad de Cascajal se determina que la cantera ubicada en dicho lugar, cumple con la Subbase granular y base granular (Según Anexo N°05).

### **3.3. ESTUDIO DE TRÁFICO**

#### **3.3.1 GENERALIDADES**

La ejecución de la investigación beneficiará inicialmente al caserío Lacramarca baja y Centro poblado Cambio puente, ya que interconectará generando una ruta vial de la Provincia del Santa.

#### **3.3.2 METODOLOGIA**

##### **3.3.2.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Se obtuvo de las siguientes fuentes:

**a) Fuentes referenciales:**

Son datos referidos a la información del IMD y Factores de Corrección, existentes en la base de datos del MTC.

**b) Fuentes directas:**

Datos en campo, que se realizó en las dos estaciones de conteo vehiculares.

##### **3.3.3. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA**

Responde al trabajo realizado en gabinete. La información obtenida fue comparada con los datos de los proyectos similares realizados en los caseríos aledaños. Los datos se procesaron en el programa Excel, donde se registraron los conteos de vehículos por hora y día, por sentido (entrada y salida) y por tipo de vehículo.

### 3.3.3 UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTEO

#### a) Trafico

El estudio de tráfico son datos fundamentales que el ingeniero debe obtener para poder planificar y diseñar con existo un pavimento.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Para realizar el conteo de tráfico del presente proyecto, se identifica la estación de conteo, que servirán para la proyección del tráfico.

**Tabla N° 11: Estaciones de conteo de vehículos**

ESTACIÓN	UBICACIÓN	TRAMO	N° DIAS CONTEO	FECHA ESTUDIO	DÍAS
E1	CAMBIO PUENTE-LACRAMARCA	CP-LB	7 días	16/09/18 - 22/09/18	L-D

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 12: Resultados de conteo en estación**

DIA	SENTIDO	LIGEROS				BUS	CAM UNIT	CAM ACOP	IMD
		AUTOS	CMTA	CR	MICRO				
Lunes	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68
	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>
Martes	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68
	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>
Miércoles	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68
	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>
Jueves	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68
	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>
Viernes	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68

	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>
Sábado	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68
	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>
Domingo	SENTIDO: AA.HH. LACRAMARCA BAJA	8	7	11	10	16	7	9	68
	SENTIDO: PP.JJ. CAMBIO PUENTE	8	7	11	10	16	7	9	68
	<b>SENTIDO: AMBOS</b>	<b>16</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>136</b>

- **Índice Medio Diario Anual**

El índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial y también la clasificación por tipo de vehículos.

- **Índice Medio Diario Anual**

El índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial y también la clasificación por tipo de vehículos.

Donde:

El tránsito proyectado ( $T_n$ ) al año "n" (veh/día), tránsito actual ( $T_o = 152.32$ , considerado un 12% año base y el IMDA) del año base (veh/día), Tiempo de diseño en años ( $n=10$  años), la tasa anual de crecimiento del tránsito en porcentaje (i), entre el 2 % y 6%., la tasa anual de crecimiento (r): 0.03

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

$$T_n = 152.32 (1+0.03)^9$$

<b><math>T_n = 198.74</math> veh/día</b>
--

- **Factor de Crecimiento acumulado**

**Tabla N°13 – Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el cálculo de Número de Repeticiones de EE**

Periodo de Análisis (años)	Factor sin crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

En este proyecto se ha tenido en cuenta el tiempo diseño de 10 años y la tasa anual de crecimiento del tránsito de 3%, obtenemos el factor de crecimiento acumulado de 11.46.

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

Dónde:

r= tasa anual de crecimiento: 0.03

N= Periodo de años: 10 años

Reemplazando:

<b>Fca = 11.46 (Factor de crecimiento acumulado)</b>
--

- **Factor direccional y factor carril**

Corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico.

**Tabla N°14: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el tránsito en el Carril de Diseño**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separados central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Para este proyecto se consideró el número de calzada y el número del sentido(dirección) obtenemos un factor direccional de 0.50 y factor carril de 1.00.

Dónde:

<b>Fd= 0.50 (Factor direccional)</b>
--------------------------------------

<b>Fc= 1.00 (Factor de carril)</b>
------------------------------------

- **Factor de Vehículos Pesados**

Número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión).



**Tabla N°15: Computo del Factor de Vehículos Pesados según ejemplo  
Guía AASHTO - 93**

Rango de Cargos por Eje (Toneladas)	Cantidad de Ejes Pesados en Balanza para 165 Vehículos Pesados	Factor de equivalencia por Eje (EE por Eje)	EE (Ejes Equivalentes)
<b>Eje Simple</b>			
< 1.4	0	0.0002	0.00
1.4 – 3.2	1	0.005	0.01
3.2 – 3.6	6	0.032	0.19
3.6 – 5.4	144	0.087	12.53
5.4 – 7.3	16	0.360	5.76
7.3 – 13.6	1	5.389	5.39
<b>Eje Tandem</b>			
< 2.7	0	0.010	0.00
2.7 – 5.4	14	0.010	0.14
5.4 – 8.2	21	0.044	0.92
8.2 – 10.9	44	0.148	6.51
10.9 – 11.8	42	0.426	17.89
13.6 – 14.5	44	0.753	33.13
14.5 – 14.8	21	0.885	18.59
14.8 – 15.4	101	1.002	101.20
15.4 – 16.3	43	1.230	52.89
		Sumatoria EE	255.15

Total, de Ejes Equivalentes de 8.2 t para 165 Camiones Pesados en la Balanza = 255 Factor Promedio de Ejes Equivalentes por Vehículo  
(255/165) = 1.55

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

**Tabla N°16: Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión T3S3. Pavimentos Flexible o Pavimento semirrígido**

En este ejemplo, el peso total del Camión T3S3 es de 46tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn, el eje posterior tandem (E2+E3) 16 tn y el tridem (E4+E5+E6) 23 tn. Aplicando las ecuaciones del [cuadro 6.3](#) para pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor vehículo **camión T3S3 es igual a 3.758**

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos						Long. Máxima (m)	
T3S3							20.50	
	$EE_{E1} = (P/E1)^4$		$EE_{E2} = (P/15.1)^4$		$EE_{E3} = (P/21.8)^4$			
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8	7	8	8		
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16		23				
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem				
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble				
Peso	7	16		23				
Factor E.E.	1.265	1.261		1.232				3.758

Para este proyecto el Factor de Vehículo Pesado del tipo Seleccionado es de 3.758

Dónde:

$$F_{vpi} = 3.748 \text{ ( Factor de Vehículo Pesado i )}$$

**Tabla N°17: Factor de Ajuste por Presión de Neumático (Fp) Para Ejes Equivalentes (EE)**

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90 x [Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

**Nota:**

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

**Fuente:** Elaboración propia, en base a correlaciones con figura IV-4 EAL Adjustment Factor For Tire Pressures del Manula MS-1 del Instituto del Asfalto

Para este proyecto obtenemos un factor de presión de neumático de 1.00 de acuerdo al espesor de capa de rodadura y a la presión de contacto del neumático.

<b>F<sub>pi</sub> = 1.00 (Factor de presión de neumático)</b>
---

Para realizar el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalente de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se tomará en cuenta la siguiente expresión:

<b>Nrep de EE8.2tn = <math>\sum</math> [EEdia – carril] x Fca x 365</b>	
Dónde:Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2t</b>	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
<b>EEdia-carril</b>	<p>EEdia-carril = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado de tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:  <b>EEdia-carril = IMDpi x Fd x Fc x Fvpi x Fpi</b>  Dónde:  IMDp: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)  Fd: Factor Direccional  Fc: Factor Carril de diseño  Fvp: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.  Fp: Factor de Presión de neumáticos</p>
<b>Fca</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado
<b>365</b>	Número de días del año
<b><math>\Sigma</math></b>	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículos pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año

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

*Reemplazando:*

$$\mathbf{EEdia-carril = IMDpi \times Fd \times Fc \times Fvpi \times Fpi}$$

$$EEdia-carril = 15.5 \times 0.50 \times 1.00 \times 3.78 \times 1.00$$

<b>EEdia-carril = 29.3</b>
----------------------------

*Reemplazando:*

$$\mathbf{Nrep \ de \ EE \ 8.2t = 29.3 \times 11.46 \times 365}$$

<b>Nrep de EE 8.2t = 122 558</b>
----------------------------------

**b) Módulo de Resiliencia (Mr)**

Se desprende que la resistencia del terreno de fundación, CBR= 13.01 %.

**Tabla N°18 – Módulo de Resiliencia, MR (PSI)**

CALICATA	MODULO RESILIENCIA MR (100%)	MODULO RESILIENCIA MR (95%)
C1	18804.69	12693.20
C3	15426.24	13687.01

Este proyecto según la tabla obtenemos:

<b>MR= 13,195.37 PSI ( Modulo de Resiliencia)</b>
---

**c) Confiabilidad (%R)**

Es el comportamiento que tiene el pavimento durante el periodo en el que ha sido diseñado. En la siguiente tabla se detallan los parámetros estándares de tráfico.

**Tabla N°19: Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP0	75,000	150,000	65%
	TP1	150,001	300,000	70%
	TP2	300,001	500,000	75%
	TP3	500,001	750,000	80%
	TP4	750,001	1,000,000	80%
<b>Resto de Caminos</b>	TP5	1,000,001	1,500,000	85%
	TP6	1,500,001	3,000,000	85%
	TP7	3,000,001	5,000,000	85%
	TP8	5,000,001	7,500,000	90%
	TP9	7,500,001	10'000,000	90%
	TP10	10'000,001	12'500,000	90%
	TP11	12'500,001	15'000,000	90%
	TP12	15'000,001	20'000,000	95%
	TP13	20'000,001	25'000,000	95%
	TP14	25'000,001	30'000,000	95%
	TP15		>30'000,000	95%

Este proyecto obtenemos un nivel de confiabilidad **%R=65%** según el tipo de camino y el tráfico.

Dónde:

<b>%R= 65% (Nivel de confiabilidad)</b>
---

**d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ )**

Representa el valor de la confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal

**Tabla N°20: Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal ( $Z_r$ ) Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTANDAR NORMAL ( $Z_r$ )
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP0	75,000	150,000	-0.385
	TP1	150,001	300,000	-0.524
	TP2	300,001	500,000	-0.674
	TP3	500,001	750,000	-0.842
	TP4	750,001	1,000,00	-0.842
<b>Resto de Caminos</b>	TP5	1,000,001	1,500,000	-1.036
	TP6	1,500,001	3,000,000	-1.036
	TP7	3,000,001	5,000,000	-1.036
	TP8	5,000,001	7,500,000	-1.282
	TP9	7,500,001	10'000,000	-1.282
	TP10	10'000,001	12'500,000	-1.282
	TP11	12'500,001	15'000,000	-1.282
	TP12	15'000,001	20'000,000	-1.645
	TP13	20'000,001	25'000,000	-1.645
	TP14	25'000,001	30'000,000	-1.645
	TP15	>30'000,000		-1.645

Para este proyecto obtenemos una desviación estándar normal  $Z_r = -0.385$  de acuerdo al nivel de confiabilidad seleccionado y el rango de tráfico.

Dónde:

$Z_r = -0.385$ (Coeficiente Estad. de la desviación Estándar N.)
--

**e) Desviación estándar combinada ( $S_o$ )**

El pavimento en estudio corresponde a un pavimento flexible, por lo que asumimos un valor de la desviación estándar de:

$S_o = 0.45$ ( Desviación estándar combinada)
---

### Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario.

### f) Serviciabilidad Inicial (Pi)

Es la condición de una vía recientemente construida.

**Tabla N°21: Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi) Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	3.80
	TP2	300,001	500,000	3.80
	TP3	500,001	750,000	3.80
	TP4	750,001	1,000,00	3.80
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.00
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.00
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.00
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.00
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.00
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.00
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.00
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.20
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.20
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.20
	TP15	>30'000,000		4.20

Para este proyecto se obtiene un **Pi = 3.80**, según el rango de tráfico.

Dónde:

$$Pi = 3.80 \text{ (Índice de Serviciabilidad Inicial)}$$

### g) Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)

Es la condición de una vía, la cual ha sido rehabilitada o reconstruida.

**Tabla N°22: Índice de Serviciabilidad Final (Pt) Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
<b>Caminos de Bajo Volumen de Tránsito</b>	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
<b>Resto de Caminos</b>	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15	>30'000,000		3.00

Para este proyecto se obtiene un **Pt = 2.00**, según el rango de tráfico.

**Pt = 2.00 (Serviciabilidad Final o Terminal)**

#### **h) Variación de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)**

Es la diferencia entre la Serviciabilidad inicial y la final

$$\Delta\text{PSI} = P_i - P_t$$

$$\Delta\text{PSI} = 3.80 - 2.00 = 1.80$$

**$\Delta\text{PSI} = 1.80$  (Variación de Serviciabilidad)**

#### **i) Número Estructural Requerido (SNR)**

Se procede a vaciar los datos en la ecuación de diseño para obtener el número estructural, el cual da como resultado **SNR = 1.667**

**SNR = 1.667 (Número Estructural Requerido)**



### Selección de Espesores de Capa

Una vez determinado el número estructural de diseño, para una estructura de pavimento, es necesario identificar un grupo de espesores de capas del pavimento que cuando son combinados proporcionarán la capacidad de carga correspondiente al SE de diseño. La siguiente ecuación proporciona la base para convertir un SNR en espesores reales de superficie, base y sub-base:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Dónde:

a <sub>1</sub> ,a <sub>2</sub> ,a <sub>3</sub>	Coefficientes de capa respectivos de la superficie, base y sub base, respectivamente.
D <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub> ,D <sub>3</sub>	Espesores reales en centímetros de las capas de superficie, de base y sub base, respectivamente.
m <sub>1</sub> ,m <sub>2</sub>	Coefficiente de drenaje para las capas de base y sub base, respectivamente.

Los coeficientes estructurales de las capas de pavimento son las siguientes:

**Tabla N°23: Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento ai**

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a1(cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa(430,000 PSI) a 20°C (68 °F)	a1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión	a1	0.125 / cm	Capa superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Micropavimento 25mm	a1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Tratamiento Superficial Bicapa	a1	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE. No aplica en tramos con pendiente mayor a (%; y en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm	a1	(*)	
(*) no se considera por no tener aporte estructural			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80% compactada al 100% de la MDS	a2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 1'000,000 EE
Base Granular CBR 100% compactada al 100% de la MDS	a2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 1'000,000 EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a2a	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	a2a	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	a2a	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Subbase Granular CBR 40% compactada al 100% de la MDS	a3	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40% para todos los tipos de tráfico.

Dónde obtenemos los siguientes coeficientes según el componente cimentación:

$$a1 = 0.170 / \text{cm}$$

$$a2 = 0.052 / \text{cm}$$

$$a3 = 0.047 / \text{cm}$$

El siguiente cuadro contiene los datos de coeficientes de drenaje, para % del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

**Tabla N°24: Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_i$  Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles**

CALIDAD DEL DRENAJE	P=% DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCADO A LA SATURACIÓN			
	MENOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAYOR QUE 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	1.00 – 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

Donde obtenemos los siguientes coeficientes de drenaje:

$$m_1 = 1.00$$

$$m_2 = 1.00$$

De acuerdo a los cálculos realizados se ha obtenido la siguiente solución para satisfacer el número estructural requerido  $SNR = 1.667$  se proponen los siguientes espesores de acuerdo a los siguientes cuadros:

**Propuesta N°1:**

**Tabla N°25: Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular**

TIPO DE	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES		CAPA	BASE
CAMINOS		ACUMULADOS		SUPERFICIAL	GRANULAR
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp1	150,001	300,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en frío: 50mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 50mm	150 mm
	Tp2	300,001	500,000	TSB, o Lechada Asfáltica (Slurry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en frío: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 60mm	150 mm
	Tp3	500,001	750,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en frío: 60mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 70mm	150 mm
	Tp4	750,001	1,000,000	Micropavimento: 25mm Carpeta Asfáltica en frío: 70mm Carpeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm

El cuadro antes mencionado obtenemos valores para la capa superficial de **5 cm** y base granular de **15 cm**.

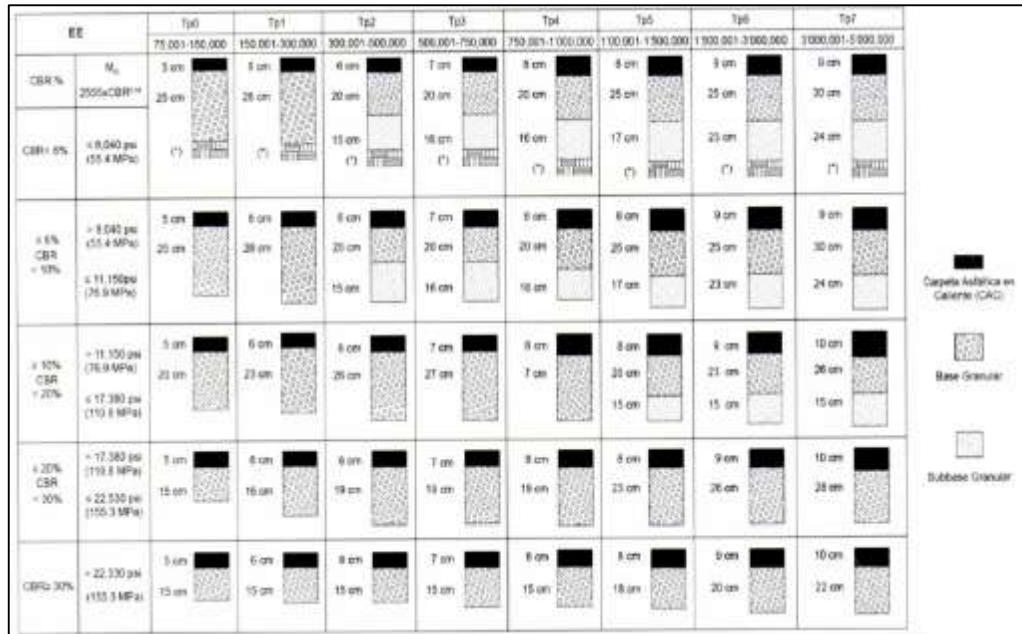
Reemplazando los coeficientes y los espesores propuestos, obtenemos un SN de:

$$SN = 0.170 * 5 + 0.052 * 15$$

$$SN = 1.63 < SNR = 1.667$$

**Propuesta N°2:**

**FIGURA N°01: Catálogo de estructuras de pavimento flexible con carpeta asfáltica en caliente. Periodo de diseño 10 años.**



El CBR = 13.01%, al Mr = 13,195.37 PSI y al tráfico, obtenemos una carpeta asfáltica de **5cm** y una base granular de **20cm**.

$$SN = 0.170 * 5 + 0.052 * 20$$

$$SN = 1.89 > SNR = 1.667$$

**SI**

**Resultados del estudio de tráfico:**

**NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO (SNR)**

ESAL	<b>1.20E+05</b>
CBR	<b>13.01 %</b>
MR Subrasante (Psi)	13195.36879
TIPO DE TRAFICO TP	TP0
NUMERO DE ETAPAS	<b>1</b>
NIVEL DE CONFIABILIDAD R (%)	65%

Coefficiente Estadístico De Desviación Estándar Normal (ZR)	- 0.385320466
Desviación Estándar Combinada (So)	<b>0.45</b>
Serviciabilidad Inicial (Pi)	3.8
Serviciabilidad Final o Terminal (PT)	2
Variación de Serviabilidad ( $\Delta$ PSI)	1.8

### ***ITERACIÓN MANUAL***

Numero Estructural Requerido (SNR)	<b>1.667</b>
N18 NOMINAL	5.079
N18 CALCULADO	5.079

### ***ITERACIÓN AUTOMÁTICO***

Numero Estructural Requerido (SNR)	1.667
N18 NOMINAL	5.079
N18 CALCULADO	5.079

### ***POR EL ABACO AASHTO***

Numero Estructural Requerido (SNR)	1.65
------------------------------------	------

## **Resultados de Diseño Pavimentos:**

### Espesores de Capas

	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>a3</b>
Componente	Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20	Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS
Observación	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de trafico	Capa de Base recomendada para Tráfico < 5000 000 EE	Capa de Sub Base recomendada para trafico < 15 000 000 EE
Precio	S/. 470	S/. 120	S/. 90.00

ai (Recomendado)	0.17	0.052	0.047
ai (Definido por usuario)	0.18	0.055	0.048
ai (Definido por usuario)	S/. 475	S/. 125	S/. 95.00

	<b>m1</b>	<b>m2</b>
	<i>I</i>	<i>I</i>
<b>D1</b>	<b>D2</b>	<b>D3</b>
5.0 cm	20.0 cm	0.0 cm

<b>SNR (Requerido)</b>	<i>1.667</i>	<i>Debe cumplir SNR (Resultado) &gt; SNR (Requerido)</i>
<b>SNR (Resultado)</b>	1.89	<b>Si Cumple</b>

	<b>Capa Superficial</b>	<b>Base</b>	<b>Subbase</b>	<b>Total</b>
<b>Precio</b>	S/.23.50	S/.24.00	S/.0.00	S/.47.50

Interpretación:

Para corroborar el número estructural requerido se tuvo que evaluar Analíticamente, Software validado por otro autor y el método AASHTO, se llega a obtener por los tres métodos una capa asfáltica de 5cm y una base granular de 20cm.

**Costo total del Diseño de pavimento flexible en caliente:**

Se realizó presupuesto del Diseño del pavimento flexible en caliente de la carretera del CC.PP. Cambio Puente hasta AA.HH. Lacramarca baja con el valor de S/. 2, 393, 140.87.

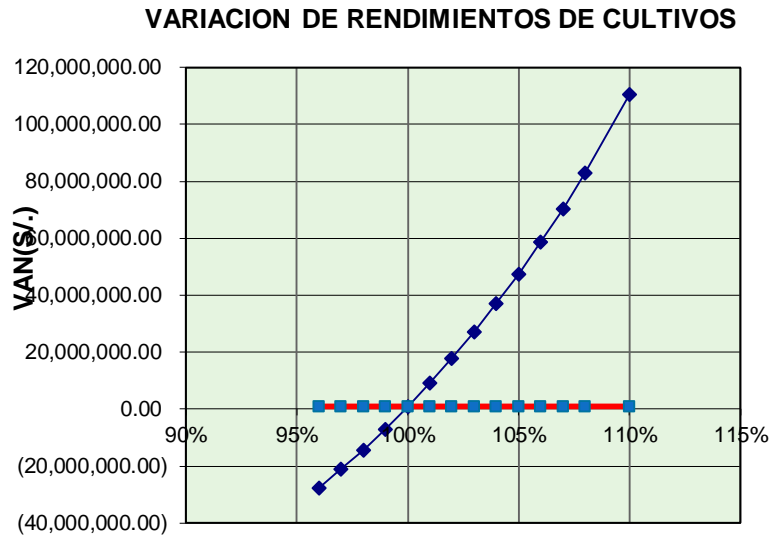
## Análisis Valor Actual Neto Social:

**Tabla N°26 :** Análisis del Valor Neto Social en la población

RENDIMIENTOS CULTIVOS		PRECIOS PRODUCTO		O&M		INVERSIÓN	
VARIACIÓN	VAN	VARIACIÓN	VAN	VARIACIÓN	VAN	VARIACIÓN	VAN
96%	-31,950,328.05	93%	-45,134,149.29	40%	1,546,264.31	40%	8,143,819.15
97%	-24,357,273.52	94%	-39,485,463.93	60%	1,504,554.69	60%	5,902,791.25
98%	-16,285,552.83	95%	-33,533,838.42	80%	1,462,845.07	80%	3,661,963.35
100%	-1,513,559.93	96%	-27,261,646.52	100%	1,421,135.45	100%	1,421,135.45
100%	1,421,135.45	97%	-20,650,269.28	120%	1,379,425.82	101%	1,309,094.05
105%	56,514,579.89	98%	-13,680,044.32	140%	1,337,716.20	102%	1,197,052.65
110%	131,545,109.09	99.63%	-1,513,559.93	160%	1,296,006.58	103%	1,085,011.26
115%	233,721,125.78	99.70%	-947,779.95	180%	1,254,296.95	104%	972,969.88
120%	372,668,600.59	100%	1,421,135.45	200%	1,212,587.33	105%	860,928.47
125%	561,147,947.20	105%	47,055,589.60	220%	1,170,877.71	106%	748,887.07
130%	815,951,587.15	110%	108,784,992.08	240%	1,129,168.08	107%	636,845.68
135%	1,159,019,470.64	115%	185,039,047.65	260%	1,087,458.46	108%	524,804.28
140%	1,618,815,824.64	120%	287,523,816.87	280%	1,045,748.84	109%	420,914.75
145%	2,232,017,110.80	125%	421,539,945.04	300%	1,004,039.22	126%	-2,393,140.87

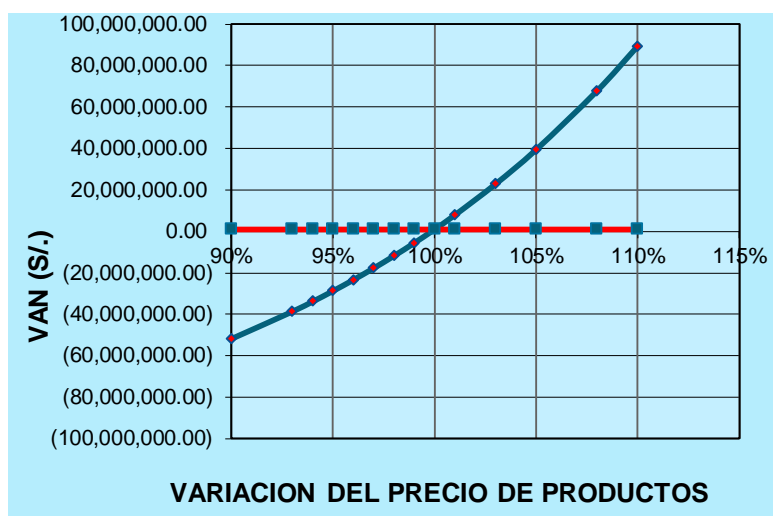
Fuente : Datos extraídos del INEI- 2017.

**Grafico N°01** Relación de VAN VS Variación de rendimiento de cultivos





## Grafico N°02 Relación de VAN VS VARIACIÓN DEL PRODUCTOS



### Interpretación:

La inversión para el diseño de pavimento flexible viene hacer beneficiario ya que el Valor Actual Neto Social es positivo.

## 3.4 ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA

### 3.4.1 GENERALIDADES

Este proyecto beneficiará al caserío AAHH Lacramarca baja y Centro poblado Cambio puente, se evaluara la influencia de la calidad vida al ejecutar el proyecto de pavimento.

### 3.4.2 METODOLOGIA

#### 3.4.2.1. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

**Tabla N°27 :** Diseño de pavimento y calidad de vida de la población del CC.PP. cambio puente – AA.HH.. Lacramarca baja

DISEÑO DE PAVIMENTO			CALIDAD DE VIDA		Total
			INADECUADO	ADECUADO	
P2	Muy poco	N	4	2	6
		%	16,0%	8,0%	24,0%
	siempre	N	1	18	19
		%	4,0%	72,0%	76,0%
Total		N	5	20	25
		%	20,0%	80,0%	100,0%

FUENTE: IBM SPSS Statistics V.23

#### DATOS OBTENIDOS:

$$x^2 = 7,251 \quad GL= 1 \quad P=0,001$$

**INTERPRETACION:** Existe relación entre la ejecución del Diseño de pavimentos y la calidad de vida de la población de la carretera del CC. PP cambio Puente – AA.HH. Lacramarca Baja, en Chimbote. Ancash-2018. (P<0,05)

#### SIGNIFICATIVO

**Tabla N°28:** Frecuencias de las dimensiones de la calidad de vida de la población del CC.PP. cambio puente – AA.HH. Lacramarca baja

DIMENSION ECONOMICA	N	%
• Principal actividad económica		
a) Agricultura	18	72 %
b) Ganadería	7	28 %
c) Comercio	0	0 %
• Tipo de construcción de vivienda		
a) Adobe	7	28 %
b) Tripley	16	64 %
c) Material noble	2	8 %
• Las vías terrestres y/o caminos para llegar a la comunidad, han mejorado		
a) No	25	100%
b) Muy poco	0	0 %
c) Si	0	0%
DIMENSION SOCIOCULTURAL		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado de instrucción               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Primaria</li> <li>b) Secundaria</li> <li>c) superior</li> </ul> </li> </ul>	22 3 0	88 % 12 % 0 %
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El camino de herradura en la comunidad CC.PP Cambio Puente y AA.HH. Lacramarca se ve afectado por las lluvias o fenómenos naturales               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Siempre</li> <li>b) A veces</li> <li>c) Nunca</li> </ul> </li> </ul>	25 0 0	100 % 0% 0%
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de transporte que utiliza               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) A pie/caballo/carreta</li> <li>b) Transporte particular</li> <li>c) Transporte publico</li> </ul> </li> </ul>	17 3 5	68% 12% 20%
<b>DIMENSION SALUD</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de acceso transporte ha generado problemas de salud               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Si</li> <li>b) No</li> <li>c) Nunca</li> </ul> </li> </ul>	17 3 5	68% 12% 20%
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a su centro de salud               <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Si</li> <li>b) No</li> <li>c) Nunca</li> </ul> </li> </ul>	25 0 0	100% 0% 0%

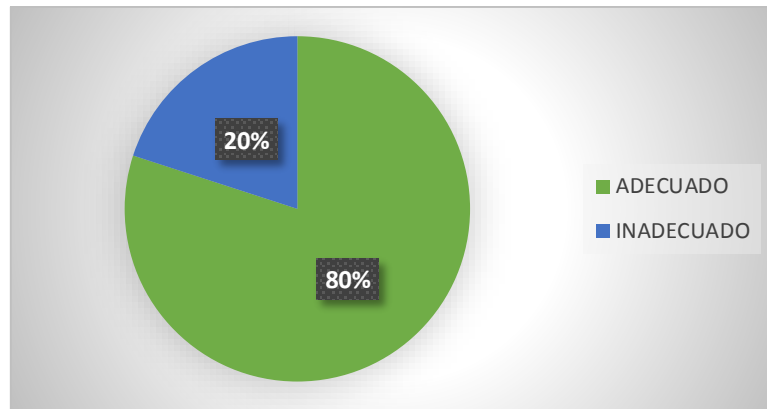
FUENTE: IBM SPSS Statistics V.23

**Tabla N°29 :** Calidad de vida de la población del CC.PP cambio puente – AA.HH.. Lacramarca baja

<b>CALIDAD DE VIDA</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
ADECUADO	20	80%
INADECUADO	5	20%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100 %</b>

FUENTE: IBM SPSS Statistics V.23

**Grafico N°03: CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DEL CC.PP CAMBIO PUENTE – AA.HH. LACRAMARCA BAJA**



FUENTE: IBM SPSS Statistics V.23

**Tabla N°30: Prueba Estadística Chi Cuadrado**

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10,746	1	,001
Corrección de continuidad	7,251	1	,007
Razón de verosimilitud	9,547	1	,002
Prueba exacta de Fisher			
Asociación lineal por lineal	10,316	1	,001

FUENTE: IBM SPSS Statistics V.23

#### IV. DISCUSIÓN

Se realizó el diseño de Pavimento del CC. PP Cambio puente hasta AA. HH Lacramarca baja teniendo como resultados:

##### **Levantamiento Topográfico:**

Obtuvimos que la tramo tiene un pendiente de 0.65%, siendo comparada al manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos – 2014”, nos permite decir que la topografía es pendiente suave.

### **Estudio de Suelos:**

- Se identificó que el tipo de carretera es considerada de bajo volumen de tránsito y será de una calzada de dos carriles de 3.6m de ancho mínimo.
- Se realizó 1 calicata x km con una profundidad de 1,5m.

#### **Calicata N°1:**

- Pasa N°4: 94.5 %, Pasa N°200: 4.8%, el D60: 0.23mm, D30: 0.156, D10: 0.109mm con Cu: 2.1, Cc: 0.987.
- La muestra del terreno con símbolo SP (Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino, en tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias,, se identificó que la clasificación AASHTO con el signo A-3. No presento Limite Liquido e Índice plástico la cual tiene como resultado 0.
- El contenido de humedad es de 9.54%.
- La relación Humedad y densidad compactada de la energía Proctor modificado tiene como:
- (Maxima Densidad Seca) MDS= 1.764 gr/cm<sup>3</sup> y (Contenido de Humedad Optima) COH: 9.6%.
- California Bearing Ratio CBR (95%) : 12.24 y CBR (100%) : 22.62

#### **Calicata N°2:**

- Pasa N°4 : 96.2 % , Pasa N°200: 4.7% , el D60: 0.23mm , D30: 0.156 , D10 : 0.108 mm con Cu: 2.1 , Cc: 0.987.
- La muestra del terreno con símbolo SP (Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino, en tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedia, se identificó que la clasificación AASHTO con el signo A-3. No presento Limite Liquido e Índice plástico la cual tiene como resultado 0.

- El contenido de humedad es de 2.13%.
- La relación Humedad y densidad compactada de la energía Proctor modificado tiene como:
- (Maxima Densidad Seca) MDS= 1.797 gr/cm<sup>3</sup> y (Contenido de Humedad Optima) COH: 9.5%.

Calicata N°3:

- Pasa N°4 : 95.2 % , Pasa N°200: 3.1% , el D60: 0.23mm , D30: 0.157 , D10 : 0.111 mm con Cu: 2.0 , Cc: 0.983.
- La muestra del terreno con símbolo SP ( Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino, en tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias, se identificó que la clasificación AASHTO con el signo A-3. No presento Limite Liquido e Índice plástico la cual tiene como resultado 0.
- El contenido de humedad es de 1.24%.
- La relación Humedad y densidad compactada de la energía Proctor modificado tiene como:
- (Máxima Densidad Seca) MDS= 1.735 gr/cm<sup>3</sup> y (Contenido de Humedad Optima) COH: 9.8%.
- California Bearing Ratio CBR (95%): 13.77 y CBR (100%): 16.77
- El producto obtenido del estudio de suelo por el municipio de la cantera cascajal arrojó Arena limosas, mezclas de arena y limo/ Arena arcillosas mezclas arena -arcilla (SM – SC) con una máxima densidad de 2.162 gr/cm<sup>3</sup>, así como humedad optima de 8.7% y con C.B.R al 95% se obtuvo 66.30%.
- Se usó el método AASHTO 93, teniendo en cuenta (Anexo N°05) también el Manuel de ensayo Laboratorio – 2016. Teniendo como objetivo hallar el diseño indicado para el proyecto.

- El estudio de **Escobar L y Huincho J.** concluyó que el CBR 7.2% sugiere trabajar con la subrasante siendo regular, si fuera menor se optaría por afianzamientos u otros métodos. Mientras tanto el estudio que realicé está dentro de los parámetros permisible con un CBR 13.01% siendo una subrasante buena (Anexo 5. cuadro 12.4 Categoría de la sub rasante)

### **Estudio de Trafico:**

- Una distancia la carretera 3km
- Índice Medio Diario (IMD): 153.68 veh/día
- Índice Medio Diario Anual (IMDa): 198.74 veh/día
- Para realizar los cálculos de Índice Medio Diario Anual se usó el método de conteo, Excel programado cumpliendo las especificaciones técnicas de acuerdo a la norma. Siendo comprobado con lo descrito en el Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos”.
- Se calculó el Numero de repeticiones de Ejes Equivalente de 8.2 tn,  $EE_{8.2t} = 121806.048$ , con un Módulo Resiliente  $MR = 13,195.37$  PSI, teniendo un CBR= 13.01, donde la propuesta N°2 se considera aceptable con una carpeta asfáltica en caliente de 5 cm, base granular de 20 cm y no se tendrá una sub base granular ya que el terreno es buena tal como está contemplado el (Anexo 5, en el cuadro 12.4 Categoría de la sub rasante).

### **Estudio Calidad de Vida:**

- Para determinar, influencia de la calidad de vida en la población, se aplicó cuestionario de preguntas para evaluar sus condiciones con términos sencillos.
  - La actividad económica dedicada en la población es la Agricultura (60%)
  - El tipo de vivienda en la comunidad es el 72% es de Adobe.
  - Tiene más de 20 años de existencia la comunidad.
  - El camino de herradura se ve afectada por las lluvias o fenómenos naturales.

- Los últimos 5 años los caminos no han mejorado para beneficio de la población.
  - El grado de Instrucción en la población tiene el 60% estudios primarios y el 40% estudios secundarios.
  - En la comunidad el transporte más utilizado es 44% A pie/Caballo/Carreta.
  - El camino de herradura ocasiona el 72% de enfermedades respiratorias-Alergias.
  - La falta de carretera asfáltica perjudica el 100% a la población en la evacuación del paciente a un centro de salud.
- Estos datos fueron extraídos del programa estadístico IMB SPSS versión 23, en la encuesta realizada en la población. Sirviendo de ayuda para la elaboración de los cálculos a determinar de manera precisa.
    - La economía mejorar en la comunidad porque no será impedimentos el transporte de sus productos a sus clientes.
    - Será más fácil transportar materiales para la construcción de viviendas.
    - El camino ya no será bloqueado por las lluvias.
    - Será más fácil el transporte de los enfermos y reducirá enfermedades asociados por el polvo.
    - Siendo comparado con el diseño ejecutado de pavimento de la AA.HH. Unión al CC.PP Cambio puente teniendo una distancia la carretera de 3km se demoraban alrededor de 1h, y si se encontraba afectadas por los fenómenos naturales se llevaban a demorar 2 a 3 hr. En la actualidad dicho camino se encuentra asfaltada y el tiempo que demora entre dichos lugares es de 20 min.



## V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que es una topografía plana, por tener un pendiente promedio 0.65% por estar dentro del rango de pendientes suaves menor (0.5 a 2 %) donde se determina no usar relleno para la carretera estudiada.
2. Se obtuvo un CBR= 12.24 y 13.77, de las calicatas C1 y C3 respectivamente, cumpliendo las especificaciones del manual, así mismo, se determina que la sub rasante es categorizada como sub base rasante buena por estar dentro del rango establecido ( $10 \geq \text{CBR} < 20$ ).
3. El IMDa es de 198.74 vehículos/ día, siendo una carretera de Bajo Volumen por ser menor que  $\leq 200$  vehículos/día y un Nrep de EE 8.2t = 121806.04. El diseño estructural del pavimento tiene características como, carpeta Asfáltica en caliente de 5 cm, Base Granular de 20 cm, Sub Base Granular es 0 cm. Ancho del pavimento con 7.2m.
4. Existe relación entre las dos variables, ya que la prueba estadística resulta ser significativa, es 0.001 ( $P < 0.05$ )

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Tener en consideración los parámetros de diseño.
- Se sugiere mantener la señalización en el diseño, para que garantice la seguridad al transitarla.
- Capacitar a las autoridades para la ejecución de proyectos de esta magnitud para el CC.PP. Cambio Puente hasta Lacramarca baja, para mejorar en la económica, socio cultural y en la salud.

## VII. REFERENCIAS

- CHOW, Vent , Maidment, David y mays Larry. Hidrologia Aplicada.1ra ed. Colombia: McGRAW-HILL, 1994. 584pp.  
ISBN 0-07-010810-2
- HITOSHI, Kume. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad, 1ra ed. Colombia:Versalles Ltda, 1992 .232pp.  
ISBN 958-046-719-6
- Manual de carreteras – Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos, hecho el depósito legal en la biblioteca Nacional del Perú. 1 era ed. Perú: Megabyte, 2014. 301pp.
- Manual de diseño Geométricos de carreteras, hecho el depósito legal en la biblioteca Nacional del Perú. 1 era ed. Perú: Megabyte, 2013. 284pp.
- Manual de Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, hecho el depósito legal en la biblioteca Nacional del Perú. 1 era ed. Perú: Megabyte, 2008. 56pp.
- MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. Segunda reimpresión de la 2da ed. Colombia: Universidad católica de Colombia, 2002. 733pp.  
ISBN: 958-96036-2-9
- REYES, Fredy. Diseño racional de pavimento. 1ra ed. Colombia: CEJA, 2003.586pp.  
ISBN 958-683-622-3
- RICO, Alfonso y DEL CASTILLO, Hermilo. "La ingeniería de suelos en las vías terrestres.1ra Ed. México: Limusa ,2005. 460pp.  
ISBN 968-18-0054-0

- SALAZAR, Aurelio. Guía para el Diseño y Construcción de Pavimentos Rígidos, 2da ed. México: D. F., 1998. 208pp.  
ISBN 968-464-194-5
  
- VIVAR Gemán. Diseño y Construcción de Pavimentos. Primera reimpresión de la 1ra ed. Peru: Universidad Nacional de Ingeniería de Lima-Perú, 1995. 250pp.

## **VIII. ANEXOS**

1. Protocolos de Pruebas.
2. Resultados de Laboratorio de Estudio Suelos.
3. Resultados de Estudio Tráfico.
4. Cuestionario y Resultados.
5. Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos”.
6. Manual de Carreteras de ensayo Laboratorio – 2016.
7. Plano de ubicación del Proyecto
8. Plano de Ubicación de las Calicatas.
9. Plano de Planta
10. Plano de Levantamiento topográfico
11. Metrados , costos y presupuestos.

# **ANEXOS**

**ANEXO N°01-**  
**Protocolos de Pruebas.**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

PROYECTO:

SOLICITANTE:

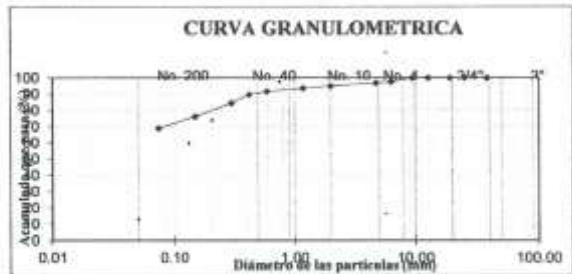
ASUNTO : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

LUGAR :

UNIDAD : MUESTRA C - 01

TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Tamiz	Abertura (mm)	Acumulado que Pasa (%)
3"		
1 1/2"		
1"		
3/4"		
1/2"		
3/8"		
1/4"		
Nº 4		
Nº 10		
Nº 16		
Nº 30		
Nº 40		
Nº 50		
Nº 100		
Nº 200		



Grava (%)
Arena (%)
Finos (%)
Límite Líquido
Límite Plástico
Índice Plasticidad
Clasif. SUCS
Clasif. AASHTO
Contenido de Humedad

Nota:

SUCS:

AASHTO:

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

*[Handwritten Signature]*  
Luzmila V. Vásquez

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN (PROCTOR MODIFICADO)  
ASTM D 1556

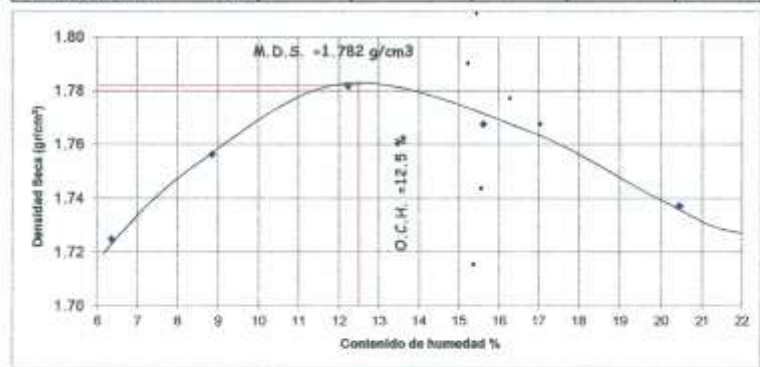
SOLICITANTE

UBICACIÓN

PROYECTO

0

MOULDE	Nº	1	Volumen de Molde (m <sup>3</sup> )	913.95	Tipo de Molde	4"	Temperatura Secado (°C)	110
CAPAS	Nº	9	Golpes (Nº)	25	Peso de Molde (gr.)	4074.9	Método	C
MUESTRA	Nº	1	2	3	4	5		
PESO SUELO HUMEDO+MOULDE	grs.							
PESO DEL MOULDE	grs.							
PESO DEL SUELO HUMEDO	grs.							
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	grs/cc							
CONTENIDO DE HUMEDAD								
RECIPIENTE	Nº	15	6	18	2	9		
PESO SUELO HUMEDO-CAPSULA	grs.							
PESO SUELO SECO-CAPSULA	grs.							
PESO DE LA CAPSULA	grs.							
PESO DEL AGUA	grs.							
PESO DEL SUELO SECO	grs.							
HUMEDAD	%							
DENSIDAD DE SUELO SECO	grs/cc							



DENSIDAD MAXIMA = 1.782      HUMEDAD OPTIMA = 12.5



CAMPUS CHIMBOTE  
Mz. H LT. 1 Urb. Buenos Aires  
Av. Central Nuevo Chimbote  
Tel.: (043) 483 030 Anx.: 4000

*P=17*  
Luz Marina Vasquez

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



**ANEXO N°02-**  
**Resultados de Laboratorio de Estudio**  
**Suelos.**



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.


Código Ejecutor Obras: 12776

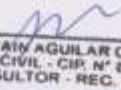
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	RWY GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ		
TEMA	DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN DE LA CARRETERA		
UBICACIÓN	DEL CC 1º CAMBIO PUENTE - AA 101 LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018		
FECHA	04/03/2018	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
CALIGATA	C-1	TRAMO	Max 0+000
		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00m x 1.00m x 1.50m

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Gráfica	En Mts	Muestra	
1P		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compactación media no presenta plasticidad.

  
POL RAY AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81028  
CONSULTOR - REC. C4008

Urb. Los Gardénias Mz K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

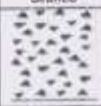
Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Máquinas en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

BOLSA	IRWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ		
TEMA	DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL D.C.PP CAMBIO PUENTE - AA 184 LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018		
UBICACIÓN	CAMBIO PUENTE - LACRAMARCA BAJA (SANTA)	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	04/10/2018	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALCATA	C - 1	TRAMO	Km 1+000
		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00m x 1.00m x 1.50m

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
EP		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compacidad media no presenta plasticidad.

*[Signature]*  
 ING. RAJAGUJAR OLGUIN  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
 CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

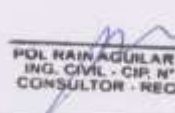
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

**SOLICITA** : RIVIN GERMAN GORRIBERO RODRIGUEZ  
**TESTE** : (ANILLO DEL PAVIMENTO Y DE INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CC.PP  
SAMBO PUNTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CALGATA - 1  
**TRAMO** : (m 1+000)  
**LUGAR** : (P. 83) ABRIL PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA ( SANJA - ANCASH )  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + M1	876.80	820.25
Peso de tara + M2	850.20	870.40
Peso de tara	203.70	201.80
Peso del agua	75.10	48.95
M/S	846.80	868.80
Contenido de humedad (%)	11.81	7.47
Humedad promedio (%)	9.54	

**NOTA** : La muestra fue tomada y realizada por el laboratorio en este Laboratorio.

  
POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81028  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenias Mz.K5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Cívicas, Metal Mecánicas, Hidráulicas, eléctricas, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

SOLICITANTE: IRWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ  
 TÍTULO: DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE - AA.IRHLACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018  
 MUESTRA: TERRENO NATURAL CALICATA - 1  
 LUGAR: 1º JI CAMBIO PUENTE - AA.IRHLACRAMARCA BAJA ( SANTA - ANCASH )  
 FECHA: OCTUBRE DEL 2018

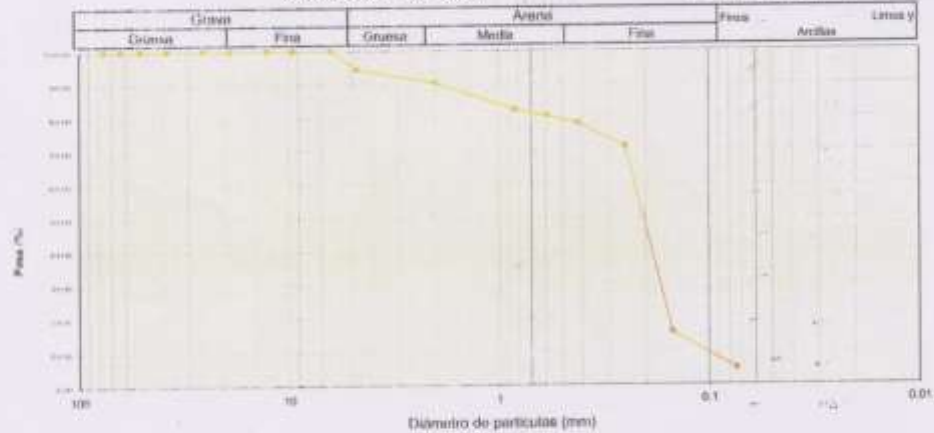
Peso Seco Inicial	454.1	gr.
Peso Seco Lavado	432.5	gr.
Peso perdido por lavado	21.6	gr.

CALICATA - 1
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz (Abertura) N (mm)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Pasado (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AAHSTO
2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Excelente a bueno según subgrupo A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	25.20	5.5	94.5	
N° 10	2.00	18.90	4.2	90.3	
N° 20	0.850	37.00	8.1	82.1	Peso tamiz N° 4 (%) : 94.5
N° 30	0.600	6.30	1.8	80.3	Peso tamiz N° 200 (%) : 4.8
N° 40	0.425	10.50	2.3	78.0	D60 (mm) : 0.23
N° 60	0.250	30.90	6.8	71.2	D30 (mm) : 0.156
N° 100	0.150	252.00	55.6	84.4	D10 (mm) : 0.109
N° 200	0.075	49.10	10.8	4.8	Cu : 2.1
< 200		21.60	4.8	0.0	Cc : 0.987
Total	454.1			100.0	Límite líquido LL : 0

Clasificación (S.U.C.S.)	
Grado de partículas gruesas: Saco limpio	
Índice de plasticidad IP	0
Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice de plasticidad IP	0

### CURVA GRANULOMÉTRICA



POLYAN AGUILAR OLIVERA  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81023  
 CONSULTOR - REG. C4008

Urb. Las Gardenias Mz. R5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, Viales, Portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO** DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SUMINISTRANCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL C/PP CAMBIO PUENTE - AA DE LA CANTAMARCA BAJA, ENCHIMBOTE - ANCASH - 2018  
**UBICACION** CAMBIO PUENTE - C/PP CAMBIO PUENTE - CANTAMARCA BAJA (SANTA) - ANCASH  
**CLIENTE** INGENIERO GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ  
**FECHA** 01 DE ABRIL DEL 2018  
**CANTERA** TERRENO NATURAL  
**MUESTRA** C/PP CAMBIO PUENTE

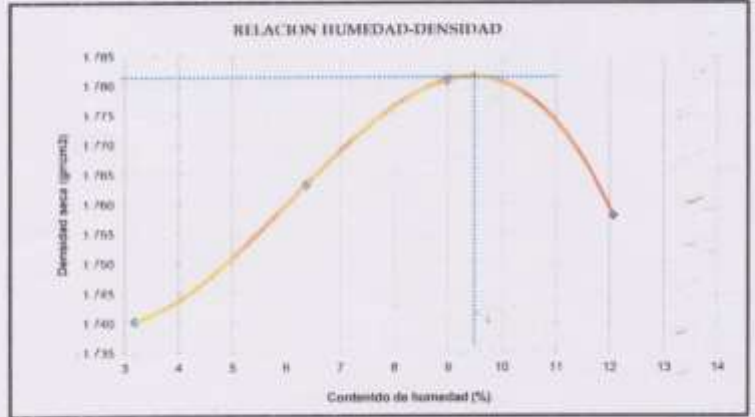
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557

### DENSIDAD HUMEDA

Peso sacho + molde	gf	10532.00	10505.00	10992.00	11085.20
Peso molde	gf	4536.00	4836.00	4836.00	4836.00
Peso sacho húmedo compactado	gf	5696.00	5949.00	6156.00	6249.20
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	3172.00	3172.00	3172.00	3172.00
Peso volumétrico húmedo	gf/cm <sup>3</sup>	1.80	1.88	1.94	1.97

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Resplante N°		1	2	3	4
Peso del sacho húmedo + tara	gf	243.376	227.731	247.493	272.198
Peso del sacho seco + tara	gf	234.920	215.749	229.287	243.680
Peso de la tara	gf	26.088	27.297	26.607	25.916
Peso de agua	gf	6.856	12.002	18.206	26.518
Peso del sacho seco	gf	208.832	188.452	202.680	219.764
Porcentaje de Humedad	%	3.19	6.37	8.98	12.07
Peso volumétrico seco	gf/cm <sup>3</sup>	1.740	1.763	1.781	1.782
			Densidad máxima (gf/cm <sup>3</sup> )		1.782
			Humedad óptima (%)		6.60



POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81025  
 CONSULTOR - REC. C4009









# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

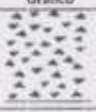
Código Ejecutor Obras: 12776

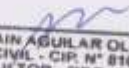
R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarios y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Servicio de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	RWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ		
TITULO	DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN DE LA CARRETERA DEL I.C.P.P. CAMBIO PUENTE - A.A.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018		
UBICACIÓN	CAMBIO PUENTE - LACRAMARCA BAJA (SANTA)	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	21/11/2018	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALCATA	C - 2	TRAMO	Itm 2+000
		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00m x 1.00m x 1.50m

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
SP		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m. Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compactación media no presenta plasticidad.

  
POL RAIM AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIR. N° 81025  
CONSULTOR - REG. C4009

Urb. Las Gardenerías Mz X5- Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043 606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Ayudar y/o Venta de Herramientas en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

**SOLICITA** IRWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ  
**TESIS** DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMINO PUENTE - AA.JH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018  
**MUESTRA** TERRENO NATURAL CALCEATA - Z  
**TRAMO** Km 2+300  
**LUGAR** PP. JJ CAMINO PUENTE - AA.JH. LACRAMARCA BAJA ( SANTA - ANCASH )  
**FECHA** OCTUBRE 2018

ENSAYO Nº	M-1	M-2
Peso de tara + MH	810.0	794.0
Peso de tara + MS	798.3	780.8
Peso de tara	206.2	204.8
Peso del agua	11.7	13.2
MS	592.1	576.0
Contenido de humedad (%)	2.0	2.3
<b>Humedad promedio(%)</b>	<b>2.13</b>	

**NOTA** La muestra fue tomada y realizada por el laboratorio en este Laboratorio.

POLYAN AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81025  
CONSULTOR - REC. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

**Código Ejecutor Obras: 12776**

**R.U.C. 20445586537**

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

**SOLICITA** : IRWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ  
**FECHA** : 11/05  
**UBICACIÓN** : DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CALICATA - 2  
**FECHA** : PP.JJ CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA ( SANTA - ANCASH ) - OCTUBRE DEL 2018

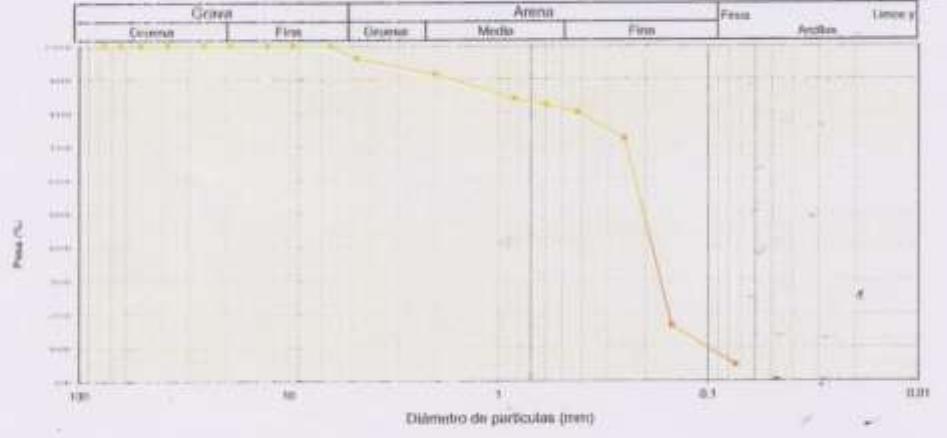
Peso Seco Inicial	443.8	gr.
Peso Seco Lavado	422.9	gr.
Peso perdido por lavado	20.9	gr.

CALICATA - 2
M - 1
PROF : 1.50

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Práctic (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 (76.20)	0.0	0.0	0.0	100.0	Material granular Ecológico o Inerte como subgrado A-3 Arena fina
N° 4 (4.75)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 10 (2.00)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 20 (0.850)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 30 (0.600)	0.0	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S.U.C.S.) Suelo de partículas gruesas, Suelo limpio
N° 40 (0.425)	0.0	0.0	0.0	100.0	
N° 60 (0.250)	16.80	3.8	3.8	96.2	Arena y grava (SP)
N° 100 (0.150)	20.70	4.7	8.4	91.6	
N° 200 (0.075)	32.40	7.3	15.8	84.2	Pasa tamiz N° 4 (%) : 96.2
< 200	8.70	2.0	17.7	82.3	Pasa tamiz N° 300 (%) : 4.7
Total	443.8	100.0	100.0	0.0	D60 (mm) : 0.25
					D30 (mm) : 0.155
					D10 (mm) : 0.108
					Cu : 2.1
					Cc : 0.987

Limite líquido LL	0
Limite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**POLINA AGUILAR OLGUIN**  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
 CONSULTOR - REC. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Proyección de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, puentes y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Herramientas en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

SOLICITA	IRWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ		
TEMA	DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL C.C. PP CAMBIO PUENTE - AA, III, LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018'		
UBICACIÓN	CAMBIO PUENTE - LACRAMARCA BAJA (SANTA)	NIVEL FREÁTICO (m.)	N.P.
FECHA	04/10/2018	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto
CALICATA	C - 3	TRAMO	Rm 1+000
		TAMAÑO DE EXCAVACIÓN	1.00m x 1.00m x 1.50m

MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	
SP		1.500	E-1	De -0.00 a -1.50 m. Arena mal graduada de color beige claro en estado semi húmedo y de compactación media no presenta plasticidad.

*[Signature]*  
 POL MAR AGUILAR OLGUIN  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81025  
 CONSULTOR - REC. C4009

Urb. Las Garderías Mz K5 - Lote 16 - Nuevo Chimbote - Telef. 043-606058 - Celular: 994267746 RPM #943076777



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, eléctricas, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

**SOLICITA** SPMN LACRAMA (CERBERO) RECORDARIZ  
**TÍTULO** ENSAYO DEL PAVIMENTO Y SUMINISTRO DE LA RED DE CAJAS DE VOTA DE LA POBLACIÓN DE LA CARRETERA DEL CC.PP.  
CAMINO CUENTE - AA 101, LACRAMA A SALA EN CUENOTE - ANCAIBI - 2019  
**MUESTRA** 01-001-01-01-01-01 CALICATA - 3  
**TIRADO** 01-10-2019  
**LUGAR** PP. LA CARRETERA CUENTE - AA 101, LACRAMA A SALA ( SANTA - ANCAIBI )  
**FECHA** 13 OCTUBRE 2019

ENSAYO N°	M-1	M-2
Peso de tara + S1	675.40	720.91
Peso de tara + S2	670.40	711.30
Peso de tara	273.10	208.00
Peso del agua	5.00	7.00
M1	457.30	508.91
Contenido de humedad (%)	1.09	1.38
Humedad promedio (%)		1.24

**NOTA** La muestra fue tomada y reducida por el laboratorio en sede Laboratorial.

POL RAIM AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81025  
CONSULTOR - REG. C4009



# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

**SOLICITA** : IRWIN GERMAN GUERRERO RODRIGUEZ  
**TIPO** : DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP  
**CAMPO** : CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018  
**MUESTRA** : TERRENO NATURAL CALICATA - 3  
**LUGAR** : PP-44 CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA ( SANTA - ANCASH )  
**FECHA** : OCTUBRE DEL 2018

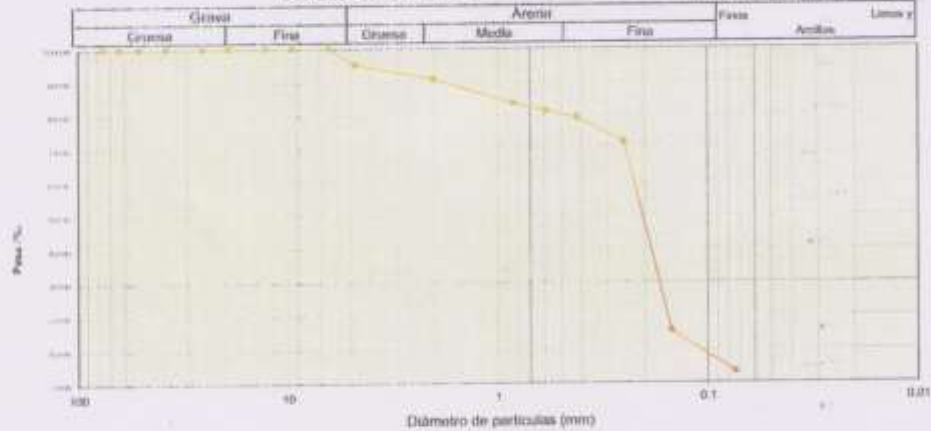
Peso Saco Inicial	447.4	gr.
Peso Saco Lavado	433.5	gr.
Peso perdido por lavado	13.9	gr.

CALICATA - 3
M - 1
PHOF : 1.50

Tamiz (Abertura)	Peso Retenido (gr.)	Retenido Parcial (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante (%)	Clasificación AASHTO
N° 2 1/2"	76.20	0.0	0.0	100.0	Material granular Escalera o lecho como subgrado A-3 Arena fina
2"	50.80	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	100.0	Clasificación (S-U.C.S.)
1"	22.50	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	Suelo de partículas gruesas. Suelo limpi Arenoso y plástico SP
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0	
3/8"	9.50	0.0	0.0	100.0	Pasajero tamiz N° 4 (%) : 95.2
1/4"	6.30	0.0	0.0	100.0	
N° 4	4.75	21.60	4.8	95.2	Pasajero tamiz N° 200 (%) : 3.1
N° 10	2.00	19.30	4.3	90.9	
N° 20	0.850	33.10	7.4	83.5	D50 (mm) : 0.23
N° 30	0.600	9.70	2.2	81.3	
N° 40	0.425	9.30	2.1	79.2	D30 (mm) : 0.157
N° 60	0.250	32.70	7.3	71.9	
N° 100	0.150	253.10	56.6	84.7	D10 (mm) : 0.111
N° 200	0.075	54.70	12.2	96.9	
< 200	13.90	3.1	100.0	0.0	Cu : 2.0
Total	447.4			100.0	Cc : 0.983

Límite líquido LL	0
Límite plástico LP	0
Índice plasticidad IP	0

### CURVA GRANULOMÉTRICA



*[Signature]*  
POL NAVI AGUILAR OLGUIN  
ING. CIVIL - CIP. N° 81029  
CONSULTOR - REG. C4009





# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, vias, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

**PROYECTO:** DISMINUCIÓN DEL PAGAMIENTO Y MEJORA DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CANTON CARRIZO PUNTE - A LA ZONA RURAL BAJA, EN CHIMBORTE - ANCASH - 2018  
**UBICACIÓN:** CARRIZO PUNTE - LA CARMONA BAJA (SANTA - ANCASH)  
**SOCIEDAD:** BOVINORMAS GUERRERO RODRIGUEZ  
**FECHA:** DE FEBRERO DEL 2018  
**CANTERA:** TERRENO NATURAL  
**MUESTRA:** CALICATA C-01

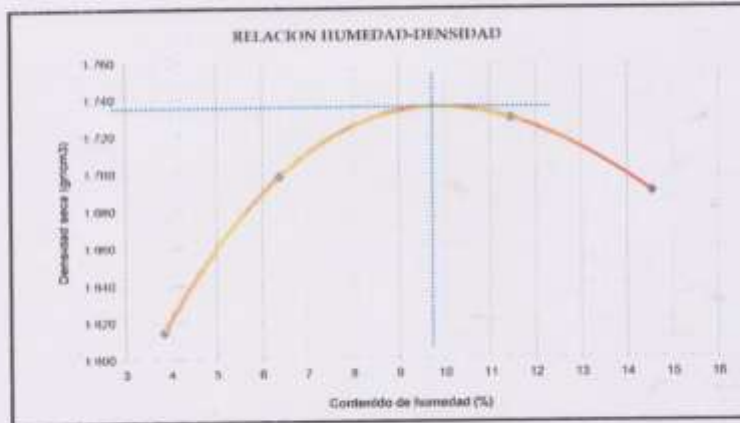
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557

### DENSIDAD HUMEDA

Peso suelo + molde	gr	20190.071	10925.00	10991.00	11016.00
Peso molde	gr	4839.00	4839.00	4839.00	4839.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	5351.00	5766.00	6152.00	6177.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	3192.00	3192.00	3192.00	3192.00
Peso volumétrico húmedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.68	1.81	1.93	1.94

### CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo + tara	gr	223.340	254.077	214.366	228.542
Peso del suelo seco + tara	gr	213.957	230.481	194.974	202.893
Peso de la Tara	gr	26.383	27.638	25.845	26.320
Peso de agua	gr	7.283	13.592	19.392	25.649
Peso del suelo seco	gr	189.572	212.843	169.129	176.373
Porcentaje de Humedad	%	3.84	6.39	11.47	14.54
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.614	1.698	1.729	1.689
			Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.738
			Humedad óptima (%)		9.80



**POL RAIN AGUILAR OLGUIN**  
 ING. CIVIL / CIP. N° 81025  
 CONSULTOR - REC. C4009







# INGEOTECNIA CONSULTORES & EJECUTORES S.A.C.

Código Ejecutor Obras: 12776

R.U.C. 20445586537

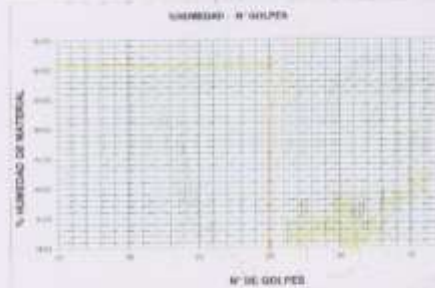
Ejecución de Obras Civiles, Metal Mecánicas, Hidráulicas, viales, portuarias y todo tipo de construcciones afines.  
 Alquiler y/o Venta de Bienes en General - Prestación de Servicios Generales - Asesoría y Consultoría de obras.  
 Suministro de Maquinaria, Equipos, Herramientas y Materiales en general - Laboratorio de Ensayos de Control de Calidad

## LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

(MTC E-118E-111, ASTM D-4318 y MTC E-158, AASHTO T99)

DIR. E. J. TA 8999 GERMAN GUERRERO HERRERA  
 T. 1150 DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA  
 DEL CC-PP CASBIO ESTRELLA - A LA H. LA CHAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH - 2018  
 L.L. 0408 CAMBIO PUENTE LA CHAMARCA BAJA SANTA - ANCASH  
 T. 1150 DURANTE EL IX. TURNO 2018  
 C. 01. C. 2. 1-1

Nº DE ENSAYO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		
	1	2	3	1	2	3
PRECI TARA + SOLO HUMEDO (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECI TARA + SOLO SECO (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECI DE LA TARA (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECI DEL AGUA (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PRECI SOLIDO SECO (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nº DE GOLPES	0	0	0			



LIMITE LIQUIDO  
 (MTC E-118E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99)  
 LL: 0.00 %

LIMITE PLASTICO  
 (MTC E-118E-111, ASTM D-4318 y AASHTO T99)  
 LP: 0.00

INDICE DE PLASTICIDAD  
 ASTM D-438  
 IP: N.P. %

NOTA: La muestra de las calizas NO PRESENTA LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

*[Signature]*  
 POL RAIN AGUILAR OLGUIN  
 ING. CIVIL - CIP. N° 81025  
 CONSULTOR - REG. C4009

**ANEXO N°03-**  
**Resultados de Estudio Tráfico.**

CUADRO 1.8.1

PROMEDIO DE LA SEMANA  
 CARRETERA: PP. AL CAMBIO PUENTE HASTA AA-90 LACRAMARCA BAJA  
 TRAMO: CAMBIO PUENTE HASTA LACRAMARCA BAJA  
 ESTACION: 0-4  
 UBICACION: PUEBLO JOSEF CAMBIO PUENTE  
 SENTIDO: AA-90 LACRAMARCA BAJA  
 SETEMBRE 2019

HORA	VEHICULOS CARGADOS				VEHICULOS VACIOS				CAMIONES UNIFORMES						TOTAL	%		
	Autos	Pasajeros	C.B.	Motociclos	SE	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5	SE-6	SE-7	SE-8	SE-9			SE-10	
0-1																	2	0.00%
1-2																	2	0.00%
2-3																	2	0.00%
3-4																	2	0.00%
4-5																	1	1.67%
5-6																	2	0.00%
6-7																	1	1.67%
7-8																	2	3.33%
8-9																	2	0.00%
9-10																	2	0.00%
10-11																	2	0.00%
11-12																	2	0.00%
12-13																	4	0.00%
13-14																	1	10.00%
14-15																	4	0.00%
15-16																	2	11.76%
16-17																	4	0.00%
17-18																	2	2.00%
18-19																	2	4.47%
19-20																	2	3.00%
20-21																	2	0.00%
21-22																	2	0.00%
22-23																	2	0.00%
23-24																	2	1.67%
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	100.00%
%	11.76%	11.76%	11.76%	11.76%	7.14%	3.57%	7.14%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	100.00%	

CUADRO 1.8.2

PROMEDIO DE LA SEMANA  
 CARRETERA: PP. AL CAMBIO PUENTE HASTA AA-90 LACRAMARCA BAJA  
 TRAMO: CAMBIO PUENTE HASTA LACRAMARCA BAJA  
 ESTACION: 0-4  
 UBICACION: PUEBLO JOSEF CAMBIO PUENTE  
 SENTIDO: PP. AL CAMBIO PUENTE  
 SETEMBRO 2019

HORA	VEHICULOS CARGADOS				VEHICULOS VACIOS				CAMIONES UNIFORMES						TOTAL	%		
	Autos	Pasajeros	C.B.	Motociclos	SE	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5	SE-6	SE-7	SE-8	SE-9			SE-10	
0-1																	2	0.00%
1-2																	2	0.00%
2-3																	2	0.00%
3-4																	2	0.00%
4-5																	2	0.00%
5-6																	2	0.00%
6-7																	1	1.67%
7-8																	2	3.33%
8-9																	2	0.00%
9-10																	2	0.00%
10-11																	2	0.00%
11-12																	2	0.00%
12-13																	2	0.00%
13-14																	1	10.00%
14-15																	4	0.00%
15-16																	2	11.76%
16-17																	4	0.00%
17-18																	2	2.00%
18-19																	2	4.47%
19-20																	2	2.00%
20-21																	2	0.00%
21-22																	2	0.00%
22-23																	2	0.00%
23-24																	1	1.67%
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	100.00%
%	11.76%	11.76%	11.76%	11.76%	7.14%	3.57%	7.14%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	100.00%	

CUADRO 1.8.3

PROMEDIO DE LA SEMANA  
 CARRETERA: PP. AL CAMBIO PUENTE HASTA AA-90 LACRAMARCA BAJA  
 TRAMO: CAMBIO PUENTE HASTA LACRAMARCA BAJA  
 ESTACION: 0-4  
 UBICACION: PUEBLO JOSEF CAMBIO PUENTE  
 SENTIDO: AMBOS  
 SETEMBRO 2019

HORA	VEHICULOS CARGADOS				VEHICULOS VACIOS				CAMIONES UNIFORMES						TOTAL	%		
	Autos	Pasajeros	C.B.	Motociclos	SE	SE-1	SE-2	SE-3	SE-4	SE-5	SE-6	SE-7	SE-8	SE-9			SE-10	
0-1																	2	0.00%
1-2																	2	0.00%
2-3																	2	0.00%
3-4																	2	0.00%
4-5																	2	0.00%
5-6																	2	0.00%
6-7																	1	1.67%
7-8																	1	1.67%
8-9																	2	3.33%
9-10																	2	0.00%
10-11																	2	0.00%
11-12																	2	0.00%
12-13																	2	0.00%
13-14																	1	10.00%
14-15																	4	0.00%
15-16																	2	11.76%
16-17																	4	0.00%
17-18																	2	2.00%
18-19																	2	4.47%
19-20																	2	2.00%
20-21																	2	0.00%
21-22																	2	0.00%
22-23																	2	0.00%
23-24																	1	1.67%
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	58	100.00%
%	11.76%	11.76%	11.76%	11.76%	7.14%	3.57%	7.14%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	3.57%	100.00%	

CUADRO 1.8.1

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

SARRETERA: PP.LL. CAMBIO PUNTE HASTA SA.ML. LACRAMARCA SALA.  
 TRAMO: CAMBIO PUNTE HASTA LACRAMARCA SALA.  
 ESTACION: I-1

UBICACION: PUEBLO JOVEN CAMBIO PUNTE  
 SECTOR: SA.ML. LACRAMARCA SALA  
 ZONA: 2000  
 FS: 1.0000

HORA	VEHICULOS (LITROS)				BUS			CAMIONES (LITROS)				CAMIONES ALTA CAPACIDAD								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.A.	Motocic	B1	B2	B3	C1	C2	C3	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90			
0-1																			0	0.00%	
1-2																			0	0.00%	
2-3																			0	0.00%	
3-4																			0	0.00%	
4-5																			0	0.00%	
5-7																			1	1.47%	
7-8																			0	0.00%	
8-9																			0	0.00%	
9-10																			0	0.00%	
10-11																			0	0.00%	
11-12																			0	0.00%	
12-13																			0	0.00%	
13-14																			7	10.29%	
14-15																			4	5.89%	
15-16																			0	0.00%	
16-17																			0	0.00%	
17-18																			0	0.00%	
18-19																			2	2.94%	
19-20																			0	0.00%	
20-21																			0	0.00%	
21-22																			0	0.00%	
22-23																			1	1.47%	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.29%	
%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.29%	

CUADRO 1.8.2

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

SARRETERA: PP.LL. CAMBIO PUNTE HASTA SA.ML. LACRAMARCA SALA.  
 TRAMO: CAMBIO PUNTE HASTA LACRAMARCA SALA.  
 ESTACION: I-1

UBICACION: PUEBLO JOVEN CAMBIO PUNTE  
 SECTOR: PP.LL. CAMBIO PUNTE  
 ZONA: 2000  
 FS: 1.0000

HORA	VEHICULOS (LITROS)				BUS			CAMIONES (LITROS)				CAMIONES ALTA CAPACIDAD								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.A.	Motocic	B1	B2	B3	C1	C2	C3	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90			
0-1																			0	0.00%	
1-2																			0	0.00%	
2-3																			0	0.00%	
3-4																			0	0.00%	
4-5																			7	1.47%	
5-6																			0	0.00%	
6-7																			0	0.00%	
7-8																			0	0.00%	
8-9																			0	0.00%	
9-10																			0	0.00%	
10-11																			0	0.00%	
11-12																			0	0.00%	
12-13																			0	0.00%	
13-14																			1	10.29%	
14-15																			0	0.00%	
15-16																			0	0.00%	
16-17																			0	0.00%	
17-18																			0	0.00%	
18-19																			0	0.00%	
19-20																			2	2.94%	
20-21																			0	0.00%	
21-22																			0	0.00%	
22-23																			0	0.00%	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.29%	
%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.29%	

CUADRO 1.8.3

INDICE MEDIO DIARIO ANUAL

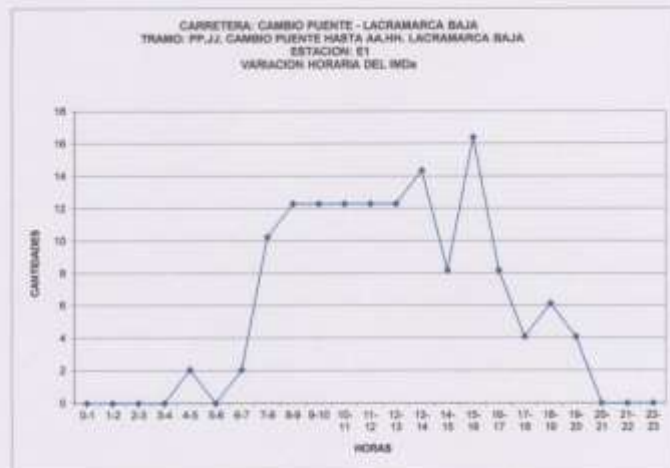
SARRETERA: PP.LL. CAMBIO PUNTE HASTA SA.ML. LACRAMARCA SALA.  
 TRAMO: CAMBIO PUNTE HASTA LACRAMARCA SALA.  
 ESTACION: I-1

UBICACION: PUEBLO JOVEN CAMBIO PUNTE  
 SECTOR: BENTOS LAMBOS  
 ZONA: 2000  
 FS: 1.0000

HORA	VEHICULOS (LITROS)				BUS			CAMIONES (LITROS)				CAMIONES ALTA CAPACIDAD								TOTAL	%
	Autos	Pick up	C.A.	Motocic	B1	B2	B3	C1	C2	C3	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90			
0-1																			0	0.00%	
1-2																			0	0.00%	
2-3																			0	0.00%	
3-4																			0	0.00%	
4-5																			0	0.00%	
5-6																			0	0.00%	
6-7																			0	0.00%	
7-8																			0	0.00%	
8-9																			0	0.00%	
9-10																			0	0.00%	
10-11																			0	0.00%	
11-12																			0	0.00%	
12-13																			0	0.00%	
13-14																			0	0.00%	
14-15																			0	0.00%	
15-16																			0	0.00%	
16-17																			0	0.00%	
17-18																			0	0.00%	
18-19																			0	0.00%	
19-20																			0	0.00%	
20-21																			0	0.00%	
21-22																			0	0.00%	
22-23																			0	0.00%	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.29%	
%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	10.29%	







**ANEXO N°04-**  
**Cuestionario y Resultados.**

OFICINA ACADEMICA DE INVESTIGACIÓN

Estimado Validador:

Nos es grato dirigirnos a Usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la ficha técnica, el cual será aplicado ha: GUERRERO RODRÍGUEZ IRWIN GERMÁN seleccionados, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación que se realiza en los actuales momentos, titulado:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE- AA.HH LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE – ANCASH – 2018.

Esto como objeto de presentarla como requisito para obtener LA APROBACIÓN DE MI PROYECTO DE TESIS

Para efectuar la validación del instrumento, Usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta, en donde se pueden seleccionar una, varias o ninguna alternativa de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponda al instrumento. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
HOSPITAL SAN SALTA

Lic. T.S. Gally V. Trujillo Flores  
CTS# N° 11550  
DEPARTAMENTO DE SERVICIO SOCIAL

Recibido 26-6-18  
17:30

## ENCUESTA

Instrucciones: Lea detenidamente las preguntas y marque con una (x) según crea que sea la realidad en su población:

### I. DIMENSIÓN ECONOMICA

1. ¿Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad?

- a) Agricultura      b) Ganadería      c) Comercio

2. Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población?

- a) Si      b) Muy poco      c) Nunca

3. ¿Cuál es su tipo vivienda?

- a) Adobe      b) Tripley      c) Material noble

4. En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?

- a) No      b) Muy poco      c) Si

### II. DIMENSIÓN SOCIO CULTURAL

5. ¿Cuántos años de existencia tiene esta comunidad?

- a) Más de 20 años      b) Entre 5 a 20 años      c) Menos de 5 años.

6. En los últimos 5 años, ha incrementado el número de pobladores en esta comunidad:

- a) Si      b) Muy Poco      c) No

7. ¿El camino de herradura CC.PP Cambio Puente hasta AA.IH Lacramarca Baja, se ven afectado en la estación de verano e invierno?

- a) Siempre      b) A veces      c) Nunca

8. ¿Cuál es el tipo de Transporte terrestre más utilizado en su comunidad?

- a) Ape/Caballo/Carreta      b) Transporte particular      c) Transporte Público

### III. DIMENSIÓN SALUD

9. ¿Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte?

- a) Enfermedades Respiratorias y Alergias      b) Enfermedades Dermatológicas      c) Enfermedades Gastrointestinales

10. ¿La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud?

- a) Siempre      b) A veces      c) Nunca

## JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

### INSTRUCCIONES

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Cuáles son la principal actividad económica e la que se dedica los pobladores de esta comunidad	E	
2	Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población	E	
3	Cuál es su tipo vivienda	E	
4	En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?	E	
5	Cuántos años de existencia tiene esta comunidad	B	
6	En los últimos 5 años, ha incrementado el número de pobladores en esta comunidad	B	
7	El camino de herradura CC PP Cambio Puente hasta AAHH Lacramarca Baja, se ven afectado en la estación de verano e invierno	E	
8	Cuál es el tipo de Transporte terrestre más utilizado en su comunidad	B	
9	Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte	E	
10	La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud	E	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: Gaby Victoria Trujillo Flores

DNI: 46619368

Firma:  GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
HOSPITAL LA CAJETA  
  
Lic. T.S. Gaby V. Trujillo Flores  
CTSP N° 11550  
DEPARTAMENTO DE SERVICIO SOCIAL

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gaby Victoria Trujillo Flores, titular del  
 DNI N° 46619368, de profesión trabajadora social,  
 ejerciendo  
 actualmente como trabajadora social, en la Institución  
Hospital La Caleta.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del  
 Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al personal que estudia en: Universidad Cesar Vallejo para realizar su tesis

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes  
 apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de conocimiento				✓
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión				✓
pertinencia				✓

En Nuevo Chimbote, a los 26 días del mes de Junio del 2018

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH  
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
 HOSPITAL LA CALETA  
Gaby V. Trujillo Flores  
 Lic. P.S. Gaby V. Trujillo Flores  
 C.T.S.P. N° 11650  
 DEPARTAMENTO DE SERVICIO SOCIAL

OFICINA ACADEMICA DE INVESTIGACIÓN

Estimado Validador:

Nos es grato dirigirnos a Usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la ficha técnica, el cual será aplicado ha: GUERRERO RODRÍGUEZ IRWIN GERMÁN seleccionados, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente Instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación que se realiza en los actuales momentos, titulado:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE- AA.HH LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE – ANCASH – 2018.

Esto como objeto de presentarla como requisito para obtener LA APROBACIÓN DE MI PROYECTO DE TESIS

Para efectuar la validación del Instrumento, Usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta, en donde se pueden seleccionar una, varias o ninguna alternativa de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponda al Instrumento. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

  
FERNANDO ALEJANDRO VALVERDE  
LICENCIADO EN INGENIERIA  
C.E.P. 11565  
Recibido  
27-6-18  
20:00



## ENCUESTA

Instrucciones: Lea detenidamente las preguntas y marque con una (x) según crea que sea la realidad en su población:

### I. DIMENSIÓN ECONOMICA

1. ¿Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad?

- a) Agricultura      b) Ganadería      c) Comercio

2. Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población?

- a) Si      b) Muy poco      c) Nunca

3. ¿Cuál es su tipo vivienda?

- a) Adobe      b) Tripley      c) Material noble

4. En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?

- a) No      b) Muy poco      c) Si

### II. DIMENSIÓN SOCIO CULTURAL

5. ¿Cuántos años de existencia tiene esta comunidad?

- a) Más de 20 años      b) Entre 5 a 20 años      c) Menos de 5 años.

6. En los últimos 5 años, ha incrementado el número de pobladores en esta comunidad.

- a) Si      b) Muy Poco      c) No

7. ¿El camino de herradura CC.PP Cambio Puente hasta AA.HH Lacramarca Baja, se ven afectado en la estación de verano e invierno?

- a) Siempre      b) A veces      c) Nunca

8. ¿Cuál es el tipo de Transporte terrestre más utilizado en su comunidad?

- a) Ape /Caballo/Carreta      b) Transporte particular      c) Transporte Público

### III. DIMENSIÓN SALUD

9. ¿Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte?

- a) Enfermedades Respiratorias y Alergias      b) Enfermedades Dermatológicas      c) Enfermedades Gastrointestinales

10. ¿La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud?

- a) Siempre      b) A veces      c) Nunca

  
Carmen L. Alvarado Valencia  
LICENCIADA EN ENFERMERÍA  
C.E.P. 11595



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, CARMEN LIZETH ALZAMORA VALVERDE, titular del DNI N° 70554739, de profesión LICENCIADA EN ENFERMERÍA ejerciendo actualmente como LICENCIADA EN ENFERMERÍA, en la Institución HOSPITAL DE APOYO "LACAETA" - AREA GESTIÓN DE RIESGOS Y DESASTRES.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (Ficha Técnica), a los efectos de su aplicación al personal que estudia en: UNIVERSIDAD CESARVALLEJO, PARA REDUZIR SUTESIS.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de ítems				✓
Amplitud de conocimiento				✓
Redacción de ítems				✓
Claridad y precisión			✓	
pertinencia			✓	

En Nuevo Chimbote, a los 29 días del mes de JUNIO del 2018

  
  
Firma

**JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO**

**INSTRUCCIONES**

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad	E	
2	Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población	E	
3	Cuál es su tipo vivienda	E	
4	En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?	E	
5	Cuántos años de existencia tiene esta comunidad	E	
6	En los últimos 5 años, ha incrementado el número de pobladores en esta comunidad	B	
7	El camino de herradura CC.PP Cambio Puente hasta AA.HH Lacramarca Baja, se ven afectado en la estación de verano e invierno	B	
8	Cuál es el tipo de Transporte terrestre más utilizado en su comunidad	B	
9	Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte	E	
10	La falta de cametera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud	E	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: CARMEN LIZETH ALPHORD VALVERDE.

DNI: 70554759

Firma: \_\_\_\_\_

CARMEN LIZETH ALPHORD VALVERDE  
LICENCIADA EN ENFERMERÍA  
C.E.P. 11505

OFICINA ACADEMICA DE INVESTIGACIÓN

Estimado Validador:

Nos es grato dirigirnos a Usted, a fin de solicitarle su inapreciable colaboración como experto para validar la ficha técnica, el cual será aplicado ha: GUERRERO RODRÍGUEZ IRWIN GERMÁN seleccionados, por cuanto considero que sus observaciones y subsecuentes aportes serán de utilidad.

El presente instrumento tiene como finalidad recoger información directa para la investigación que se realiza en los actuales momentos, titulado:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE- AA.HH LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE – ANCASH – 2018.

Esto como objeto de presentarla como requisito para obtener LA APROBACIÓN DE MI PROYECTO DE TESIS

Para efectuar la validación del instrumento, Usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta, en donde se pueden seleccionar una, varias o ninguna alternativa de acuerdo al criterio personal y profesional del actor que corresponda al instrumento. Por otra parte se le agradece cualquier sugerencia relativa a redacción, contenido, pertinencia y congruencia u otro aspecto que se considere relevante para mejorar el mismo.

Gracias por su aporte.

  
LIC. en Enfermería  
Johana S. Gomez De Los Santos  
CEP.081019  
Recibido  
22-08-18

## ENCUESTA

Instrucciones: Lea detenidamente las preguntas y marque con una (x) según crea que sea la realidad en su población:

## I. DIMENSIÓN ECONOMICA

1. ¿Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad?  
a) Agricultura  b) Ganadería  c) Comercio
2. Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población?  
a) Si  b) Muy poco  c) Nunca
3. ¿Cuál es su tipo vivienda?  
a) Adobe  b) Tripley  c) Material noble
4. En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?  
a) No  b) Muy poco  c) Si

## II. DIMENSIÓN SOCIO CULTURAL

5. ¿Cuántos años de existencia tiene esta comunidad?  
a) Más de 20 años  b) Entre 5 a 20 años  c) Menos de 5 años
6. En los últimos 5 años, ha incrementado el número de pobladores en esta comunidad:  
a) Si  b) Muy Poco  c) No
7. ¿El camino de herradura CC.PP Cambio Puente hasta AA.HH Lacramarca Baja, se ven afectado en la estación de verano o invierno?  
a) Siempre  b) A veces  c) Nunca
8. ¿Cuál es el tipo de Transporte terrestre más utilizado en su comunidad?  
a) Ape /Caballo/Carreta  b) Transporte particular  c) Transporte Público

## III. DIMENSIÓN SALUD

9. ¿Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte?  
a) Enfermedades Respiratorias y Alergias  b) Enfermedades Dermatológicas  c) Enfermedades Gastrointestinales
10. ¿La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud?  
a) Siempre  b) A veces  c) Nunca



**JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO**

**INSTRUCCIONES**

Coloque en cada casilla la letra correspondiente al aspecto cualitativo que le parece que cumple cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios que a continuación se detallan.

E = Excelente      B = Bueno      M = Mejorar      X = Eliminar      C = Cambiar

Las categorías a evaluar son: Redacción, contenido, congruencia y pertinencia. En la casilla de observaciones puede sugerir el cambio o correspondencia.

PREGUNTAS		RESPUESTAS	OBSERVACIONES
N°	ITEM		
1	Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad	E	
2	Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población	E	
3	Cuál es su tipo vivienda	E	
4	En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?	E	
5	Cuántos años de existencia tiene esta comunidad	B	
6	En los últimos 5 años, ha incrementado el número de pobladores en esta comunidad	B	
7	El camino de herradura CC.PP Cambio Puente hasta AA.HH Lacramarca Baja, se ven afectado en la estación de verano e invierno	B	
8	Cuál es el tipo de Transporte terrestre más utilizado en su comunidad	E	
9	Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte	B	
10	La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud	E	

Evaluado por:

Nombre y Apellido: Johanna S. Gamuy De los Santos

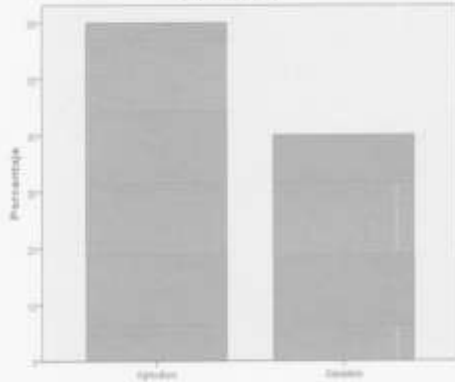
DNI: 7013 4396

Firma:   
Lic. en Enfermería  
Johanna S. Gamuy De los Santos  
CEP.081019

Estadísticos

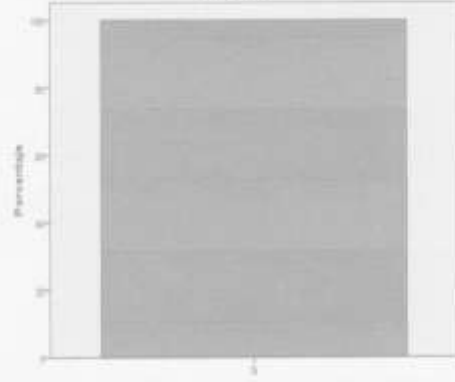
	Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad?	Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población?	Cuál tipo de construcción es tu vivienda?	En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?	Cuántos años de existencia tiene esta comunidad?	¿Qué grado de instrucción tiene usted?	¿El camino de herradura CC, PP, Cambio Puente hasta PP, JJ, Llacramarca Baja, se ven afectado por las lluvias o fenómenos naturales?	¿Cuál es el tipo de transporte más utilizado en su comunidad?	¿Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte?	¿La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud?
N	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Válidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Perdidos	1,40	1,00	1,48	1,00	1,24	1,00	1,04	1,56	1,32	1,00
Medie	,100	,000	,165	,000	,087	,000	,040	,101	,111	,000
Error típ. de la media	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
Mediana	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Moda	,900	,000	,823	,000	,436	,000	,200	,507	,557	,000
Desv. típ.	,250	,000	,877	,000	,180	,000	,040	,257	,310	,000
Varianza	,435	,000	1,290	,000	1,287	,000	5,000	,257	1,584	,000
Asimetría	,464	,464	,464	,464	,464	,464	,464	,464	,464	,464
Error típ. de asimetría	-1,976	,902	-1,166	,902	-354	,902	25,000	-2,110	1,841	,902
Curtosis	,902	,902	,902	,902	,902	,902	,902	,902	,902	,902
Error típ. de curtosis	1	0	2	0	1	0	1	1	2	0
Rango	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mínimo	2	1	3	1	2	1	2	2	3	1
Máximo	35	25	37	25	31	25	26	36	33	25
Suma	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Percentile 25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
75	2,00	1,00	2,00	1,00	1,50	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00

Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad?



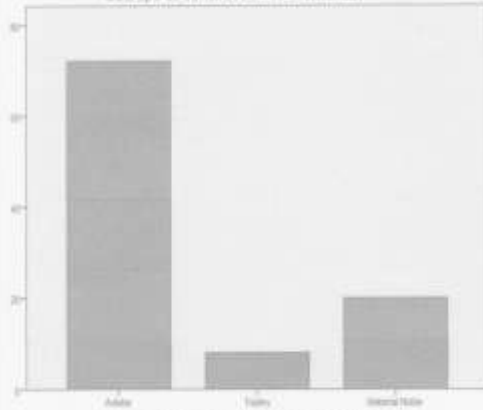
Cuáles son la principal actividad económica a la que se dedica los pobladores de esta comunidad?

Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población?



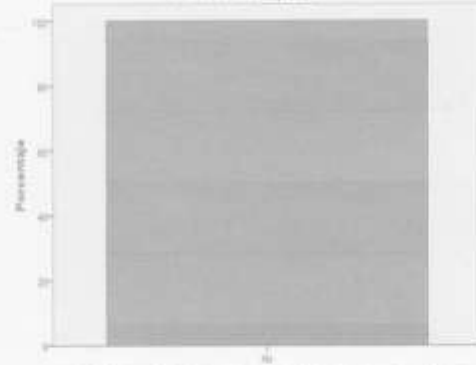
Los proyectos ejecutados en su localidad, han permitido generar empleo en su población?

Cual tipo de construcción es tu vivienda?



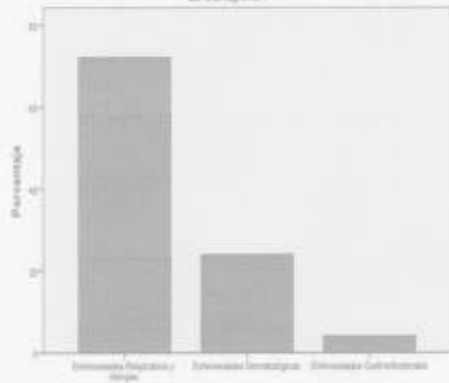
Cual tipo de construcción es tu vivienda?

En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?



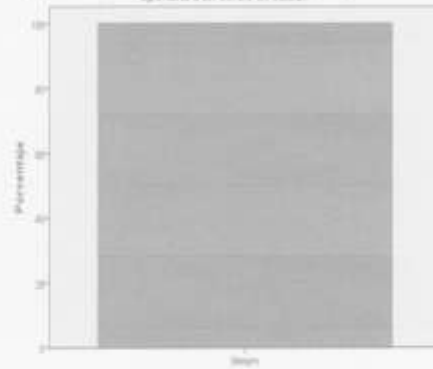
En los últimos 5 años, ¿Las vías terrestres o caminos para llegar a esta comunidad han mejorado?

¿Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte?



¿Qué problemas de salud, se han generado con frecuencia por falta de acceso de transporte?

¿La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud?



¿La falta de carretera asfáltica ha perjudicado en el traslado para la atención oportuna a un centro de salud?



**ANEXO N°05-**  
**Manual de Carreteras “Suelos,  
Geología, Geotecnia y Pavimentos  
Sección: Suelos y Pavimentos”.**



PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

---

# CAPÍTULO IV

## SUELOS

---





PERU

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

## SUELOS

En este capítulo se desarrollan pautas para identificar las características y la clasificación de los suelos que se utilizarán en la construcción de los pavimentos de las carreteras del Perú.

La exploración e investigación del suelo es muy importante tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento. Si la información registrada y las muestras enviadas al laboratorio no son representativas, los resultados de las pruebas aun con exigencias de precisión, no tendrán mayor sentido para los fines propuestos.

### 4.1 Exploración de suelos y rocas

AASHTO para la investigación y muestreo de suelos y rocas recomienda la aplicación de la norma T 86-90 que equivale a la ASTM D420-69; para el presente manual, se aplicará para todos los efectos el procedimiento establecido en las normas MTC E 101, MTC E 102, MTC E 103 y MTC E 104, que recoge los mencionados alcances de AASHTO y ASTM. En este capítulo se dan pautas complementarias para llevar a cabo el muestreo e investigación de suelos y rocas.

Para la exploración de suelos y rocas primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía y en las zonas de préstamo, para de esta manera identificar los diferentes tipos de suelo que puedan presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables para emplazar el trazo de la vía.

El programa de exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2,000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los casos de:

- cambio en la topografía de la zona en estudio;
- por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados;
- zonas que soportarán terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m;
- zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ( $h < 0.6$  m);
- en zonas de corte, se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de sub rasante.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo o de roca, o de ambos, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del porcentaje de partículas gruesas en la muestra, y del equipo de ensayo a ser usado.





Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), debidamente acotado en un espesor no menor a 1.50 m, teniendo como nivel superior la línea de sub rasante del diseño geométrico vial y debajo de ella, espesores y tipos de suelos del terraplén y los del terreno natural, con indicación de sus propiedades o características y los parámetros básicos para el diseño de pavimentos. Para obtener el perfil estratigráfico en zonas donde existirán cortes cerrados, se efectuarán métodos geofísicos de prospección que permitan determinar la naturaleza y características de los suelos y/o roca subyacente (según Norma MTC E 101).

#### 4.2 Caracterización de la sub rasante

Con el objeto de determinar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se llevarán a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.5 m de profundidad mínima; el número mínimo de calicatas por kilómetro, estará de acuerdo al **cuadro 4.1**.

Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada, dentro de la faja que cubre el ancho de la calzada, a distancias aproximadamente iguales; para luego, si se considera necesario, densificar la exploración en puntos singulares del trazo de la vía, tal como se mencionan en el **numeral 4.1** del presente manual.

**Cuadro 4.1**  
**Número de Calicatas para Exploración de Suelos**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 1000 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 600 y 4001 vehículos, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 y 600 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada.
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 200 y 400 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	• 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 100 y 200 vehículos, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tráfico: carreteras con un IMDA < 200 vehículos, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	• 1 calicata x km	

Fuente: Elaboración propia, basado en el nivel Tipo de Carretera establecido en la RD 007-2009-MTC/14 y el Manual de Ensayos de Materiales del MTC.







El número de calcatas indicado en el **cuadro 4.1**, se aplica para pavimentos nuevos, reconstrucción y mejoramiento. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de calcatas indicadas en el referido cuadro espaciadas cada 2.0 km en vez de cada km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de calcatas del **cuadro 4.1** espaciadas cada 4.0 km en vez de cada km. En el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos se tendrá en cuenta los resultados de las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo 4 calcatas) en correspondencia con los puntos de ensayo, una calcata donde la deflexión es máxima, una segunda calcata donde la deflexión es cercana a la deflexión característica, una tercera calcata donde la deflexión es cercana a la deflexión promedio y una cuarta calcata donde la deflexión ha sido mínima.

Las calcatas y ensayos efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar calcatas y ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud entre 500 m y 1,000 m el número de calcatas a realizar será la cantidad de calcatas para un kilómetro indicada en el **cuadro 4.1**. Si el tramo tiene una longitud menor a 500 m, el número de calcatas a realizar será la mitad de calcatas indicada en el **cuadro 4.1**.

Si a lo largo del avance del estacado las condiciones topográficas o de trazo, muestran por ejemplo cambios en el perfil de corte a terraplén; o la naturaleza de los suelos del terreno evidencia un cambio significativo de sus características o se presentan suelos erráticos o irregulares, se deben ejecutar más calcatas por kilómetro en puntos singulares, que verifiquen el cambio.

También se determinará la presencia o no de suelos orgánicos, suelos expansivos, napa freática, rellenos sanitarios, de basura, etc., en cuyo caso las calcatas deben ser más profundas, delimitando los sectores con sub rasante pobre o inadecuada que requerirá, para determinar el tipo de estabilización o mejoramiento de suelos de la sub rasante, de estudios geotécnicos de estabilidad y de asentamientos donde el Ingeniero Responsable sustente en su Informe Técnico que la solución adoptada según la naturaleza del suelo, alcanzará estabilidad volumétrica, adecuada resistencia, permeabilidad, compresibilidad y durabilidad. Este tipo de estudios también se realizarán en caso de terraplenes con altura mayor a 5.0 m. En este caso, los valores representativos resultado de los ensayos será sólo válida para el respectivo sector.

Donde se encuentre macizo rocoso dentro de la profundidad de investigación, se deberá aplicar lo establecido en la norma MTC E 101.

#### 4.2.1 Registros de excavación

De los estratos encontrados en cada una de las calcatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calcata (con coordenadas UTM (WGS84), número de





muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. Así mismo, durante la ejecución de las investigaciones de campo se llevará un registro en el que se anotará el espesor de cada uno de los estratos del subsuelo, sus características de gradación y el estado de compacidad de cada uno de los materiales. Así mismo se extraerán muestras representativas de la subrasante para realizar ensayos de Módulos de resiliencia ( $M_R$ ) o ensayos de CBR para correlacionarlos con ecuaciones de  $M_R$ , la cantidad de ensayos dependerá del tipo de carretera (ver [cuadro 4.2](#)).

**Cuadro 4.2**  
**Número de Ensayos  $M_R$  y CBR**

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

Fuente: Base de Datos Propia, elaborado en función al Tipo de Carretera establecido en el R.D. Nº 2669-10-07 y el Manual de Inspección de Muestreo de MTC.

(\*) La necesidad de efectuar los ensayos de módulos de resiliencia, según determinados en los procedimientos de muestreo de laboratorio presentados en la norma técnica y la especificación de los CBR.

El número de ensayos indicado en el [cuadro 4.2](#), se aplica para pavimentos nuevos, mejoramiento y rehabilitación. En caso, de estudios de factibilidad o prefactibilidad se efectuará el número de ensayos indicados en el referido cuadro, por 2 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Tercera Clase "Cada 4,0 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 2,0 km. En caso de estudios a nivel de perfil se utilizará información secundaria existente en el tramo del proyecto, de no existir información secundaria se efectuará el número de ensayos del [cuadro 4.2](#), por 3 veces la longitud indicada (ejemplo, para Carreteras de Segunda Clase "Cada 4,5 km se realizará un CBR" en lugar de un CBR cada 1,5 km). Para el caso de refuerzo o rehabilitación de pavimentos, se tendrá en cuenta las mediciones deflectométricas (deflectograma) y la sectorización de comportamiento homogéneo, efectuando por cada sector homogéneo (mínimo dos CBR) en correspondencia con los puntos de ensayo, un CBR donde la deflexión ha



sido máxima y el segundo CBR donde la deflexión es cercana a la deflexión característica.

Los ensayos de  $M_R$  o de CBR efectuados en los estudios de preinversión (factibilidad, prefactibilidad o perfil), formarán parte del estudio definitivo, resultando que para el definitivo será sólo necesario efectuar ensayos complementarios a los de estudios de preinversión, los mismos que sirven eventualmente, además como comprobatorios.

En caso el tramo tenga una longitud menor a la indicada, en el cuadro 4.2, para el número de  $M_R$  o de CBR a realizar, la cantidad de ensayos indicada en el cuadro debe ser tomada como mínima.

Se podrán realizar ensayos in situ, como el CBR en el terreno según ensayo MTC E 133-2000 y el ensayo mediante Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC), cuya principal limitación se presenta en las mediciones de suelos con bolonería, pero resulta muy útil en suelos finos o blandos, donde precisamente se requiere de mayores evaluaciones del suelo y sus estratos, por lo que en este caso debe efectuarse este tipo de ensayos que permitirá tramificar mejor la capacidad soporte de la sub rasante. La cantidad de ensayos mínima será igual al número de calicatas indicado en el cuadro 4.1.

Los ensayos utilizando el LWD (deflectómetro de impacto liviano) o el SPT (ensayo de penetración estándar), se efectuarán de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales del MTC vigente, complementariamente se podrán utilizar las normas internacionales ASTM o AASHTO.

4.3 Descripción de los suelos

Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a la metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de los cuadros 4.3 y 4.4:

Cuadro 4.3 Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO

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



Fuente: Simbología AASHTO







**Cuadro 4.4**  
**Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS**

	Grava bien graduada mezclada con arena y limo fino, con pocas o muchas partículas orgánicas		Material fino sin plasticidad o con plasticidad muy baja
	Grava mal graduada, mezcla de arena gruesa con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena y arcilla
	Grava limosa, mezcla de arena gruesa y arcilla		Limo orgánico y arena muy fina, pocas o pocas a muchas partículas orgánicas con poca plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de arena gruesa y arcilla, grava con material fino con alta proporción de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arena gruesa, medianamente, arena gruesa, arcilla media
	Arena bien graduada, arena con arena gruesa y nada de material fino, arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños, pocas o pocas a muchas partículas orgánicas en los límites intermedios		Limo orgánico y arena limosa orgánica, poca plasticidad
	Arena mal graduada con pocas o nada de material fino, un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo orgánico, suelo fino grueso o medio, arcilla o arcillosa, limo arcilloso

	Arena limosa de arena arcillosa, arena gruesa
	Arena orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turbidez considerablemente gruesa

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales – Norma MTC E 101. Símbolos gráficos adaptados

Las propiedades fundamentales a tomar en cuenta son:

- a. **Granulometría:** representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC E 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar.

El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:







**Cuadro 4.5**  
**Clasificación de suelos según Tamaño de partículas**

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Materia Fina	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

**b. La Plasticidad:** es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, por tanto la plasticidad de un suelo depende, no de los elementos gruesos que contiene, sino únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los Límites de Atterberg.

Los Límites de Atterberg establecen cuán sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: el límite líquido (LL, según ensayo MTC E 110), el límite plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y el límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112).

Límite Líquido (LL), cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

Límite Plástico (LP), cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Límite de Contracción (retracción), cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.

Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su Índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:





**Cuadro 4.6**  
**Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad**

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
$IP > 20$	Alta	suelos muy arcillosos
$IP \geq 20$ $IP > 7$	Media	suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	suelos poco similares a plásticos
$IP = 0$	No Plástico (NP)	suelos suaves de arena

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de sub rasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

- c. **Equivalente de Arena:** Es la proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo o material arcilloso en los suelos o agregados finos (ensayo MTC E 114). Es el ensayo que da resultados parecidos a los obtenidos mediante la determinación de los límites de Atterberg, aunque menos preciso. Tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de efectuar.

El valor de Equivalente de Arena (EA) es un indicativo de la plasticidad del suelo:

**Cuadro 4.7**  
**Clasificación de suelos según Equivalente de Arena**

Equivalente de Arena	Característica
si $EA > 40$	el suelo no es plástico, es arena
si $40 > EA > 20$	el suelo es poco plástico y no helado
si $EA < 20$	el suelo es plástico y arcilloso

- d. **Índice de Grupo:** es un índice normado por AASHTO de uso corriente para clasificar suelos, está basado en gran parte en los límites de Atterberg. El índice de grupo de un suelo se define mediante la fórmula:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

- a = F-35 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz Nº 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- b = F-15 (F = Fracción del porcentaje que pasa el tamiz Nº 200 -74 micras). Expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.
- c = LL - 40 (LL = límite líquido). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.
- d = IP-10 (IP = índice plástico). Expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

El Índice de Grupo es un valor entero positivo, comprendido entre 0 y 20 o más. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero. Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice  $\geq 10$ , un suelo no utilizable para caminos.



Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

La proyección de la demanda puede también dividirse en dos componentes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa anual de crecimiento de la población y una proyección de la demanda de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la Región, que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

El siguiente cuadro proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años.

Cuadro 6.2 Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE

Table with 10 columns: Período de Análisis (años), Factor sin Crecimiento, and Tasa anual de crecimiento (r) from 2 to 10. It lists cumulative growth factors for various periods and rates.

Fuente: Tabla D.20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures (1993)

Factor Fca = (1 + r)^n - 1 / r

Datos

Ejemplo Fca = ((1 + 0.02)^10 - 1) / 0.02 = 10.42

r = Tasa anual de crecimiento

i = Tasa anual de descuento 5%

n = Período de diseño

n = Período de diseño 10 años







**Cuadro 6.3**  
**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)**  
**Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>eq</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>s1</sub> )	EE <sub>s1</sub> = [ P / 6.8 ] <sup>1.4</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>s2</sub> )	EE <sub>s2</sub> = [ P / 6.2 ] <sup>1.4</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>t1</sub> )	EE <sub>t1</sub> = [ P / 14.8 ] <sup>1.4</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>t2</sub> )	EE <sub>t2</sub> = [ P / 15.1 ] <sup>1.4</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>t3</sub> )	EE <sub>t3</sub> = [ P / 29.7 ] <sup>1.4</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>t4</sub> )	EE <sub>t4</sub> = [ P / 21.8 ] <sup>1.4</sup>

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Reglamento Técnico de Construcción con los valores de las Tablas de Apéndice E de la Guía AASHTO 93.

**Cuadro 6.4**  
**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)**  
**Para Pavimentos Rígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>eq</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>s1</sub> )	EE <sub>s1</sub> = [ P / 6.8 ] <sup>1.4</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>s2</sub> )	EE <sub>s2</sub> = [ P / 6.2 ] <sup>1.4</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>t1</sub> )	EE <sub>t1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>1.4</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>t2</sub> )	EE <sub>t2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>1.4</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>t3</sub> )	EE <sub>t3</sub> = [ P / 15.6 ] <sup>1.4</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>t4</sub> )	EE <sub>t4</sub> = [ P / 17.6 ] <sup>1.4</sup>

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Reglamento Técnico de Construcción con los valores de las Tablas de Apéndice D de la Guía AASHTO 93.

Para el diseño de un pavimento se adopta el número proyectado de EE que circularán por el "carril de diseño", durante el periodo de análisis. El carril de diseño corresponderá al carril identificado como el más cargado de la carretera y el resultado de este cálculo será adoptado para todos los carriles de la sección vial típica de esa carretera, por tramos de demanda homogénea.

Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

La medición de la demanda, estará basada en muestreos significativos del tránsito cuando no se cuenta con estaciones de pesaje que pueden generar censos de cargas por tipo de ejes. La investigación más extendida en la práctica del Perú, se orienta a la estratificación muestral de la carga por tipo de vehículo. Para ello la muestra del tráfico urbano se concentra en el tráfico pesado con la finalidad de obtener una información detallada promedio, pesando la carga real por tipo de vehículo muestreado, por tipo de ejes que lo conforman y por carga efectiva que lleva el eje. De esta manera con las mediciones obtenidas por tipo de vehículos pesados se calculará el factor vehículo pesado de cada uno de los tipos de vehículos del camino, este factor



---

# CAPÍTULO VI

## TRAFICO VIAL

---





## TRÁFICO VIAL

### 6.1 Conocimiento de la demanda para estudios

La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

En lo que corresponde a la Sección de Suelos y Pavimentos de este manual, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y puede proporcionar de los registros continuos que obtiene actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales. La existencia de esta información es importante para construir una base de datos muy útil, como referencia regional que permitirá reducir los requerimientos de estudios y los costos que actualmente se tienen cuando se realizan estos estudios. Adicionalmente el uso de esta información oficial garantizará una mejor consistencia entre la información obtenida y utilizada para los diversos estudios.

La información directa requerida para los estudios del tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipos de vehículos en cada sentido de tráfico. La demanda de Carga por Eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guardan relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en sólo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días corresponde a un día laborable típico y el otro a un día sábado. Los términos de referencia del estudio deberán precisar si el caso amerita estudiar durante más días o en periodos climáticos distintos, dependiendo del conocimiento previo de la demanda que tenga la Autoridad Competente.

Simultáneamente se realizará un control mediante una muestra representativa aleatoria de pesos por eje de vehículos pesados, utilizando



PERU

Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

equipo portátil calibrado oficialmente que alcance un número superior al 30% de los vehículos pesados del día, cuidando de la calidad de la muestra para evitar cualquier sesgo particular que la invalide.

En los casos en que hubiera una fuente de información continua, precisa o que los flujos fueran muy pequeños, deberá justificarse adecuadamente la elección del tamaño de la muestra.

#### **Demanda Proyectada**

La información levantada servirá de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de Ejes Equivalentes (EE) de diseño para el pavimento. El Ingeniero Responsable deberá sustentar si hay razones para establecer que el crecimiento de la demanda seguirá una tendencia histórica identificable con información previa existente o si ésta será modificada por factores socio-económicos, acompañando el análisis justificatorio.

#### **6.2 Factor direccional y factor carril**

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico.

El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril.

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (ver [Cuadro 6.1](#)).







**Cuadro 6.1**  
**Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

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

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO'93

### 6.3 Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

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

En la que:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día

T<sub>o</sub> = Tránsito actual (año base o) en veh/día

n = Número de años del periodo de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socio-económico. Normalmente se asocia la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI). Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%.







Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

La proyección de la demanda puede también dividirse en dos componentes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa anual de crecimiento de la población y una proyección de la demanda de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la Región, que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

El siguiente cuadro proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años.

Cuadro 6.2 Factores de Crecimiento Acumulado (Fca) Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE

Table with 10 columns: Período de Análisis (años), Factor sin Crecimiento, and Tasa anual de crecimiento (r) from 2 to 10. The table shows cumulative growth factors for various periods and rates.

Fuente: Tabla D-20 AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993

Factor Fca = ((1+r)^n) - 1 / r

Donde

Ejemplo

Fca(5%) = ((1+0.05)^10) - 1 / 0.05 = 12.58

r = Tasa anual de crecimiento

r = Tasa anual de crecimiento 5%

n = Período de diseño

n = Período de diseño 10 años





### 6.4 Número de repeticiones de ejes equivalentes

Para el diseño de pavimento, la demanda que corresponde al tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg<sup>2</sup>. Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

En la **Figura 6.1** se presenta la configuración de ejes siguiente:

**Figura 6.1**  
**Configuración de Ejes**

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

**NOTA:**  
RS - Rueda Simple  
RD - Rueda Doble

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento:





**Cuadro 6.3**  
**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)**  
**Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>2,3,4</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>21</sub> )	EE <sub>21</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>1.0</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>22</sub> )	EE <sub>22</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>1.0</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>141</sub> )	EE <sub>141</sub> = [ P / 14.8 ] <sup>1.0</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>142</sub> )	EE <sub>142</sub> = [ P / 15.1 ] <sup>1.0</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>161</sub> )	EE <sub>161</sub> = [ P / 20.7 ] <sup>1.0</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>162</sub> )	EE <sub>162</sub> = [ P / 21.8 ] <sup>1.0</sup>
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

**Cuadro 6.4**  
**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)**  
**Para Pavimentos Rígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>2,3,4</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>21</sub> )	EE <sub>21</sub> = [ P / 6.6 ] <sup>1.1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>22</sub> )	EE <sub>22</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>1.1</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>141</sub> )	EE <sub>141</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>1.1</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>142</sub> )	EE <sub>142</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>1.1</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>161</sub> )	EE <sub>161</sub> = [ P / 16.6 ] <sup>1.0</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>162</sub> )	EE <sub>162</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>1.0</sup>
P = peso real por eje en toneladas	

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Para el diseño de un pavimento se adopta el número proyectado de EE que circularán por el "carril de diseño", durante el periodo de análisis. El carril de diseño corresponderá al carril identificado como el más cargado de la carretera y el resultado de este cálculo será adoptado para todos los carriles de la sección vial típica de esa carretera, por tramos de demanda homogénea.

Para definir la demanda sobre el carril de diseño se analizará el tipo de sección transversal operativa de la carretera, el número de calzadas vehiculares y la distribución de la carga sobre cada carril que conforma la calzada.

La medición de la demanda, estará basada en muestreos significativos del tránsito cuando no se cuenta con estaciones de pesaje que pueden generar censos de cargas por tipo de ejes. La investigación más extendida en la práctica del Perú, se orienta a la estratificación muestral de la carga por tipo de vehículo. Para ello la muestra del tráfico usuario se concentra en el tráfico pesado con la finalidad de obtener una información detallada promedio, pesando la carga real por tipo de vehículo muestreado, por tipo de ejes que lo conforman y por carga efectiva que lleva el eje. De esta manera con las mediciones obtenidas por tipo de vehículos pesados se calculará el factor vehículo pesado de cada uno de los tipos de vehículos del camino, este factor



resulta del promedio de EE que caracteriza cada tipo de vehículo pesado identificado para el camino.

El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado. El cálculo de factores de EE se efectuará utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas.

A continuación se presentan unos ejemplos para determinar el Factor de Vehículo Pesado para diversas clases de vehículos pesados.

Cuadro 6.4.a
Computo del Factor de Vehículos Pesados según ejemplo Guía AASHTO - 93

Table with 4 columns: Rango de Carga por Eje (Toneladas), Cantidad de Ejes Pesados en Balanza para 165 Vehículos Pesados, Factor de Equivalencia por Eje (EE Por Eje), and EE (Ejes Equivalentes). It lists data for Eje Simple and Eje Tandem.

Tota de Ejes Equivalentes de 3.7 para 165 Camiones Pesados en la Balanza = 255 Factor Promedio de Ejes Equivalentes por Vehículo (255/165) = 1.56

En los Cuadros 6.5, 6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12, para el cálculo del Factor Vehículo Pesado (Fvp), las cargas por eje utilizadas solo son validas para el ejemplo desarrollado, en tal sentido, el cálculo de dicho factor, debe realizarse utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas y en concordancia con el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente.







**Cuadro 6.5**

**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión C2 Pavimento Flexible o Pavimento Semirrígido**

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

Configuración Vehículo	Descripción Gráfica de los Vehículos								Long. Máxima (m)
C2									12.30
	E1=7.000t		E2=10.000t						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Simple	7	10							
Carga Doble									
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2	
Peso	7	10						3.477	
Factor E.L.	1.203	2.276							

**Cuadro 6.6**

**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión C2 Pavimento Rígido**

En este ejemplo, el peso total del Camión C2 es de 17 tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn y el eje posterior simple (E2) 10 tn. Aplicando las ecuaciones del **cuadro 6.4** para pavimento rígido, el **factor camión C2 es igual a 3.529**

Configuración Vehículo	Descripción Gráfica de los Vehículos								Long. Máxima (m)
C2									12.30
	E1=7.000t		E2=10.000t						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Simple	7	10							
Carga Doble									
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2	
Peso	7	10						3.529	
Factor E.L.	1.203	2.326							





**Cuadro 6.7**  
**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión C3**  
**Pavimento Flexible o Pavimento Semirrígido**

En este ejemplo, el peso total del Camión C3 es de 23 tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn y el eje posterior tandem (E2+E3) 16tn. Aplicando las ecuaciones del [cuadro 6.3](#) para pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor vehículo **camión C3 es igual a 2.526**

Configuración Vehículo	Diagrama Gráfico de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C3								13.20
	$Q_{E1} = (P/4)^2$	$Q_{E2} = (P/3)^2$						
Tipo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Segura	7	8	8					
Carga Segura	7	16						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3
Peso	7	16						2.526
Factor L.E.	1.86	1.207						

**Cuadro 6.8**  
**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión C3**  
**Pavimento Rígido**

En este ejemplo, el peso total del Camión C3 es de 23 tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn y el eje posterior tandem (E2+E3) 16 tn. Aplicando las ecuaciones del [cuadro 6.4](#) para pavimento rígido, el factor vehículo **camión C3 es igual a 3.406**

Configuración Vehículo	Diagrama Gráfico de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C3								13.20
	$Q_{E1} = (P/4)^2$	$Q_{E2} = (P/3)^2$						
Tipo	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Segura	7	8	8					
Carga Segura	7	16						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3
Peso	7	16						3.406
Factor L.E.	1.213	2.193						





**Cuadro 6.9**  
**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión T3S3**  
**Pavimento Flexible o Pavimento Semirrígido**

En este ejemplo, el peso total del Camión T3S3 es de 46tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn, el eje posterior tandem (E2+E3) 16 tn y el tridem (E4+E5+E6) 23 tn. Aplicando las ecuaciones del **cuadro 6.3** para pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor vehículo **camión T3S3 es igual a 3.758**

Configuración Vehículo	Descomposición Gráfica de los Vehículos							Long. (Medios lat)
T3S3								20.50
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Simple Carga de Carga (tn)	7	8	8	7	8	8		
Carga Simple Carga de Carga (tn)	7	16		23				
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem				
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble				Totál Factor Camión T3S3
Peso	7	16		23				3.758
Factor E.E.	1.32	1.26		1.25				

**Cuadro 6.10**  
**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Camión T3S3**  
**Pavimento Rígido**

En este ejemplo, el peso total del Camión T3S3 es de 46 tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn, el eje posterior tandem (E2+E3) 16 tn y el tridem (E4+E5+E6) 23 tn. Aplicando las ecuaciones del **cuadro 6.4** para pavimento rígido, el factor vehículo **camión T3S3 es igual a 6.390**

Configuración Vehículo	Descomposición Gráfica de los Vehículos							Long. (Medios lat)
T3S3								20.50
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Simple Carga de Carga (tn)	7	8	8	7	8	8		
Carga Simple Carga de Carga (tn)	7	16		23				
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem		Eje Tridem				
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble		Rueda Doble				Totál Factor Camión T3S3
Peso	7	16		23				6.390
Factor E.E.	1.33	1.12		1.09				





**Cuadro 6.11**  
**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Bus B3-1**  
**Pavimento Flexible o Pavimento Semirrígido**

En este ejemplo, el peso total del Bus B3-1 es de 22 tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn y el eje posterior tandem (E2+E3) 15 tn. Aplicando las ecuaciones del **cuadro 6.3** para pavimento flexible o para pavimento semirrígido, el factor **vehículo Bus B3-1 es igual a 2.321**

Configuración Vehículo	Diagrama Gráfico de los Vehículos								Long. Máxima (m)
B3-1									14.00
	Eje (Tn)		Eje (Tn)						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Norma de Carga (Tn)	7	8	7						
Carga Según Norma de Carga (Tn)	7	15							
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	1 Eje Rueda Doble+1 Eje Rueda Simple							Total Factor Camión B3-1
Peso	7	15							2.321
Factor E.E.	205	1.022							

**Cuadro 6.12**  
**Ejemplo de Factores de Equivalencia por Eje y Factor Vehículo Bus B3-1**  
**Pavimento Rígido**

En este ejemplo, el peso total del Bus B3-1 es de 22tn, pesando el eje delantero (E1) 7 tn y el eje posterior tandem (E2+E3) 15 tn. Aplicando las ecuaciones del **cuadro 6.4** para pavimento rígido, el factor **vehículo Bus B3-1 es igual a 3.071**

Configuración Vehículo	Diagrama Gráfico de los Vehículos								Long. Máxima (m)
B3-1									14.00
	Eje (Tn)		Eje (Tn)						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	
Carga Según Norma de Carga (Tn)	7	8	7						
Carga Según Norma de Carga (Tn)	7	15							
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Tandem							
Tipo de Rueda	Rueda Simple	1 Eje Rueda Doble+1 Eje Rueda Simple							Total Factor Camión B3-1
Peso	7	15							3.071
Factor E.E.	1.223	1.796							





El Ingeniero Responsable para los pavimentos flexibles y semirrígidos tomará en cuenta, para el cálculo de EE, un factor de ajuste por presión de neumáticos, de tal manera de computar el efecto adicional de deterioro que producen las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible o semirrígido. Para el caso de afirmados y pavimentos rígidos el factor de ajuste por presión de neumáticos será igual 1.0.

Para la determinación de los factores de presión de neumáticos se utilizarán los valores del Cuadro 6.13, valores intermedios podrán interpolarse. Los valores del Cuadro 6.13 han sido obtenidos de correlacionar los valores de la Figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manual MS-1 del Instituto del Asfalto, modificando la presión inicial de 70 psi que indica la mencionada figura por la presión inicial de 80 psi considerada para efectos de este Manual.

**Cuadro 6.13**  
FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (F<sub>p</sub>) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x(Presión de inflado del neumático) (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.31	3.59	4.57
60	1.00	1.31	1.72	2.18	2.60	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.00	2.49	2.99	3.51
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.12	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.73	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.81	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.65	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.35	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

**Nota:**

- EE = Ejes Equivalentes.
- Presión de contacto del neumático (PCN) con respecto al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN) es igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura a 50mm, se aplican al factor de ajuste igual al espesor de 50mm.

**Fuente:** Elaboración propia, en base a correlaciones con la Figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manual MS-1 del Instituto del Asfalto.

Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados:

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





Donde:

Parámetros	Descripción
$N_{rep\ de\ EE\ 8.2t}$	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
$EE_{8.2t\ cant}$	<p><math>EE_{8.2t\ cant}</math> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta de IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p><math>EE_{8.2t\ cant} = IMD_p \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp</math></p> <p>donde:</p> <p>IMD<sub>p</sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>Fd: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fc: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>Fvp: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (j) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión) y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>Fp: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
$Fca$	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según cuadro 6.2)
365	Número de días del año
$\Sigma$	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

### 6.5 Clasificación de número de repeticiones de ejes equivalentes en el periodo de diseño

El tránsito para diseño de pavimentos, en el presente Manual, ha sido clasificado en rangos de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes, tal como se indica en los Cuadros 6.14 y 6.15.

Para este Manual se determina los siguientes rangos en número de repeticiones de ejes equivalentes, para el carril y periodo de diseño.

#### 6.5.1 Caminos No Pavimentados

Los Caminos No Pavimentados con Afirmado (revestimiento granular) tendrán un rango de aplicación de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño de hasta 300,000 EE, de acuerdo al cuadro 6.14.

**Cuadro 6.14**  
**Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Caminos No Pavimentados**

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T <sub>np1</sub>	≤ 25,000 EE
T <sub>np2</sub>	> 25,000 EE ≤ 75,000 EE
T <sub>np3</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T <sub>np4</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE

Fuente: Elaboración Propia

Nota: T<sub>np</sub> = Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño

nPX = No Pavimentado X = número de rango (1, 2, 3)





## PAVIMENTOS FLEXIBLES

### 12.1 Metodología de diseño

En este manual se ha optado, para el dimensionamiento de las secciones del pavimento, por los procedimientos más generalizados de uso actual en el país. Los procedimientos adoptados son:

- Método AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993
- Análisis de la Performance o Comportamiento del Pavimento durante el periodo de diseño.

Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento.
- Las características de la sub rasante sobre la que se asienta el pavimento.

La forma como se consideran estos dos parámetros dependerá de la metodología que se emplee para el diseño.

- Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, están expresadas en ESALS, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 t, que en el presente Manual se denominan Ejes Equivalentes (EE). La sumatorias de ESALS durante el periodo de diseño es referida como ( $W_{18}$ ) o ESALD, en el presente Manual se denominan Número de Repeticiones de EE de 8.2 t.

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, en este manual, se definen tres categorías:

- Caminos de 150,001 hasta 1'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

**Cuadro 12.1**  
**Número de Repeticiones Acumuladas**  
**de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño**

TIPOS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>10</sub>	> 75 000 EE ≤ 150 000 EE
T <sub>20</sub>	> 150 000 EE ≤ 300 000 EE
T <sub>30</sub>	> 300 000 EE ≤ 500 000 EE
T <sub>50</sub>	> 500 000 EE ≤ 750 000 EE
T <sub>100</sub>	> 750 000 EE ≤ 1'000 000 EE

Fuente: Elaboración propia

Nota: T<sub>n</sub> - Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño.  
PE = Permeabilidad, X = número de repeticiones (1, 2, 3, 5)





- b) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño.

**Cuadro 12.2**  
**Número de Repeticiones Acumuladas**  
**de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño**

TIPUS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>10</sub>	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
T <sub>15</sub>	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
T <sub>20</sub>	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
T <sub>25</sub>	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
T <sub>30</sub>	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
T <sub>35</sub>	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
T <sub>40</sub>	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
T <sub>45</sub>	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
T <sub>50</sub>	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
T <sub>55</sub>	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración propia  
 Nota: T<sub>10</sub> - Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño  
 EE = Ejes Equivalentes. X = número de ejes (5, 7, 2, 4, 8, 10, 11, 12, 13)

- c) Caminos que tienen un tránsito mayor a 30'000,000 EE, en el carril y periodo de diseño. Esta categoría de caminos, no está incluida en el presente manual, el diseño de pavimentos será materia de Estudio Especial por el Ingeniero Proyectista, analizando diversas alternativas de pavimento equivalentes y justificando la solución adoptada.

**Cuadro 12.3**  
**Número de Repeticiones Acumuladas**  
**de Ejes Equivalentes de 8.2 t, en el Carril de Diseño**

TIPUS TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRAFICO PESADO EXPRESADO EN EE
T <sub>55</sub>	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración propia  
 Nota: T<sub>55</sub> - Tráfico pesado expresado en EE en el carril de diseño  
 EE = Ejes Equivalentes. X = número de ejes (5)







- 2) Las características de la sub rasante sobre las que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de sub rasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

**Cuadro 12.4**  
**Categorías de Sub rasante**

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>1</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Insuficiente	De CBR > 3% A CBR < 6%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Regular	De CBR > 6% A CBR < 10%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Buena	De CBR > 10% A CBR < 20%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR > 20% A CBR < 30%
S <sub>6</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración propia

Se considerarán como materiales aptos para las capas de la sub rasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor (sub rasante insuficiente o sub rasante inadecuada), se procederá a la estabilización de los suelos, para lo cual se analizarán alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, estabilización con geosintéticos u otros productos aprobados por la entidad contratante o administradora, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la mas conveniente técnica y económica.

Con base en estos dos parámetros, tránsito expresado en ejes equivalentes (EE) y CBR de sub rasante correlacionado con módulo resiliente, se definirán las secciones de pavimento que se encuentran especificadas en los catálogos de estructuras de pavimento.

La metodología empleada para definir las secciones del catálogo de los pavimentos ha consistido en aplicar el procedimiento de la Guía AASHTO 1993, y aplicar un análisis de comportamiento del pavimento que cubre el periodo de diseño de 20 años de la estructura del pavimento.

A continuación se describen las características más importantes para la aplicación de los procedimientos de cálculo usados.

#### 12.1.1 Método Guía AASHTO 93 de diseño.

Este procedimiento está basado en modelos que fueron desarrollados en función de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la sub rasantes para el cálculo de espesores.





Se incluye más adelante la ecuación de cálculo en la versión de la Guía AASHTO – 93.

El propósito del modelo es el cálculo del Numero Estructural requerido (SNr), en base al cual se identifican y determinan un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que deben ser construidas sobre la sub rasante para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durante el periodo de diseño establecido en el proyecto.

I. Periodo de Diseño

El Periodo de Diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El Ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la Entidad.

II. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

log10(W18) = Zr\*So + 9.36 log10(SN+1) - 0.2 + (log10((Delta PSI)/4.2 - 1.5) / (0.4 - (SN+1)^0.15)) + 2.32 log10(Ma) - 8.07

A partir de esta ecuación se desprenden las siguientes definiciones:

a) W18, es Número Acumulado de Ejes Simples Equivalentes a 18000 lb (80 kN) para el periodo de diseño, corresponde al Número de Repeticiones de EE de 8.2t; el cual se establece con base en la información del estudio de tráfico (ver capítulo 6).

b) Módulo de Resiliencia (Ma)

El Módulo de Resiliencia (Mr) es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante, el cual para su cálculo, deberá determinarse mediante el ensayo de resiliencia determinado de acuerdo a las recomendaciones del AASHTO.

Para el presente Manual, solo con fines ilustrativos se muestra los valores Mr, y CBR en el Cuadro 12.5.





**Cuadro 12.5**  
**Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR**

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (MPa)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (MPa)
6	8,045.00	55.45	19	16,619.00	116.95
7	8,877.00	61.20	20	17,580.00	119.83
8	9,629.00	66.67	21	17,591.00	123.63
9	10,426.00	71.85	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,864.00	81.73	24	19,531.00	134.65
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.95	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.35	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.63	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.35
18	16,247.00	112.02			

Fuente: Elaboración propia, en base al cuadro de correlación CBR - M<sub>r</sub> emitido por TRRL

### c) Confiabilidad (%R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (%R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporte, durante su periodo de diseño, de acuerdo con lo previsto. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento; sin embargo, solicitudes diferentes a las esperadas, como por ejemplo, calidad de la construcción, condiciones climáticas extraordinarias, crecimiento excepcional del tráfico pesado mayor a lo previsto y otros factores, pueden reducir la vida útil prevista de un pavimento.

De acuerdo a la guía AASHTO es suficientemente aproximado considerar que el comportamiento del pavimento con el tráfico, sigue una ley de distribución normal, en consecuencia pueden aplicarse conceptos estadísticos para lograr una confiabilidad determinada; por ejemplo, 90% o 95%, significa que solamente un 10% o 5% del tramo pavimentado, se encontrará con un índice de serviciabilidad inferior al previsto; es decir que el modelo de comportamiento está basado en criterios de serviciabilidad y  $R_0$  en un determinado



mecanismo de falla. En consecuencia, a mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

La confiabilidad no es un parámetro de ingreso directo en la Ecuación de Diseño, para ello debe usarse el coeficiente estadístico conocido como Desviación Normal Estándar (Zr).

A continuación se especifican los valores recomendados de niveles de confiabilidad para los diferentes rangos de tráfico:

**Cuadro 12.6**  
**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	Ejes EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tráfico	T <sub>10</sub>	75,000	150,000	85%
	T <sub>15</sub>	150,000	300,000	70%
	T <sub>20</sub>	300,000	500,000	75%
	T <sub>25</sub>	500,000	750,000	80%
	T <sub>30</sub>	750,000	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T <sub>35</sub>	1,000,000	1,500,000	85%
	T <sub>40</sub>	1,500,000	2,000,000	85%
	T <sub>45</sub>	2,000,000	2,500,000	85%
	T <sub>50</sub>	3,000,000	3,500,000	90%
	T <sub>55</sub>	4,000,000	4,500,000	90%
	T <sub>60</sub>	5,000,000	5,500,000	90%
	T <sub>65</sub>	6,000,000	6,500,000	90%
	T <sub>70</sub>	7,000,000	7,500,000	90%
	T <sub>75</sub>	8,000,000	8,500,000	90%
	T <sub>80</sub>	9,000,000	9,500,000	90%
	T <sub>85</sub>	10,000,000	10,000,000	95%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la AASHTO 93

Para un diseño por etapas, según AASHTO, se deben determinar las confiabilidades de cada etapa, teniendo en cuenta la confiabilidad total correspondiente a todo el periodo de diseño, que para el presente Manual, corresponde a los valores indicados en el [Cuadro 12.6](#), elevado a la potencia inversa del número de etapas. Así se tiene la relación siguiente:

- R<sub>Etapa</sub> = Confiabilidad de cada etapa
- R<sub>Total</sub> = Confiabilidad total para el periodo total de diseño (ver [cuadro 12.6](#))
- n = Número de etapas







**Cuadro 12.7**  
**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad Para dos etapas de diseño de 10 años cada una según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)		
				1ERA. ETAPA (1)	2DA. ETAPA (2)	TOTAL (1)+(2)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>0</sub>	75,000	150,000	81%	81%	65%
	T <sub>1</sub>	150,001	300,000	84%	84%	70%
	T <sub>2</sub>	300,001	500,000	87%	87%	75%
	T <sub>3</sub>	500,001	750,000	89%	89%	80%
	T <sub>4</sub>	750,001	1,000,000	91%	90%	83%
Resto de Caminos	T <sub>5</sub>	1,000,001	1,500,000	92%	92%	85%
	T <sub>6</sub>	1,500,001	3,000,000	92%	92%	85%
	T <sub>7</sub>	3,000,001	5,000,000	93%	93%	85%
	T <sub>8</sub>	5,000,001	7,500,000	94%	93%	90%
	T <sub>9</sub>	7,500,001	10,000,000	95%	95%	90%
	T <sub>10</sub>	10,000,001	12,500,000	95%	95%	90%
	T <sub>11</sub>	12,500,001	15,000,000	96%	95%	90%
	T <sub>12</sub>	15,000,001	20,000,000	97%	97%	95%
	T <sub>13</sub>	20,000,001	25,000,000	97%	97%	95%
	T <sub>14</sub>	25,000,001	30,000,000	97%	97%	95%
T <sub>15</sub>	>30,000,000		97%	97%	95%	

**d) Coeficiente Estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr)**

El coeficiente estadístico de Desviación Estándar Normal (Zr) representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.





Cuadro 12.8 Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de diseño (10 o 20 años) Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico

TIPO DE CAMINO	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>0</sub>	75,000	150,000	0.350
	T <sub>1</sub>	150,000	300,000	-0.574
	T <sub>2</sub>	300,000	600,000	-0.674
	T <sub>3</sub>	600,000	750,000	-0.842
	T <sub>4</sub>	750,000	1,000,000	0.842
Resto de Caminos	T <sub>5</sub>	1,000,000	1,500,000	-1.036
	T <sub>6</sub>	1,500,000	3,000,000	-1.036
	T <sub>7</sub>	3,000,000	5,000,000	-1.036
	T <sub>8</sub>	5,000,000	7,000,000	-1.282
	T <sub>9</sub>	7,000,000	10,000,000	-1.282
	T <sub>10</sub>	10,000,000	12,900,000	-1.282
	T <sub>11</sub>	12,900,000	15,000,000	-1.282
	T <sub>12</sub>	15,000,000	20,000,000	-1.645
	T <sub>13</sub>	20,000,000	25,000,000	-1.645
	T <sub>14</sub>	25,000,000	30,000,000	-1.645
	T <sub>15</sub>	>30,000,000		-1.645

Fuente: Estación Prosa, en base a datos de la Guz y el MTC





**Cuadro 12.9**  
**Coficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal (Zr)**  
**Para dos etapas de diseño de 10 años cada una**  
**Según el Nivel de Confiabilidad seleccionado y el Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	Ejes EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>10</sub>	75,000	150,000	-0.678
	T <sub>11</sub>	150,001	300,000	-0.994
	T <sub>12</sub>	300,001	600,000	1.128
	T <sub>13</sub>	600,001	750,000	-1.227
	T <sub>14</sub>	750,001	1,000,000	-1.227
Resto de Caminos	T <sub>15</sub>	1,000,001	1,500,000	1.405
	T <sub>16</sub>	1,500,001	3,000,000	-1.405
	T <sub>17</sub>	3,000,001	5,000,000	-1.405
	T <sub>18</sub>	5,000,001	7,500,000	1.645
	T <sub>19</sub>	7,500,001	10,000,000	-1.645
	T <sub>20</sub>	10,000,001	12,500,000	-1.645
	T <sub>21</sub>	12,500,001	15,000,000	-1.645
	T <sub>22</sub>	15,000,001	20,000,000	-1.681
	T <sub>23</sub>	20,000,001	25,000,000	-1.681
	T <sub>24</sub>	25,000,001	30,000,000	-1.681
	T <sub>25</sub>	>30,000,000		1.681

**e) Desviación Estándar Combinada (So)**

La Desviación Estándar Combinada (So), es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento; como por ejemplo, construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La Guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores de So comprendidos entre 0.40 y 0.50, en el presente Manual se adopta para los diseños recomendados el valor de 0.45.





**f) Índice de Serviabilidad Presente (PSI)**

El Índice de Serviabilidad Presente es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

**f.1) Serviabilidad Inicial (PI)**

La Serviabilidad Inicial (PI) es la condición de una vía recientemente construida. A continuación se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

**Cuadro 12.10**  
**Índice de Serviabilidad Inicial (Pi)**  
**Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ADJULADOS		ÍNDICE DE SERVIABILIDAD INICIAL (PI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>1</sub>	150,001	300,000	3.80
	T <sub>2</sub>	300,001	500,000	3.80
	T <sub>3</sub>	600,001	750,000	3.80
	T <sub>4</sub>	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	T <sub>5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.00
	T <sub>6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.00
	T <sub>7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.00
	T <sub>8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.00
	T <sub>9</sub>	7,500,001	10,000,000	4.00
	T <sub>10</sub>	10,000,001	17,500,000	4.00
	T <sub>11</sub>	12,500,001	15,000,000	4.00
	T <sub>12</sub>	15,000,001	20,000,000	4.20
	T <sub>13</sub>	20,000,001	25,000,000	4.20
	T <sub>14</sub>	25,000,001	30,000,000	4.20
	T <sub>15</sub>	>30,000,000		4.20

Fuente: Elaboración propia sobre la base de la Sub-ASB-T093





f.2) **Serviciabilidad Final o Terminal (P<sub>T</sub>)**

La **Serviciabilidad Terminal (Pt)** es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción.

A continuación se indican los índices de **serviciabilidad final** para los diferentes tipos de tráfico.

**Cuadro 12.11**  
**Índice de Serviciosabilidad Final (Pt)**  
**Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PT)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	Tp1	150,001	300,000	2.00
	Tp2	300,001	600,000	2.00
	Tp3	500,001	750,000	2.00
	Tp4	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	Tp5	1,000,001	1,500,000	2.50
	Tp6	1,500,001	3,000,000	2.50
	Tp7	3,000,001	5,000,000	2.50
	Tp8	5,000,001	7,500,000	2.50
	Tp9	7,500,001	10,000,000	2.50
	Tp10	10,000,001	12,500,000	2.50
	Tp11	12,500,001	15,000,000	2.50
	Tp12	15,000,001	20,000,000	3.00
	Tp13	20,000,001	25,000,000	3.00
	Tp14	25,000,001	30,000,000	3.00
	Tp15		>30,000,000	3.00

Fuente

Elaboración Propia en base a datos de la Guía AAS 100-1993





**f.3) Variación de Serviabilidad (ΔPSI)**

(Δ PSI) es la diferencia entre la Serviabilidad Inicial y Terminal asumida para el proyecto en desarrollo.

**Cuadro 12.12**  
**Diferencial de Serviabilidad (Δ PSI)**  
**Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	Ejes EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (ΔPSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>1</sub>	100,000	300,000	1.50
	T <sub>2</sub>	300,000	500,000	1.50
	T <sub>3</sub>	500,000	750,000	1.50
	T <sub>4</sub>	750,000	1,000,000	1.50
Resto de Caminos	T <sub>5</sub>	1,000,000	1,500,000	1.50
	T <sub>6</sub>	1,500,000	3,000,000	1.50
	T <sub>7</sub>	3,000,000	5,000,000	1.50
	T <sub>8</sub>	5,000,000	7,500,000	1.50
	T <sub>9</sub>	7,500,000	10,000,000	1.50
	T <sub>10</sub>	10,000,000	12,500,000	1.50
	T <sub>11</sub>	12,500,000	15,000,000	1.50
	T <sub>12</sub>	15,000,000	20,000,000	1.20
	T <sub>13</sub>	20,000,000	25,000,000	1.20
	T <sub>14</sub>	25,000,000	30,000,000	1.20
	T <sub>15</sub>	>30,000,000		1.20

Fuente: Elaboración Propia







**g) Numero Estructural Propuesto(SNR)**

Los datos obtenidos y procesados se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el Número Estructural, que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán, o sea de la capa de rodadura, de base y de subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

$d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente

$m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. El Ingeniero Proyectista, debe realizar un análisis de comportamiento de las alternativas de estructuras de pavimento seleccionadas, de tal manera que permita decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada.

Los valores de los coeficientes estructurales considerados en el presente manual son:





**Cuadro 12.13**  
**Coefficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a,**

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a (cm)	OBSERVACIÓN
<b>CAPA SUPERFICIAL</b>			
Carpetas Asfálticas en Caliente, módulo 7,965 MPa (430,000 PSI) a 20 °C (68 °F)	a <sub>1</sub>	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpetas Asfálticas en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a <sub>1</sub>	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1000,000 EE
Macrodrenado 25 mm	a <sub>1</sub>	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 1000,000 EE
Tratamiento Superficial Básico	a <sub>1</sub>	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%, y en vías con curvas pronunciadas, curvas de valles, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm	a <sub>1</sub>	(*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico ≤ 500,000 EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.
(*) no se consideran ni tener aporte estructural			
<b>BASE</b>			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico ≤ 10'000,000 EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>2</sub>	0.064 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico > 10'000,000 EE
Base Granular Tratada con Azufre (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a <sub>2</sub>	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	a <sub>2</sub>	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	a <sub>2</sub>	0.050 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
<b>SUBBASE</b>			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a <sub>3</sub>	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

La ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento.

El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables que son:







- a. La calidad del drenaje.
- b. Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación.

El **cuadro 12.14** presenta valores de la calidad de drenaje con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada.

**Cuadro 12.14**  
**Calidad del Drenaje**

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Mediana	1 semana
Mala	1 mes
Muy mala	El agua no escapa

Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

El **Cuadro 12.15** presenta valores de coeficiente de drenaje  $m_1$ , para porcentajes del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación y calidad del drenaje.

**Cuadro 12.15**  
**Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_1$  Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles**

CALIDAD DEL DRENAJE	POR % DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANO A LA SATURACIÓN			
	MEJOR QUE 1%	1% - 5%	5% - 25%	MAJOR QUE 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Buena	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 - 0.50	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

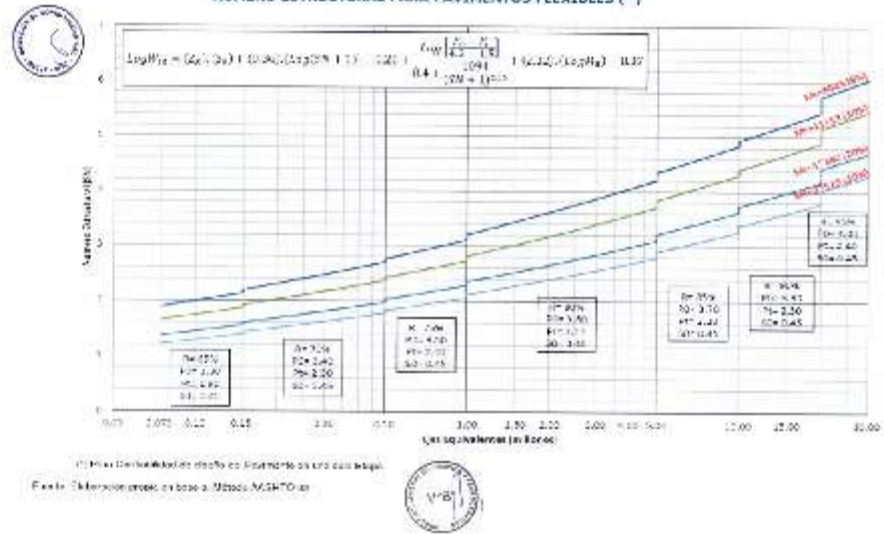
Fuente: Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO - 1993

Para la definición de las secciones de estructuras de pavimento del presente Manual, el coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase, asumido fue de 1.00.

En función a los parámetros requeridos por AASHTO y especificados en los cuadros anteriores, se han determinado los diferentes Números Estructurales requeridos, para cada rango de tráfico expresado en ejes equivalentes (EE) y rango de tipo de suelos, según se presenta en gráfico y cuadro siguientes:



**Figura 12.1**  
**NÚMERO ESTRUCTURAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (\*)**



**Cuadro 12.16**  
**Número Estructural Requerido para Pavimentos Flexibles (SN) – Período de diseño 20 años**

**CATÁLOGO DE NIVELES DE TRÁFICO EQUIVALENTE PARA DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES**  
Cálculo del tráfico equivalente en un eje de un eje de tráfico.

CATEGORÍA DE TRÁFICO	Tráfico (AxV)	Nivel (SN)	Estructura			
			SN (Estructura)	SN (Estructura)	SN (Estructura)	SN (Estructura)
1	100,000	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
2	200,000	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
3	300,000	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
4	400,000	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
5	500,000	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
6	600,000	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
7	700,000	2.45	2.45	2.45	2.45	2.45
8	800,000	2.55	2.55	2.55	2.55	2.55
9	900,000	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
10	1,000,000	2.75	2.75	2.75	2.75	2.75
11	1,200,000	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
12	1,400,000	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
13	1,600,000	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20
14	1,800,000	3.35	3.35	3.35	3.35	3.35
15	2,000,000	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
16	2,200,000	3.65	3.65	3.65	3.65	3.65
17	2,400,000	3.80	3.80	3.80	3.80	3.80
18	2,600,000	3.95	3.95	3.95	3.95	3.95
19	2,800,000	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
20	3,000,000	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25

(\*) Verificar el tráfico equivalente en un eje de un eje de tráfico en función del tráfico equivalente en un eje de un eje de tráfico.  
 Fuente: Elaboración propia, en base a: Método AASHTO (4)



### 12.2 Secciones de estructuras de pavimento flexible

Para determinar las secciones de estructuras de pavimento flexible, se consideraron los siguientes espesores mínimos recomendados:

**Cuadro 12.17**  
**Valores recomendados de Espesores Mínimos de Capa Superficial y Base Granular**

Tipo de Caminos	Trafo	Ejes Equivalentes Adjudados		Capa Superficial	Base Granular
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>1</sub>	150.001	300.000	TSE, o Lechada Asfáltica (Sturry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 80mm Capeta Asfáltica en Caliente: 50mm	190 mm
	T <sub>2</sub>	300.001	600.000	TSD, o Lechada Asfáltica (Sturry seal): 12mm, o Micropavimento: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 80mm Capeta Asfáltica en Caliente: 62mm	190 mm
	T <sub>3</sub>	600.001	750.000	Micropavimento: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 80mm Capeta Asfáltica en Caliente: 70mm	190 mm
	T <sub>4</sub>	750.001	1.000.000	Micropavimento: 25mm Capeta Asfáltica en Frío: 70mm Capeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
Resto de Caminos	T <sub>5</sub>	1.000.001	1.500.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 80mm	200 mm
	T <sub>6</sub>	1.500.001	3.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>7</sub>	3.000.001	5.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 90mm	200 mm
	T <sub>8</sub>	5.000.001	7.500.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 100mm	200 mm
	T <sub>9</sub>	7.500.001	10.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 110mm	200 mm
	T <sub>10</sub>	10.000.001	12.500.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 120mm	200 mm
	T <sub>11</sub>	12.500.001	15.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 130mm	250 mm
	T <sub>12</sub>	15.000.001	20.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 140mm	250 mm
	T <sub>13</sub>	20.000.001	25.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm
	T <sub>14</sub>	25.000.001	30.000.000	Capeta Asfáltica en Caliente: 150mm	300 mm

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía 4051-10-03



El espesor mínimo constructivo para capas superficiales con carpeta asfáltica en caliente es de 40mm y el espesor mínimo constructivo de las capas granulares (Base y Subbase) es de 150mm.

Las secciones de estructuras de pavimento flexible, que se recomiendan en el Manual, están en función al tipo de suelos (rango de CBR de diseño) y el tráfico vial expresado en número de ejes equivalentes, son las siguientes:

- 12.2.1 Catálogos de Números Estructurales (SN) adoptados por tipo de tráfico y de sub rasante.
- 12.2.2 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ( $\leq 1'000,000$  EE en el carril de diseño), periodo de diseño 10 años.

**Cuadro 12.18**  
**Limitaciones de Tránsito y Geometría Vial**  
**para la Aplicación de los distintos tipos de Capa Superficial**

CAPA SUPERFICIAL	LIMITACIONES DE TRÁNSITO Y GEOMETRÍA VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CAPA SUPERFICIAL		
	TRÁFICO EN EE	PENDIENTE MÁXIMA	CURVATURA HORIZONTAL
Carpeta Asfáltica en Caliente	Sin Restricción	Sin Restricción	Sin Restricción
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión	$\leq 1'000,000$ EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Micropavimento 25 mm	$\leq 1'000,000$ EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Tratamiento Superficial Recopa	$\leq 500,000$ EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	$\leq 500,000$ EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos que obliguen al frenado de vehículos

12.2.3 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ( $\leq 1'000,000$  EE en el carril de diseño) y el resto de caminos con más de  $1'000,000$  EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.

12.2.4 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con asfalto, para caminos con más de  $1'000,000$  EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de







Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.

- 12.2.5 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cemento, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.6 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cal, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años). Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.7 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.8 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con asfalto, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.9 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cemento, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.
- 12.2.10 Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con base tratada con cemento, para caminos con más de 1'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años. Pavimento con Capa Superficial de Carpeta Asfáltica en Caliente. No sustituye al diseño que deberá realizar el Ingeniero Responsable del Diseño.





### 12.2.1

#### Catálogos de Números Estructurales (SN) adoptados por tipo de tráfico y de sub rasante





PERU		Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Vicepresidencia de Transportes	Director General de Carreteras y Ferrocarriles		
<b>CATALOGO DE NUMEROS ESTRUCTURALES (SE) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE</b> Microcarretero + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO DE TRAFICO	Incidencia CBR (+ 5 %)	Pavos 2 % + CBR (+ 5 %)	Regala 5 % + CBR (+ 5 %)	Base 10 % + CBR (+ 5 %)	Mezclante 20 % + CBR (+ 5 %)	Expediente CBR (+ 5 %)
T-4 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-5 1.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-6 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-7 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-8 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-9 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-10 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150

PERU		Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Vicepresidencia de Transportes	Director General de Carreteras y Ferrocarriles		
<b>CATALOGO DE NUMEROS ESTRUCTURALES (SE) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE</b> Carpete Asfáltico en Pílo + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO DE TRAFICO	Incidencia CBR (+ 5 %)	Pavos 2 % + CBR (+ 5 %)	Regala 5 % + CBR (+ 5 %)	Base 10 % + CBR (+ 5 %)	Mezclante 20 % + CBR (+ 5 %)	Expediente CBR (+ 5 %)
T-11 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-12 1.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-13 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-14 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-15 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-16 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-17 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150

PERU		Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Vicepresidencia de Transportes	Director General de Carreteras y Ferrocarriles		
<b>CATALOGO DE NUMEROS ESTRUCTURALES (SE) REQUERIDOS POR TIPO DE TRAFICO Y DE SUB RASANTE</b> Carpete Asfáltico en Carretero + Base Granular + Subbase Granular						
TIPO DE TRAFICO	Incidencia CBR (+ 5 %)	Pavos 2 % + CBR (+ 5 %)	Regala 5 % + CBR (+ 5 %)	Base 10 % + CBR (+ 5 %)	Mezclante 20 % + CBR (+ 5 %)	Expediente CBR (+ 5 %)
T-18 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-19 1.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-20 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-21 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-22 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-23 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-24 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-25 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-26 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-27 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-28 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-29 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-30 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-31 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-32 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-33 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-34 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-35 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-36 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-37 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-38 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-39 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150
T-40 10.000 + Pav. EC + 10.000			200	200	150	150





### 12.2.2

#### Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ( $\leq 1'000,000$ EE en el carril de diseño), periodo de diseño 10 años





Figura N° 12.2  
CATALOGO DE ESTRUCTURAS MORTERO ASFALTICO  
PERIOD DE DISEÑO 10 AÑOS

EE		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000
CBR %	$M_n$ $2555 \times CBR^{0.44}$	1.2 cm 25 cm	1.2 cm 30 cm	1.2 cm 30 cm
	CBR	18 cm	20 cm	25 cm
$\geq 6\%$	$> 8,040$ psi (55.4 MPa)	(*)	(*)	(*)
$< 10\%$	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	1.2 cm 25 cm	1.2 cm 30 cm	1.2 cm 30 cm
$\geq 10\%$	$> 11,150$ psi (76.9 MPa)	18 cm	20 cm	25 cm
$< 20\%$	$\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)	1.2 cm 25 cm	1.2 cm 25 cm	1.2 cm 25 cm
$\geq 20\%$	$> 17,380$ psi (119.8 MPa)	18 cm	20 cm	25 cm
$< 30\%$	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	15 cm	17 cm	15 cm
$\geq 30\%$	$> 22,530$ psi (155.3 MPa)	27 cm	32 cm	35 cm

Mortero Asfáltico  
 Base Granular  
 Subbase Granular

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

Nota: 1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.  
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.  
 3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:  
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.  
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.  
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellado Asfáltico (a cada 3 a 4 años).  
 4. Para su aplicación se debe respetar las limitaciones indicadas en el Manual según cuadro 12.1:  
 a) Tráfico máximo en el carril de diseño hasta 500,000 EE.  
 b) No aplica en tramos con pendiente mayor al 8%.  
 c) No aplica en tramos que obliguen al frenado de vehículos.





**Figura N° 12.3**  
**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE ALTERNATIVA SUPERFICIE DE RODADURA: TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA (T.S.B.)**  
**PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS**

EE		Tr0	Tr1	Tr2	
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	
CBR %	$M_{R_i}$ $2555 \times CBR^{0.72}$				
	CBR	25 cm	30 cm	30 cm	
	$\leq 8,040$ psi (55.4 MPa)	18 cm	20 cm	25 cm	
	< 6%	(*)	(*)	(*)	
	$\geq 8\%$				
	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	25 cm	30 cm	30 cm	
	$\geq 10\%$				
	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	25 cm	25 cm	25 cm	
	$\geq 20\%$				
	$\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)	15 cm	20 cm	23 cm	
	$\geq 30\%$				
	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	18 cm	20 cm	25 cm	
	$\geq 30\%$				
	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	15 cm	17 cm	15 cm	
	$\geq 30\%$				
	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	27 cm	32 cm	35 cm	

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.


- Nota:
- (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
  - EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
  - En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
    - Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.
    - Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.
    - Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos (a cada 3 y 4 años).
  - Para su aplicación se debe respetar las limitaciones indicadas en el Manual según cuadro 12.1:
    - Trafico máximo en el carril de diseño hasta 500,000 EE.
    - No aplica en tramos con pendiente mayor al 8%.
    - No aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos.





Figura N° 12.4  
CATALOGO DE ESTRUCTURAS MICROPAVIMENTO  
PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
CBR %	$M_u$ $2000 \times CBR^{0.4}$	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
	CBR < 6%	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm
CBR < 6%	$\leq 6,040$ psi (55.4 MPa)	15 cm	20 cm	20 cm	25 cm	22 cm
	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
CBR < 10%	$> 6,040$ psi (55.4 MPa)	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
	$\leq 11,190$ psi (78.9 MPa)	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm
CBR < 10%	$> 11,190$ psi (78.9 MPa)	15 cm	20 cm	20 cm	25 cm	22 cm
	$\leq 17,380$ psi (118.8 MPa)	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
CBR < 20%	$> 17,380$ psi (118.8 MPa)	20 cm	23 cm	25 cm	30 cm	30 cm
	$\leq 22,530$ psi (156.3 MPa)	15 cm	15 cm	17 cm	18 cm	20 cm
CBR < 20%	$> 22,530$ psi (156.3 MPa)	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
	$\leq 22,530$ psi (156.3 MPa)	28 cm	30 cm	20 cm	23 cm	25 cm
CBR < 30%	$> 22,530$ psi (156.3 MPa)	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
	$\leq 22,530$ psi (156.3 MPa)	22 cm	26 cm	18 cm	20 cm	20 cm
		15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	16 cm



Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.


Nota: 1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.  
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y período de diseño.  
 3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:  
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.  
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.  
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos (a cada 3 a 4 años).  
 4. Para su aplicación se debe respetar las limitaciones indicadas en el Manual según Cuadro 12.1.  
 a) Tráfico máximo en el carril de diseño hasta 1'000,000 EE.





Figura N° 12.5  
CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE  
CON MEZCLA ASFALTICA EN FRIO  
PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS

EE	M <sub>a</sub> 2555xCBR <sup>0.45</sup>	Typ0	Typ1	Typ2	Typ3	Typ4
		15.001-150.000	150.001-300.000	300.001-600.000	600.001-750.000	750.001-1.000.000
CBR % = 8%	≤ 6.040 psi (55.4 MPa)	5 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
		18 cm	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
≥ 9% CBR = 10%	= 6.040 psi (55.4 MPa) ≤ 11.150 psi (76.9 MPa)	5 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
		18 cm	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
≥ 10% CBR = 20%	= 11.150 psi (76.9 MPa) ≥ 17.360 psi (119.8 MPa)	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm
		26 cm	17 cm	20 cm	20 cm	20 cm
≥ 20% CBR = 30%	= 17.360 psi (119.8 MPa) ≤ 22.530 psi (155.3 MPa)	5 cm	8 cm	7 cm	8 cm	8 cm
		20 cm	25 cm	25 cm	26 cm	30 cm
CBR = 30%	= 22.530 psi (155.3 MPa)	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm
		17 cm	20 cm	22 cm	25 cm	25 cm



Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

**Nota:**

1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos según definidos en estudios específicos.
2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
  - a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.
  - b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.
  - c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos ASFálticos (a cada 3 a 4 años).
4. Para su aplicación se debe respetar las limitaciones indicadas en el Manual según [cuadro 12.1](#):
  - a) Tráfico máximo en el carril de diseño hasta 1'000,000 EE.





### 12.2.3

**Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible para caminos de bajo volumen de tránsito ( $\leq 1'000,000$  EE en el carril de diseño) y el resto de caminos de más de  $1'000,000$  EE en el carril de diseño, periodo de diseño en dos etapas de 10 años (total 20 años)**







Figura N° 12.6

CATALOGO DE ESTRUCTURAS FLEXIBLE CON REFUERZO CON MEZCLA ASFALTICA EN FRIO PERIODO DE DISEÑO POR ETAPAS 10 AÑOS



		Rango de EE (1)		Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Figura N° 12.6
Etapas de Operación y Conservación		Rango de EE (1)		Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	
Etapas de Operación y Conservación		Rango de EE (1)		Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	Tot	
Etapas de Operación y Conservación	CSB-1%	R <sub>1</sub>	1cm	5cm	6cm	6cm	6cm	6cm	7cm	8cm	8cm	9cm	
	CSB-1%	+1.000 (20.4 MPa)	22cm	20cm	30cm	20cm	20cm	20cm	20cm	30cm	30cm	30cm	
Etapas de Operación y Conservación	Refuerzo asfáltico (2)		6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	
Etapas de Operación y Conservación	+1% CSB	+1.000 (20.4 MPa)	5cm	5cm	6cm	6cm	6cm	6cm	7cm	8cm	8cm	9cm	
	+1% CSB	+1.115 (22.3 MPa)	22cm	20cm	30cm	20cm	20cm	20cm	20cm	30cm	30cm	30cm	
Etapas de Operación y Conservación	Refuerzo asfáltico (2)		6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	
Etapas de Operación y Conservación	+1% CSB	+1.115 (22.3 MPa)	5cm	5cm	6cm	6cm	6cm	6cm	7cm	8cm	8cm	9cm	
	+2% CSB	+1.170 (23.3 MPa)	10cm	20cm	20cm	27cm	20cm	17cm	20cm	20cm	25cm	25cm	
Etapas de Operación y Conservación	Refuerzo asfáltico (2)		4cm	5cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	
Etapas de Operación y Conservación	+2% CSB	+1.200 (23.9 MPa)	5cm	5cm	6cm	6cm	6cm	6cm	7cm	8cm	8cm	9cm	
	+3% CSB	+1.220 (24.3 MPa)	10cm	10cm	10cm	20cm	21cm	22cm	22cm	20cm	20cm		
Etapas de Operación y Conservación	Refuerzo asfáltico (2)		Moquetamiento en 2.5cm	5cm	5cm	5cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	6cm	
Etapas de Operación y Conservación	CSB 3%	+2.210 (44.2 MPa)	5cm	5cm	6cm	6cm	6cm	7cm	8cm	8cm	9cm		
	CSB 3%	+2.210 (44.2 MPa)	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	20cm	21cm		
Etapas de Operación y Conservación	Refuerzo asfáltico (2)		Moquetamiento en 1.2cm	Moquetamiento en 2.5cm	Moquetamiento en 2.5cm	4cm	4cm	5cm	5cm	5cm	5cm		

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

- Nota: 1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.  
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.  
 3. En la etapa de Operación y Conservación, efectuar entre otros aspectos:  
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Cerdillos, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años  
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.  
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos







Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Figura N° 12.7

CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON REFUERZO PERIODO DE DISEÑO POR ETAPAS 10 AÑOS



		E1		E2		E3		E4		E5		E6		E7		E8		E9		E10	
		1000-2000		2000-4000		4000-6000		6000-8000		8000-10000		10000-12000		12000-14000		14000-16000		16000-18000		18000-20000	
		10000		20000		30000		40000		50000		60000		70000		80000		90000		100000	
FAJAS BANDA	GR %	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
	GR-10	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
FAJAS BANDA	+2%	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
	-2%	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
FAJAS BANDA	+10%	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
	-10%	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
FAJAS BANDA	+20%	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
	-20%	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
FAJAS BANDA	+30%	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
	-30%	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
FAJAS BANDA	+50%	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm
	-50%	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm	20cm
Refuerzo a la 10		10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm	10cm

Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

Nota: 1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán well definidos en estudios específicos.  
 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.  
 3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:  
 a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Regularidad, al menos una medición cada dos años.  
 b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.  
 c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos.





PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles

#### 12.2.4

**Secciones Ilustrativas y Referenciales de Estructuras de Pavimento Flexible con carpeta de mezcla asfáltica en caliente para volúmenes de tránsito de 75,000 EE a 30'000,000 EE en el carril de diseño, periodo de diseño en una etapa de 20 años**





Figura N° 12.8 CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE PERIODO DE DISEÑO 20 AÑOS



EE	R <sub>e</sub>	CBR %	CBR-1%	CBR-5%	CBR-10%	CBR-20%	CBR-30%	Figura N° 12.8									
								Tp1	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7	Tp8	
		75.001-150.000		150.001-300.000		300.001-600.000		600.001-750.000		750.001-1.000.000		1.000.001-1.500.000		1.500.001-3.000.000		3.000.001-5.000.000	
		5 cm	6 cm	6 cm	7 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm	8 cm
		25 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
		15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
		10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm
		5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm
		15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
		10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm

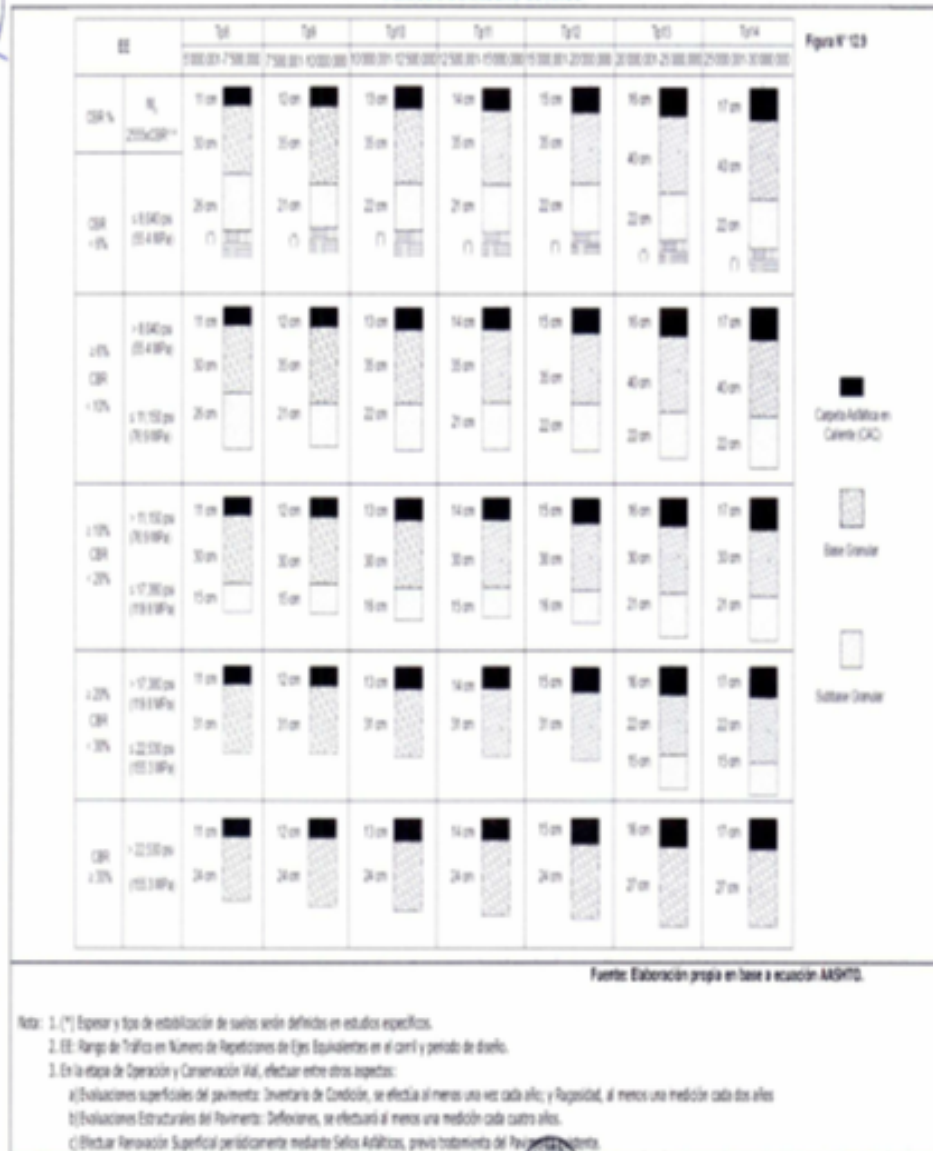
Fuente: Elaboración propia en base a ecuación AASHTO.

- Nota: 1. (\*) Espesor y tipo de estabilización de suelos serán definidos en estudios específicos.
- 2. EE: Rango de Tráfico en Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el carril y periodo de diseño.
- 3. En la etapa de Operación y Conservación Vial, efectuar entre otros aspectos:
  - a) Evaluaciones superficiales del pavimento: Inventario de Condición, se efectúa al menos una vez cada año; y Rugosidad, al menos una medición cada dos años.
  - b) Evaluaciones Estructurales del Pavimento: Deflexiones, se efectuará al menos una medición cada cuatro años.
  - c) Efectuar Renovación Superficial periódicamente mediante Sellos Asfálticos, previa tratamiento del Pavimento existente.





**Figura N° 12.9**  
**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE**  
**PERIODO DE DISEÑO 20 AÑOS**



**ANEXO N°06-**  
**Manual de Carreteras de ensayo**  
**Laboratorio – 2016.**



**MTC E 107**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO**

**1.0 OBJETO**

1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 75 mm (Nº 200).

2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.

**4.0 EQUIPOS Y MATERIALES**

**4.1 EQUIPOS**

4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,750 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,750 mm (Nº 4).

4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C.

**4.2 MATERIALES**

4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
Nº 10	19,000
Nº 20	7,500
Nº 40	4,750
Nº 60	2,500
Nº 80	1,900
Nº 100	1,500
Nº 140	1,060
Nº 200	0,750

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
Nº 10	19,000
Nº 20	7,500
Nº 40	4,750
Nº 60	2,500
Nº 80	1,900
Nº 100	1,500
Nº 140	1,060
Nº 200	0,750





## NTC E 108

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

#### 1.0 OBJETO

1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.

2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.

**Nota 1. (\*)** El secado en horno siguiendo en método (a  $110 \pm 5$  °C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.

#### 4.0 EQUIPOS y MATERIALES

##### 4.1 EQUIPOS

4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:

De 0,01 g para muestras de menos de 200 g

De 0,1 g para muestras de más de 200 g.

##### 4.2 MATERIALES

4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.

**Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.

4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver [Sección 6.3.5](#) del presente ensayo).

**Nota 3.** El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier lite.

4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.

4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.





## MTC E 110

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se derrite a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

**Discusión:** Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psf).

- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índices de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2 $\mu$ m para determinar su número de actividad.
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutita a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

#### 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.
- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.
- De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.

**NTC E 111****DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)****1.0 OBJETO**

- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos son extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los límites plástico de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.

**4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS****4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 425  $\mu\text{m}$  (N° 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

**5.0 MUESTRA**

- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 425  $\mu\text{m}$  (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma NTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado



## MTC E 115

### COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (56 000 pie-lb/ft<sup>2</sup>)).

#### 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (56000 pie-lb/ft<sup>2</sup>)).

**Nota 1.** Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos ó de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

**Nota 2.** El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado.

- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾ pulg).

**Nota 3.** Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm (¾ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm (¾ pulg), ver ensayo ASTM D 4718.

- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.

#### 2.3.1 MÉTODO "A"

- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pesa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- 2.3.1.3 Número de capas: 5

- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).

- 2.3.1.6 Otros usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

#### 2.3.2 MÉTODO "B"

- 2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.

- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (¾ pulg).

- 2.3.2.3 Número de Capas: 5

- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25

- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg).



MTC E 128

MODULO RESILIENTE DE SUELOS DE SUBRASANTE

1.0 OBJETO

1.1 Cubre los procedimientos normalizados para la determinación del módulo elástico dinámico (de resiliencia) de los suelos. Incluye la preparación y ensayo de suelos no tratados, bajo condiciones que representen una simulación razonable de las características físicas y de los estados de esfuerzos de los materiales de la subrasante, bajo pavimentos flexibles sometidos a las cargas debidas al tránsito.

2.0 FINALIDAD Y ALCANCE

2.1 DEFINICIONES BÁSICAS

2.1.1  $\delta_1$  = Esfuerzo axial total (esfuerzo principal mayor).

2.1.2  $\delta_3$  = Esfuerzo radial total; esto es, la presión de confinamiento aplicada en la cámara triaxial (esfuerzo principal, intermedio y menor).

2.1.3  $\delta_d = \delta_1 - \delta_3$  = Esfuerzo desviador; esto es, el esfuerzo axial repetido para este procedimiento.

2.1.4  $E_1$  = Deformación axial total debida a  $\delta_d$

2.1.5  $E_r$  = Deformación axial resiliente (recuperada).

2.1.6  $M_r = \delta_d / E_r$ , es el módulo resiliente, esto es, la relación entre el esfuerzo dinámico y la deformación que puede substituirse, en procedimientos analíticos que incluyen cargas de tráfico dinámico y requieren de un módulo de elasticidad.

2.1.7 Duración de la carga = Intervalo de tiempo durante el cual el espécimen es sometido a un esfuerzo desviador.

2.1.8 Duración del ciclo = Intervalo de tiempo en que transcurren las aplicaciones sucesivas de un esfuerzo desviador.

$$\gamma_d = \frac{G \cdot \gamma_w}{1 + \left( w \cdot \frac{G}{S} \right)}$$

Donde:

- $\gamma_d$  = Peso unitario del suelo seco, kg/m<sup>3</sup> (lb/pte<sup>3</sup>)
- G = Peso específico de los sólidos
- W = Contenido de agua del suelo (%)
- S = Grado de saturación (%)
- $\gamma_w$  = Peso unitario de agua, kg/m<sup>3</sup> (lb/pte<sup>3</sup>)

Tanto w como S pueden expresarse con un decimal o como un entero, esto es, 20% puede representarse como 0,20 ó 20, pero es necesario que haya consistencia entre los dos.

2.2 Los métodos descritos son aplicables a muestras inalteradas de materiales naturales, a muestras compactadas de subrasante y a muestras transportadas, preparadas para ser ensayadas, por compactación en el laboratorio.





## MTC E 132

### CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

#### 1.0 OBJETO

- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

#### 2.0 FIDELIDAD Y ALCANCE

- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.

#### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

#### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

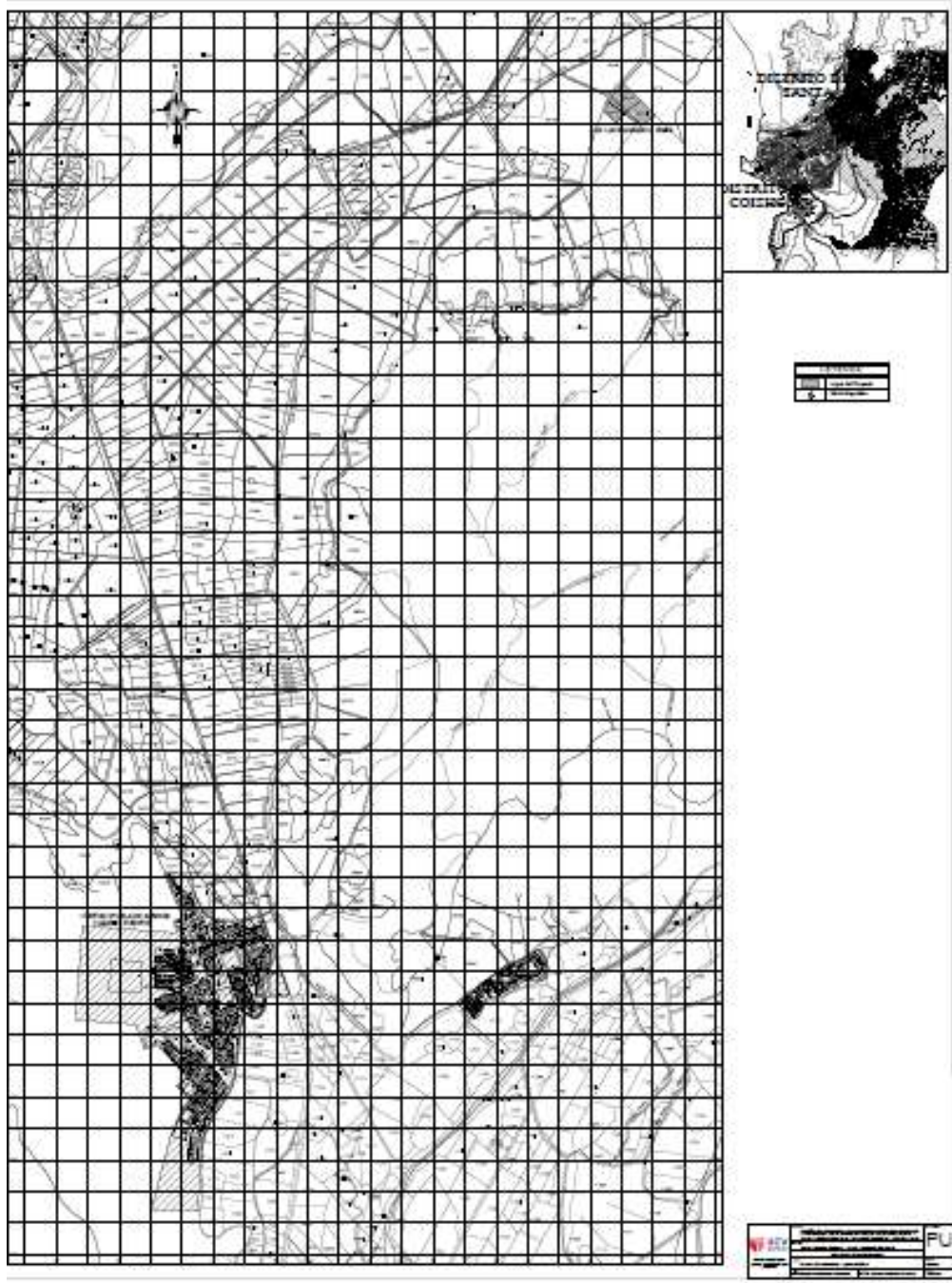
##### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.2.

El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos.

- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm  $\pm$  0,66 mm (6  $\pm$  0,026") de diámetro interior y de 177,8  $\pm$  0,46 mm (7  $\pm$  0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")

**ANEXO N°07-**  
**Plano de ubicación del Proyecto**

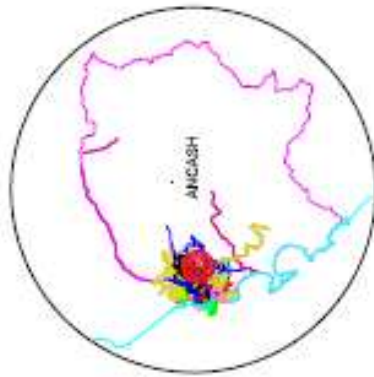
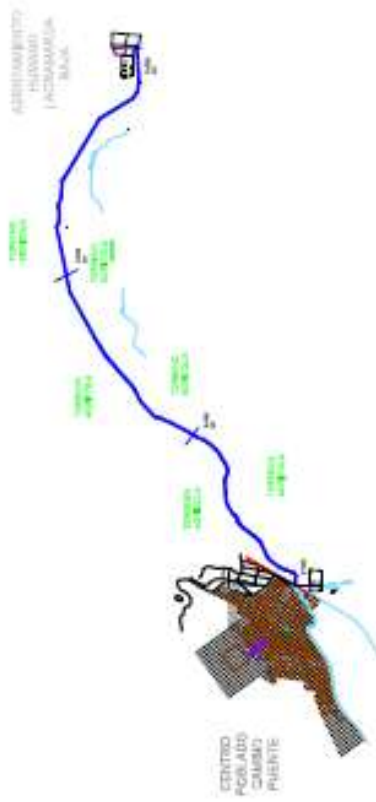




**ANEXO N°08-**  
**Plano de Ubicación de las Calicatas.**



**ANEXO N°09-**  
**Plano de Planta**



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

PROYECTO: ...

OBJETIVO: ...

ALCANCE: ...

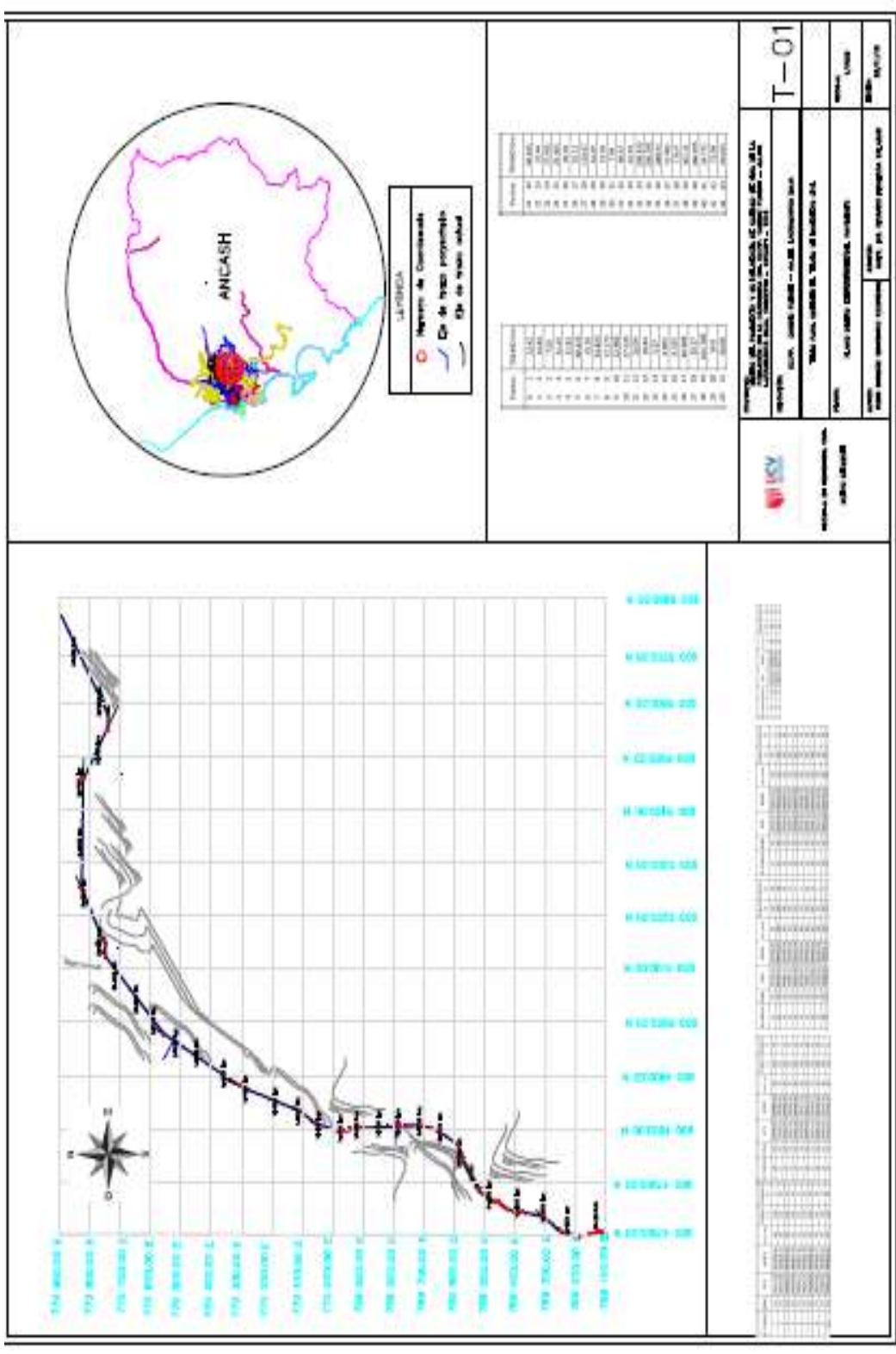
FECHA: ...

ELABORADO POR: ...

REVISADO POR: ...

	<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b> DESCRIPCION: ... OBJETIVO: ... ALCANCE: ... FECHA: ... ELABORADO POR: ... REVISADO POR: ...	
	<b>DETALLE DE SEÑALIZACION</b> 	
<b>P-01</b>		

**ANEXO N°10-**  
**Plano de Levantamiento topográfico**



STACION	ALTIMETRIA	TIPO DE PUNTO	TIPO DE PUNTO
1500	1500		
1550	1550		
1600	1600		
1650	1650		
1700	1700		
1750	1750		
1800	1800		
1850	1850		
1900	1900		
1950	1950		
2000	2000		
2050	2050		
2100	2100		
2150	2150		
2200	2200		
2250	2250		
2300	2300		
2350	2350		
2400	2400		
2450	2450		
2500	2500		
2550	2550		
2600	2600		
2650	2650		
2700	2700		
2750	2750		
2800	2800		
2850	2850		
2900	2900		
2950	2950		
3000	3000		
3050	3050		
3100	3100		
3150	3150		
3200	3200		
3250	3250		
3300	3300		
3350	3350		
3400	3400		
3450	3450		
3500	3500		
3550	3550		
3600	3600		
3650	3650		
3700	3700		
3750	3750		
3800	3800		
3850	3850		
3900	3900		
3950	3950		
4000	4000		
4050	4050		
4100	4100		
4150	4150		
4200	4200		
4250	4250		
4300	4300		
4350	4350		
4400	4400		
4450	4450		
4500	4500		
4550	4550		
4600	4600		
4650	4650		
4700	4700		
4750	4750		
4800	4800		
4850	4850		
4900	4900		
4950	4950		
5000	5000		
5050	5050		
5100	5100		
5150	5150		
5200	5200		
5250	5250		
5300	5300		
5350	5350		
5400	5400		
5450	5450		
5500	5500		

Estación	Altura	Tipología
1500	1500	
1550	1550	
1600	1600	
1650	1650	
1700	1700	
1750	1750	
1800	1800	
1850	1850	
1900	1900	
1950	1950	
2000	2000	
2050	2050	
2100	2100	
2150	2150	
2200	2200	
2250	2250	
2300	2300	
2350	2350	
2400	2400	
2450	2450	
2500	2500	
2550	2550	
2600	2600	
2650	2650	
2700	2700	
2750	2750	
2800	2800	
2850	2850	
2900	2900	
2950	2950	
3000	3000	
3050	3050	
3100	3100	
3150	3150	
3200	3200	
3250	3250	
3300	3300	
3350	3350	
3400	3400	
3450	3450	
3500	3500	
3550	3550	
3600	3600	
3650	3650	
3700	3700	
3750	3750	
3800	3800	
3850	3850	
3900	3900	
3950	3950	
4000	4000	
4050	4050	
4100	4100	
4150	4150	
4200	4200	
4250	4250	
4300	4300	
4350	4350	
4400	4400	
4450	4450	
4500	4500	
4550	4550	
4600	4600	
4650	4650	
4700	4700	
4750	4750	
4800	4800	
4850	4850	
4900	4900	
4950	4950	
5000	5000	
5050	5050	
5100	5100	
5150	5150	
5200	5200	
5250	5250	
5300	5300	
5350	5350	
5400	5400	
5450	5450	
5500	5500	

**USV**  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
 INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

**T-01**

PROYECTO: **ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE CANTONAMIENTO PARA EL TRAZO DE LA CARRETERA DE LA SIERRA DE LOS RIOS, ESTADO MÉRIDA**

FECHA: **15 DE ABRIL DE 2014**

ELABORADO POR: **ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA GARCÍA**

REVISADO POR: **ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA GARCÍA**

APROBADO POR: **ING. JOSÉ ANTONIO GARCÍA GARCÍA**

ESCALA: **1:5000**

FECHA DE EMISIÓN: **15 DE ABRIL DE 2014**

**ANEXO N°11-**  
**Metrados, costos y presupuestos.**



### Metrados

Subpresupuesto 001 "DISEÑO DE PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE -  
FECHA 18/12/2018  
LUGAR CC.PP. CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA

Cliente UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO UCV  
Lugar ANCASH - SANTA

Item	Descripción	Und	Metrado
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>		
01.01	CARTEL DE OBRA (3.60m x 7.20)	und	1.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.04
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	6.00
01.05	FLETE TERRESTRE	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
02.01	DESRONCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	5.26
02.02	EXCAVACION DE MATERIAL CONSOLIDADO Y COMPACTA	m3	4037.50
02.03	RELLENO MASIVO CON MATERIAL PROPIO	m3	2156.50
02.04	PERFILO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	20176.22
03	<b>BASE GRANULAR</b>		
03.01	BASE GRANULAR	m3	4438.77
04	<b>PAVIMENTOS</b>		
04.01	MICROPAVIMENTO E=2"	m2	18936.46
05	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>		
05.01	TRANSPORTE DE MAT. PARA BASE GRANULAR MENOR A	m3k	3982.84
05.02	TRANSPORTE DE MAT. PARA BASE GRANULAR MAYOR A :	m3k	16649.50
05.03	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE PARA MENOR DE 1KM	m3k	3513.70
05.04	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE MAYOR DE 1KM	m3k	3665.95
06	<b>SEÑALIZACIÓN</b>		
06.01	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>		
06.01.01	SEÑALES INFORMATICAS	und	2
06.01.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	27
06.01.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	3
06.01.04	HITOS KILOMETRICO	und	3
07.02	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>		
07.02.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	m	10505.95

08	MITIGACION AMBIENTAL		
08.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADERO	m3	4778.25
08.01	AFECTACIONES PEDIALES	glb	1

**Presupuesto**

Subpresupuesto: 000 \*DISEÑO DE PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE - AAJHJ. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE-ANCASH 2018  
 FECHA: 18/12/2018  
 LUGAR: CC.PP. CAMBIO PUENTE - AAJHJ. LACRAMARCA BAJA

Cliente: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO UCY  
 Lugar: ANCASH - SANTA

Item	Descripción	Unid	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01	CARTEL DE OBRA (3.00m x 7.30)	und	1.00	1,290.21	1290.21
01.02	MOVILIZACION Y DEMOVILIZACION DE EQUIPOS	gls	1.00	15,202.14	15202.14
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	7.04	1,265.91	8915.004
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mas	6.00	3,000.00	18000
01.05	FLETE TERRESTRE	gls	1.00	32,033.90	32033.9
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.01	DESBRONCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	5.26	3254.46	17118.4596
02.02	EXCAVACION DE MATERIAL CONSOLIDADO Y COMPACTADO	m3	4637.50	4.94	22945.25
02.03	RELLENO MASIVO CON MATERIAL PROPIO	m3	2156.50	8.90	19192.85
02.04	RESFILDO Y COMPACTADO DE SUB-BASANTE	m2	20276.23	1.34	27096.1348
03	<b>BASE GRANULAR</b>				
03.01	BASE GRANULAR	m3	4436.77	32.90	146025.533
04	<b>PAVIMENTOS</b>				
04.01	MICROPAVIMENTO 2-3"	m2	18936.46	31.33	591395.9458
05	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL</b>				
05.01	TRANSPORTE DE MAT. PARA BASE GRANULAR MENOR A 100	m3	2982.04	1.62	4831.7808
05.02	TRANSPORTE DE MAT. PARA BASE GRANULAR MAYOR A 100	m3	16649.50	0.99	16483.005
05.03	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE PARA MENOR DE 100	m3	2523.70	4.93	12463.543
05.04	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE MAYOR DE 100	m3	3605.95	2.25	8113.2875
06	<b>SEÑALIZACION</b>				
06.01	<b>SEÑALIZACION VERTICAL</b>				
06.01.01	SEÑALES INFORMATICAS	und	2	627.64	1255.28
06.01.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	27	405.21	10940.67
06.01.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	3	436.96	1310.58
06.01.04	MITOS KILOMETRICO	und	3	110	330
07.02	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL</b>				
07.02.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	m	10505.95	1.52	16074.1035
08	<b>MITIGACION AMBIENTAL</b>				
08.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADERO	m3	4776.25	1.04	4969.38
08.01	AFECCIONES PRELIMINARES	gls	1	5,000.00	5000
	<b>COSTOS DIRECTO</b>				<b>993457.96</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10 %)</b>				<b>99345.8</b>
	<b>UTILIDADES (5%)</b>				<b>49672.9</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>1097771.04</b>
	<b>IGV(18%)</b>				<b>197598.8</b>
	<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>1,295,369.87</b>

FORMULA POLINOMICA

Presupuesto: 201002 DISEÑO DE PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE - AA.IHH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE-ANCASH-2018

Subpresupuesto: 001 DISEÑO DE PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACION DE LA CARRETERA DEL CC.PP. CAMBIO PUENTE - AA.IHH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE-ANCASH-2018

Fecha de Presupuesto: 18/11/2018


Moneda: NUEVOS SOLES

Ubicación Geográfica: CC.PP. CAMBIO FUENTE - AA.IHH. LACRAMARCA BAJA

$$I = 0.126^{*}(M_1/M_0) + 0.079^{*}(A_1/A_0) + 0.08^{*}(C_1/C_0) + 0.375^{*}(M_2/M_0) + 0.232^{*}(A_2/A_0) + 0.130^{*}(I_1/I_0)$$

Monomio	Factor	(%) Símbolo	Índice	Descripción
1	0.067	100.000 MOB	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.15	100.000 AGR	5	AGREGADO BRUTO
3	0.375	100.000 MEG	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
4	0.192	100.000 GAS	49	GASOLINA
5	0.263	100.000 IGV	29	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOS

**ANEXO N° 12:  
ACTA DE APROBACIÓN DE  
ORIGINALIDAD DE TESIS**


 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE          ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 08 Fecha : 12-09-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, Mgr. Gonzalo Hugo Díaz García docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL CC.PP CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH – 2018.", del (de la) estudiante DETÁN IBÁÑEZ LUIS ELVIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 29% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 15 de febrero del 2019



  
 Mgr. Gonzalo Hugo Díaz García  
 DNI: 40539624

Revisó	Vicerrectorado de Investigación /DEVAC/ Responsable del SGC	Aprobó	Rectorado
--------	---	--------	-----------

Nota: Cualquier documento impreso diferente del original, y cualquier archivo electrónico que se encuentre fuera del campus virtual será considerado como COPIA NO CONTROLADA.

Feedback Studio - Google Chrome  
 #x248d93c6e053/carta/nc?w=1307&h=1024&ui=0&054054&lang=es-es#v=2

Feedback studio      Iván Germán GUERRERO RODRIGUEZ      2 de 12

---

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

"Diseño del Pavimento y su Influencia de Calidad de Vida de La Población, de la Carretera del CC.PP Cambio Puente - AA.IRL, Llacramarca bajo, en Chimbote - Ancash - 2018"

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**  
Iván Germán Guerrero Rodríguez

**ASESOR**

**Resumen de calificaciones**

29 %

1	Ensayo de motivación - Participación	13 %
2	Investigación de antecedentes	2 %
3	Antecedentes	2 %
4	El problema	2 %
5	Ensayo de motivación - Participación	2 %
6	Ensayo de motivación - Participación	1 %
7	Investigación de antecedentes	1 %
8	Ensayo de motivación - Participación	1 %
9	Antecedentes	1 %
10	Ensayo de motivación - Participación	<1 %

Página 1 de 17      10/20/2018 17:08      Tipo de Reporte: High Resolution      29 %





**ANEXO N°13**  
**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN**  
**PARA LA PUBLICACIÓN**  
**ELECTRÓNICA DE LA TESIS**



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

GUERRERO RODRIGUEZ IRWIN GERMAN

D.N.I. : 45794325

Domicilio : URB LADERAS DEL NORTE NRO 173

Teléfono : Fijo : 224917 Móvil : 981902938

E-mail : irwin.3@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA CIVIL

Escuela : INGENIERIA CIVIL

Carrera : INGENIERIA CIVIL

Título : INGENIERO CIVIL

[ ] Tesis de Post Grado

[ ] Maestría

[ ] Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

GUERRERO RODRIGUEZ IRWIN GERMAN

Título de la tesis:

"DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA CARRETERA DEL C.C.P. COMBIO PUENTE - PAHU, LACADANCA BAJA, EN CHIBOTE - ANCASH - 2018"

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [ ]



Firma : [Handwritten Signature]

Fecha : 15 DE FEBRERO DEL 2019

ANEXO 14  
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN  
FINAL DEL TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

---

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

GUERRERO RODRÍGUEZ IRWIN GERMÁN

---

INFORME TITULADO:

DISEÑO DEL PAVIMENTO Y SU INFLUENCIA DE CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, DE LA  
CARRETERA DEL CC.PP CAMBIO PUENTE - AA.HH. LACRAMARCA BAJA, EN CHIMBOTE - ANCASH –  
2018.

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

---

SUSTENTADO EN FECHA: 15 de febrero del 2019

NOTA O MENCIÓN: 12



Mg. GONZALO H. DÍAZ GARCÍA

ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA CIVIL