



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

**“Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del  
Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017”**

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

**AUTORA:**

**SHERLY MARBELY VALDIVIA TOLENTINO.**

**ASESOR:**

**MGTR. SEGUNDO MONCADA SAUCEDO.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL.**

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2018**

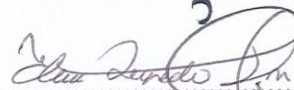
El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por SHERLY MARBELY VALDIVIA TOLENTINO, cuyo título es: EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - ANCASH 2017.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: 15.....(número) QUINCE.....(letras).

Chimbóte, 28 de diciembre del 2018



.....  
Mgtr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY  
PRESIDENTE



.....  
Mgtr. QUEVEDO HARO ELENA CHARO  
SECRETARIO



.....  
Mgtr. DIAZ GARCÍA GONZALO HUGO  
VOCAL

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

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien es el que me brinda toda la fortaleza necesaria para alcanzar mis metas propuestas, siendo él mi guía perpetua para cada paso y decisión que doy en mi vida.

A mis padres, Alex Valdivia y Elia Tolentino; quienes han sabido formarme y guiarme con sus sabios consejos, inculcándome hábitos y valores, que me han permitido tomar las mejores decisiones ante cualquier dificultad.

A mi hermana Aixa Valdivia, porque siempre ha estado a mi lado apoyándome en todo momento, y por creer siempre en mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a mi mamá Elia Tolentino,  
por su apoyo en cada instante de  
mi vida; así mismo por permitir que  
cumpla con cada objetivo que me  
he propuesto.

.

A mi asesor Mgtr. Moncada Saucedo Segundo  
por brindarme siempre sus conocimientos y  
experiencia adquirida cuando lo he necesitado,  
por guiarme constantemente en la elaboración  
de esta tesis, permitiendo así concretarla de  
manera satisfactoria.



## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY con DNI N° 72937473, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta es esta investigación de tesis son auténticos y veraces.

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

Nuevo Chimbote, 28 de Diciembre del 2018



---

SHERLY MARBELY VALDIVIA TOLENTINO

DNI N° 72937473

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

Cumpliendo con las disposiciones vigentes establecidas por el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, someto a vuestro criterio profesional la evaluación del presente trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - ANCASH 2017”, con el objetivo de evaluar las fallas del pavimento flexible de la avenida Brasil del distrito de Nuevo Chimbote.

En el primer capítulo se desarrolla la Introducción que abarca la realidad problemática, antecedentes, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación y objetivos de la presente tesis de investigación.

En el segundo capítulo se describe la metodología de la investigación, es decir el diseño de investigación, variables y su operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos que se empleó y su validez y confiabilidad realizada por tres jueces expertos en la materia.

En el tercer capítulo se expondrán los resultados obtenidos de la evaluación realizada en la Avenida Brasil, la propuesta de mejora dada por la tesista para dar solución al problema presentado.

En el cuarto capítulo, se discutirán los resultados llegando a conclusiones objetivas y recomendaciones para las futuras investigaciones.

Así mismo el presente estudio es elaborado con el propósito de obtener el título profesional de Ingeniería Civil y realizar la evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil.

Con la convicción que se me otorgara el valor justo y mostrando apertura a sus observaciones, agradezco por anticipado las sugerencias y apreciaciones que se brinde a la presente investigación.

La Autora.

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARACIÓN JURADA .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE .....	vii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1. Realidad problemática .....	11
1.2. Trabajos previos .....	12
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	14
1.4. Formulación del problema .....	31
1.5. Justificación del estudio .....	31
1.6. Objetivos .....	32
II. MÉTODO .....	33
2.1. Diseño de investigación .....	33
2.2. Variables, operacionalización .....	33
2.3. Población y muestra .....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	35
2.5. Método de análisis de datos .....	35
2.6. Aspectos éticos .....	36
III. RESULTADOS .....	37
3.1. Análisis del tipo de suelo predominante en la estructura del pavimento de la Avenida Brasil .....	37
3.2. Determinación del tipo de falla y daño que existe en la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la Avenida Brasil .....	43
3.3. Elaboración del estudio de tráfico de la Avenida Brasil, determinando el número y tipo de vehículos que transitan .....	47
3.4. Determinación del valor del cbr del suelo en la Avenida Brasil .....	64
3.5. Ensayo de densidad de campo .....	76

3.6.Ensayo de Limite de Atterberg.....	80
3.7.Evaluación de las fallas del pavimento flexible de la Avenida Brasil.....	81
IV. DISCUSIÓN.....	82
V. CONCLUSIONES.....	84
VI. RECOMENDACIONES .....	86
VII. PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	87
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	105
ANEXOS .....	107

## **RESUMEN**

La investigación que se realizó en la presente tesis se llevó a cabo en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote, en este estudio se utilizó el método de análisis descriptivo, teniendo como tipo de investigación aplicada – descriptiva puesto que fue necesario aplicar los conocimientos existentes, luego describir los resultados de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil, que se obtuvieron a través de ensayos y evaluaciones a dicho pavimento. La población y muestra en esta investigación será la misma que en este caso es el pavimento flexible de la Avenida Brasil, la cual se encuentra desde la Avenida Pelícanos hasta la Avenida Universitaria, contando con 2,186 km. Para la recolección de datos se emplearán protocolos y guías de observación validadas.

**Palabras claves:** Pavimento flexible, fallas, evaluación superficial.

## **ABSTRACT**

The investigation that was realized in the present thesis carried out in the Avenue Brazil of the District again Chimbote, in this study there was in use the method of descriptive analysis, having as type of applied investigation - descriptive since it was necessary to apply the existing knowledge, then describing the results of the faults of the flexible pavement in the Avenue Brazil, which was obtained across tests and evaluations to the above mentioned pavement. The population and sample in this investigation will be the same that in this case is the flexible pavement of the Avenue Brazil, who is from the Avenue Pelicans up to the University Avenue, possessing 2,186 km. For the compilation of information protocols and guides of observation will use validated.

**Words key:** flexible Pavement, flaws, surface evaluation.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la actualidad, uno de los principales problemas que se presentan en el pavimento flexible, es el corto periodo de vida que estos tienen, así como la presencia prematura de fallas, seguido por la falta de mantenimiento y conservación de los mismos. De acuerdo a Urreategui (2014, p.6), en España en los últimos quince años el pavimento ha presentado constantemente un nivel muy bajo de servicio, logrando así afectar de forma directa la calidad de vida de los pobladores, siendo esta realidad la que se contrapone de forma muy considerable con la experiencia ya observada con anterioridad en las diferentes vías en vías interurbanas; en donde se permite observar una vía en óptimas condiciones debido a que en las últimas décadas se han ido implementando conocimientos nuevos, así como tecnologías innovadoras y un constante desarrollo tanto en el área de diseño, como de construcción de pavimento.

Así también según Peláez (2009, p. 9), en el Perú, constantemente ha ido creciendo la preocupación debido al deteriorado estado de las vías en el país, lo que ha generado que la mayoría de los conductores así como los transeúntes lleguen a buscar otras pavimentaciones que permitan una óptima circulación; así mismo las investigaciones elaboradas en los últimos años por la Universidad Nacional del Centro constatan el deteriorado estado del pavimento en el país, lo cual ha sido corroborado por el Centro de Estudios de Carreteras, el cual en sus investigaciones realizadas en los últimos diez años muestran el gran peligro por el que pasan los ciudadanos al transitar por pavimentos en mal estado, razón por lo cual es de vital importancia satisfacer en su totalidad las necesidades de los ciudadanos, así como de mejorar en su totalidad los pavimentos que se encuentran en mal estado.

Finalmente en el distrito de Chimbote se puede observar que la gran mayoría de sus calles están constituidas por pavimento flexible, debido a que es más comercial, pese a ello se ha podido demostrar que hay una pésima conformación de las capas que conforman el pavimento así como el inadecuado proceso constructivo, siendo estos las principales causas del deterioro anticipado de los pavimentos frente el tránsito, razón por la que estos problemas a corto plazo con relación a la vida útil del pavimento generan costos muy elevados ya sea en mantenimiento como en reparaciones, esta situación que no lo soluciona el municipio del distrito de

Chimbote, sabiendo que puede provocar cualquier tipo de accidentes ya sea un atropello o un choque, etc.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

Siendo así, de vital importancia las investigaciones ya realizadas, de las cuales se han podido resaltar los siguientes antecedentes: En primer lugar a nivel internacional según Miranda Rebolledo Ricardo, 2010, en su tesis para optar el grado académico de ingeniero civil en Chile en la Universidad Austral de Chile con la investigación “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”; la muestra de estudio son los tramos de carpeta asfáltica de las vías urbanas en diferentes partes de la ciudad de Valdivia; en la investigación se concluyó que pese a que se conoce la realidad del estado crítico de los pavimentos, aún no se ha tomado realmente conciencia sobre cómo actuar ante esta situación; puesto que siempre suele darse la incógnita de que si se realiza mantenimiento o conservación de pavimentos, ya que notoriamente es mucho más económico en comparación con reparar dicho pavimento, así mismo se lograría ahorrar gigantescas sumas de dinero, permitiendo que se pueda proporcionar una mayor serviciabilidad y confortabilidad tanto a los conductores como a los ciudadanos de a pie.

Luego a nivel nacional según Balvin Levano Felix, 2013, en su tesis para optar el grado académico de ingeniero civil en Ayacucho en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote con la investigación “Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de Ayacucho provincia de Huamanga departamento de Ayacucho”, la muestra de estudio son las diferentes calles y/o avenidas del centro de la ciudad del distrito de Ayacucho, tomándose 46 unidades de muestra; en la investigación se concluyó que las patologías del concreto asfáltico en los pavimentos ubicados en el distrito de Ayacucho – Huamanga; teniendo como principales patologías a hundimientos, grietas, baches, pulimento de agregados y piel de cocodrilo con un nivel de incidencia medio y alto en su mayoría; considerando necesario que la mayoría de pavimentos evaluados tendrían que ser reparados de manera inmediata para que genere una transitabilidad adecuada.

A nivel local según Dávila Martine Karina, 2015, en su tesis para optar el grado académico de ingeniera civil en Nuevo Chimbote en la Universidad Nacional del



Santa con la investigación “Diagnóstico de los tipos de fallas de los pavimentos en la Urbanización Santa Rosa – Nuevo Chimbote – 2015”, la muestra de estudio es el tramo de la Av. Argentina, Av. Country, Av. Brasil y Av. Anchoveta tomándose 74 unidades de muestra; en la investigación se concluyó que de la muestra obtenida, el 75% de la misma no se encuentran conformes los pavimentos y esto se debe puesto que el 60% de dicha muestra considera que el pavimento se encuentra en muy malas condiciones; es así que la mayoría de los moradores encuestados de la urbanización señalan como causantes principales del deteriorado estado del pavimento, a los vehículos que transitan, luego a las autoridades por su mala gestión; teniendo como consecuencias la gran incomodidad tanto de transeúntes como de los vehículos, así como accidentes y la gran pérdida de tiempo que genera transitar por estas vías. Siendo así que con las investigaciones realizadas en el lapso de duración de este proyecto, se logró constatar que las causas que han generado el deterioro de los pavimentos de dicha urbanización, son la deficiencia generada en el momento de su proceso constructivo, mostrando una deficiente e inadecuada calidad de los materiales que fueron utilizados durante su proceso constructivo, seguido por el excesivo tránsito vehicular.

Finalmente a nivel local según Ventura Ocas Juan, 2010, en su tesis para optar el grado académico de ingeniera civil en Chimbote en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote con la investigación “Determinación de las patologías del pavimento de la Urbanización Garatea, distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa – Áncash y evaluación de su estado actual, octubre 2010”, la muestra de estudio es el tramo de la Av. Agraria, Av. Universitaria Av. Naciones Unidas, obtenidas de diferentes partes de la carpeta asfáltica que no excedieron los 10 kg, siendo tomadas en rangos de 33 metros; en la investigación se concluyó que la gran mayoría de pavimentos de la urbanización Garatea, se encuentran en mal estado; generando que estos pavimentos tengan que ser rehabilitados y en otros casos tengan un mantenimiento para evitar futuros daños, es así que los ingenieros tienen que enfrentar constantemente un reto de gran importancia el cual es el de construir estructuras de pavimento que sean eficaces, óptimos, duraderos con presupuestos cada vez más reducidos; teniendo en cuenta que los diseños de pavimento difieren de acuerdo a cada región del país, esto es causado

a la diversidad de climas que posee el Perú, así como el tipo de suelos que presenta el país; así también se deben enfrentar con la informalidad que se presenta en los diversos procesos constructivos se llevan a cabo con las diversas obras viales, generando así que los pavimentos no lleguen a su resistencia óptima, no sean duraderos, ni tengan una adecuada servicialidad, generando así que las vías lleguen a deteriorarse en un tiempo de vida muy rápido con relación a su vida útil.

### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. Pavimentos**

Según las teorías relacionadas al tema; de acuerdo al Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p.2), un pavimento flexible es una estructura, la cual en su totalidad se flexiona debido a las cargas que transitan sobre dicha estructura, siendo este pavimento utilizado principalmente en las zonas donde existe abundante tráfico.

Para Tapia (2015, p.8), el pavimento flexible es aquel en el que la capa de rodadura está compuesta por una mezcla asfáltica, es el pavimento más económico en lo que refiere a su proceso constructivo, pero poseen la desventaja de que este tipo de pavimento requiere de mantenimiento.

De acuerdo al Manual Completo Diseño de Pavimentos de Pavimentos (2015, p.3), es notable que cuando se presenta un notable incremento de tráfico o se ha llegado a superar el periodo de diseño del pavimento, es ahí que se generan los deterioros o conocidas también como patologías que pueden ser muy diversas, las cuales mayormente se presentan debido a la pérdida de elasticidad de dicho pavimento.

Según el Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p.3), un pavimento flexible se encuentra constituido por un conjunto de capas, las cuales están superpuestas relativamente horizontales; siendo la capa superficial la que se encuentra en contacto directo con el tráfico, seguido por la capa base que se encuentra debajo de la capa superficial y está constituida con agregados; continuando con la capa sub base la cual en muchas veces se prescinde de la misma.

### **1.3.2. Capas que componen la estructura del pavimento flexible**

#### **1.3.2.1. Carpeta asfáltica**

Para Tapia (2015, p.11), la carpeta asfáltica, llamada también capa superficial, es la que soporta todo el tránsito y puede llegar a ser de un espesor considerable; teniendo como funciones principales: impermeabilizar al pavimento; otorgar una superficie resistente al deslizamiento; reduce las tensiones verticales que son ejercidas por las cargas por eje que son transmitidas a la base.

#### **1.3.2.2. Base**

Para el Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p.4), la base, es el cual sirve generalmente como apoyo hacia la capa superficial o conocida como carpeta asfáltica; logrando generar reducciones con relación a las deformaciones de tracción que se ejercen por las cargas por eje hacia la capa superficial; así como permite que el agua que se infiltra en el pavimento flexible se drene mediante drenajes laterales longitudinales.

#### **1.3.2.3. Sub - base**

Según Ventura (2010, p.13), la Sub – base, es la primera capa de la estructura de dicho pavimento, la cual está compuesta por un material cuya capacidad de soporte siempre es superior a la del suelo que es compactado; siendo usada para lograr que se reduzca el espesor de la base.

Para el Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p.5), la sub-base permite que se pueda controlar los cambios volumétricos que se podrían generar dentro de la subrasante causado por variaciones ya sea en su contenido de temperatura o de agua; en relación con la resistencia; esta capa ejerce la misma función que las otras capas superiores; como lo es el poder enviar todos los esfuerzos generados hacia la subrasante, es así como mediante esta capa se logra que el agua drene e impedir así el aumento capilar.

### **1.3.3. Clasificación de pavimentos**

De acuerdo al Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.2), clasifica a los pavimentos en pavimentos flexibles, rígidos, compuestos y especiales; donde los pavimentos flexibles son caracterizados por poseer un sistema multicapa; el cual está constituido por carpeta asfáltica, base, sub base; siendo la carpeta asfáltica la capa superior la cual es de concreto asfáltico; seguido por la capa base la cual

puede llegar a estar constituida por piedra partida, grava bien graduada o materiales estabilizados, y por debajo de la base se encuentra la capa sub base.

#### **1.3.3.1. Pavimentos flexibles**

Según Monsalve, Giraldo y Maya (2012, p.22), el pavimento flexible posee un gran beneficio, puesto que resulta ser mucho más económico con relación a los otros pavimentos, así mismo posee un periodo de vida útil que oscila entre diez a quince años; así también tiene una desventaja la cual es que siempre se necesite un mantenimiento para lograr el fin que es cumplir con su diseño vida útil.

#### **1.3.3.2. Pavimentos rígidos**

De acuerdo al Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.1), los pavimentos rígidos son aquellos que se encuentran constituidos por una base hidráulica o en algunos casos por una sub-base; seguido por una losa de concreto hidráulico, donde en algunos casos puede tener un refuerzo de acero o no, siendo en el caso que no se utiliza refuerzo donde es utilizada una malla electro soldada.

Para Monsalve, Giraldo y Maya (2012, p.23), el pavimento rígido debido a la rigidez que posee en la losa de hormigón, permite producir una óptima distribución de las cargas que son generadas por las ruedas de los vehículos, logrando así que las tensiones sean muy bajas en la subrasante; es por ello que este tipo de pavimentos concentran su capacidad portante en la losa de hormigón mucho más que en la capacidad que posee la subrasante; el pavimento rígido tiene un periodo de vida útil que oscila entre veinte a cuarenta años, y requiere de un mantenimiento mínimo efectuándose únicamente en las juntas de la losa.

#### **1.3.3.3. Pavimentos compuestos**

Para el Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p.11), los pavimentos compuestos o conocidos también como pavimento semi-rígido, puesto que es la combinación del pavimento flexible y del pavimento rígido; siendo este pavimento aquel que está constituido por una capa rígida que se encuentra debajo y la capa flexible por encima, siendo esta última la que sirve como una superficie de rodamiento por donde los vehículos circularan a velocidades altas, siendo considerada la losa como el principal elemento estructural de este tipo de pavimento.

De acuerdo a Monsalve, Giraldo y Maya (2012, p. 22), el pavimento semi-rígido posee tanto ventajas como desventajas con respecto a ambos tipos de pavimentos, puesto que pese a que la carpeta asfáltica este absuelta de fatiga, posee una vida útil muy corta en relación con una losa de concreto, siendo así que se requiere de una conservación muy similar a la que se le realiza a un pavimento flexible; así mismo otra desventaja es la flexión que poseen las juntas así como las grietas producidas en las losas de concreto, siendo este aspecto el cual debe considerarse para la ejecución de su diseño.

#### **1.3.3.4. Pavimentos especiales**

De acuerdo al Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p. 16), los pavimentos especiales son los que poseen las siguientes características: Adoquines; en este tipo existen en diversidad, como lo es el adoquín fabricado macizo, el adoquín hueco o el adoquín de piedra labrada; estos adoquines necesitan de una conservación mínima, a su vez el ruido que generan es bajo y logran permitir que las velocidades de circulación sean moderadas; incluso su uso se ha incrementado a otras construcciones como lo son los patios de maniobras, las plataformas, vías diseñadas para vehículos pesados y con una circulación lenta, así como en los estacionamientos donde actualmente se está usando adoquín hueco, permitiendo así en su interior el crecimiento de pasto, junto con la infiltración de agua que drena al subsuelo, cumpliendo también una función muy importante la cual es la ecológica; empedrados, que son utilizados mayormente en zonas de poblaciones pequeñas como una forma de solución tradicional, o también en zonas residenciales, turísticas, o históricas; se caracterizan por ser duraderos y logran guardar armonía con los diseños de contextos urbanos, pese a que generan ruidos y se debe circular en bajas velocidades; solo se requiere de una conservación mínima.

#### **1.3.4. Función del pavimento flexible**

Según Tapia (2015, p. 10), un pavimento flexible tiene como finalidad proporcionar una superficie de rodamiento que facilite un tránsito seguro y óptimo para los vehículos, con las velocidades deseadas, diseñado también bajo la condición climática de acuerdo a la zona; este tipo de pavimento tiene una

resistencia a la acción del tránsito, al intemperismo así como a otros agentes perjudiciales, es así que logra transmitir óptimamente los esfuerzos que son generados por las cargas del tráfico a la subrasante.

### **1.3.5. Características principales que debe cumplir un pavimento flexible**

Según Ventura (2010, p.15), las características principales que debe cumplir un pavimento flexible son: la resistencia estructural, este pavimento debe cumplir la función de soportar las cargas que son transmitidas por el tránsito, el cual produce esfuerzos tanto normales como cortantes en la estructura del pavimento; y es así que se consideran a los esfuerzos cortantes como una de las más importantes causas de falla del pavimento desde una perspectiva estructural, seguido por el drenaje de los vehículos y los esfuerzos de tensión generados en la capa superior de la estructura del pavimento.

Para Dávila (2010, p. 14), la deformabilidad en un pavimento se debe controlar su nivel de deformación debido a que esta característica es considerada como una de las principales causas de falla en la estructura del mismo, puesto que si la deformación es permanentemente, el pavimento ya no cumpliría las funciones por las cuales este fue diseñado; presentándose así dos tipos de deformaciones en el pavimento, las elásticas que se recuperan de manera instantánea y las plásticas que son perennes. La durabilidad, un pavimento que posea un ciclo de vida útil prolongado en adecuadas condiciones, donde no sólo impide el requerimiento de una nueva construcción, ni mejoramiento sino también que logra un tránsito óptimo y fluido.

Según el Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.18), el costo en este tipo de pavimento, permite tener una equidad entre el costo generado en la construcción inicial del pavimento, con el mantenimiento que deberá tener dicho pavimento; así mismo influye en gran importancia la calidad que posee como el óptimo estado que deben tener los materiales para la construcción de la estructura de dicho pavimento.

De acuerdo al Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.18), los requerimientos de conservación es uno de los importantes factores que impactan en gran magnitud con relación a la vida útil del pavimento, son los factores climáticos, seguido por la capacidad de tránsito, puesto que se debe considerar el

crecimiento de tránsito a futuro; así mismo sino tiene una óptima conservación va a generar que la vida útil del pavimento se deteriore rápidamente.

### **1.3.6. Serviciabilidad de pavimentos**

Según Dávila (2015, p.16), la serviciabilidad de un pavimento es considerada en relación a la función que ejerce un pavimento ya construido, debido a que proporciona un uso adecuado, seguro y óptimo a los usuarios; teniendo desde su inicio de vida del pavimento un óptimo servicio hasta llegar a un servicio malo o inadecuado, es decir su deterioro total; siendo la disminución de serviciabilidad del pavimento a lo largo del tiempo conocido también como desempeño.

Para el Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.1), la serviciabilidad de los pavimentos en el procedimiento de diseño AASHTO ha sido representada en un índice, la cual es calificada en términos de Clasificación de Servicialidad Presente (PSR), en la cual para determinarla se debe realizar dicha evaluación con una escala que es de 0 a 5, donde 5 es el valor que obtienen los pavimentos que poseen una superficie en excelente condiciones; y 0 es el valor que obtiene un pavimento que posee una superficie en muy malas condiciones.

### **1.3.7. Método de evaluación superficial Índice de Condición del Pavimento**

De acuerdo al Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p. 383), el método de evaluación superficial índice de condición del pavimento (PCI), es un método de evaluación considerado como un índice numérico, el cual se desarrolla con la función de determinar el valor que obtiene la superficie de un pavimento con relación a la condición de operación del mismo; este método permite calificar la condición integral del pavimento con una escala que oscila entre 0 para un pavimento fallado hasta un valor de 100 que obtienen los pavimentos en excelentes condiciones. Donde el proceso para evaluar a un pavimento consta de: una primera etapa donde se realiza en campo en donde se logran identificar los daños del pavimento considerando su clase, nivel de severidad y la extensión se presenta cada uno de ellos; seguido por una segunda etapa que estará constituido por el cálculo; para la determinación de la evaluación de pavimentos, se debe considerar los tipos de degradación que se pueden presentar en la superficie de

un pavimento; siendo las más comunes que se presenta en: piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros.

Según Tapia (2015, p. 34), la severidad representa el estado en que se encuentra el deterioro ya de acuerdo a la progresión del mismo; es decir mientras más severa sea la falla, las soluciones propuestas para su corrección deben ser las más primordiales e importantes posibles; siendo así que se debe valorar siempre la calidad de dicho pavimento, donde el grado Bajo (B); es en el que se llegan a percibir las vibraciones en los vehículos, pero pese a ello no suele ser requerida la disminución de la velocidad con fines de comodidad o seguridad; siendo los abultamientos y hundimientos individuales los que generan un leve rebote de los vehículos mas no provoca incomodidad; el grado medio (M); es en el que las vibraciones de los vehículos llegan a ser significativas y es necesario que se disminuya la velocidad con fines de comodidad y seguridad; siendo los abultamientos y hundimientos individuales los que generan un rebote con intensidad causando así incomodidad al momento de circular por el pavimento; y por último el grado alto (A); donde las vibraciones de los vehículos son de gran intensidad que se debe disminuir la velocidad considerablemente con fines de comodidad y seguridad; siendo los abultamientos o hundimientos individuales los que generan un rebote de gran intensidad de los vehículos, generando una gran incomodidad así como un muy elevado porcentaje de daño en muchos casos muy severos a los vehículos, en este grado de severidad se debe tener en cuenta para calificar al pavimento es la extensión del daño identificado, el cual es referido al área o la longitud que presenta cada uno de los tipos de deterioro; en donde se realiza la evaluación, llenando los formatos adecuados, en el cual se registran los datos obtenidos en campo.

### **1.3.8. Granulometría**

De acuerdo al Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p. 28), la granulometría es considerada como la clasificación granulométrica, es decir a la medición y graduación que se realiza a los granos pertenecientes a una formación sedimentaria, que constituyen a los materiales sedimentarios, los suelos, con un propósito de análisis, ya sea en su origen como lo son las propiedades mecánicas que presente, y la cuantificación de las partes que corresponden de acuerdo a la



escala granulométrica a cada uno de los tamaños establecidos, donde para realizar el método de determinación granulométrico se utiliza un análisis granulométrico que permita determinar las propiedades relativas de los diversos tamaños de partículas o granos, el cual no siempre es fácil de determinar cuando estos son irregulares, donde estas partículas se suele definir como el diámetro de una partícula de su mismo volumen, expresándose en milímetros; y en los cantos de mayor tamaño se hace mediante la media de las tres medidas ortogonales máximas, aunque estas no se corten en el mismo punto.

#### **1.3.8.1. Método de determinación granulométrico**

Para Tapia (2015, p. 51), el método de determinación granulométrico es muy sencillo de realizar, puesto que se tiene que hacer que pasen las partículas por una pila de mallas que poseen diferentes anchos en forma de coladores, los cuales actúan a manera de filtros de los granos o partículas; pero para una medición mucho más precisa se usa un granulómetro láser, el cual emite un rayo que difracta en los granos para poder determinar su tamaño.

#### **1.3.8.2. Ensayo de tamizado**

Para la Norma Técnica Peruana 339.129 (1999, p.9), el ensayo de tamizado se realiza pasando una muestra de agregado seco la cual ya ha sido pesada, a través de un juego de tamices que tengan distintos diámetros, los cuales son apilados en una columna donde los tamices con mayor abertura son colocados hasta arriba y por debajo los tamices con aberturas sucesivamente más pequeñas; donde se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos y después de algunos minutos, los tamices son retirados y se desensamblan, para luego ser tomado los pesos de material que se ha ido quedando en cada uno de los tamices y que, al sumar todos los pesos, corresponderían al peso total inicial de la muestra que fue colocada en el inicio de la columna de los tamices; donde la curva granulométrica se determinara con los datos obtenidos del peso total de la muestra y los pesos retenidos en cada tamiz, permiten que se pueda realizar la curva granulométrica, utilizándose los valores del peso retenido expresado en porcentaje que se ha obtenido de cada tamiz; esta curva nos permite determinar si existe tendencia homogénea o tendencia heterogénea que presentan los diferentes tamaños de estas partículas; así mismo permite clasificar al suelo en grava, arena, arcilla, limo; siendo la arenas las que se dividen en arenas gruesas para aquellas que su

peso retenido es en el tamiz N<sup>o</sup> 10, arenas medias cuando queda retenido en el tamiz N<sup>o</sup> 40 y arenas finas cuando queda retenido en el tamiz N<sup>o</sup> 200.

### **1.3.9. Ensayo de Compactación Próctor**

De acuerdo al Manual Completo Diseño de Pavimentos (2015, p.385), el ensayo de compactación Próctor, es considerado uno de los más importantes ensayos que permiten determinar el control de calidad que posee un terreno frente a una compactación; es así que mediante este ensayo permite la determinación de la densidad seca máxima del terreno con respecto al grado de humedad que presenta; donde es de vital importancia la relación que se determine entre la humedad y la densidad para un suelo compactado puesto que es uno de los más importantes propiedades de dicho suelo, principalmente respecto a la resistencia que presenta y a su deformabilidad. Teniéndose dos tipos de ensayo Próctor; el Ensayo Próctor Standard y el Ensayo Próctor Modificado, los cuales permiten determinar la humedad óptima del suelo, es decir su densidad máxima donde se presenta las mejores propiedades mecánicas del suelo; la diferencia entre los dos tipos de ensayo radica en la energía que se utiliza, la cual varía de acuerdo a cada caso; es decir que se diferencia en la variación del número de golpes que se ejerce, así también el pisón cambia en altura y en peso, así como el molde y el número de capas; siendo la razón de que haya dos tipos de ensayos distintos debido a la modernización de uno con respecto al otro, siendo el ensayo de Próctor Modificado el actualizado donde se exige una mayor cantidad de energía, con lo que se pasó denominar ensayo Próctor Estándar al original y Ensayo Próctor Modificado al más actualizado.

Para el Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.63), el ensayo Próctor Modificado se basa en compactar una porción determinada de suelo dentro de un cilindro, donde se hará una variación de la humedad que permitirá la obtención de la curva que permite relacionar la humedad y la densidad seca máxima a una cierta energía de compactación; donde se puede identificar en la curva que el punto máximo se refiere en abscisas a la humedad óptima y en ordenadas a la densidad seca máxima obtenida; para determinar la energía de compactación se tiene que multiplicar el número de capas por el número de golpes por capa por el

peso del pisón y por la altura, y este producto dividirlo con el volumen del cilindro. La energía de compactación viene dada por la ecuación:

$$Y = \frac{\text{número de capas} \times \text{Numero de golpes por capa} \times \text{Peso del pisón} \times \text{Altura}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Según el Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.63), las principales normativas que permiten determinar estos ensayos son las normas americanas ASTM D-698 para el ensayo de Próctor estándar; y la norma ASTM D-1557 para el ensayo de Próctor modificado; así mismo en España tienen las normas UNE 103-500-94 que es la que permite determinar el ensayo de compactación de Próctor estándar y la UNE 103-501-94 que permite determinar el ensayo de Próctor modificado.

#### **1.3.10. Ensayo de Relación de Soporte California**

De acuerdo al Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006, p.3), el ensayo de la Relación de Soporte California (CBR) se ha desarrollado como una manera de poder clasificar la capacidad que tiene un suelo, para luego poder ser usado como capa subrasante o también como material de base en construcciones viales; permitiendo medir la resistencia que ejerce el suelo frente a un corte bajo condiciones de humedad así como de densidad controladas, así mismo permite hallar la determinación de la capacidad de soporte; este ensayo se obtiene mediante la relación que hay entre una carga que produce una deformación de 0.1 pulg en el suelo; y la carga que produce esa misma deformación en una muestra patrón la cual está constituida por un material granular de excelente calidad que se asume como 100%. Las muestras que se utilizan para este ensayo son compactadas con relacion al contenido de humedad óptimo para un suelo en específico usando el ensayo de compactación ya sea estándar o modificada; donde en ambos ensayos, se debe colocar una sobrecarga en la muestra determinada de una misma magnitud de la que se usa en la ejecución del ensayo de expansión; siendo el ensayo sobre la muestra ya saturada el que permite que se cumpla con dos propósitos: primero otorgar la información requerida sobre la expansión en el suelo que se encuentra por debajo de la estructura de un

pavimento luego que el suelo ha sido saturado; y segundo otorgar indicación necesaria sobre la disminución de resistencia a causa de la saturación obtenida en campo. Como ecuación, se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{CBR} = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patrón}} \times 100 (\%)$$

#### **1.3.11. Límite de Atterberg**

Según Montejo (2002, p.63), el límite de Atterberg o conocido también como límite de consistencia se utiliza para expresar el comportamiento del suelo fino, pese a que su comportamiento varía a lo largo del tiempo; los cuales se basan en que un suelo ya sea el caso de grano fino llegan a existir cuatro tipos de estados de consistencia de acuerdo a la humedad que presenten; y es así que estos contenidos de humedad al momento de cambiar de un estado al otro, en el proceso de transición es que se originan los de Atterberg. Este ensayo se realiza en laboratorio y permite medir la cohesión del terreno en estudio así como determinar el contenido de humedad que tienen, que es donde se llegan a generar los diminutos cilindros de espesor con respecto al suelo. Estos límites se dividen en tres tipos, los cuales son los siguientes: el "límite líquido Se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir", el "límite plástico Se define como la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad", el "límite de retracción o contracción es cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y se contrae al perder humedad".

#### **1.3.12. Estudio de tráfico**

Según Montejo (2002, p.25), un estudio de tráfico es aquel que permite proporcionar una estadística de tránsito actual en un determinado sector de la vía, donde el volumen de tránsito promedio se cuantifica por un período determinado de 24 horas, donde comúnmente se desarrolla mediante una división del número de vehículos que pasan por un punto determinado los cuales son clasificados de acuerdo a su capacidad de carga en las 24 horas establecidas, entre el número de días que duró de dicho periodo. Existen tipos de vehículos, donde se encuentran

clasificados: Vehículos ligeros, son los vehículos que son utilizados netamente al transporte particular o público, que tienen como máximo 10 asientos, dentro de este tipo de vehículos se encuentran los automóviles, jeeps, camionetas rurales, microbuses y otros. Y los vehículos pesados, son los vehículos fabricados para uso ya sea de transporte de personas así como de carga que pueden sobrepasar los 4000 Kg, estando dentro de este tipo de vehículos a los ómnibus, camiones, semitrailers, tráiler, entre otros.

Para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2006, p. 1), clasifica a los vehículos en: [...]Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros, M1: Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor, M2: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos, M3: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas. Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancía: N1: Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos, N2: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 Toneladas, N3: Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas. Categoría O: Remolques (incluidos semirremolques): O1: Remolques de peso bruto vehicular de 0,75 toneladas o menos, O2: Remolques de peso bruto vehicular de más 0,75 toneladas hasta 3,5 toneladas, O3: Remolques de peso bruto vehicular de más de 3,5 toneladas hasta 10 toneladas, O4: Remolques de peso bruto vehicular de más de 10 toneladas.

#### **1.3.12.1. Índice Medio Diario**

De acuerdo a Montejo (2002, p.26), el Índice Medio Diario Semanal, está comprendido por el volumen del tránsito de los vehículos que circulan durante las 24 horas por un periodo comprendido por 7 días continuos, en diversos puntos determinados, es así que para hacer una recolección de datos del movimiento de los vehículos, de acuerdo a la tipología de vehículos que permiten determinar la cuantificación de los mismos con mayor precisión, en donde se precisa hasta el sentido de la carretera en el punto de control de conteo vehicular; este conteo vehicular tiene como finalidad: obtener una clasificación vehicular, determinar la cuantificación de vehículos que circulan por el pavimento en estudio, y

establecer el volumen de tránsito promedio de vehículos que pasan por dicha vía, determinando el índice medio diario semanal dividiendo el volumen semanal entre siete. Con la siguiente fórmula se puede expresar lo siguiente:

$$\text{IMDS} = (\text{Volumen semanal})/7$$

### **1.3.13. Tipos de fallas en los pavimentos**

Según el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.2), las fallas en los pavimentos son los defectos que presenta el mismo, lo cual va generando constantemente una disminución en la comodidad de su servicio así como de su vida útil.

De acuerdo al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.5), existen dos tipos: fallas de superficie, son fallas que se presentan en la superficie del pavimento, debido a las fallas originadas en la capa de rodadura, estas fallas pueden corregirse efectuando la regularización de su superficie y confiriendo la cual debe ser la necesaria para impermeabilizar y tener una óptima rugosidad; como también existen las fallas en la estructura, donde está constituido por los defectos que presenta la superficie de rodamiento, que son originadas por la falla en la estructura del pavimento, estos tipos de defectos pueden corregirse mediante un refuerzo sobre el pavimento que ha sido afectado puesto que la estructura del pavimento debe satisfacer a las exigencias que genera el tránsito presente y futuro que ha sido proyectado.

### **1.3.14. Descripción de los daños**

Según el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.20), las grietas longitudinales son las roturas longitudinales paralelas al eje del pavimento, con abertura mayor de 3 mm; estas grietas son medidas en metros lineales; poseen un nivel de severidad donde bajo cuando se presentan con un ancho menor a un centímetro; nivel de severidad medio cuando se presentan y tienen un ancho que oscila de 1 a 7.5 centímetros; y nivel de severidad alto cuando estas grietas poseen un ancho mayor a 7.5 centímetros; este tipo de fallas pueden ser causadas por: inadecuadas juntas longitudinales, así como la utilización de ligantes muy duros, ligantes envejecidos, siendo también una causa la temperatura superior a los 30° C.

De acuerdo al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.21), las grietas transversales son aquellas que son perpendiculares con relación al eje del pavimento, con abertura mayor de 3mm; usualmente, este tipo de grietas específicamente no se encuentran asociados con cargas; estas grietas son medidas en metros lineales; así mismo poseen un nivel de severidad donde bajo es cuando se presentan con un ancho menor a un centímetro; nivel de severidad medio cuando las grietas tienen un ancho que oscila de 1 a 7.5 centímetros y se presentan de manera aleatoria; y nivel de severidad alto cuando estas grietas poseen un ancho mayor a 7.5 centímetros; estas fallas puede que sean causadas por: inadecuadas juntas transversales, utilización de ligantes muy duros, así como el reflejo de grietas en bases rígidas y gradiente térmico superior a 30° C.

Para el Catalogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.23), las grietas de piel de cocodrilo son las aberturas longitudinales y transversales, con separaciones menor a 15 cm, con una abertura creciente de acuerdo a como va avanzando el deterioro y usualmente se puede presentar hundimientos en el área afectada; teniendo niveles de severidad donde bajo es para las grietas finas que no están descascaradas con anchos menores a un centímetro; nivel de severidad medio donde las grietas son más notorias presentan ligeros descascaramientos con ancho que oscilan de 1 a 2.5 centímetros; y de nivel de severidad alto que son grietas que presentan descascaramientos severos con anchos mayores a 2.5 centímetros; este tipo de falla puede ser causada por uso de ligantes muy duros, subdrenaje inadecuado, o a la fatiga generada en la capa superficial.

Acorde al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.22), las grietas en bloque son grietas que llegan a dividir al pavimento en diversos pedazos con aproximaciones rectangulares, las cuales son originadas principalmente debido a la contracción que sufre el concreto asfáltico así como a la variación de temperatura; estas grietas no están asociadas a cargas, generalmente se dan sobre una gran porción del pavimento, pero en algunas ocasiones aparecen solamente en áreas que no tienen tránsito; este tipo de fallas tiene niveles de severidad donde bajo se refieren a las que tienen un ancho menor a un centímetro y que pese a estar espaciadas siempre se interconectan; nivel de severidad medio para aquellas que tienen un ancho que oscila de 1 a 2.5

centímetros; y de nivel de severidad alto a las que son en mayor cantidad con anchos superiores a 2.5 centímetros.

Conforme al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.8), las grietas de borde son aquellas grietas que son paralelas y, usualmente, tienen una distancia que oscila de 30 a 60 centímetros del borde exterior del pavimento afectado. Este tipo de falla es generado por las cargas de tránsito así como por el debilitamiento del pavimento, siendo causantes también las condiciones climáticas, sea el caso en la capa base o en la subrasante que estén próximas al borde de dicho pavimento; este tipo de grietas son medidas en metros lineales, y poseen un nivel de severidad donde bajo es cuando no existe desprendimiento alguno; nivel de severidad medio cuando presenta desprendimiento apenas visible; y nivel de severidad alto cuando se visualiza considerablemente el desprendimiento en el borde.

Sostiene el Catalogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.9) que la exudación es la clara presencia del asfalto sin agregado en la superficie del pavimento afectado, este tipo de falla genera que la superficie se visualice brillante, cristalina suele ser pegajosa; esta falla es medida en metros cuadrados y posee niveles de severidad donde bajo es referida cuando se nota sutilmente en la superficie; nivel de severidad media cuando se logra visualizar exceso de asfalto; nivel de severidad alto cuando se logra visualizar gran cantidad de asfalto en la superficie generando que se cubra casi todo los agregados; esta falla es originada por exceso de ligante en la dosificación, uso de ligante muy blando y derrame de solventes.

Según el Catalogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.15), los abultamientos (BUMPS) son pequeños desplazamientos que sobresalen localizados en la superficie del pavimento; mientras que los hundimientos son deformaciones que se dirigen abajo del pavimento afectado; estas fallas son medidas en metros cuadrados; y tienen niveles de severidad en donde bajo para los abultamientos se considera cuando posee una profundidad menor a un centímetro, mientras que para los hundimientos es cuando tienen una profundidad menos a dos centímetros; nivel de severidad medio bajo para los abultamientos es cuando su profundidad oscila de uno a dos centímetros, mientras que para los hundimientos es cuando generan una disminución media



de la calidad de tránsito en donde tiene una profundidad que oscila de dos a cuatro centímetros, generando una mayor vibración al momento de que el vehículo circule con respecto a ambas fallas; nivel de severidad alto para los abultamientos cuando poseen una profundidad mayor a dos centímetros, mientras que para los hundimientos (SAGS) es cuando presentan una profundidad mayor a cuatro centímetros; estas fallas se pueden reparar en su gran mayoría con la colocación de parches, así también como la colocación de sobre carpeta; si es el caso que es de severidad bajo no es necesario reparar.

De acuerdo al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.16), la corrugación es una falla que comprende una secuencia de cimas y depresiones muy juntas que se presentan a espacios notablemente regulares, con pronunciamientos menor a 3.0 m; esta falla es medida en metros cuadrados y posee niveles de severidad donde bajo es cuando genera que el tránsito disminuya sutilmente su calidad; nivel de severidad medio cuando genera que la calidad del tránsito se vea afectada, ocasionando que los vehículos sientan la vibración al momento de pasar; nivel de severidad alta es cuando la calidad del tránsito se ve afectada considerablemente ocasionando que los vehículos tengan que disminuir su velocidad notablemente para que puedan pasar por esta sección; estas fallas son causadas usualmente debido a la acción generada por el tránsito en combinación con que el pavimento cuente con una carpeta inestable; siendo el caso que si los abultamientos son generados en secuencias menores a tres metros de distancia entre ellos, cualquiera sea la causa, la falla será corrugación.

Para el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.15), la depresión son las áreas que se encuentran localizadas en la capa superior del pavimento que puede tener niveles sutilmente más bajos que el pavimento con relación a lo que se encuentra a su alrededor, con la aparición de cordones laterales a cada lado de la rodera originando alguna rugosidad; este tipo de falla es medida en metros cuadrados y tiene un nivel de severidad bajo cuando la altura de esta falla oscila de 1.3 a 2.5 centímetros donde en la mayoría de veces solo son visibles después de la lluvia; nivel de severidad medio cuando la altura de esta falla oscila entre 2.5 a 5 centímetros; y nivel de severidad alto cuando la altura de esta falla es mayor a cinco centímetros; estas fallas son causadas por:

uso de ligantes blandos, uso de áridos redondeados, la capa base sea de deficiente calidad, compactación deficiente de la base, exceso uso de ligantes.

Acorde al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.18), el ahuellamiento es la que se origina en la superficie del pavimento a causa de las huellas de las ruedas de los vehículos razón por la que se presenta el levantamiento en el pavimento afectado; este tipo de falla es medida en metros cuadrados y tiene niveles de severidad bajo cuando su profundidad oscila de 0.6 a 1.3 centímetros; nivel de severidad medio cuando la profundidad de la falla es mayor a 1.3 centímetros y puede llegar hasta los 2.5 centímetros; nivel de severidad alto cuando la profundidad obtenida es mayor a los 2.5 centímetros; estas fallas son causadas por una deformación perenne por cualquiera de las capas del pavimento afectado, así como un mal diseño del pavimento, los materiales utilizados son de mala calidad y que no tuvo un control óptimo de acuerdo a norma.

Conforme al Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.10), la peladura y efecto de la intemperie se generan comúnmente en la capa superficial del pavimento, originando que los agregados se desprendan y se genere la pérdida del ligante, así como por el uso de áridos suaves susceptibles al pulimiento; este tipo de falla es medida en metros cuadrados y posee niveles de severidad bajo cuando se ha empezado a desprender los agregados; nivel de severidad media cuando se ha ido perdiendo el ligante o los agregados; nivel de severidad alto cuando ya sea el ligante o los agregados se han perdido considerablemente y la superficie del pavimento se ve drásticamente ahuecada; esta falla es causada generalmente por el uso de agregados sucios en el proceso constructivo, así como el uso de asfalto inadecuado.

Sostiene el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.14), que el hinchamiento es caracterizado por un pandeo generado hacia arriba con respecto a la capa superficial del pavimento, visualizándose así como una larga onda con una longitud mayor a tres metros; siendo muchas veces el apareamiento de esta falla junto con el agrietamiento superficial; esta falla es medida en metros cuadrados y de acuerdo a sus niveles de severidad, bajo es cuando genera que la calidad del tránsito disminuya sutilmente; nivel de severidad medio cuando ocasiona que la calidad del tránsito disminuya notoriamente; nivel de severidad

alto cuando genera que la calidad de tránsito se vea afectada considerablemente ocasionando que los vehículos disminuyan su velocidad notoriamente para poder pasar esta zona afectada, usualmente esta falla es originada por que la subrasante llega a congelarse o por que los suelos son expansivos.

Según el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002, p.18), el pulimiento de los agregados es comúnmente causado por el tráfico, en donde permite visualizar al agregado en la superficie los cuales tienden a desgastarse, llegando a que afecte la resistencia del pavimento frente al deslizamiento; esta falla es medida en metros cuadrados y aún no posee niveles de severidad. Esta falla se determina luego de realizarse una minuciosa inspección en el pavimento revelando cuanto es la porción de agregado hallado; para reparar esta falla se puede realizar un tratamiento superficial.

#### **1.4. FORMULACIÓN AL PROBLEMA**

El problema de la presente investigación es: ¿Cuál es el resultado de la evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución – Ancash 2017?

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La presente tesis es importante porque se evaluará las fallas del pavimento flexible en la avenida Brasil del distrito de Nuevo Chimbote, y se podrá identificar de acuerdo al Diseño de Pavimentos ASSHTO 93, que se llegue a cumplir con dicha norma; lo cual beneficiará a la comunidad y a nuestros transportistas para que permitan el cuidado óptimo de sus vehículos, ya que tiene que estar en buen estado el pavimento, como también mejorando su calidad de vida de los pobladores de dicha zona y ayudando en su desarrollo como comunidad. De la investigación tiene diferentes categorías; en el aspecto teórico, ya que permite identificar cuáles son las fallas del pavimento flexible asociándolos con una escala para la determinación de la serviciabilidad de la vía y de esta manera plantear una propuesta de solución. Así mismo, en el aspecto metodológico, contribuye con un instrumento, el cuál buscaremos que presente confiabilidad interna, este instrumento antes no existía y está destinado a medir nuestras variable de análisis, permitiendo que futuros investigadores puedan usar

nuestros instrumentos para desarrollar otros niveles de investigación. Además, nuestra investigación en el aspecto práctico permite vincular nuestro conocimiento teórico con la realidad constructiva a través del trabajo de campo. Por este motivo esta investigación se llegará a realizar, en primer lugar se evaluará el pavimento flexible de dicha zona y luego se pasará a dar una propuesta de solución con todo lo que llegaremos a recopilar mediante los métodos a investigar.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar las fallas del pavimento flexible de la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote – Propuesta de solución – Ancash 2017.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

Analizar el tipo de suelo predominante en la estructura del pavimento de la Avenida Brasil.

Determinar el tipo de daño que existe en la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la Avenida Brasil.

Elaborar un estudio de tráfico en la avenida Brasil, determinando el número y tipos de vehículos que transitan.

Determinar el valor del CBR del suelo en la Avenida Brasil.

Propuesta de solución para el pavimento flexible de la Avenida Brasil.

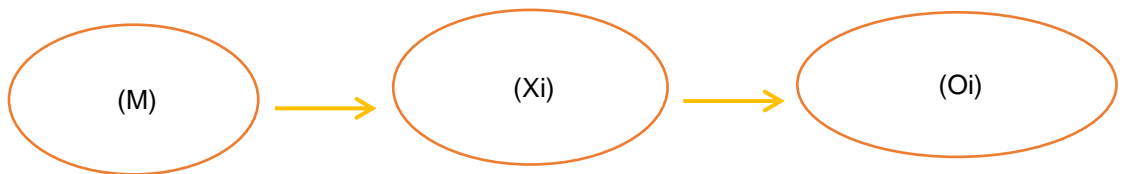
## II. MÉTODO

### 2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Diseño de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.92), la investigación es descriptiva porque permite describir, especificar mediante la evaluación de las fallas del pavimento flexible, permitiendo medir y recoger la información necesaria mediante la realización de los distintos tipos de ensayos y pruebas ya establecidos.

El diseño se resume en el siguiente gráfico:



Dónde:

M: muestra : Pavimento flexible de la avenida Brasil.  
Xi: variables : Fallas del pavimento flexible.  
Oi: resultados : Resultados obtenidos de los ensayos y evaluaciones realizadas.

#### 2.1.2. Tipo de estudio

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.95), el tipo de estudio de acuerdo al fin que persigue es aplicada porque busca aplicar los conocimientos existentes, para lograr evaluar los resultados de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil.

## 2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

### 2.2.1. Variable

Fallas del pavimento flexible.

### 2.2.2. Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	Son defectos del pavimento flexible que se presentan luego o tiempo después de su construcción. (Thenoux,1989)	Se determinarán las fallas del pavimento flexible mediante evaluaciones del PCI, estudio de tráfico, ensayos del CBR, del próctor modificado, granulometría y límite de atterberg.	CARPETA ASFÁLTICA	FALLAS	Rango
				ESTUDIO DE TRÁFICO	Rango
			BASE Y SUB BASE	GRANULOMETRÍA	Rango
				CBR	Nominal
				DENSIDAD DE CAMPO	Nominal
				LÍMITE DE ATTERBERG	Nominal

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. Población**

La población de la presente investigación es el pavimento flexible de la Avenida Brasil, el cual está ubicado en el Distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Ancash, que se encuentra desde la Avenida Pelicanos hasta la Avenida Universitaria, el cual cuenta con 2,186 km.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra de la presente investigación es igual la población el cual es el pavimento flexible de la Avenida Brasil, el cual cuenta con 2,186 km.

## **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD**

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.98), la técnica de recolección de datos es la técnica observacional, la cual ha sido seleccionada para evaluar las fallas del pavimento flexible de la Avenida Brasil en el distrito de Nuevo Chimbote, puesto que se tomó la información tal como se encontró en el lugar de estudio.

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.99), los instrumentos de recolección de datos tenemos los protocolos y guías de observación validadas por tres especialistas.

### **2.4.3. Validez y confiabilidad del instrumento**

De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.92), la validez y confiabilidad del instrumento se utilizaron como instrumentos los protocolos ya existentes proporcionados por el Laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad Cesar Vallejo y guías de observación debidamente validadas por el juicio de tres especialistas.

## **2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Se realizará mediante la realización de ensayos y evaluaciones determinando los resultados de las fallas del pavimento flexible en la avenida Brasil; bajo el Diseño de Pavimentos (Norma ASSHTO 93).

El procedimiento que se realizará es el siguiente: Se ejecutará los ensayos de granulometría, CBR, densidad de campo, y el Límite de Atterberg, así como el estudio de tráfico y la evaluación de fallas mediante el PCI; se determinará los resultados en que se encuentra el estado del pavimento flexible para que luego se mejore, de acuerdo a la Norma ASSHTO 93. El procesamiento de datos y gráficos se realizará mediante software Microsoft Excel 2010.

## **2.6. ASPECTOS ÉTICOS**

La presente tesis, se ha elaborado teniendo en cuenta la veracidad obtenida de los resultados; considerando netamente y respetando las autorías utilizadas en la misma; el respeto; la honestidad y ética.



### III. RESULTADOS

#### 3.1. ANÁLISIS DEL TIPO DE SUELO PREDOMINANTE EN LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA BRASIL

- Este ensayo que se llegó a realizar nos ayuda a determinar los porcentajes del suelo que llegan a pasar por distintos tamices de la serie empleando en el ensayo, lo cual empieza desde el tamiz de 3" (75 mm) hasta el tamiz N°200 (0.075mm).
- Lo cual se realizó el ensayo de granulometría a la capa base y sub – base para obtener el suelo predominante de la estructura del pavimento de la Avenida Brasil, donde se obtuvo los siguientes resultados de acuerdo al tamaño de los tamices.

#### BASE DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA BRASIL

- De acuerdo a las partículas que se registren en cada tamiz del ensayo para la capa base de la Avenida Brasil, a continuación se detallará las aberturas de los tamices.

Tabla N°01: Número de tamiz utilizado para analizar la capa base.

TAMAÑO O NÚMERO DEL TAMIZ	MILIMETROS	PASANTE
3	76.2	100.00
2 ½	63.5	100.00
2	50.8	100.00
1 ½	38.1	100.00
1	25.4	100.00
¾	19.1	98.33
½	12.5	97.07
3/8	9.53	96.72
¼	6.35	92.92
N°4	4.76	92.83
N°10	2	75.70
N°20	0.84	76.27
N°40	0.42	60.78
N°50	0.297	56.11

N°60	0.25	44.52
N°100	0.149	32.21
N°200	0.074	23.99

Fuente: Elaboración propia.

- El análisis granulométrico realizado a la capa base, muestra que el tamaño máximo nominal en el tamiz N°10 con un peso retino de 307.30 gr., en el cual lo podemos ubicar de acuerdo a la dimensión de la partícula elemental de 2mm.

Tabla 02: Análisis granulométrico de la capa base.

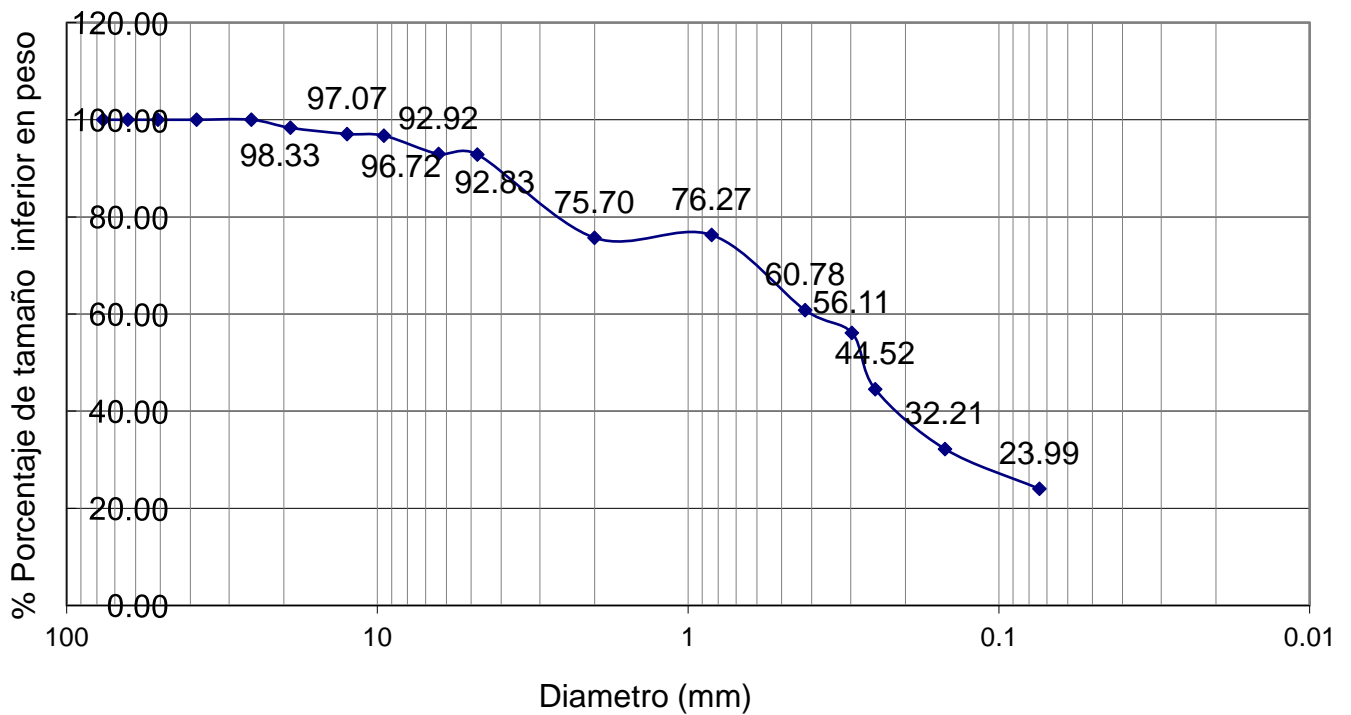
		Desing.	A	B %	% Mas	% Mas	<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>
		del Tamiz US	Peso Retenido gr,	Pasante	Grueso	Fino	
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA	4					(P.T.M.) 1784 gr,
	O CANTOS	3	0.00	0.00	0.00	100.00	
	GRAVA	GRUESA	2 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00
			2	0.00	0.00	0.00	100.00
			1 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00
			1	0.00	0.00	0.00	100.00
			3/4	29.80	1.67	1.67	98.33
		FINA	1/2	22.50	1.26	2.93	97.07
			3/8	28.80	1.61	3.28	96.72
			1/4	74.00	4.15	7.08	92.92
			N° 4	69.40	3.89	7.17	92.83
			N° 10	307.30	17.23	24.30	75.70
	FINA	N° 20	295.30	16.55	23.73	76.27	
		N° 40	276.4	15.49	39.22	60.78	
		N° 50	83.3	4.67	43.89	56.11	
N° 60		206.7	11.59	55.48	44.52		

	N° 100	219.7	12.32	67.79	32.21
	N° 200	146.6	8.22	76.01	23.99
	P N°				
	200	24.2	1.36	77.37	22.63
		1784.00	100.00		

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

- La curva granulométrica de la base, está representada gráficamente con los resultados obtenidos en porcentajes de las partículas pasantes de los diversos tamices.

Gráfico N°01: Curva granulométrica de la capa base



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

### **SUB-BASE DEL PAVIMENTO DE LA AVENIDA BRASIL**

- De acuerdo a las partículas que se registren en cada tamiz del ensayo para la su-base de la Avenida Brasil, a continuación se detallará las aberturas de los tamices.

Tabla 03: Número de tamiz utilizado para analizar la capa sub base.

TAMAÑO O NÚMERO		
DEL TAMIZ	MILIMETROS	PASANTE
3	76.2	100.00
2 1/2	63.5	100.00
2	50.8	100.00
1 1/2	38.1	100.00
1	25.4	100.00
3/4	19.1	98.29
1/2	12.5	94.39
3/8	9.53	94.08
1/4	6.35	87.48
Nº4	4.76	89.20
Nº10	2	69.03
Nº20	0.84	73.67
Nº40	0.42	60.02
Nº50	0.297	55.68
Nº60	0.25	49.20
Nº100	0.149	39.22
Nº200	0.074	31.38

Fuente: Elaboración propia.

- Análisis granulométrico de la sub-base, lo cuál se encuentra el tamaño máximo nominal en el tamiz N°10 con un peso retino de 396.50 gr., en el cual lo podemos ubicar de acuerdo a la dimensión de la partícula elemental de 2mm, donde clasificándolo obtenemos como resultado que es arena gruesa.

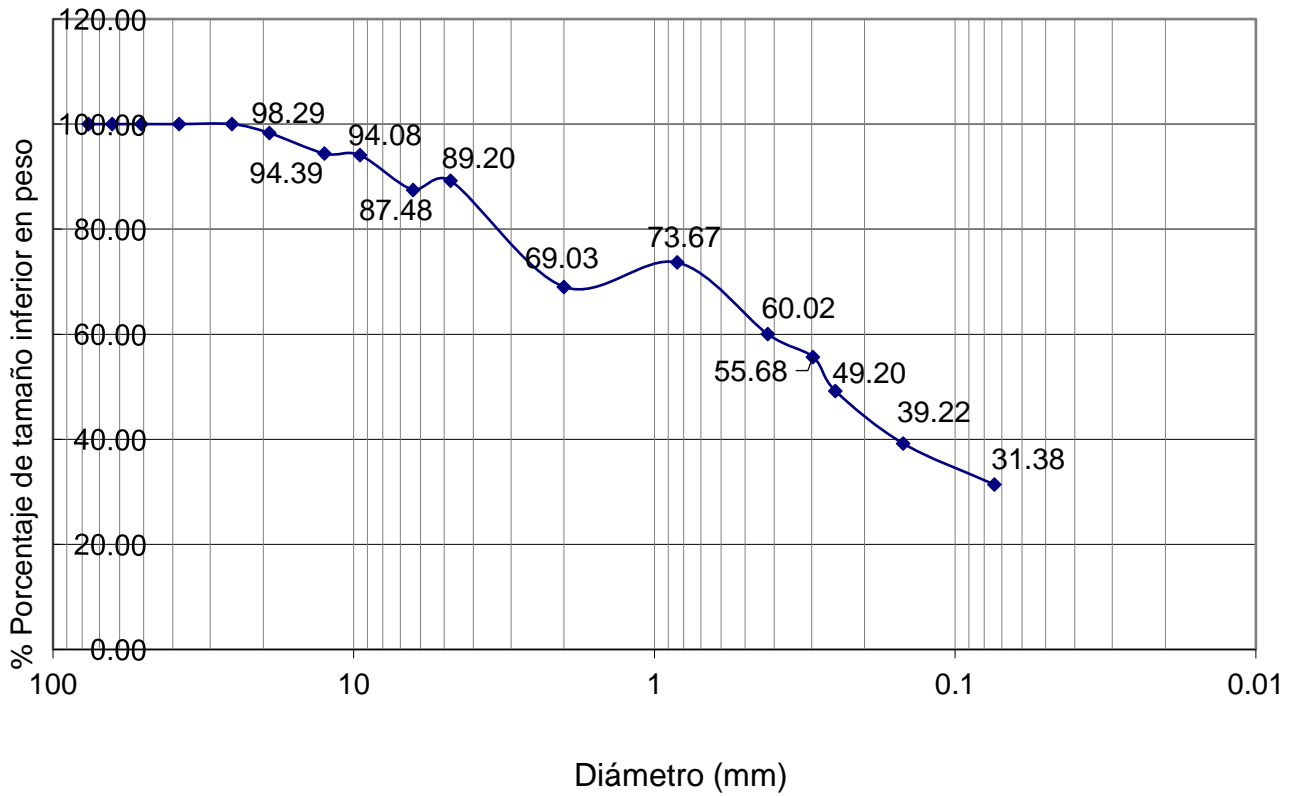
Tabla 04: Análisis granulométrico de la capa sub base.

		Desing.	A	B %	% Mas	% Más	<b>PESO TOTAL DE LA MUESTRA</b>	
		del Tamiz US	Peso Retenido gr,	Pasante	Grueso	Fino		
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4					(P.T.M.) 2149 gr,	
		3	0.00	0.00	0.00	100.00		
	GRAVA	GRUESA	2 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00	
			2	0.00	0.00	0.00	100.00	
			1 1/2	0.00	0.00	0.00	100.00	
			1	0.00	0.00	0.00	100.00	
			3/4	36.80	1.71	1.71	98.29	
		FINA	1/2	83.80	3.90	5.61	94.39	
			3/8	90.50	4.21	5.92	94.08	
			1/4	148.50	6.91	12.52	87.48	
			N° 4	104.80	4.88	10.80	89.20	
			N° 10	396.50	18.45	30.97	69.03	
	FINA	N° 20	333.80	15.53	26.33	73.67		
		N° 40	293.2	13.64	39.98	60.02		
		N° 50	93.4	4.35	44.32	55.68		
N° 60		139.2	6.48	50.80	49.20			
N° 100		214.5	9.98	60.78	39.22			
N° 200		168.4	7.84	68.62	31.38			
P N° 200		45.6	2.12	70.74	29.26			
		2149.00	100.00					

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

- La curva granulométrica de la sub-base, está representada gráficamente con los resultados obtenidos en porcentajes de las partículas pasantes de los diversos tamices.

Gráfico N°02: Curva granulométrica de la capa sub base.



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

### 3.2. DETERMINACIÓN DEL TIPO DE DAÑO QUE EXISTE EN LA CARPETA ASFÁLTICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA BRASIL TRAMO-01

- La evaluación del PCI, se realizó en la Avenida Brasil, pudiendo identificar los daños que existen en la carpeta asfáltica de dicha zona considerando su tipo, nivel de severidad y la extensión que presenta cada uno de ellos, luego se calculó el total de los daños, existiendo grietas longitudinales, grietas transversales, piel de cocodrilo, grietas en bloques, grietas de borde, exudación, abultamientos y hundimientos, corrugaciones, depresiones, ahuellamientos, entre otros.

#### DAÑOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA BRASIL TRAMO-01

- Se llegó a evaluar el pavimento flexible de la Avenida Brasil del Tramo-01 que comprende desde +0.000km que es desde la Avenida Pelicanos hasta +1.360km que es la Avenida Anchoqueta, donde según la escala del PCI se clasificó como fallado teniendo como valor de rango 5.80%.

Tabla N°05: Hoja de registro de Índice de Condición del Pavimento Flexible del Tramo 01 de la Av. Brasil.

MÉTODO PCI				NIVEL DE SEVERIDAD			
						L	Bajo
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				M		Medio	
						H	
HOJA DE REGISTRO				Muestra:		U-1	
Nombre de la vía:		Avenida Brasil				Sección:	
Inspeccionado:		Valdivia Tolentino Sherly Marbely		Fecha:		12/09/2017	
1. Grieta longitudinal		5. Grieta de borde		9. Depresión		13. Agregados pulidos	
2. Grieta transversal		6. Exudación		10. Ahuellamiento			

3. Piel de cocodrilo		7. Abultamiento y hundimiento		11. Peladura y efecto de la interperie		
4. Grieta en bloque		8. Corrugación		12. Hinchamiento		
<b>FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>				<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD</b>
1H	1.80+0.95+2.37+0.76+1.58+2.12+2.32+1.59+0.93+2.06+1.08				17.56	0.2152
1M	2.64+0.96+3.45+4.88+2.21+2.37+1.21+0.37+1.84+0.65+1.27				21.85	0.2678
2M	0.98+4.65+3.82+4.85+3.25+1.84+3.73+6.85+4.22+1.16+3.77+0.57				39.69	0.4864
3H	2.64+2.82+3.72+3.23+3.92+2.95+2.98+1.45+4.19+1.75				29.65	0.3634
4L	0.82+1.95+2.52+0.21+1.44+1.32+0.98+1.14+0.74+1.88+2.01+1.36				16.37	0.2006
5M	1.28+0.41+1.18+1.22+0.48+0.54+0.19+0.37+1.23+0.87+0.76+0.81				9.34	0.1145
6M	0.358+1.084+2.513+0.984+1.348+2.098+3.152+2.974+1.537+0.745+0.89				17.689	0.2168
7H	3.814+1.126+1.085+1.938+2.962+2.082+2.846+1.682+1.756+1.953+2.845				24.089	0.2952
8L	2.984+6.842+3.821+2.856+4.812+2.671+3.058+2.941+3.922+2.941+8.352+3.816				49.016	0.6007
8M	4.545+3.941+2.823+3.049+3.942+4.358+3.953+3.519+1.611+2.056+1.927+2.254				38.878	0.4764
9H	3.545+2.941+1.823+2.454+0.895+3.942+8.609+2.509+1.631+2.051+1.927+2.054				34.381	0.4213
11H	4.486+3.596+7.814+2.512+1.154+2.813+1.054+2.054+1.596+2.096+4.025				33.2	0.4069
11L	3.595+2.341+1.228+3.784+1.895+3.942+2.058+1.852+1.596+1.358+1.953+3.269				28.871	0.3538
12L	4.625+4.554+2.645+3.845+6.22+0.982+2.753+3.154+2.451+1.558+2.482+4.61				39.879	0.4887
12M	8.575+0.956+6.49+4.065+2.155+1.98+2.654+3.054+3.109+2.452+1.954+2.456				39.545	0.4846
13	2.645+4.226+3.265+0.954+2.546+1.652+6.84+3.542+4.535+0.652+2.542				33.399	0.4093
<b>TOTAL</b>					473.407	

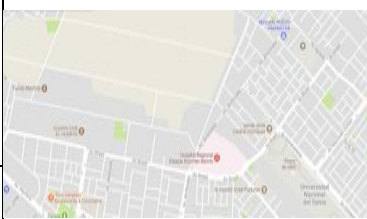
Fuente: Elaboración Propia.



### DAÑOS DE LA CARPETA ASFÁLTICA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA BRASIL TRAMO-02

- Se llegó a evaluar el pavimento flexible de la Avenida Brasil del Tramo-02 que comprende desde +1.360km que es desde la Avenida Anchoqueta hasta +2.186km que es la Avenida Universitaria, donde según la escala del PCI se clasificó como muy malo teniendo como valor de rango 13.0096%.

Tabla N°06: Hoja de registro de Índice de Condición del Pavimento Flexible del Tramo 02 de la Av. Brasil.

MÉTODO PCI						NIVEL DE SEVERIDAD	
						L	Bajo
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				M		Medio	
HOJA DE REGISTRO						H	
<b>Nombre de la vía:</b>	Avenida Brasil		<b>Sección:</b>	2		<b>Muestra:</b>	U-2
<b>Inspeccionado:</b>	Valdivia Tolentino Sherly Marbely		<b>Fecha:</b>	21/09/2017		<b>Área:</b>	4956 m <sup>2</sup>
1. Grieta longitudinal	5. Grieta de borde	9. Depresión		13. Agregados pulidos			
2. Grieta transversal	6. Exudación	10. Ahuellamiento					
3. Piel de cocodrilo	7. Abultamiento y hundimiento	11. Peladura y efecto de la interperie					
4. Grieta en bloque	8. Corrugación	12. Hinchamiento					
FALLA	CANTIDAD					TOTAL	DENSIDAD
1H	1.84+1.16+2.25+2.37+3.96+1.69+2.72+2.32+2.55+0.93+2.96+3.58					28.33	0.5716
1M	2.24+4.26+1.45+3.78+3.81+5.37+6.28+3.37+5.84+0.55+1.36+2.17					40.48	0.8168

2H	2.48+3.61+3.12+3.50+4.59+0.94+4.33+4.87+4.72+1.66+3.97+2.57+0.85	41.21	0.8315
3H	2.34+3.92+2.17+6.21+2.29+4.99+3.28+3.95+1.17+1.05+2.84	34.21	0.6903
4H	1.62+1.52+3.95+2.11+4.94+2.32+1.98+0.94+3.47+5.68+6.18+2.64	37.35	0.7536
5H	2.78+2.98+3.53+5.98+1.49+1.98+2.32+3.74+2.57+3.75+2.96	34.08	0.6877
6L	2.86+2.61+2.11+3.52+6.18+2.49+2.96+5.78+2.36+2.87+2.76+3.81+0.93	41.24	0.8321
7H	4.24+2.13+2.825+2.388+6.612+3.872+3.861+2.182+3.562+3.553+2.40+0.98	38.605	0.779
8L	3.84+4.82+4.961+3.86+4.362+3.61+0.98+3.91+3.42+3.91+4.96+3.192+4.163+0.945	50.933	1.0277
9L	0.87+3.545+2.54+0.85+2.64+4.42+3.78+2.91+3.19+2.631+2.36+2.97+3.44+2.73	38.876	0.7844
9H	2.36+4.56+5.82+3.12+5.14+3.83+2.643+3.524+0.96+1.986+3.125+0.86+1.82	39.748	0.802
10H	3.26+4.16+0.863+2.62+3.144+2.63+3.65+0.98+2.64+2.96+3.253+2.66+5.12+1.54	39.48	0.7966
11H	3.65+3.251+2.28+2.744+2.95+4.452+3.518+2.822+2.926+3.68+2.506+1.175+3.054	39.008	0.7871
12M	3.052+2.51+3.85+5.44+3.95+4.42+4.58+3.262+0.96+3.18+3.026+4.15+4.524+0.51	47.414	0.9567
12H	3.65+3.59+3.56+3.42+4.83+3.69+3.55+3.98+3.64+4.54+2.51+1.58+2.42+1.54+2.90+3.54	52.94	1.0682
13	3.45+3.28+4.06+1.84+3.56+2.98+6.64+4.42+3.55+2.152+3.94+0.98	40.852	0.8243
<b>TOTAL</b>		644.756	

Fuente: Elaboración propia.

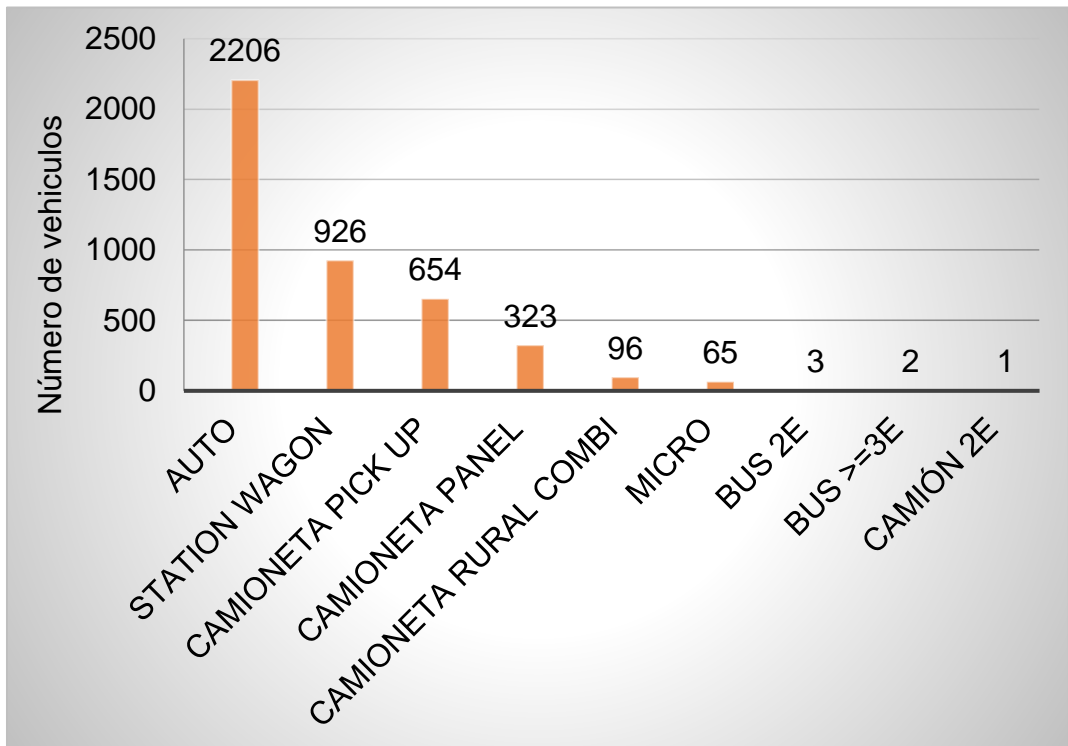
### **3.3. ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE TRÁFICO DE LA AVENIDA BRASIL, DETERMINANDO EL NÚMERO Y TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN**

- El estudio de tráfico se realizó en la Avenida Brasil, clasificándolo de acuerdo al tipo de vehículo que transitan por dicha zona o a su capacidad de carga que pueden tener, realizando también el volumen de tránsito de los vehículos que circulan durante 24 horas por un periodo de 7 días continuos.

#### **NÚMERO Y TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN EN LA AVENIDA BRASIL TRAMO-01**

- El estudio de tráfico del tramo-01 comprende desde +0.000km que es la Avenida Pelicanos hasta +1.360km que es la Avenida Anchoqueta, donde se pudo observar que el día miércoles es el día que menos transitan los vehículos, y el día sábado es el día que más transitan los vehículos por este tramo.
- El día lunes 28 de agosto, transitaron un total de 4276 vehículos, entre ellos transitaron 2206 autos, 926 station wagon, 654 camionetas pick up, 323 camionetas paneles, 96 camionetas rural combi, 65 micros, 3 buses de 2 ejes, 2 buses  $\geq$  a 3 ejes, y 1 camión de 2 ejes.

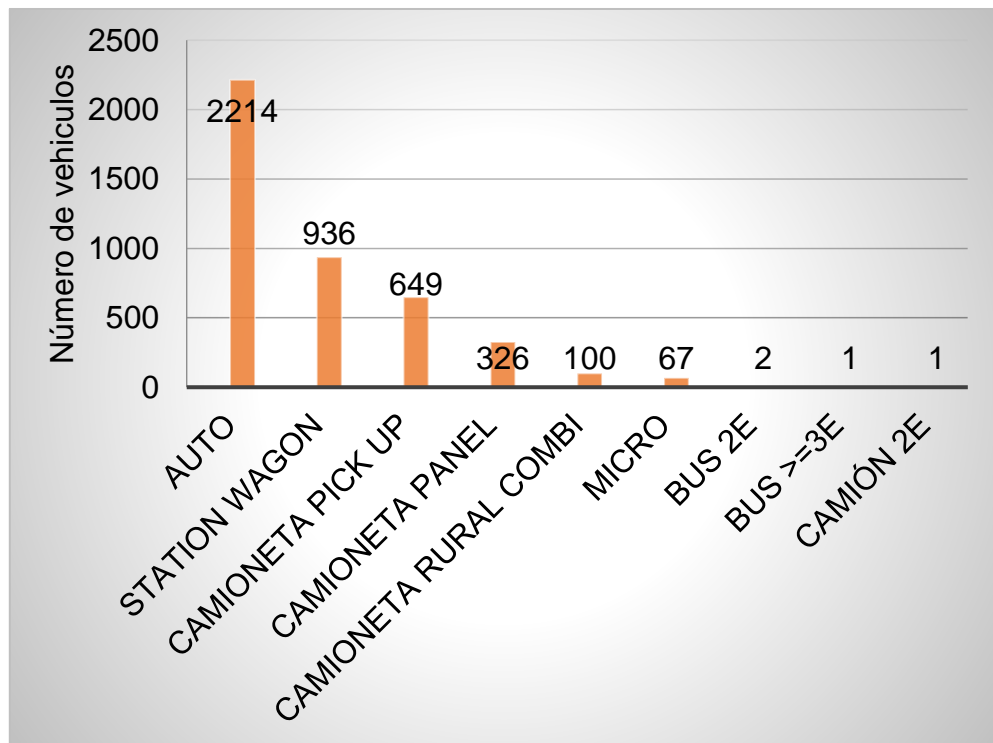
Gráfico N°03: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Lunes.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día martes 29 de agosto, transitaron un total de 4296 vehículos, entre ellos transitaron 2214 autos, 936 station wagon, 649 camionetas pick up, 326 camionetas paneles, 100 camionetas rural combi, 67 micros, 2 buses de 2 ejes, 1 bus  $\geq$  a 3 ejes, y 1 camión de 2 ejes.

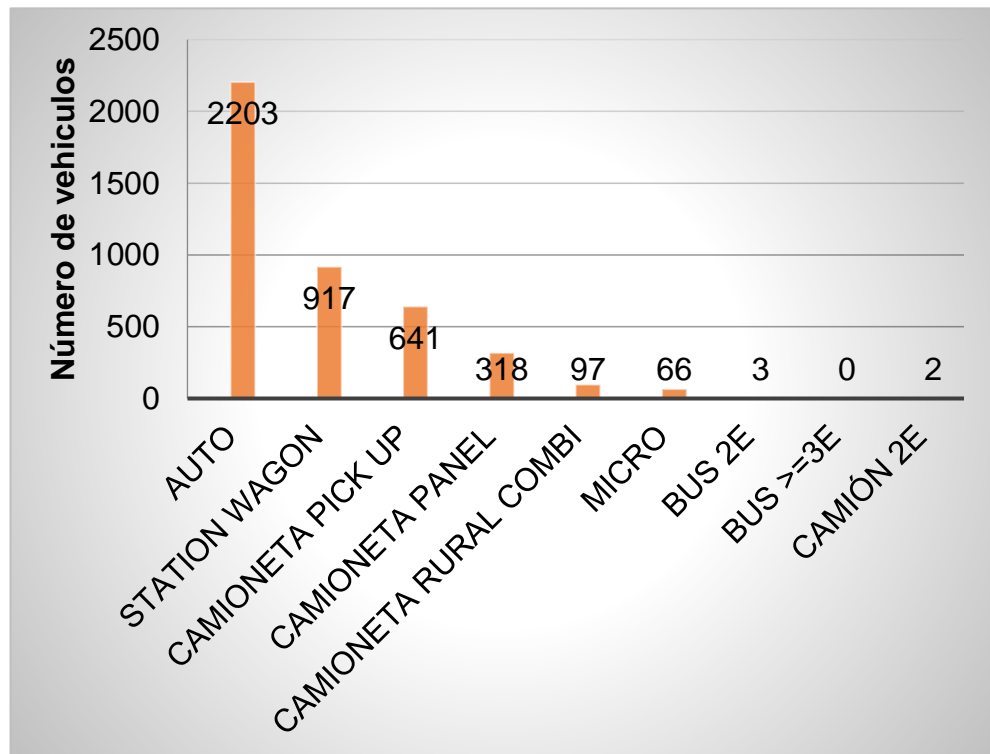
Gráfico N°04: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Martes.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día miércoles 30 de agosto, transitaron un total de 4247 vehículos, entre ellos transitaron 2203 autos, 917 station wagon, 641 camionetas pick up, 318 camionetas paneles, 97 camionetas rural combi, 66 micros, 3 buses de 2 ejes y 2 camión de 2 ejes.

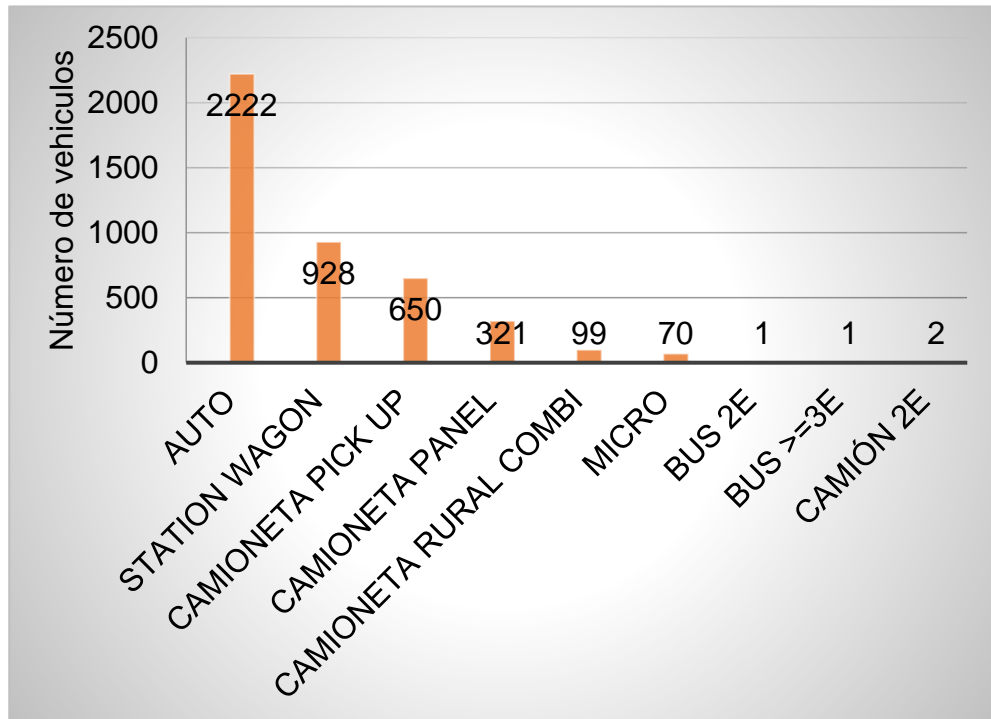
Gráfico N°05: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Miércoles.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día jueves 31 de agosto, transitaron un total de 4294 vehículos, entre ellos transitaron 2222 autos, 928 station wagon, 650 camionetas pick up, 321 camionetas paneles, 99 camionetas rural combi, 70 micros, 1 bus de 2 ejes, 1 bus  $\geq$  a 3 ejes, y 2 camiones de 2 ejes.

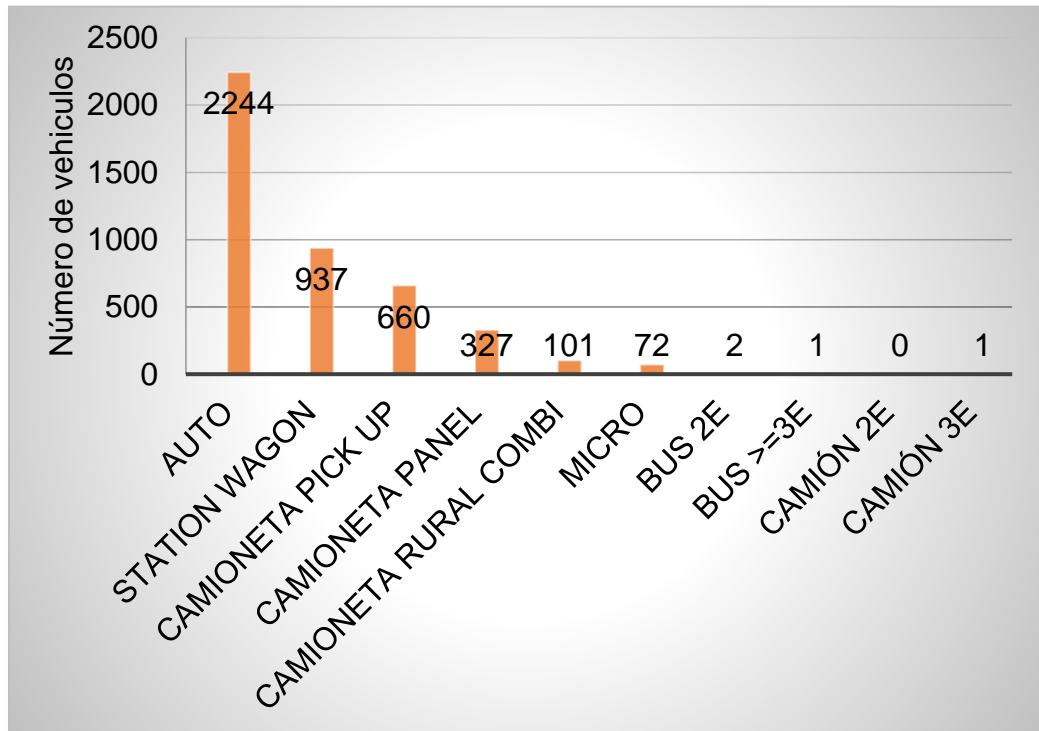
Gráfico N°06: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Jueves.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día viernes 01 de septiembre, transitaron un total de 4345 vehículos, entre ellos transitaron 2244 autos, 937 station wagon, 660 camionetas pick up, 327 camionetas paneles, 101 camionetas rural combi, 72 micros, 2 buses de 2 ejes, 1 bus  $\geq$  a 3 ejes, y 1 camión de 3 ejes.

Gráfico N°07: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Viernes.

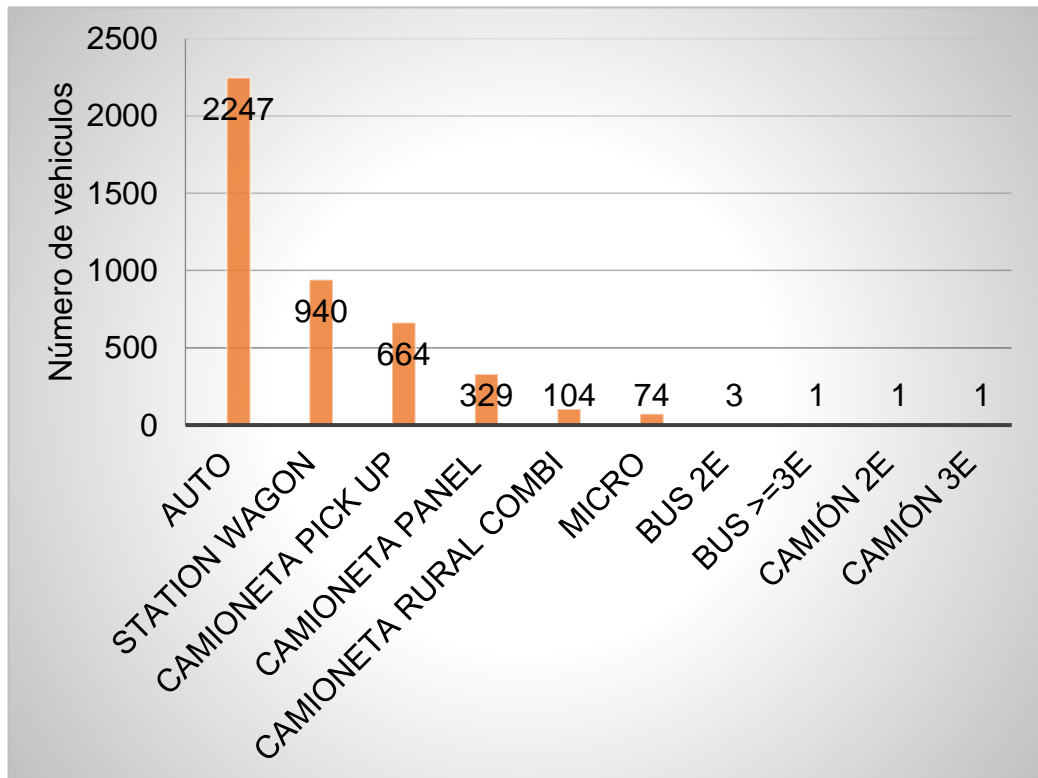


Fuente: Elaboración Propia.



- El día sábado 02 de septiembre, transitaron un total de 4364 vehículos, entre ellos transitaron 2247 autos, 940 station wagon, 664 camionetas pick up, 329 camionetas paneles, 104 camionetas rural combi, 74 micros, 3 buses de 2 ejes, 1 bus  $\geq$  a 3 ejes, y 1 camión de 2 ejes, 1 camión de 3 ejes.

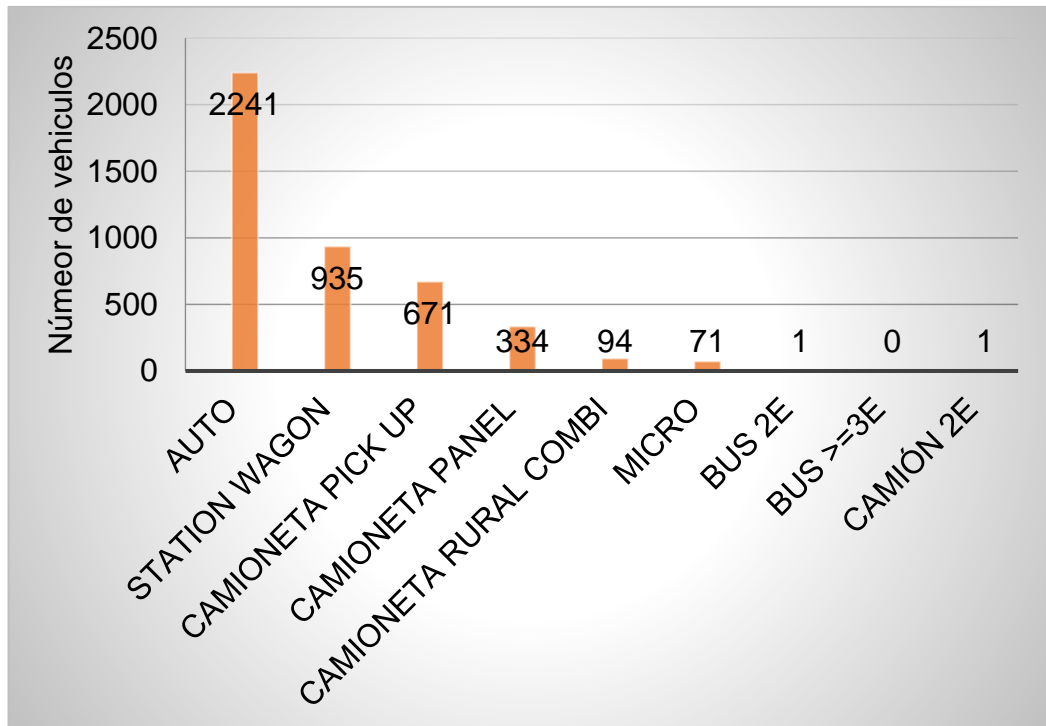
Gráfico N°08: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Sábado.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día domingo 03 de septiembre, transitaron un total de 4348 vehículos, entre ellos transitaron 2241 autos, 935 station wagon, 671 camionetas pick up, 334 camionetas paneles, 94 camionetas rural combi, 71 micros, 1 bus de 2 ejes, y 1 camión de 2 ejes.

Gráfico N°09: Conteo vehicular del Tramo 01 – Día Domingo.



Fuente: Elaboración Propia.

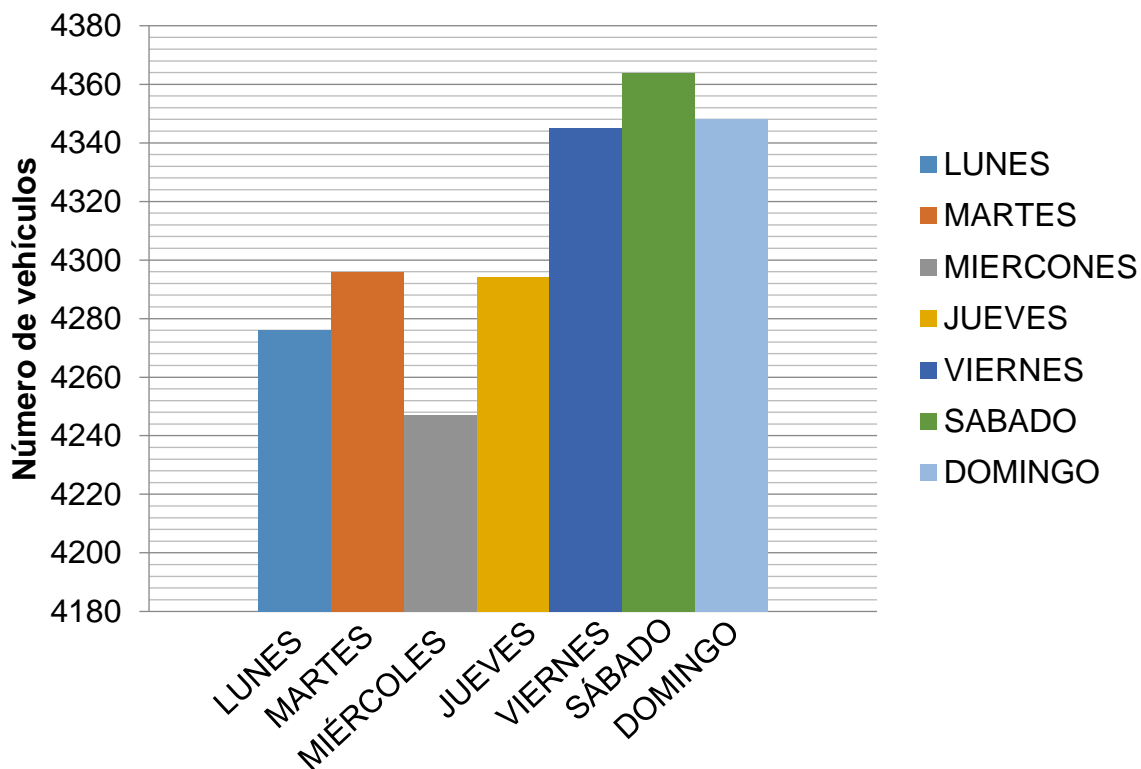
- Para llegar a obtener el Índice Medio Diario Semanal, se sumó la cantidad total de vehículos que transitaron por la Avenida Brasil del Tramo 01 y se pasó a dividir entre el número de días que tiene la semana, obteniendo como resultado del Índice Medio Diario la cantidad de 4310 vehículos.

Tabla N°07: Conteo Vehicular diario del Tramo 01.

<b>DÍAS</b>	<b>VEHÍCULOS</b>
LUNES	4276
MARTES	4296
MIÉRCOLES	4247
JUEVES	4294
VIERNES	4345
SÁBADO	4364
DOMINGO	4348
<b>TOTAL</b>	<b>30170</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico N°10: Conteo vehicular Semana del Tramo 01.

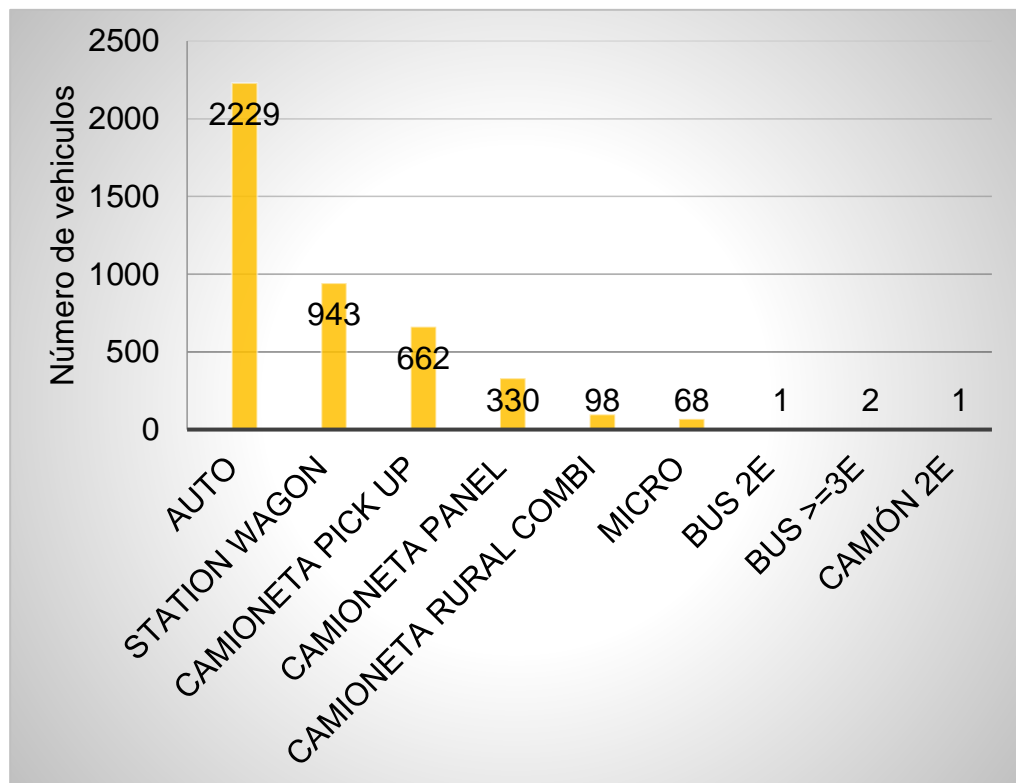


Fuente: Elaboración Propia.

## NÚMERO Y TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN EN LA AVENIDA BRASIL TRAMO-02

- El estudio de tráfico del tramo-02 comprende desde +1.360km que es la Avenida Anchoqueta hasta +2.186km que es la Avenida Universitaria, donde se logró determinar que el día martes es el día que menos vehículos transitan y el día sábado es el día en que más vehículos transitan.
- El día lunes 04 de septiembre, transitaron un total de 4334 vehículos, entre ellos transitaron 2229 autos, 943 station wagon, 662 camionetas pick up, 330 camionetas paneles, 98 camionetas rural combi, 68 micros, 1 bus de 2 ejes, 2 buses  $\geq$  a 3 ejes, y 1 camión de 2 ejes.

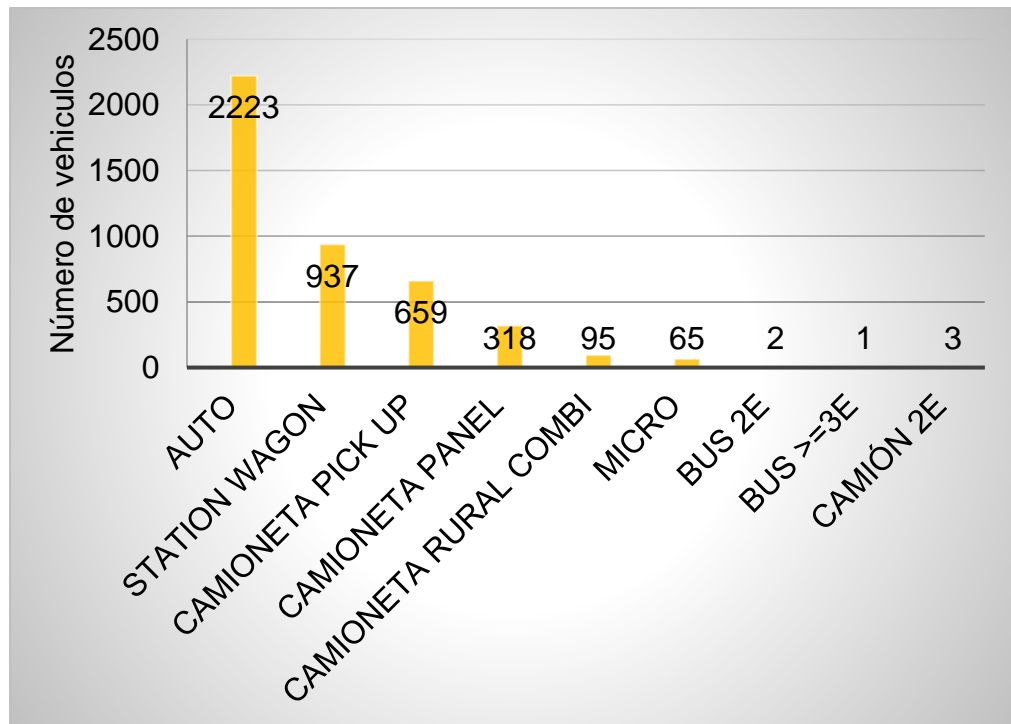
Gráfico N°11: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Lunes.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día martes 05 de septiembre, transitaron un total de 4303 vehículos, entre ellos transitaron 2223 autos, 937 station wagon, 659 camionetas pick up, 318 camionetas paneles, 95 camionetas rural combi, 65 micros, 2 buses de 2 ejes, 1 bus  $\geq$  a 3 ejes, y 3 camión de 2 ejes.

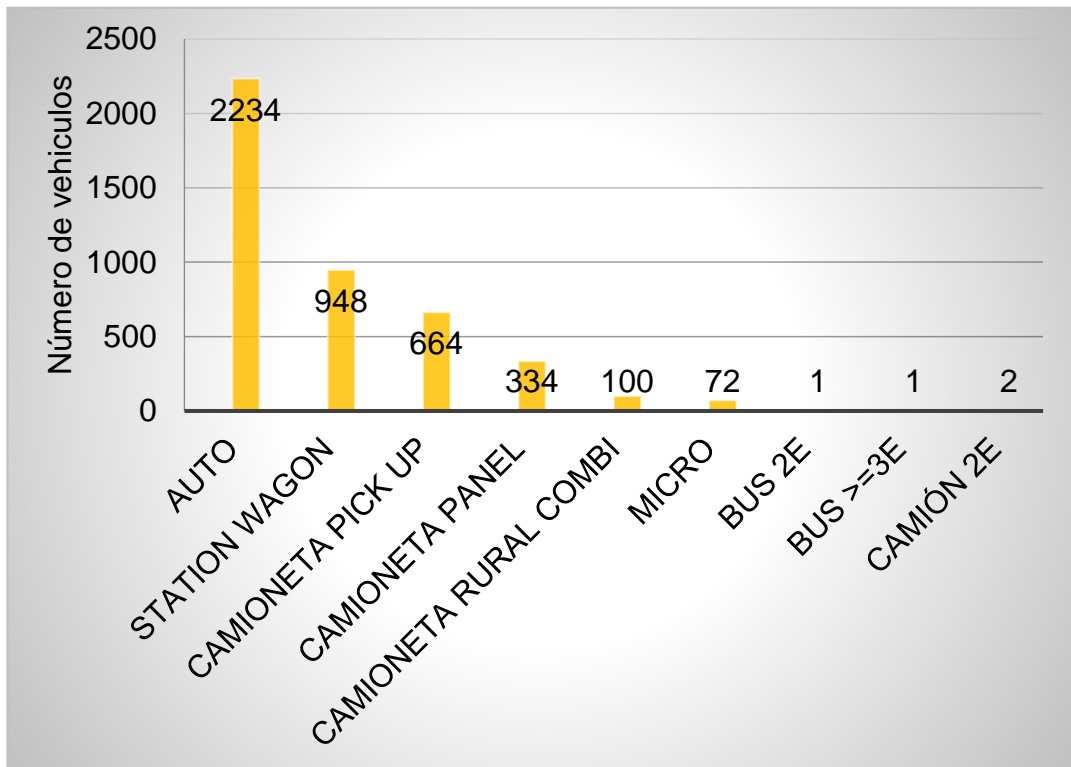
Gráfico N°12: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Martes.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día miércoles 06 de septiembre, transitaron un total de 4356 vehículos, entre ellos transitaron 2234 autos, 948 station wagon, 664 camionetas pick up, 334 camionetas paneles, 100 camionetas rural combi, 72 micros, 1 bus de 2 ejes, 1 bus  $\geq$  a 3 ejes, y 2 camión de 2 ejes.

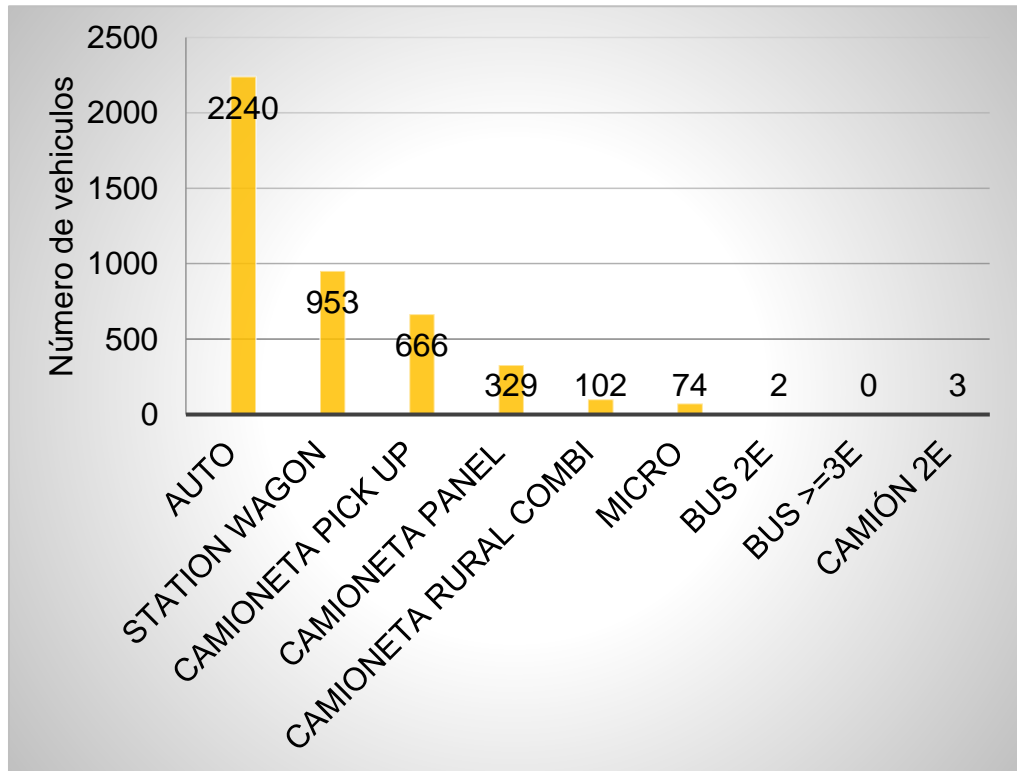
Gráfico N°13: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Miércoles.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día jueves 07 de septiembre, transitaron un total de 4369 vehículos, entre ellos transitaron 2240 autos, 953 station wagon, 666 camionetas pick up, 329 camionetas paneles, 102 camionetas rural combi, 74 micros, 2 buses de 2 ejes, y 3 camiones de 2 ejes.

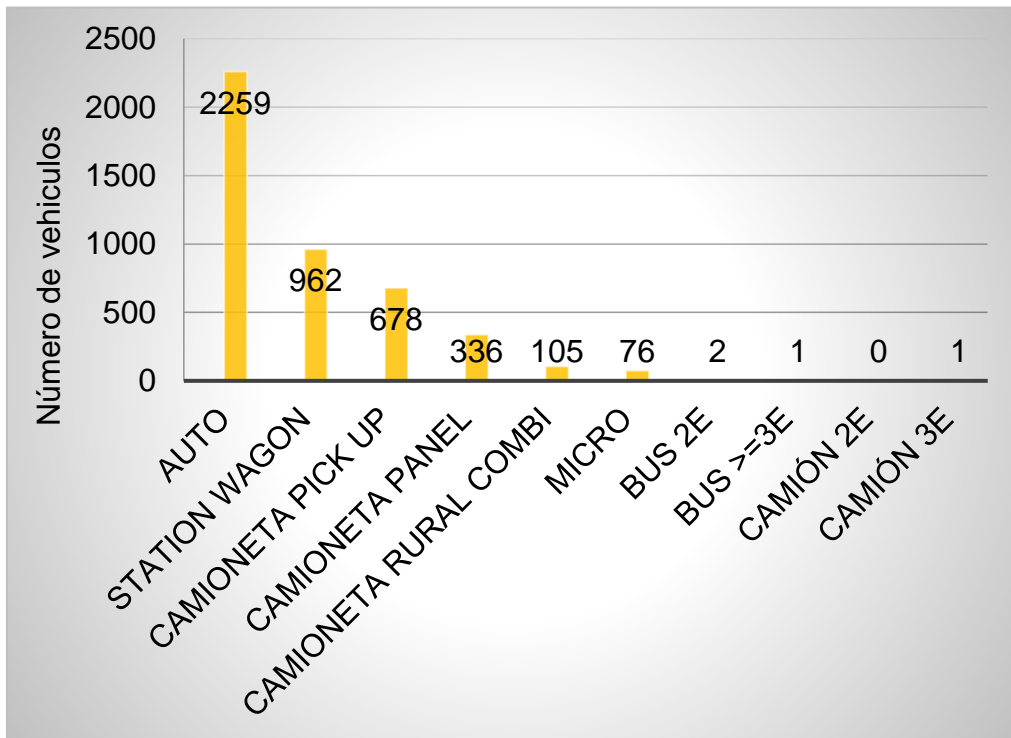
Gráfico N°14: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Jueves.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día viernes 08 de septiembre, transitaron un total de 4420 vehículos, entre ellos transitaron 2259 autos, 962 station wagon, 678 camionetas pick up, 336 camionetas paneles, 105 camionetas rural combi, 76 micros, 2 buses de 2 ejes, 1 bus >= a 3 ejes, y 1 camión de 3 ejes.

Gráfico N°15: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Viernes.

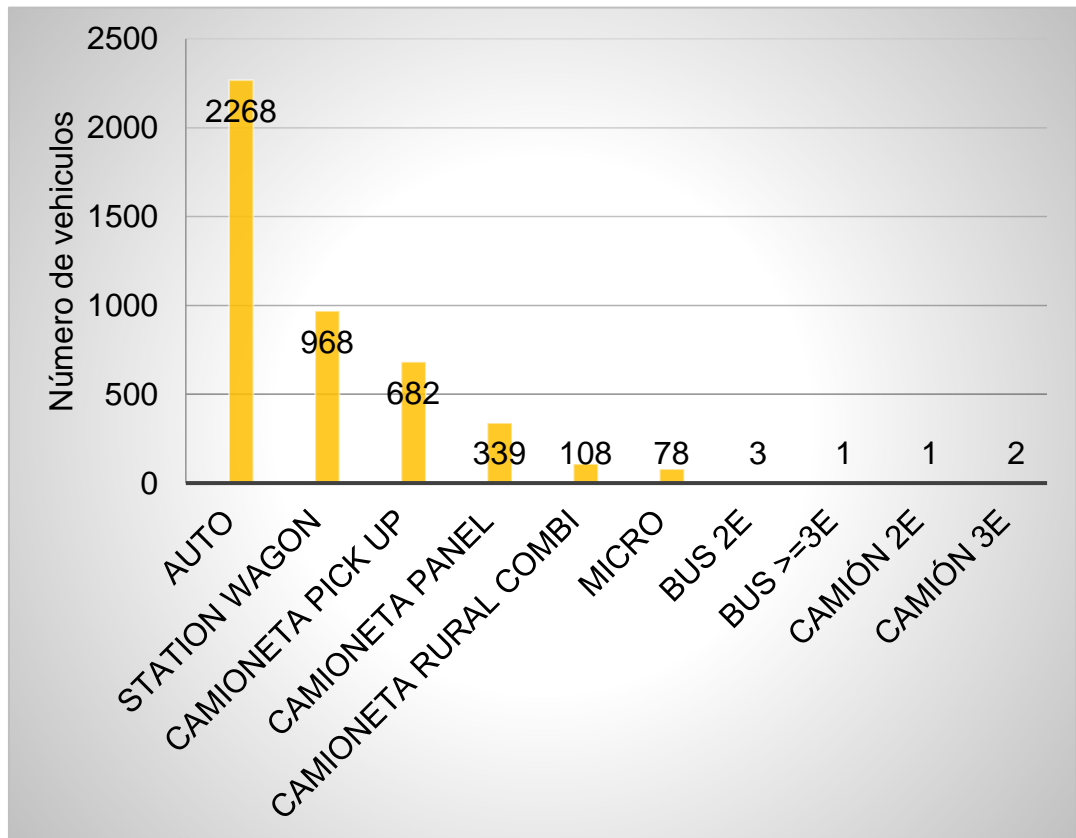


Fuente: Elaboración Propia.



- El día sábado 09 de septiembre, transitaron un total de 4450 vehículos, entre ellos transitaron 2268 autos, 968 station wagon, 682 camionetas pick up, 339 camionetas paneles, 108 camionetas rural combi, 78 micros, 3 buses de 2 ejes, 1 bus >= a 3 ejes, 1 camión de 2 ejes y 2 camiones de 3 ejes.

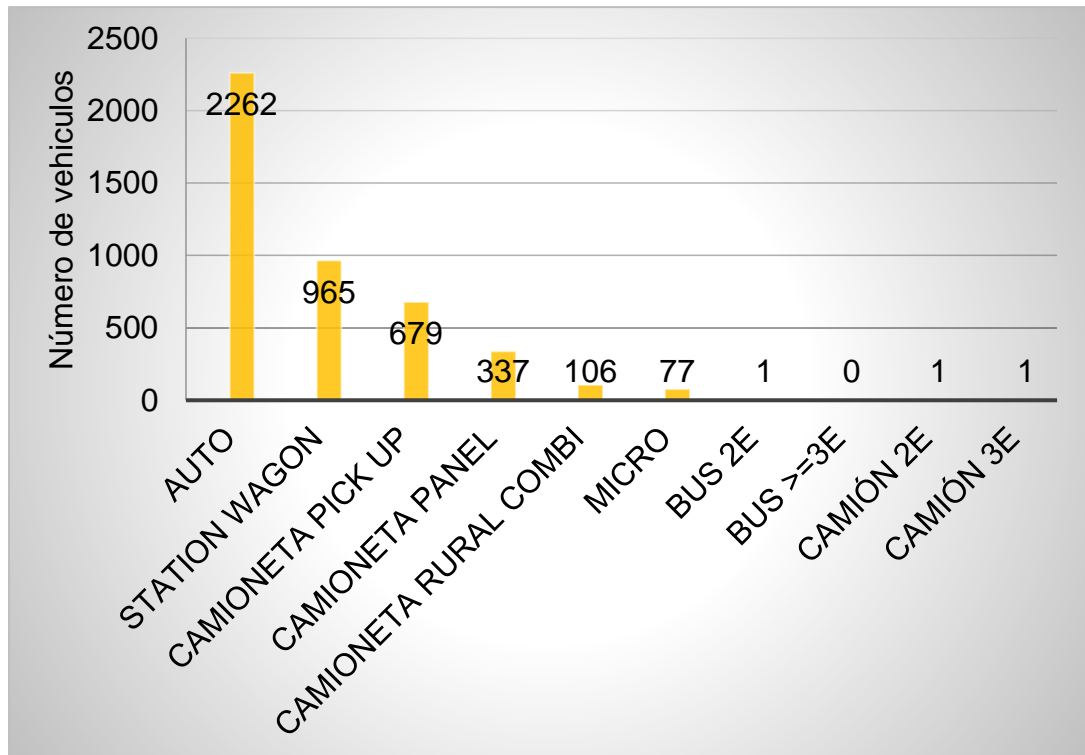
Gráfico N°16: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Sábado.



Fuente: Elaboración Propia.

- El día domingo 10 de septiembre, transitaron un total de 4429 vehículos, entre ellos transitaron 2262 autos, 965 station wagon, 679 camionetas pick up, 337 camionetas paneles, 106 camionetas rural combi, 77 micros, 1 bus de 2 ejes, 1 camión de 2 ejes y 1 camión de 3 ejes.

Gráfico N°17: Conteo vehicular del Tramo 02 – Día Domingo.



Fuente: Elaboración Propia.

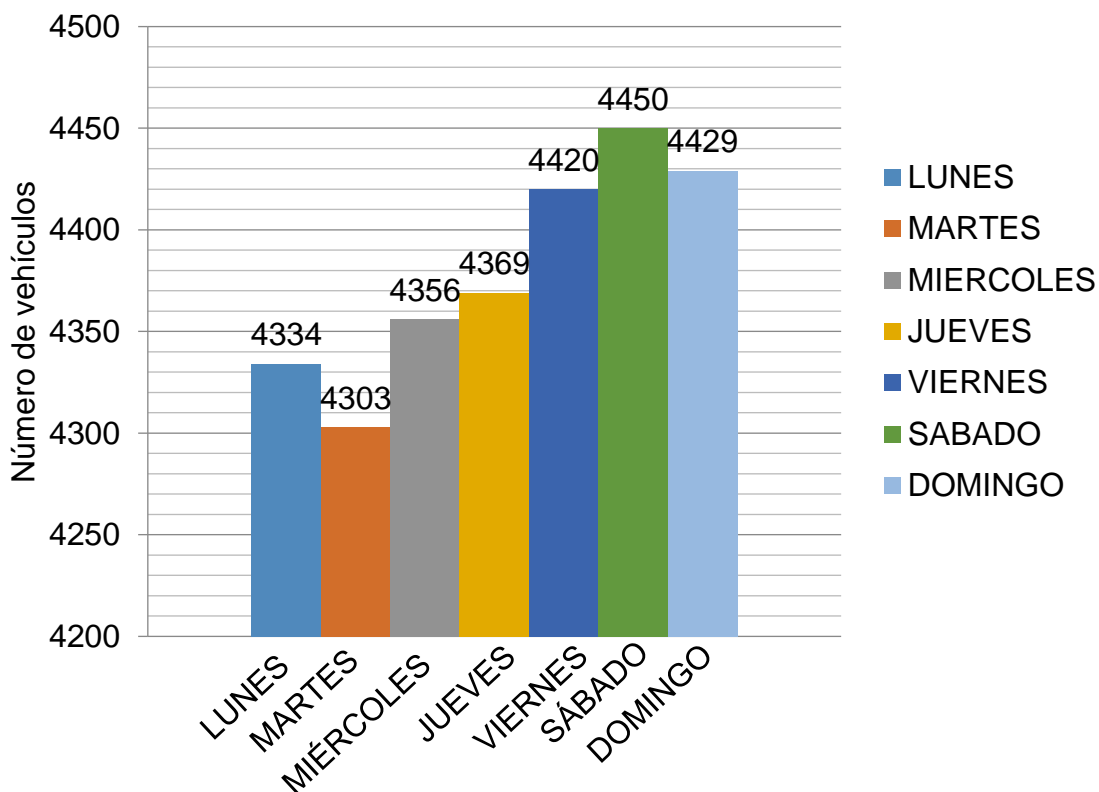
- Para llegar a obtener el Índice Medio Diario Semanal, se sumó la cantidad total de vehículos que transitaron por la Avenida Brasil del Tramo 02 y se pasó a dividir entre el número de días que tiene la semana, obteniendo como resultado del Índice Medio Diario la cantidad de 4380 vehículos.

Tabla N°08: Conteo Vehicular diario del Tramo 02.

<b>DÍAS</b>	<b>VEHÍCULOS</b>
LUNES	4334
MARTES	4303
MIÉRCOLES	4356
JUEVES	4369
VIERNES	4420
SÁBADO	4450
DOMINGO	4429
<b>TOTAL</b>	<b>30661</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°18: Conteo vehicular Semana del Tramo 02.



Fuente: Elaboración Propia.

### 3.4. DETERMINACIÓN DEL VALOR DEL CBR DEL SUELO EN LA AVENIDA BRASIL

- Se determinó el valor del CBR de la Avenida Brasil; donde se utilizaron los moldes de N° 13, 14 y 15, en los cuales estaba constituido por cinco capas cada uno, ejecutándose 10 golpes por capa en el molde N°15, 25 golpes por capa en el molde N°14 y 56 golpes por capa para el molde N°13.

#### DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CBR DEL SUELO EN LA CAPA BASE

- Mediante la realización del ensayo de CBR para la capa base, se obtuvo la densidad humedad, el porcentaje de humedad, la densidad seca, así como la penetración obtenida para cada molde.

Tabla N°09: Ensayo CBR – capa base.

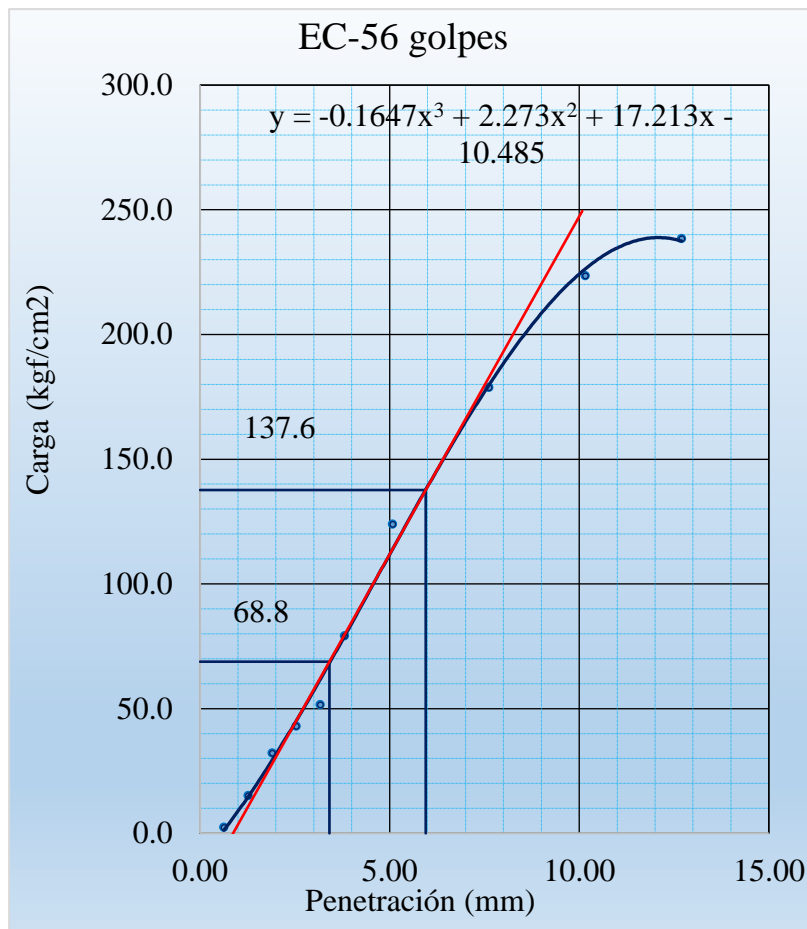
<b>Compactación de Especímenes</b>						
<b>Molde N°</b>	13		14		15	
<b>N° Capa</b>	5		5		5	
<b>Golpes por capa N°</b>	56		25		10	
<b>Cond. de la muestra</b>	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada
<b>Peso molde + Suelo húmedo</b>	13796	13776	12432	12432	13280	13280
<b>Peso de molde (gr)</b>	8688		7635		8567	
<b>Peso del suelo húmedo (gr)</b>	5108	5088	4797	4797	4713	4713
<b>Volumen del molde (cc)</b>	2123		2123		2123	
<b>Densidad húmeda (gr/cc)</b>	2.406	2.397	2.260	2.260	2.220	2.220
<b>Contenido de humedad de los especímenes</b>						
<b>Tarro N°</b>						
<b>Tarro + Suelo húmedo (gr.)</b>	437	437	400	400	572	572
<b>Tarro + Suelo seco (gr.)</b>	409	409	375	375	535	535
<b>Peso del Agua (gr.)</b>	28	28	25	25	37	37
<b>Peso del tarro (gr.)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Peso del suelo seco (gr.)</b>	409	409	375	375	535	535
<b>Humedad (%)</b>	6.8	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9
<b>Densidad seca (gr/cc)</b>	2.252	2.243	2.118	2.118	2.076	2.076

<b>Penetración</b>										
<b>Penetración mm</b>	<b>Carga Estándar Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Molde de 56 golpes/capa</b>			<b>Molde de 25 golpes/capa</b>			<b>Molde de 10 golpes/capa</b>		
		<b>Dial</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>C</b>	<b>Dial</b>	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>C</b>	<b>Dial</b>	<b>Kgf/cm<sup>2</sup></b>	<b>C</b>
0.63		59	2.46		55	2.26		45	1.76	
1.27		315	15.20		215	10.22		150	6.99	
1.90		658	32.28		584	28.60		320	15.45	
2.54	70.31	873	42.99	68.82	674	33.08		450	21.93	
3.17		1045	51.56		823	40.50		650	31.89	
3.81		1600	79.20		1200	59.28		800	39.36	
5.08	105.46	2500	124.01	137.64	1900	94.14		1026	50.61	
7.62		3600	178.79		2600	128.99		1560	77.20	
10.16		4500	223.61		3500	173.81		1890	93.64	
12.70		4800	238.55		4000	198.71		2100	104.10	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

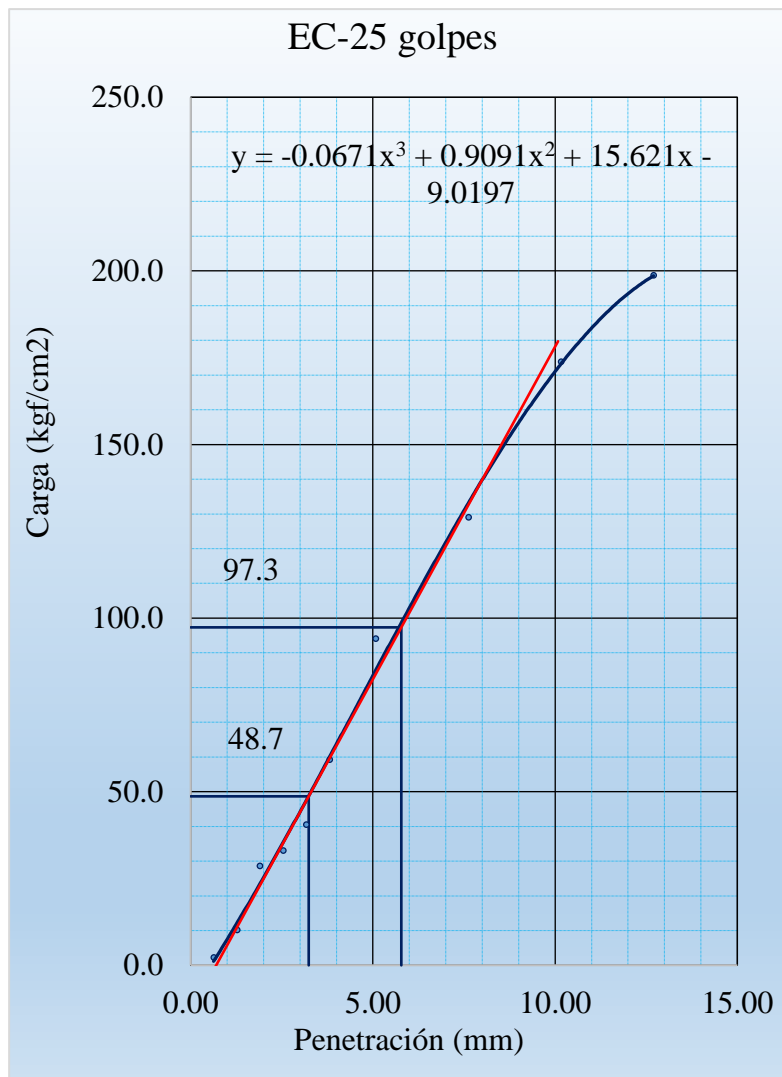
- Mediante los datos obtenidos de la penetración observados en la tabla anterior, se procedió a la elaboración del gráfico de penetración del CBR, donde se puede observar que en el eje de ordenadas es la tensión de penetración o carga (kg/cm<sup>2</sup>); y en el eje de las abscisas es la penetración expresada en milímetros; donde se puede determinar la carga obtenida para una penetración de 2.54mm (1”) y 5.08mm (2”).

Gráfico N°19: Grafico penetración CBR – 56 golpes



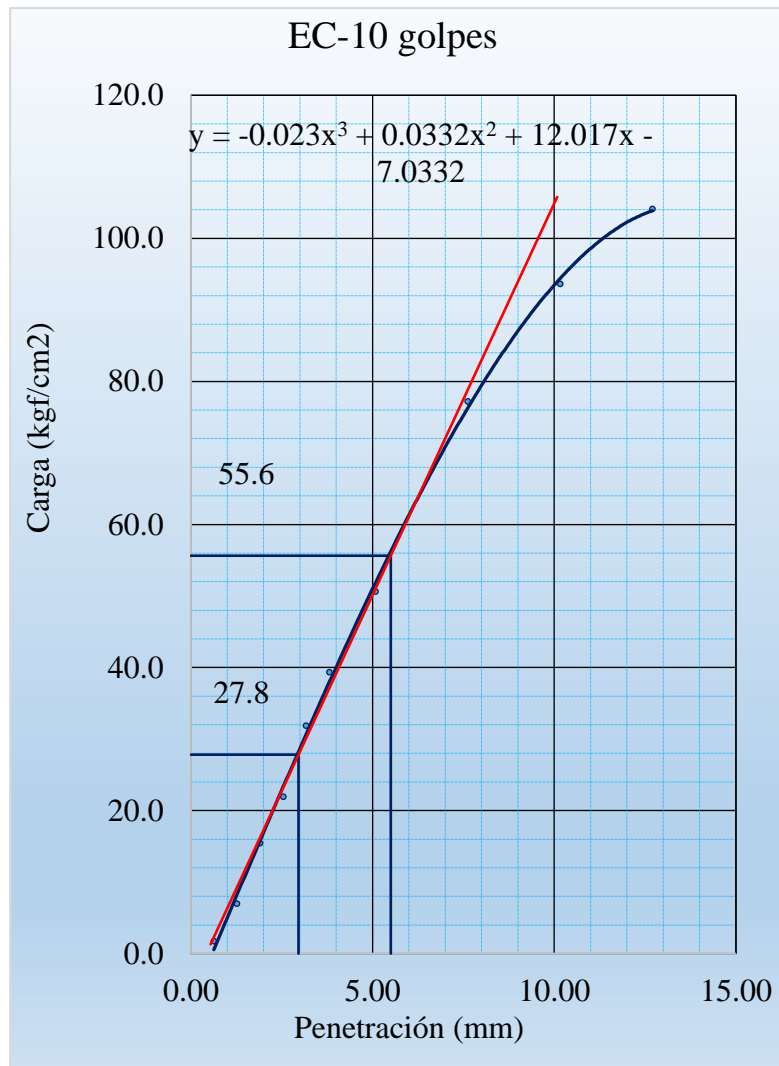
Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

Gráfico N°20: Grafico penetración CBR – 25 golpes



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

Gráfico N°21: Grafico penetración CBR – 10 golpes

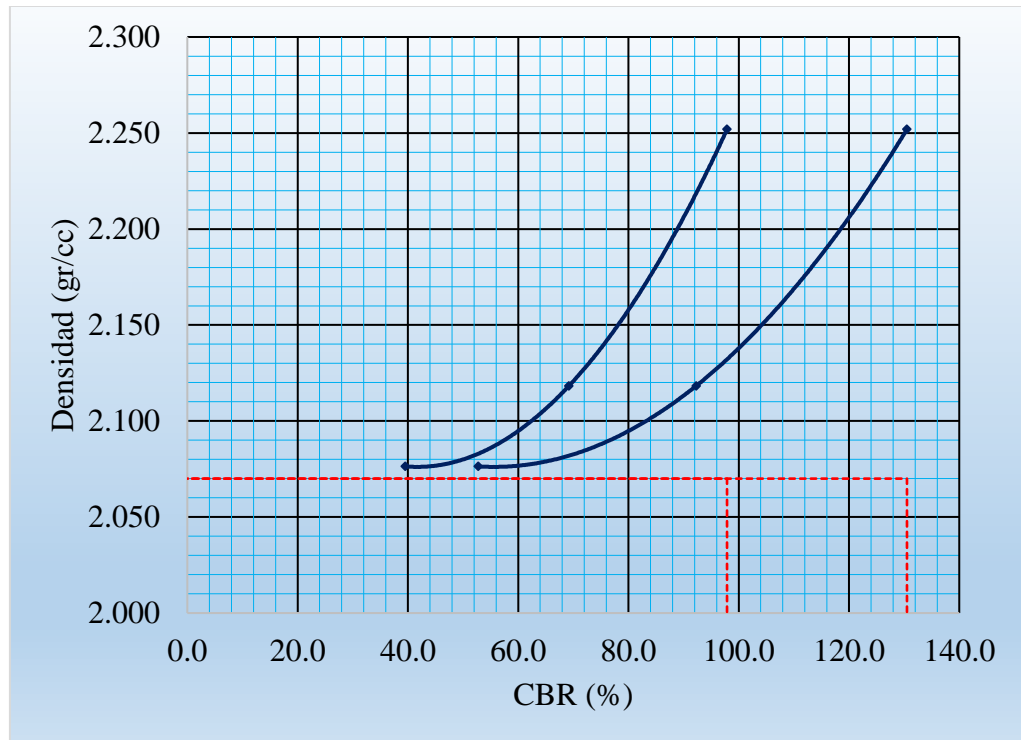


Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.



- Así mismo se procede a graficar la curva CBR contra densidad seca, permitiendo determinar el CBR correspondiente a una densidad seca preestablecida.

Gráfico N°22: CBR contra densidad seca.



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

- Obteniéndose como resultados de CBR:

Tabla N°10: Resultados de CBR 1'' y 2''.

<b>RESULTADOS DE C.B.R. (1'')</b>	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	97.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	<b>75.5</b>

<b>RESULTADOS DE C.B.R. (2'')</b>	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	130.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	<b>101.0</b>

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

**DETERMINACIÓN DEL VALOR DE CBR DEL SUELO EN LA CAPA  
SUB BASE**

- Mediante la realización del ensayo de CBR para la capa sub base, se obtuvo la densidad humedad, el porcentaje de humedad, la densidad seca, así como la penetración obtenida para cada molde.

Tabla N°11: Ensayo CBR – capa sub base.

<b>Compactación de Especímenes</b>						
<b>Molde N°</b>	13		14		15	
<b>N° Capa</b>	5		5		5	
<b>Golpes por capa N°</b>	56		25		10	
<b>Cond. de la muestra</b>	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada
<b>Peso molde + Suelo húmedo</b>	13796	13776	12432	12432	13280	13280
<b>Peso de molde (gr)</b>	8688		7635		8567	
<b>Peso del suelo húmedo (gr)</b>	5108	5088	4797	4797	4713	4713
<b>Volumen del molde (cc)</b>	2123		2123		2123	
<b>Densidad húmeda (gr/cc)</b>	2.406	2.397	2.260	2.260	2.220	2.220
<b>Contenido de humedad de los especímenes</b>						
<b>Tarro N°</b>						
<b>Tarro + Suelo húmedo (gr.)</b>	437	437	400	400	572	572
<b>Tarro + Suelo seco (gr.)</b>	409	409	375	375	535	535
<b>Peso del Agua (gr.)</b>	28	28	25	25	37	37
<b>Peso del tarro (gr.)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Peso del suelo seco (gr.)</b>	409	409	375	375	535	535
<b>Humedad (%)</b>	6.8	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9
<b>Densidad seca (gr/cc)</b>	2.252	2.243	2.118	2.118	2.076	2.076

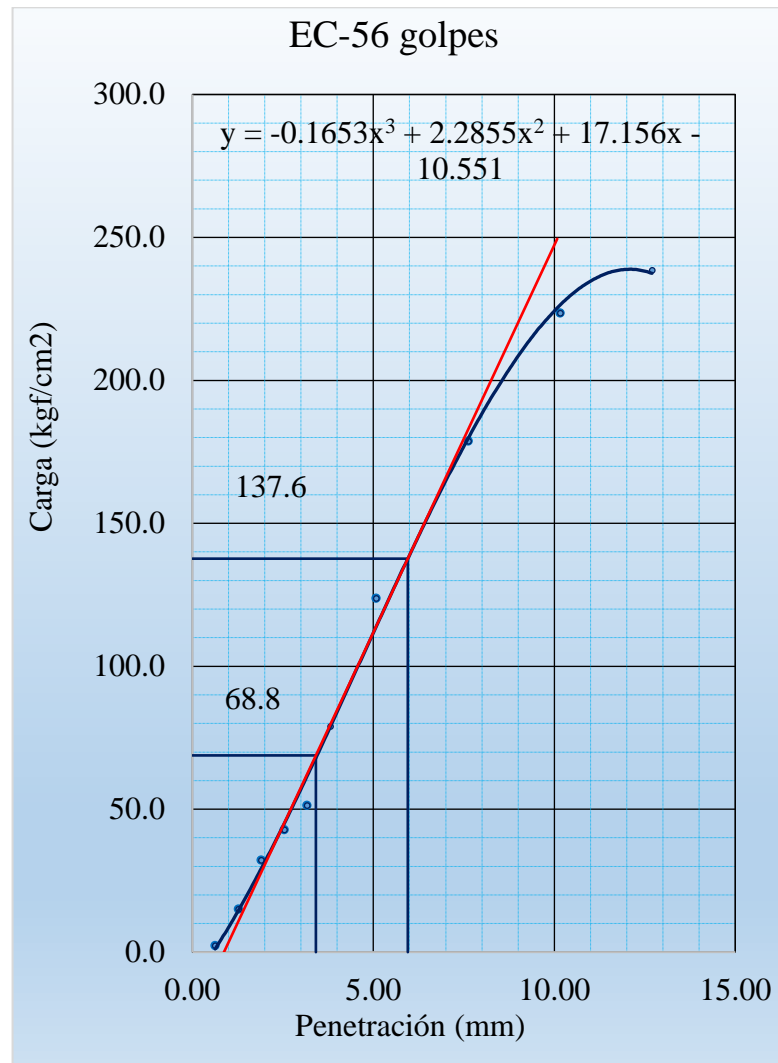
<b>Penetración</b>										
<b>Penetración mm</b>	<b>Carga Estándar Kg/cm2</b>	<b>Molde de 56 golpes/capa</b>			<b>Molde de 25 golpes/capa</b>			<b>Molde de 10 golpes/capa</b>		
		<b>Dial</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>C</b>	<b>Dial</b>	<b>Kgf/cm2</b>	<b>C</b>	<b>Dial</b>	<b>Kgf/cm2</b>	<b>C</b>

0.63		57	2.36		52	2.11		43	1.66	
1.27		312	15.05		218	10.37		150	6.99	
1.90		656	32.19		584	28.60		319	15.40	
2.54	70.31	871	42.89	68.82	672	32.98		450	21.93	
3.17		1042	51.41		823	40.50		648	31.79	
3.81		1597	79.05		1198	59.18		800	39.36	
5.08	105.46	2497	123.87	137.64	1900	94.14		1026	50.61	
7.62		3600	178.79		2600	128.99		1558	77.10	
10.16		4500	223.61		3500	173.81		1890	93.64	
12.70		4800	238.55		4000	198.71		2099	104.05	

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

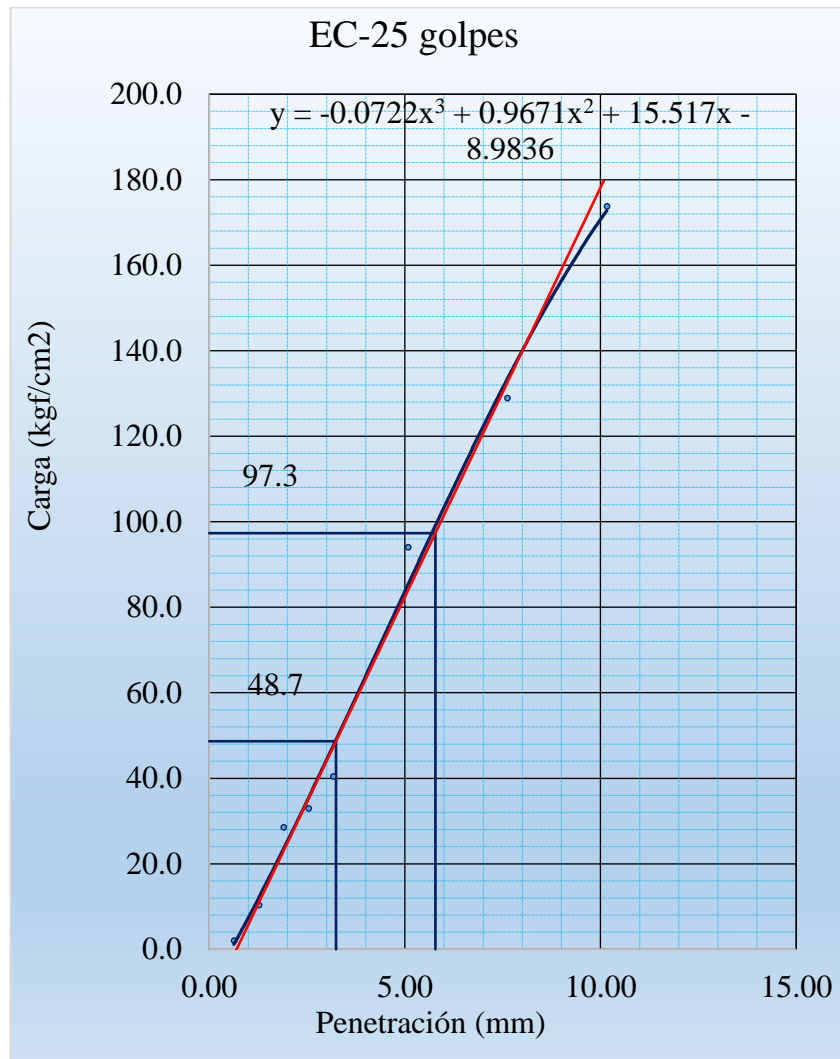
- Mediante los datos obtenidos de la penetración observados en la tabla anterior, se procedió a la elaboración del gráfico de penetración del CBR, donde se puede observar que en el eje de ordenadas es la tensión de penetración o carga (kg/cm<sup>2</sup>); y en el eje de las abscisas es la penetración expresada en milímetros; donde se puede determinar la carga obtenida para una penetración de 2.54mm (1”) y 5.08mm (2”).

Gráfico N°23: Grafico penetración CBR – 56 golpes.



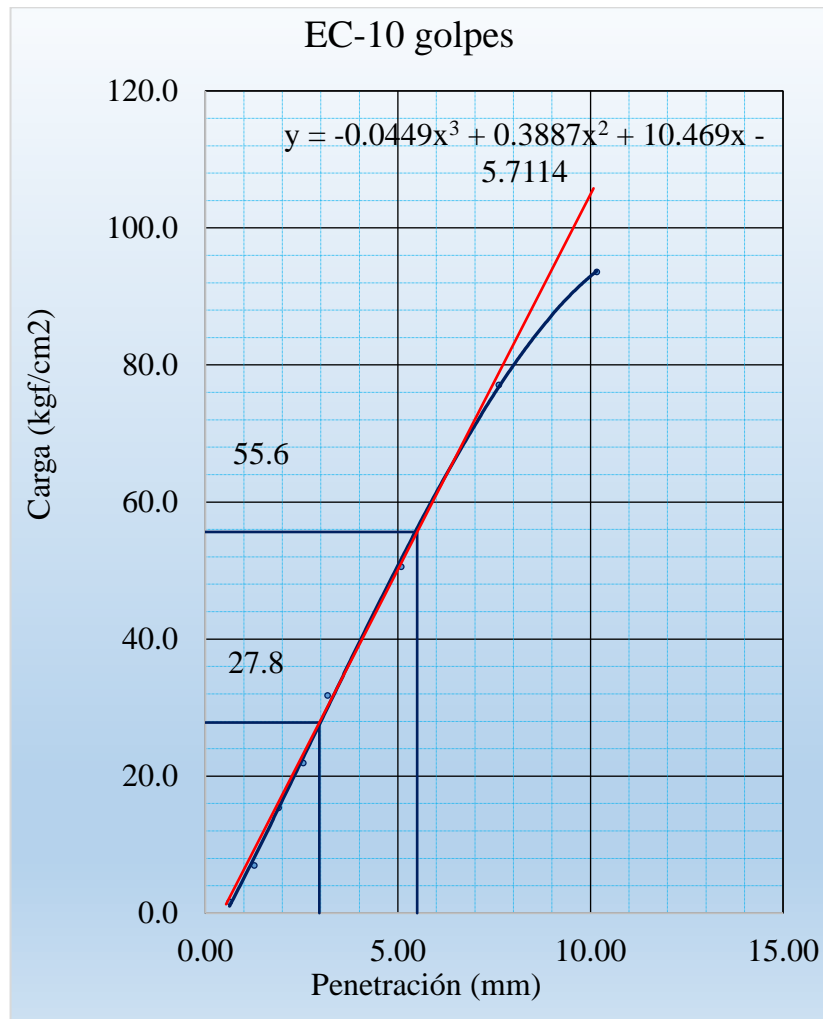
Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

Gráfico N°24: Grafico penetración CBR – 25 golpes.



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

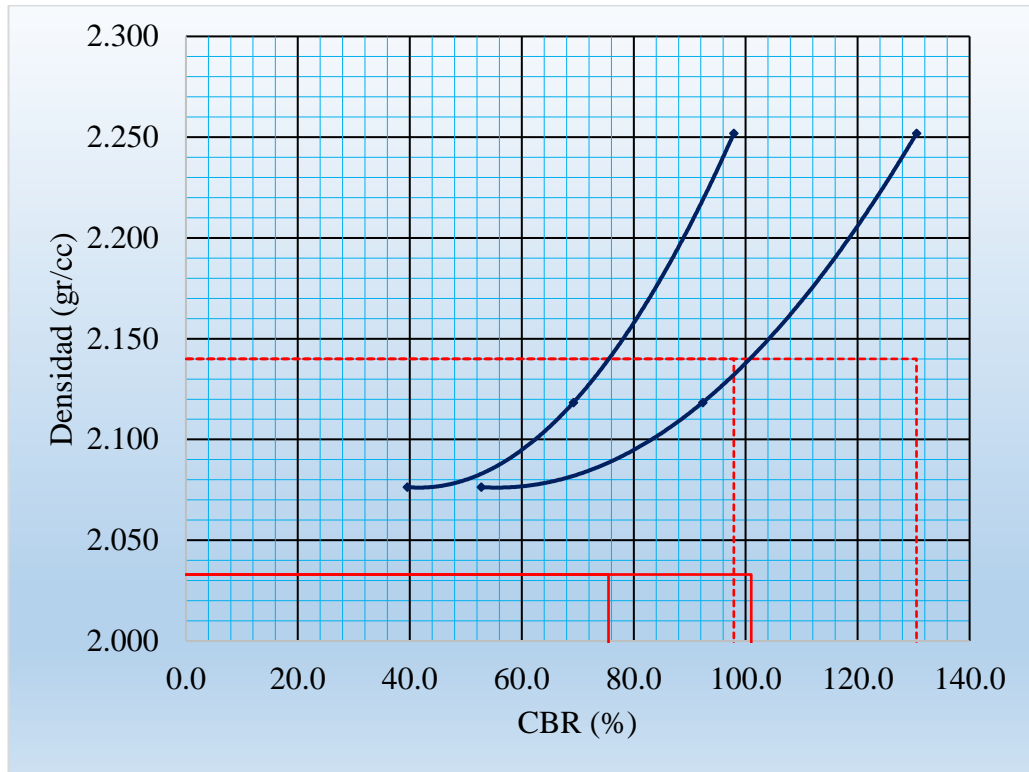
Gráfico N°25: Grafico penetración CBR – 10 golpes.



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

- Así mismo se procede a graficar la curva CBR contra densidad seca, permitiendo determinar el CBR correspondiente a una densidad seca preestablecida.

Gráfico N°26: CBR contra densidad seca.



Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

- Obteniéndose como resultados de CBR:

Tabla N°12: Resultados de CBR 1'' y 2''.

<b>RESULTADOS DE C.B.R. (1'')</b>	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	97.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	<b>75.5</b>

<b>RESULTADOS DE C.B.R. (2'')</b>	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	130.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	<b>101.0</b>

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

### 3.5. ENSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

Se ejecutó el ensayo de Proctor Modificado, donde de acuerdo a la NTP 339.141 se utilizó el método o procedimiento C, empleando para la ejecución del ensayo un molde de 6" de diámetro, el cual está constituido por cinco capas donde a cada una de ellas se le aplicará 56 golpes.

#### CAPA BASE

- Se realizó el ensayo de Proctor Modificado para la capa base, donde se permitió determinar la densidad de suelo húmedo (g/cc), la humedad promedio expresada en porcentaje y la densidad seca (g/cc).

Tabla N°13: Compactación Proctor Modificado - capa base.

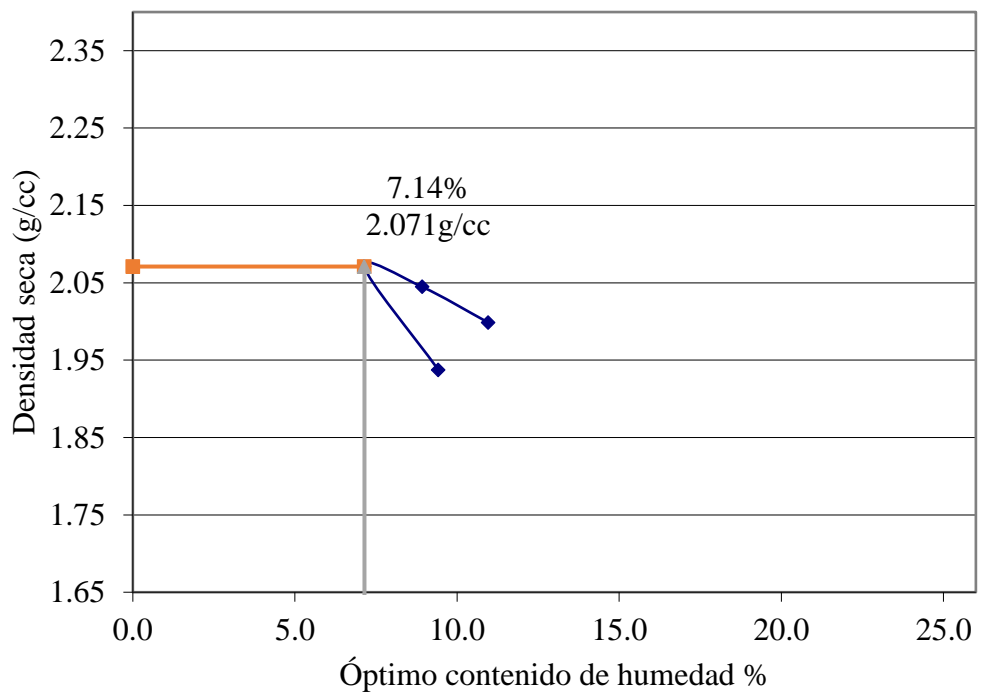
<b>N° DE ENSAYO</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7267.60		7477.90		7495.40		7475.30	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4502.70		4713.00		4730.50		4710.40	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
<b>Densidad Suelo húmedo (g/cc)</b>	<b>2.120</b>		<b>2.219</b>		<b>2.227</b>		<b>2.218</b>	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b>	<b>5%</b>		<b>7.0%</b>		<b>9%</b>		<b>11.0%</b>	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	162.40	155.60	123.90	140.60	137.90	149.90	112.70	128.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	153.60	147.50	118.60	135.40	131.10	141.70	108.00	120.60
Peso Tarro (g)	52.70	67.50	44.20	62.80	56.10	48.30	64.90	51.60
Peso del agua	8.80	8.10	5.30	5.20	6.80	8.20	4.70	7.60
Peso de suelo seco	100.90	80.00	74.40	72.60	75.00	93.40	43.10	69.00
Humedad (%)	8.7	10.1	7.1	7.2	9.1	8.8	10.9	11.0
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>9.423</b>		<b>7.143</b>		<b>8.923</b>		<b>10.960</b>	
<b>Densidad Seca (g/cc)</b>	<b>1.937</b>		<b>2.071</b>		<b>2.045</b>		<b>1.999</b>	



Fuente: Laboratorio Mecanica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

- Mediante los datos obtenidos con respecto a la humedad promedio y densidad seca observados en la tabla anterior, se procedió a la elaboración del gráfico que muestra el contenido de humedad versus la densidad seca, observándose que en el eje de ordenadas es la densidad seca; y en el eje de las abscisas es el óptimo contenido de humedad; permitiendo determinar la densidad máxima y la humedad óptima.

Gráfico N°27: Relación humedad - densidad.



Fuente: Laboratorio Mecanica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

Tabla N°14: Densidad máxima y humedad óptima- capa base.

METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
<b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.07</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>7.14</b>

Fuente: Laboratorio Mecanica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

### CAPA SUB BASE

- Se realizó el ensayo de Proctor Modificado para la capa sub base, donde se permitió determinar la densidad de suelo húmedo (g/cc), la humedad promedio expresada en porcentaje y la densidad seca (g/cc).

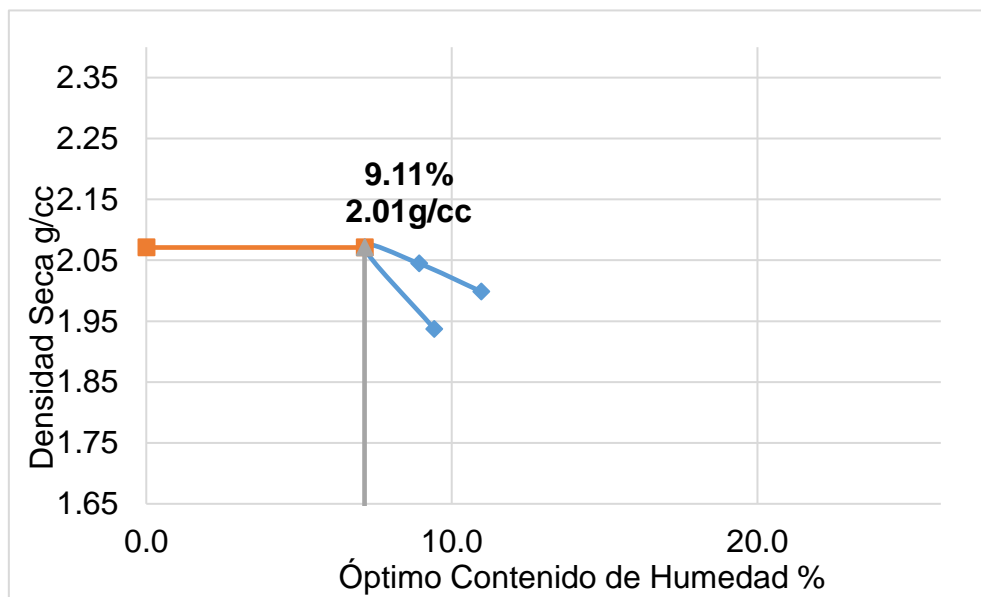
Tabla N°15: Compactacion Proctor Modificado - capa sub base.

<b>N° DE ENSAYO</b>	<b>1</b>		<b>2</b>		<b>3</b>		<b>4</b>	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7267.60		7477.90		7495.40		7475.30	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4502.70		4713.00		4730.50		4710.40	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
<b>Densidad Suelo húmedo (g/cc)</b>	<b>2.120</b>		<b>2.219</b>		<b>2.227</b>		<b>2.218</b>	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Cantidad de H<sub>2</sub>O agregada</b>	<b>5%</b>		<b>7.0%</b>		<b>9%</b>		<b>11.0%</b>	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	162.40	155.60	123.90	140.60	137.90	149.90	112.70	128.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	153.60	147.50	118.60	135.40	131.10	141.70	108.00	120.60
Peso Tarro (g)	52.70	67.50	44.20	62.80	56.10	48.30	64.90	51.60
Peso del agua	8.80	8.10	5.30	5.20	6.80	8.20	4.70	7.60
Peso de suelo seco	100.90	80.00	74.40	72.60	75.00	93.40	43.10	69.00
Humedad (%)	8.7	10.1	7.1	7.2	9.1	8.8	10.9	11.0
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>9.423</b>		<b>7.143</b>		<b>8.923</b>		<b>10.960</b>	
<b>Densidad Seca (g/cc)</b>	<b>1.937</b>		<b>2.071</b>		<b>2.045</b>		<b>1.999</b>	

Fuente: Laboratorio Mecanica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

- Mediante los datos obtenidos con respecto a la humedad promedio y densidad seca observados en la tabla anterior, se procedió a la elaboración del gráfico que muestra el contenido de humedad versus la densidad seca, observándose que en el eje de ordenadas es la densidad seca; y en el eje de las abscisas es el óptimo contenido de humedad; permitiendo determinar la densidad máxima y la humedad óptima.

Gráfico N°28: Relación humedad - densidad.



Fuente: Laboratorio Mecanica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

Tabla N°16: Densidad máxima y humedad óptima- capa sub base.

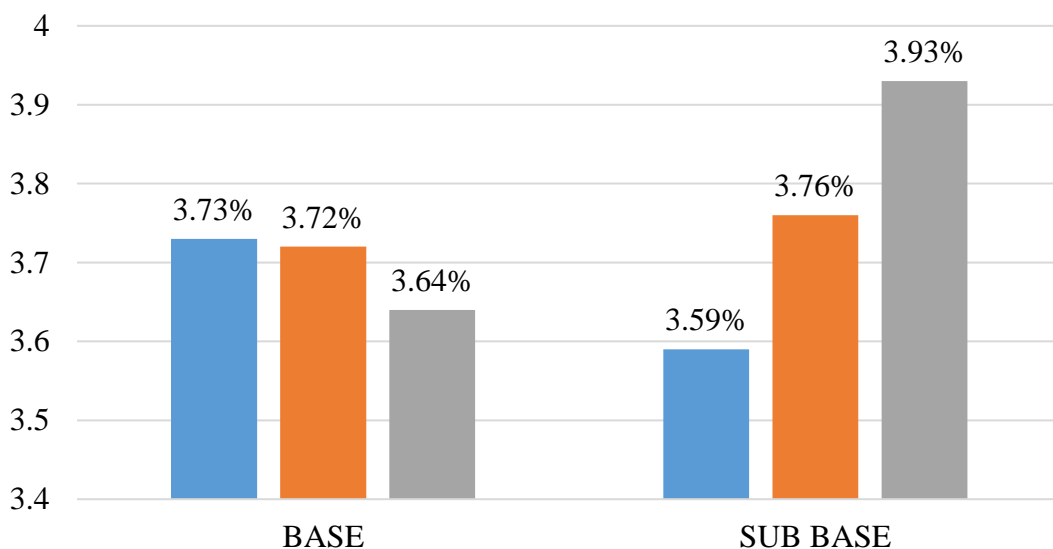
<b>METODO</b>	<b>C</b>
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	<b>5</b>
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	<b>56</b>
<b>DSM (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.01</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>9.11</b>

Fuente: Laboratorio Mecanica de Suelos, Pavimentos y Concreto.

### 3.6. ENSAYO DE LÍMITE DE ATTERBERG

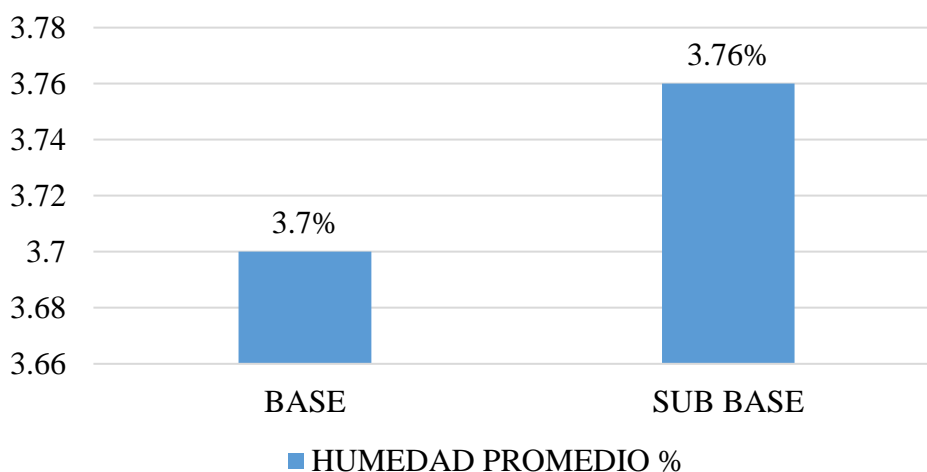
Se realizó el ensayo de Limite de Atterberg, donde se obtuvo en la muestra 01 que es la capa base con un porcentaje de humedad de 3.73%, 3.72%, 3.64%, con una humedad promedio de 3.70%; y en la muestra 02 que es la capa sub-base se obtuvo un porcentaje de humedad de 3.59%, 3.76%, 3.93%, con una humedad promedio de 3.76%.

Gráfico N°29: Porcentaje de humedad – Capa base y sub base.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°30: Humedad promedio – Capa base y sub base.



Fuente: Elaboración propia.

### **3.7. EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA BRASIL**

Se evaluó al pavimento flexible de la avenida Brasil, lográndose identificar; que presentan fallas en la superficie del pavimento, las cuales son fallas que son originadas en la capa superficial del pavimento evaluado; generando que el desempeño del mismo disminuya considerablemente.

#### **IV. DISCUSIÓN**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la realización de los ensayos de granulometría, densidad de campo, límite de Atterberg, estudio de tráfico y determinación del tipo de daño existente en la carpeta asfáltica del pavimento flexible mediante el método del PCI de la Av. Brasil: se determinó que el tipo de suelo predominante, de acuerdo al ensayo granulométrico realizado; se pudo determinar de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.129 que tanto en la capa base como en la sub base el tipo de suelo predominando es arena fina; de acuerdo a la clasificación SUCS es tipo arena limosa (SM); mientras que de acuerdo a la clasificación AASHTO es de tipo A2-4, reafirmando así de acuerdo a Tapia (2015) que el tipo de suelo SM, es el que presenta componente limoso siendo considerado como material granular aceptable para capa base y sub base, mientras que de acuerdo a la clasificación AASHTO el tipo A2-4, es el que está constituido por grava y arena limoarcillosas, siendo este considerado como material granular bueno para uso de capa base y sub base del pavimento flexible. Así también se determinó el tipo de daño existente en la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la Av. Brasil mediante el método del PCI, la cual fue dividida en dos tramos: el Tramo 1 que comprende desde la Av. Pelicanos hasta la Av. Anchoqueta y el Tramo 2 que comprende desde la Av. Anchoqueta hasta la Av. Universitaria. Donde en el Tramo 1 se obtuvo un rango 5.80% el cual de acuerdo a De la Cruz y Medina (2015) en la escala de clasificación del PCI, este tramo del pavimento se encuentra fallado; mientras que en el Tramo 2 se obtuvo un rango de 13.0096% el cual de acuerdo a De la Cruz y Medina (2015) en la escala de clasificación del PCI este tramo del pavimento se encuentra muy malo. Seguido ello se elaboró el estudio de tráfico de la Av. Brasil, en donde para un mejor estudio se dividió la avenida en dos tramos: el Tramo 1 que comprende desde la Av. Pelicanos hasta la Av. Anchoqueta y el Tramo 2 que comprende desde la Av. Anchoqueta hasta la Av. Universitaria. Donde en el Tramo 1 se obtuvo un total de 30170 vehículos que transitan por este tramo, con un índice medio diario semanal de 4310 vehículos, mientras que en el Tramo 2 se contabilizó un total de 30661 vehículos que transitan por ese tramo, y cuenta con un índice medio diario semanal de 4380 vehículos; en relación a estos resultados obtenidos, de acuerdo a Montejó (2006) sostiene que este estudio de tráfico permitió clasificar a los

vehículos y determinar que vehículos circulan predominantemente por la Av. Brasil, siendo tanto en el Tramo 1 como en el Tramo 2 los autos los que circulan mayormente. Por otro lado se ejecutó el ensayo de CBR, tanto para la capa base como para la capa sub base; obteniendo para ambas capas un CBR de 97.9% donde estos resultados obtenidos, de acuerdo al Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006) reafirma que para ambas capas, el material granular por la cual están constituidas son de excelente calidad puesto que se acercan al 100% siendo utilizado adecuadamente como base y sub base; obteniéndose también el resultado del ensayo de Proctor modificado para la capa base como para la capa sub base, donde la capa base presenta una densidad máxima de  $2.071 \text{ gr/cm}^3$  y una humedad óptima de 7.14%; mientras que para la capa sub-base se obtuvo una densidad máxima de  $2.01 \text{ gr/cm}^3$  y una humedad optima de 9.11%; donde los resultados obtenidos de acuerdo al Diseño de Pavimentos AASHTO-93 (2006) afirma enérgicamente que mientras mas se vaya aumentando el contenido de agua va a tender a reducir la densidad seca, es decir que el material granular cuando alcance su maxima compacidad con el contenido de humedad obtenido, llegará a su densidad maxima indicada. Determinando los resultados del ensayo de Limite de Atterberg, para la muestra 01 que es la capa base se obtuvo una humedad promedio de 3.70%; y en la muestra 02 que es la capa sub-base se obtuvo una humedad promedio de 3.76%; donde de acuerdo a Montejo (2002) sostiene que para ambas muestras, este tipo de suelo que a simple vista se puede reconocer que no tiene humedad, se ha logrado comprobar que poseen un porcentaje minimo húmedo, permitiendo tener una estabilidad mecánica. Luego de los ensayos realizados, se pudo determinar que el pavimento flexible de la avenida Brasil presenta fallas superficiales, generando que su nivel de servicialidad disminuya notablemente, afirmando a lo que sostiene el Catálogo de Deterioros de Pavimentos Flexibles (2002), que este tipo de falla es netamente superficial y no guarda relación alguna con la estructura del pavimento; siendo en su mayoría causada por factores externos constituidos en el medio ambiente, así mismo este tipo de falla genera que la transitabilidad por dicho pavimento desmejore, originando una insatisfacción en su uso.

## V. CONCLUSIONES

1. El tipo de suelo predominante de la Avenida Brasil que comprende 2,186km iniciando desde la Av. Pelícanos hasta la Av. Universitaria, de acuerdo al ensayo granulométrico el cual de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.129 al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y al sistema de clasificación AASHTO, indican que tanto en la capa base como en la capa sub base el tipo de suelo que predomina arena limosa, la cual indica que sus partículas son visibles, no son plásticas.
2. Los tipos de daños que existen en la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la Avenida Brasil, el cual fue dividido en dos tramos para poder ser analizado de una forma más óptima; en donde se determinó que en el tramo 1 este constituido desde +0.000km que es desde la Avenida Pelicanos hasta +1.360km que es la Avenida Anchoqueta, siendo esta sección del pavimento la que se encuentre fallado donde los daños mas frecuentes que se encontraron fueron grietas transversales, corrugación, depresión e hinchamiento en magnitudes altas y medias, mientras que en el tramo 2 el cual esta constituido desde +1.360km que es desde la Avenida Anchoqueta hasta +2.186km que es la Avenida Universitaria, esta sección del pavimento evaluado se encuentre en muy mal estado donde los daños mas frecuentes que se encontraron fueron grietas transversales, exudación, corrugación e hinchamiento en magnitudes medio y alto.
3. Se elaboró un estudio de trafico en la avenida Brasil, para lo cual se dividió en dos tramos a la avenida para su estudio, donde en el Tramo 1 que comprende desde +0.000km que es desde la Avenida Pelicanos hasta +1.360km que es la Avenida Anchoqueta, se determinó que transitan 30170 vehiculos a la semana, siendo los autos los que transitan con mayor frecuencia indicando también que el día miércoles es el día con menos circulación de vehículos y el día sábado es el que tiene mayor circulación. En el Tramo 2 que comprende desde +1.360km que es desde la Avenida Anchoqueta hasta +2.186km que es la Avenida Universitaria, se determinó que transitan 30661 vehiculos a la semana, siendo los autos los que transitan con mayor frecuencia



indicando también que el día martes es el día con menos circulación de vehículos y el día sábado es el que tiene mayor circulación.

4. Del ensayo de CBR del suelo en la avenida Brasil se concluye que, tanto la capa base como la capa sub base obtuvieron un CBR de 97.9% el cual indica que es de excelente calidad este tipo de suelo, así mismo se determinó que la capa base posee una humedad optima de 7.14%, una densidad seca de 2.07 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad promedio de 3.70%; mientras que en la capa sub base presenta una humedad optima de 9.11%, una densidad seca de 2.01 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad promedio de 3.76%.
5. El tipo de falla que predomina en el pavimento de la Avenida Brasil es la falla de superficie, la cual va generando que constantemente el deterioro del pavimento se vaya incrementando.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- A los proyectistas que analicen el estudio de mecánica de suelos de forma óptima, a fin de plantear obras de pavimentación, permitiendo así que se utilice el material granular adecuado para el diseño óptimo en el caso que sea necesario.
- A futuros tesisistas, que realicen mayores investigaciones en la evaluación de estudio de tráfico para pavimentación flexible como rígida, así mismo aplicar el método del PCI, para que permita que se genere mayores fuentes de información para estos tipos de pavimentos.
- A futuros investigadores, que se enfoquen en temas de pavimentación, así mismo que noten la importancia que se le debe dar al tipo suelo para el diseño de una obra vial, pudiendo determinar todas sus características, así como el mejoramiento de las mismas cuando sea el caso que no cumpla con los requisitos mínimos.
- A los gerentes de obras que en proyectos futuros tengan en cuenta los trabajos de mantenimiento y rehabilitación de los pavimentos flexibles, así mismo que las ejecuten, puesto que actualmente se logra observar que se ejecutan las obras de pavimentación pero no se realizan los trabajos de mantenimientos y rehabilitación.

## **VII. PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

De acuerdo con los resultados obtenidos, con relación a los tipos de daños que presenta la Avenida Brasil; en el Tramo 01 que comprende desde +0.000km que es desde la Avenida Pelicanos hasta +1.360km que es la Avenida Anchoqueta. Este tramo se evaluó en seis secciones, donde la primera sección tiene una extensión de 550 metros lineales y comprende desde la Av. Pelicanos hasta la Av. Country. Dándose inicio a la evaluación desde la abscisa inicial 0+0.00 hasta la abscisa final 0+35.00, donde se halló la presencia del tipo de daño grieta longitudinal, con un nivel de severidad medio, donde se procederá a realizar el sellado de grietas permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo rellenando las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a la aplicación de riego de liga.

De la abscisa inicial 0+35.00 hasta la abscisa final 0+70.00, se halló tipo de daño grieta longitudinal y grieta transversal, ambas con nivel de severidad medio, donde se propondrá como solución el sellado de grietas realizándose mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga.

De la abscisa inicial 0+70.00 hasta la abscisa final 0+105.00, se halló la presencia del tipo de daño grieta longitudinal en nivel de severidad alto donde se procederá a su reparación mediante el sellado de grietas permitiendo así que el pavimento llegue a su uniformidad, este proceso se llevará a cabo rellenando las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a la aplicación de riego de liga; mientras que para el tipo de daño ahueamiento que presenta un nivel de severidad alto, la propuesta de solución es el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+105.00 hasta la abscisa final 0+140.00 se halló el tipo de daño grieta de borde con un nivel de severidad medio, donde se propondrá como solución el sellado de grietas realizándose mediante la limpieza de las grietas en

el pavimento seguido por el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga. Otro daño hallado es el abultamiento y hundimiento con un nivel de severidad alto, proponiendo como solución el bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+140.00 hasta la abscisa final 0+175.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo con un nivel de severidad alto, así también se halló el tipo de daño hundimiento, ambos daños presentan un nivel de severidad alto, proponiendo como solución para los dos tipos de daño el bacheo superficial, el cual se procederá primero a delimitar el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+175.00 hasta la abscisa final 0+210.00 se halló el tipo de daño grieta transversal el cual presenta un nivel de severidad medio, proponiendo como solución el sellado de grietas, realizándose este proceso mediante el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a la aplicación de riego de liga.

De la abscisa inicial 0+210.00 hasta la abscisa final 0+245.00 se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie con nivel de severidad bajo, para este tipo de daño se propuso como solución el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde se procederá por la limpieza del área del pavimento dañado, para luego se aplicarse el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+245.00 hasta la abscisa final 0+280.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal con presencia de nivel de severidad medio, donde se propondrá como solución el sellado de grietas realizándose mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga. Así también se halló el tipo de daño hinchamiento, con un nivel de severidad medio,

proponiendo como solución el bacheo de superficie, el cual se procederá primero a delimitar el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+280.00 hasta la abscisa final 0+315.00 se halló el tipo de daño agregados pulidos, donde se propondrá como solución el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+315.00 hasta la abscisa final 0+350.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal y grieta transversal, ambas en nivel de severidad medio, para estos dos tipos de daño se propondrá como método de solución el sellado de grietas, el cual se realizará mediante la limpieza de las grietas existentes en el pavimento, seguido de ello se procederá al relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga.

De la abscisa inicial 0+350.00 hasta la abscisa final 0+385.00 se halló el tipo de daño grieta transversal con un nivel de severidad medio, proponiéndose como solución el sellado de grietas, iniciándose con la limpieza de las grietas halladas, seguido de ello se procederá al relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino, para finalmente proceder con la aplicación de riego de liga. Otro tipo de daño hallado es la depresión, el cual presenta un nivel de severidad alto, proponiendo como solución el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+385.00 hasta la abscisa final 0+420.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal que presenta un nivel de severidad alto, siendo este daño mejorado mediante el sellado de grietas, realizándose mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga. Así también

se halló el tipo de daño exudación, en un nivel de severidad medio, proponiendo como solución el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+420.00 hasta la abscisa final 0+455.00 se halló el tipo de daño agregados pulidos, para el cual se propondrá como mejora el bacheo de superficie, donde se procederá primero a delimitar el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+455.00 hasta la abscisa final 0+490.00 se halló el tipo de daño grieta de borde con presencia de nivel de severidad medio, proponiendo como solución el sellado de grietas, realizándose este proceso con la limpieza de las grietas que se van a reparar, seguido de ello se procede al relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a la aplicación de riego de liga. También se halló el tipo de daño exudación, con un nivel de severidad medio, el cual se mejorará mediante el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde se procederá por la limpieza del área del pavimento dañado, seguido se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado optimamente, generando así que el pavimento tenga una uniformidad en su totalidad.

De la abscisa inicial 0+490.00 hasta la abscisa final 0+525.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque con un nivel de severidad bajo, proponiendo como solución el sellado de grietas permitiendo así que el pavimento llegue a su uniformidad, este proceso se llevará a cabo rellenando las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a la aplicación de riego de liga. Otro daño hallado es el hinchamiento, este tipo de daño presenta un nivel de severidad bajo, razón por la cual no se realizará ninguna mejora.

De la abscisa inicial 0+525.00 hasta la abscisa final 0+550.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo que presenta un nivel de severidad alto, donde se propondrá como solución el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial

dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

En la segunda sección tiene una extensión de 205 metros lineales que comprende desde la Av. Country hasta la Av. Venezuela, donde se verificó que desde la abscisa inicial 0+550.00 hasta la abscisa final 0+596.00 se halló el tipo de daño corrugación la cual presenta un nivel de severidad bajo, siendo así que debido al bajo nivel de severidad que presenta no se propondrá ninguna mejora para este tipo de daño.

De la abscisa inicial 0+596.00 hasta la abscisa final 0+637.00 se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie con nivel de severidad bajo, proponiéndose como solución el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme. También se halló el daño agregados pulidos, donde se propone como solución el bacheo de superficie donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+637.00 hasta la abscisa final 0+678.00 se halló el tipo de daño exudación con nivel de severidad medio, el cual será mejorado mediante el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde se procederá por la limpieza del área del pavimento dañado, para luego se aplicarse el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme. Asu vez se halló el tipo de daño hinchamiento, con un nivel de severidad medio, proponiendo como solución el bacheo de superficie, el cual se procederá primero a delimitar el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada seguido por la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así preparar a la capa base para que se pueda cubrir la superficie mediante el riego de liga y finalmente con la

aplicación de la mezcla asfáltica, permitiendo la uniformidad del pavimento así como su optimización.

De la abscisa inicial 0+678.00 hasta la abscisa final 0+719.00 se halló el tipo de daño abultamiento y hundimiento el cual presenta un nivel de severidad alto, razón por la que se propone como solución el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+719.00 hasta la abscisa final 0+760.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque, la cual se presenta en un nivel de severidad bajo, donde se propondrá como solución el sellado de grietas realizándose mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga. Otro daño encontrado fue la corrugación, que presenta un nivel de severidad bajo, siendo en este caso debido a su bajo nivel de severidad que no se realizará ninguna mejora.

La tercera sección posee una extensión de 120 metros lineales que abarca desde la Av. Venezuela hasta la Calle 6, donde se evaluó desde la abscisa inicial 0+760.00 hasta la abscisa final 0+800.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo que presenta un nivel de severidad alto, donde se propondrá como solución al bacheo superficial, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica. Otro daño encontrado es el ahuellamiento, que presenta un nivel de severidad alto, proponiendo como solución el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+800.00 hasta la abscisa final 0+840.00 se halló el tipo de daño depresión con un nivel de severidad alto, el cual se reparará mediante el



bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica. También se halló el tipo de daño hinchamiento, con nivel de severidad bajo, debido a que este tipo de daño presenta un mínimo en su nivel de severidad no se procederá a realizar mejora alguna.

De la abscisa inicial 0+840.00 hasta la abscisa final 0+880.00 se halló el tipo de daño corrugación, este tipo de daño se presenta en un nivel de severidad bajo razón por la cual no se procederá a realizar algún tipo de mejora. Otro daño hallado es la peladura y efecto de la interperie, presentando también un nivel de severidad bajo, donde se mejorará mediante el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

La cuarta sección posee una extensión de 175 metros lineales que abarca desde la Calle 6 hasta la Calle 15, que inicia desde la abscisa inicial 0+880.00 hasta la abscisa final 0+915.00 se halló el tipo de daño hinchamiento, el cual debido a que presenta un nivel de severidad bajo, no se procederá a realizar ningún tipo de mejora. También se encontró otro tipo de daño que es agregados pulidos, el cual será mejorado mediante el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+915.00 hasta la abscisa final 0+950.00 se halló el tipo de daño de depresión con un nivel de severidad alto, y el tipo de daño hinchamiento con nivel de severidad medio, siendo para ambos tipos de daños la propuesta de solución será el bacheo de superficie, que se realizará con el inicio de la delimitación del área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar

a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+950.00 hasta la abscisa final 0+985.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque, el cual presenta un nivel de severidad bajo, razón por la que se propone como solución el sellado de grietas, realizándose mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y finalmente con la aplicación de riego de liga.

De la abscisa inicial 0+985.00 hasta la abscisa final 0+1020.00 se halló el tipo de daño grieta transversal con un nivel de severidad medio, proponiéndose como solución el sellado de grietas, el cual se ejecutará mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las mismas con concreto asfáltico de graduación fina, para finalmente proceder con la aplicación de riego de liga. También se halló la depresión, con nivel de severidad alto, donde se propondrá como mejora al bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1020.00 hasta la abscisa final 0+1055.00 se halló el tipo de daño grieta de borde y depresión, con nivel de severidad medio y alto respectivamente, proponiendo como solución para la grieta de borde el sellado de grietas, realizándose este proceso con la limpieza de las grietas que se van a reparar, seguido de ello se procede al relleno de las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a la aplicación de riego de liga. Y para el tipo de daño depresión, se procederá a mejorar mediante el bacheo de superficie, que se realizará con el inicio de la delimitación del área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

En la quinta sección la cual tiene una extensión de 118 metros lineales y comprende desde la Calle 15 hasta la Calle 20, indica que desde la abscisa inicial 0+1055.00 hasta la abscisa final 0+1084.50 se halló el tipo de daño grieta en

bloque que presenta un nivel de severidad bajo, proponiéndose como solución al sellado de grietas, el cual se ejecutará mediante la limpieza de las grietas en el pavimento seguido por el relleno de las mismas con concreto asfáltico de graduación fina, para finalmente proceder con la aplicación de riego de liga. También se halló al tipo de daño agregados pulidos, el cual se reparará mediante el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1084.50 hasta la abscisa final 0+1114.00 se halló el tipo de daño grieta transversal, el cual presenta un nivel de severidad medio, donde se procederá a realizar el sellado de grietas permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo rellenando las grietas con concreto asfáltico de graduación fina y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. También se halló la peladura y efecto de la interperie, con nivel de severidad bajo, proponiendo como solución el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+1114.00 hasta la abscisa final 0+1143.50 se halló el tipo de daño corrugación, con nivel de severidad bajo, donde no se propondrá ninguna mejora.

De la abscisa inicial 0+1143.50 hasta la abscisa final 0+1173.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo, con nivel de severidad alto, donde se propondrá como solución al bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

La sexta sección presenta una extensión de 187 metros lineales que abarca desde la calle 20 hasta la av. anchoveta, la cual inicia desde de la abscisa inicial

0+1173.00 hasta la abscisa final 0+1210.40 donde se halló el tipo de daño grieta longitudinal con un nivel de severidad alto, donde se mejorará mediante el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo rellenando las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. También se verificó la presencia del tipo de daño depresión, con nivel de severidad alto, proponiendo como solución el bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1210.40 hasta 0+1247.80 se halló el tipo de daño depresión, con nivel de severidad alto, proponiendo como solución bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así que se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1247.80 hasta 0+1285.20 se halló el tipo de daño exudación con un nivel de severidad medio, proponiendo como solución el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme. Otro daño verificado fue depresión, que presenta un nivel de severidad alto, proponiendo como solución al bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1285.20 hasta 0+1322.60 se halló el tipo de daño grieta transversal, con nivel de severidad medio, proponiendo como solución sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga.

De la abscisa inicial 0+1322.60 hasta 0+1360.00 se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie, con un nivel de severidad bajo donde se mejorará mediante el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme. También se halló el hinchamiento, con un nivel de severidad bajo, razón por la que no se realizará ninguna mejora.

En el tramo 02 el cual comprende desde +1.360km que es desde la Avenida Anchoqueta hasta +2.186km que es la Avenida Universitaria, siendo este tramo subdividido en 5 secciones, donde el primer tramo posee una extensión de 180 metros lineales y comprende desde la Av. Anchoqueta hasta la Calle 3, iniciando la evaluación desde la abscisa inicial 0+1360.00 hasta la final 0+1390.00 donde se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie en nivel de severidad alto, proponiendo como solución riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+1390.00 hasta la abscisa final 0+1420.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal y grieta transversal, ambas en nivel de severidad medio, para estos dos tipos de daños se propone como solución el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga.

De la abscisa inicial 0+1420.00 hasta la abscisa final 0+1450.00 la propuesta de solución para el tipo de daño grieta longitudinal y ahuellamiento, ambos en nivel de severidad alto, proponiendo como solución para el daño grieta longitudinal el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo rellenando las grietas con concreto asfáltico de graduación fino y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. El proceso de mejora para el daño ahuellamiento, será el riego de liga con asfalto líquido rc 250, donde no será necesario la remoción del pavimento, solo

se procederá a limpiar el área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+1450.00 hasta la abscisa final 0+1480.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo y también la peladura y efecto de la interperie, donde ambos tipos de daños con nivel de severidad alto, proponiendo como solución para reparar la piel de cocodrilo al bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así que se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica. Mientras que para reparar la peladura y efecto de la interperie se ejecutará mediante riego de liga con asfalto líquido rc 250, el cual se inicia mediante la limpieza del área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+1480.00 hasta 0+1510.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo así también como abultamiento y hundimiento, para ambos baños el nivel de severidad que presentan es alto, razón por la que la propuesta de mejora para los dos tipos de daños será el bacheo de superficie, el cual donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así que se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1510.00 hasta la abscisa final 0+1540.00 se halló el tipo de daño grieta transversal y depresión, con nivel de severidad alto y bajo respectivamente, mejorándose la grieta transversal mediante el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. Y para la depresión debido a su bajo nivel que presenta, no se realizará mejora alguna.

De la abscisa inicial 0+1540.00 hasta la abscisa final 0+1554.00 se halló el tipo de daño agregados pulidos, proponiendo como solución bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la

capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

La segunda sección presenta una extensión de 145 metros lineales que comprende desde la Calle 3 hasta la Calle 6; y se inicia su evaluación desde la abscisa inicial 0+1554.00 hasta la abscisa final 0+1569.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal e hinchamiento, ambos tipos de daños presentan un nivel de severidad medio, para mejorar la grieta longitudinal se propondrá el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. Para reparar el tipo de daño hinchamiento, se procederá a ejecutar el bacheo de superficie, donde se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1569.00 hasta la abscisa final 0+1598.00 se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie, presentando un nivel de severidad alto, proponiendo como solución riego de liga con asfalto líquido rc 250, el cual se inicia mediante la limpieza del área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+1598.00 hasta la abscisa final 0+1627.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal y grieta de borde, ambos daños se presentan en nivel de severidad medio, razón por la que para los dos tipos de daño se propone como solución el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga.

De la abscisa inicial 0+1627.00 hasta la abscisa final 0+1656.00 se halló el tipo de daño grieta transversal con un nivel de severidad medio, proponiendo como solución sellado de grietas, el cual se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. También se halló el tipo de daño de depresión con un nivel de severidad alto,

siendo la propuesta de solución el bacheo de superficie, que se realizará con el inicio de la delimitación del área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1656.00 hasta la abscisa final 0+1685.00 se halló el tipo de daño grieta longitudinal la cual presenta un nivel de severidad alto, donde se propondrá como solución el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. También se halló la exudación, con presencia de nivel de severidad bajo, razón por la que no se realizará mejora alguna.

La tercera sección posee una extensión de 120 metros lineales que abarca desde la Calle 6 hasta la Av. Brasilia, iniciando la evaluación desde la abscisa inicial 0+1685.00 hasta la abscisa final 0+1715.00 se halló el tipo de daño agregados pulidos, proponiendo como solución el bacheo de superficie, donde se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1715.00 hasta la abscisa final 0+1730.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque y exudación, en nivel de severidad medio y bajo respectivamente, proponiendo como solución para grieta en bloque el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. Mientras que para el daño exudación no se realizará mejora alguna, debido al bajo nivel de severidad que presenta.

Desde la abscisa inicial 0+1730.00 hasta la abscisa final 0+1745.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque presentando un nivel de severidad bajo, donde se propondrá como solución el sellado de grietas, el cual se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. Otro daño hallado fue el hinchamiento, con un nivel de severidad



medio, proponiendo como solución el bacheo de superficie, donde primero se delimitará el área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así que se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1745.00 hasta la abscisa final 0+1775.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo, en nivel de severidad alto, proponiendo como solución el bacheo de superficie, donde se procederá a delimitar el área del pavimento que será reparada, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así que se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1775.00 hasta la abscisa final 0+1805.00 se halló el tipo de daño corrugación, con nivel de severidad bajo, debido a su nivel bajo no se realizará ningún tipo de mejora.

La cuarta sección tiene una extensión de 190 metros lineales que abarca desde la Av. Brasilia hasta la Vía Expresa; donde inicia la evaluación desde la abscisa inicial 0+1805.00 hasta la abscisa final 0+1813.00 se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie presentando un nivel de severidad alto, donde se reparará dicho daño mediante el riego de liga con asfalto líquido rc 250, el cual se inicia mediante la limpieza del área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme. También se halló el tipo de daño agregados pulidos, para el cual se propone como solución el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1813.00 hasta la abscisa final 0+1855.00 se halló el tipo de daño grieta de borde así como abultamiento y hundimiento, ambos tipos de daños presentan un nivel de severidad medio, proponiendo como solución para el daño grieta de borde, el sellado de grietas permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de

liga. El proceso de reparación para el abultamiento y hundimiento será el bacheo de superficie, que se realizará con el inicio de la delimitación del área a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica.

De la abscisa inicial 0+1855.00 hasta 0+1905.00 se halló el tipo de daño peladura y efecto de la interperie, con nivel de severidad alto, proponiendo como solución riego de liga con asfalto líquido rc 250, para que se logre corregir dicho daño; donde se utilizará el tipo de riego de lechada asfáltica; puesto que mediante la combinación de la emulsión asfáltica con el agregado bien graduado; permitirá que se corrijan estas irregularidades.

De la abscisa inicial 0+1905.00 hasta la abscisa final 0+1935.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque y exudación, ambos con nivel de severidad bajo, proponiendo como solución para grieta en bloque el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. Mientras que para la exudación, no se realizará mejora alguna debido al bajo nivel de severidad que presenta.

De la abscisa inicial 0+1935.00 hasta la abscisa final 0+1965.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo y ahuellamiento, ambos tipos de daños con nivel de severidad alto, proponiendo como solución para la piel de cocodrilo, el bacheo de superficie el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla asfáltica. Y para el ahuellamiento, se mejorará mediante el riego de liga con asfalto líquido rc 250, el cual se inicia mediante la limpieza del área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+1965.00 hasta la abscisa final 0+1995.00 se halló el tipo de daño depresión e hinchamiento, ambos con nivel de severidad alto, proponiendo como solución para los dos tipos de daño, el bacheo de superficie,

que se inicia mediante la delimitación del área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente se aplique la mezcla asfáltica.

Y la quinta sección es la que tiene una extensión de 191 metros lineales y comprende desde la Vía Expresa y finaliza en la Av. Universitaria, iniciando la evaluación desde la abscisa inicial 0+1995.00 hasta la abscisa final 0+2043.00 se halló el tipo de daño grieta en bloque el cual presenta un nivel de severidad bajo, siendo este tipo de daño reparado mediante el sellado de grietas, permitiendo así que el pavimento llegue a su nivel uniformemente, este sellado se llevará a cabo primero limpiando las grietas con aire comprimido y seguido de ello se procede a aplicar el riego de liga. Otro daño encontrado fue peladura y efecto de la interperie, con nivel de severidad alto, razón por la que para su reparación se deberá aplicar un riego de liga para que se logre corregir dicho daño; donde se utilizará el tipo de riego de lechada asfáltica; puesto que mediante la combinación de la emulsion asfáltica con el agregado bien graduado; permitirá que se corrijan estas irregularidades.

De la abscisa inicial 0+2043.00 hasta la abscisa final 0+2091.00 se halló el tipo de daño hinchamiento el cual presenta un nivel de severidad alto, también se halló el tipo de daño agregados pulidos. Para los dos tipos de daños, la propuesta de solución será el bacheo de superficie, el cual se procederá primero a delimitar el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada seguido por la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así preparar a la capa base para que se pueda cubrir la superficie mediante el riego de liga y finalmente con la aplicación de la mezcla asfáltica, permitiendo la uniformidad del pavimento así como su optimización.

De la abscisa inicial 0+2091.00 hasta la abscisa final 0+2139.00 se halló el tipo de daño piel de cocodrilo y peladura y efecto de la interperie, ambos daños con nivel de severidad alto, proponiendo como solución para la piel de cocodrilo, el bacheo de superficie, el cual se iniciará delimitando el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada y la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo preparar a la capa base para que así se pueda cubrir la superficie con el ligante y finalmente aplicar la mezcla

asfáltica. Y para reparar la peladura y efecto de la interperie, se procederá al riego de liga con asfalto líquido rc 250, el cual se inicia mediante la limpieza del área del pavimento dañado, luego se aplicará el riego asfáltico, siendo éste extendido y compactado de manera óptima, generando que el pavimento tenga un nivel uniforme.

De la abscisa inicial 0+2139.00 hasta la abscisa final 0+2186.00 se halló el tipo de daño depresión, con nivel de severidad alto, proponiendo como solución bacheo de superficie, el cual se procederá primero a delimitar el área del pavimento a reparar, para luego proceder al corte de la capa superficial dañada seguido por la remoción de la misma, para luego ser limpiada permitiendo así preparar a la capa base para que se pueda cubrir la superficie mediante el riego de liga y finalmente con la aplicación de la mezcla asfáltica, permitiendo la uniformidad del pavimento así como su optimización.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALVIN Levano, Felix. Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de Ayacucho provincia de Huamanga departamento de Ayacucho. Tesis para obtener título en Ingeniería Civil. Ayacucho: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, facultad de Ingeniería, 2013. 115 pp.
- CONSEJO de Directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica. Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Vol.11, 2002. 25pp.
- DÁVILA Martine, Karina. Diagnóstico de los tipos de fallas de los pavimentos en la Urbanización Santa Rosa – Nuevo Chimbote - 2015. Tesis para obtener título en Ingeniería Civil. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa, facultad de Ingeniería, 2015. 93 pp.
- DE LA CRUZ Puma, Marcos y MEDINA Palacios, Armando. Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Tesis para obtener título en Ingeniería Civil. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2015. 134 pp.
- DISEÑO de pavimentos (AASHTO-93). Universidad Nacional de San Juan: Facultad de Ingeniería. 2002. 237pp.
- INDECOPI. Suelos. Metodo de ensayo para el analisis granulometrico. NTP 339.128. Lima, diciembre 1999.
- MANUAL Completo de Diseño de Pavimentos. Universidad Mayor San Simón: Facultad de Ciencias y Tecnología. 2015. 461pp.
- MIRANDA Rebolledo, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis para obtener título de Ingeniero Constructor. Chile: Universidad Austral de Chile, facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2010. 85 pp.
- MONTEJO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 2ª ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones. 2002. 733 pp. ISBN: 9589603629
- NORMA ASTM D 6433. Standart Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys.

- TAPIA, Miguel. Pavimentos. 1. a ed. Universidad Nacional Autónoma de Mexico, 2015. 207 pp.
- VENTURA Ocas, Juan. Determinación de las patologías del pavimento de la Urbanización Garatea, distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa – Áncash y evaluación de su estado actual, octubre 2010. Tesis para obtener título en Ingeniería Civil. Chimbote: Universidad Uladech Católica, facultad de Ingeniería, 2010. 123 pp.

# ANEXOS

**PROTOCOLOS**



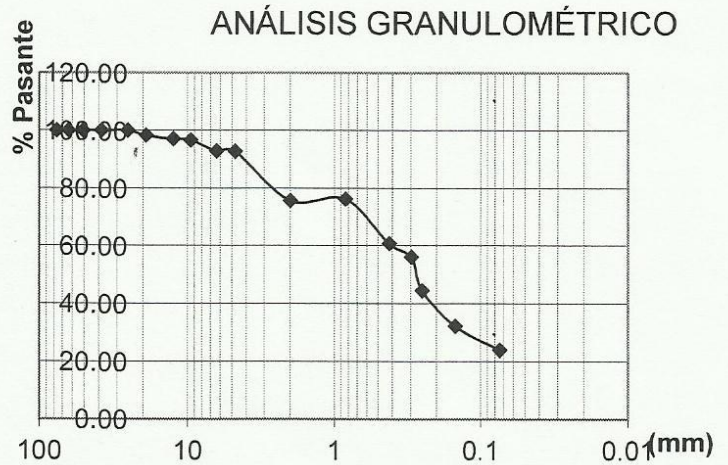
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

(NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS** : "EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROPUESTA DE SOLUCIÓN-ANCASH 2017"  
**TESISTA** : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY  
**ASUNTO** : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO  
**LUGAR** : AVENIDA BRASIL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE  
**UNIDAD** : MUESTRA C - 01

**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
1	0.00	0.00
3/4	29.80	1.67
1/2	22.50	1.26
3/8	28.80	1.61
1/4	74.00	4.15
Nº 4	69.40	3.89
Nº 10	307.30	17.23
Nº 20	295.30	16.55
Nº 40	276.4	15.49
Nº 50	83.3	4.67
Nº 60	206.7	11.59
Nº 100	219.7	12.32
Nº 200	146.6	8.22
P Nº 200	24.2	1.36



Grava (%)	8.69
Arena (%)	81.73
Finos (%)	9.58
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A2 - 4
Contenido de Humedad	3.76

**Nota:**

SUCS: Arena limosa

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

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

**Ing. Víctor Rolando Rojas Silva**  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 400.012, ASTM D422)

**TESIS** : "EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROPUESTA DE SOLUCIÓN-ANCASH 2017"

**TESISTA** : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

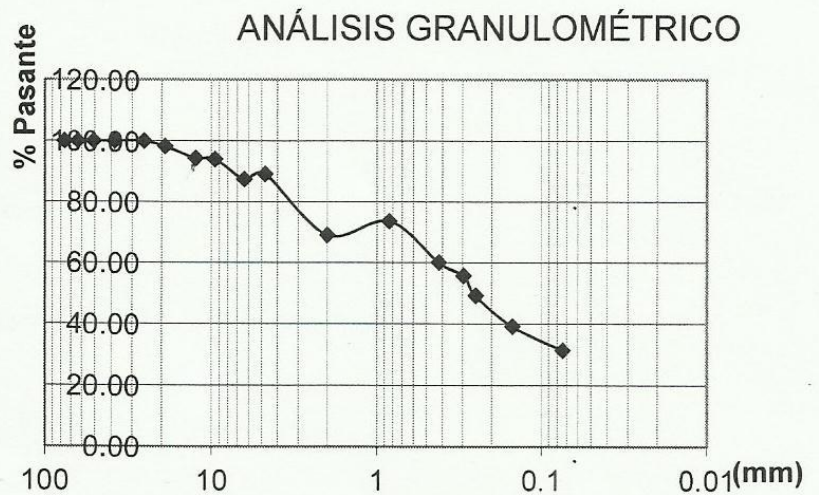
**ASUNTO** : ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMETRICO

**LUGAR** : AVENIDA BRASIL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**UNIDAD** : MUESTRA C - 02

**TABLA: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

Desing. del Tamiz US	A Peso Retenido gr.	B % Pasante
4		
3	0.00	0.00
3/4	36.80	1.71
1/2	83.80	3.90
3/8	90.50	4.21
1/4	148.50	6.91
Nº 4	104.80	4.88
Nº 10	396.50	18.45
Nº 20	333.80	15.53
Nº 40	293.2	13.64
Nº 50	93.4	4.35
Nº 60	139.2	6.48
Nº 100	214.5	9.98
Nº 200	168.4	7.84
P Nº 200	45.6	2.12



Grava (%)	16.73
Arena (%)	75.43
Finos (%)	7.84
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Índice Plasticidad	NP
Clasif. SUCS	SM
Clasif. AASHTO	A2 - 4
Contenido de Humedad	3.70

**Nota:**

SUCS: Arena limosa

AASHTO: Grava y arena arcillosa o limosa

Las muestras fueron analizadas por el solicitante en el laboratorio







<b>Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto</b>	
<b>CBR de Suelos (Laboratorio)</b> <b>MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883</b>	

Nombre Cliente : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROPUESTA DE SOLUCIÓN-ANCASH 2017"  
 Ubicación Proyecto : AVENIDA BRASIL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

Compactación de Especímenes						
Molde N°	13		14		15	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Cond. de la muestra	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada
Peso molde + Suelo húmedo	13796	13776	12432	12432	13280	13280
Peso de molde (gr)	8688		7635		8567	
Peso del suelo húmedo (gr)	5108	5088	4797	4797	4713	4713
Volumen del molde (cc)	2123		2123		2123	
Densidad húmeda (gr/cc)	2.406	2.397	2.260	2.260	2.220	2.220

Contenido de humedad de los especímenes						
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	437	437	400	400	572	572
Tarro + Suelo seco ( gr. )	409	409	375	375	535	535
Peso del Agua ( gr. )	28	28	25	25	37	37
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0
Peso del suelo seco ( gr. )	409	409	375	375	535	535
Humedad (%)	6.8	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9
Densidad seca (gr/cc)	2.252	2.243	2.118	2.118	2.076	2.076

Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/10/17	10:00am	24	0.023	0.023	0.018						
07/10/17	10:00am	48	0.028	0.028	0.022						
08/10/17	10:00am	72	0.033	0.033	0.026						
09/10/17	10:00am	96	0.038	0.038	0.030						

Penetración										
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 25 golpes/capa			Molde de 10 golpes/capa		
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida
0.63		59	2.46		55	2.26		45	1.76	
1.27		315	15.20		215	10.22		150	6.99	
1.90		658	32.28		584	28.60		320	15.45	
2.54	70.31	873	42.99	68.82	674	33.08		450	21.93	
3.17		1045	51.56		823	40.50		650	31.89	
3.81		1600	79.20		1200	59.28		800	39.36	
5.08	105.46	2500	124.01	137.64	1900	94.14		1026	50.61	
7.62		3600	178.79		2600	128.99		1560	77.20	
10.16		4500	223.61		3500	173.81		1890	93.64	
12.70		4800	238.55		4000	198.71		2100	104.10	

**Observación**  
 El muestreo e identificación de las muestras fue realizada por el Solicitante

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

**Mg. Victor Rolando Rojas Silva**  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

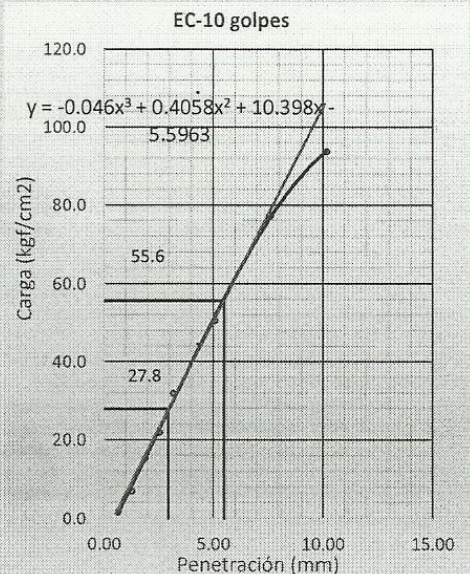
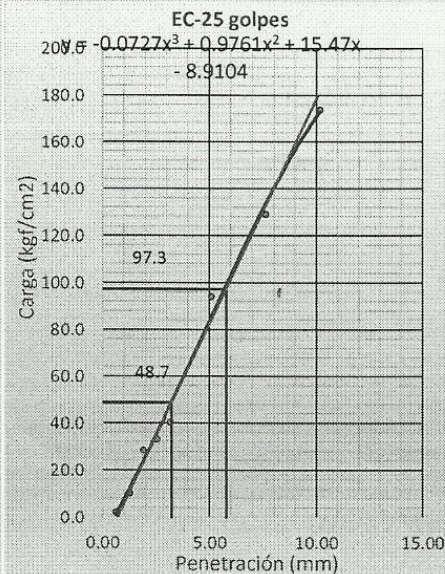
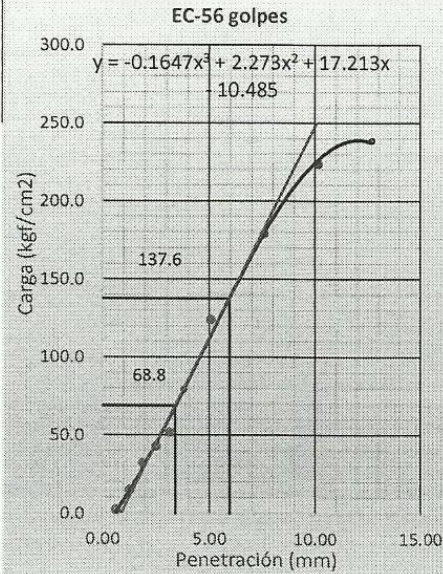
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883

Nombre Cliente : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

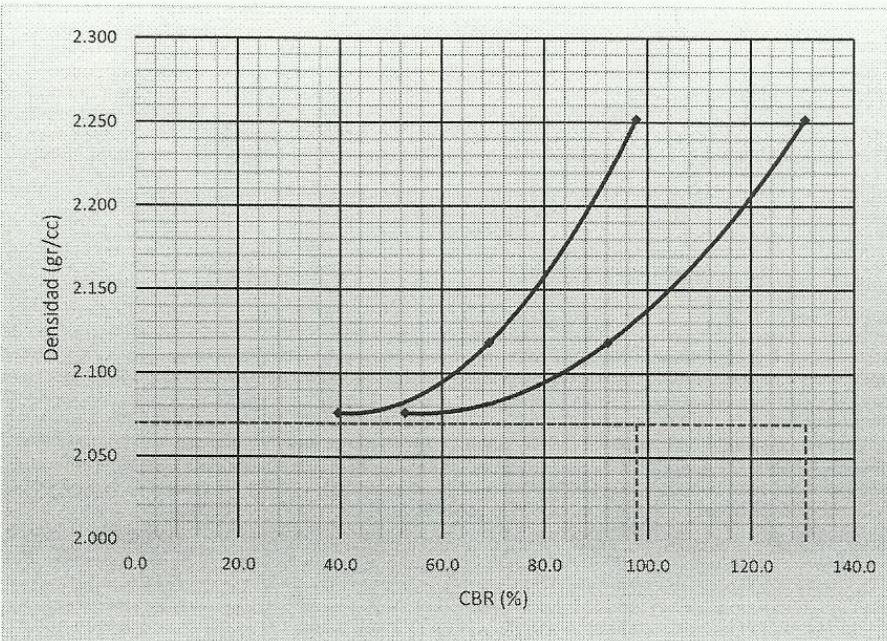
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROPUESTA DE SOLUCIÓN-ANCASH 2017"

Ubicación Proyecto : AVENIDA BRASIL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

### Grafico Penetracion CBR



Carga(2.54mm)	68.82	Carga(5.08mm)	137.64	Carga(2.54mm)	48.7	Carga(5.08mm)	97.3	Carga(2.54mm)	27.8	Carga(5.08mm)	55.6
---------------	-------	---------------	--------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	2.070
95% de la M.D.S. (gr/cc)	1.967
Densidad Natural (gr/cc)	-
Optimo Humedad (%)	7.14%

N golpes	C.B.R. (1")	C.B.R. (2")	Densidad
56	97.9	130.5	2.252
25	69.2	92.3	2.118
10	39.6	52.8	2.076

RESULTADOS DE C.B.R. (1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	97.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	75.5

RESULTADOS DE C.B.R. (2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	130.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	101.0

% de Expansión	No Presenta
----------------	-------------

#### Observación

El muestreo e identificación de las muestras fue realizada por el Solicitante

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

*Mg. Victor Rolando Rojas Silva*  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO







Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto	
CBR de Suelos (Laboratorio) MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883	

Nombre Cliente : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROPUESTA DE SOLUCIÓN-ANCASH 2017"  
 Ubicación Proyecto : AVENIDA BRASIL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

Compactación de Especímenes						
Molde Nº	13		14		15	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		10	
Cond. de la muestra	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada	No Saturado	Saturada
Peso molde + Suelo húmedo	13796	13776	12432	12432	13280	13280
Peso de molde (gr)	8688		7635		8567	
Peso del suelo húmedo (gr)	5108	5088	4797	4797	4713	4713
Volumen del molde (cc)	2123		2123		2123	
Densidad húmeda (gr/cc)	2.406	2.397	2.260	2.260	2.220	2.220

Contenido de humedad de los especímenes						
Tarro Nº						
Tarro + Suelo húmedo ( gr. )	437	437	400	400	572	572
Tarro + Suelo seco ( gr. )	409	409	375	375	535	535
Peso del Agua ( gr. )	28	28	25	25	37	37
Peso del tarro ( gr. )	0	0	0	0	0	0
Peso del suelo seco ( gr. )	409	409	375	375	535	535
Humedad (%)	6.8	6.8	6.7	6.7	6.9	6.9
Densidad seca (gr/cc)	2.252	2.243	2.118	2.118	2.076	2.076

Expansión											
Fecha	Hora lec.	Hora	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
06/10/17	10:00am	24	0.021	0.021	0.017						
07/10/17	10:00am	48	0.027	0.027	0.021						
08/10/17	10:00am	72	0.031	0.031	0.024						
09/10/17	10:00am	96	0.037	0.037	0.029						

Penetración										
Penetración mm	Carga Estándar Kg/cm2	Molde de 56 golpes/capa			Molde de 25 golpes/capa			Molde de 10 golpes/capa		
		Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida	Dial	Kg/cm2	Corregida
0.63		57	2.36		52	2.11		43	1.66	
1.27		312	15.05		218	10.37		150	6.99	
1.90		656	32.19		584	28.60		319	15.40	
2.54	70.31	871	42.89	68.82	672	32.98		450	21.93	
3.17		1042	51.41		823	40.50		648	31.79	
3.81		1597	79.05		1198	59.18		800	39.36	
5.08	105.46	2497	123.87	137.64	1900	94.14		1026	50.61	
7.62		3600	178.79		2600	128.99		1558	77.10	
10.16		4500	223.61		3500	173.81		1890	93.64	
12.70		4800	238.55		4000	198.71		2099	104.05	

Observación  
 El muestreo e identificación de las muestras fue realizada por el Solicitante

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

Mg. Victor Rolando Rojas Silva  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villaqueva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







Laboratorio Mecánica de Suelos, Pavimentos y Concreto

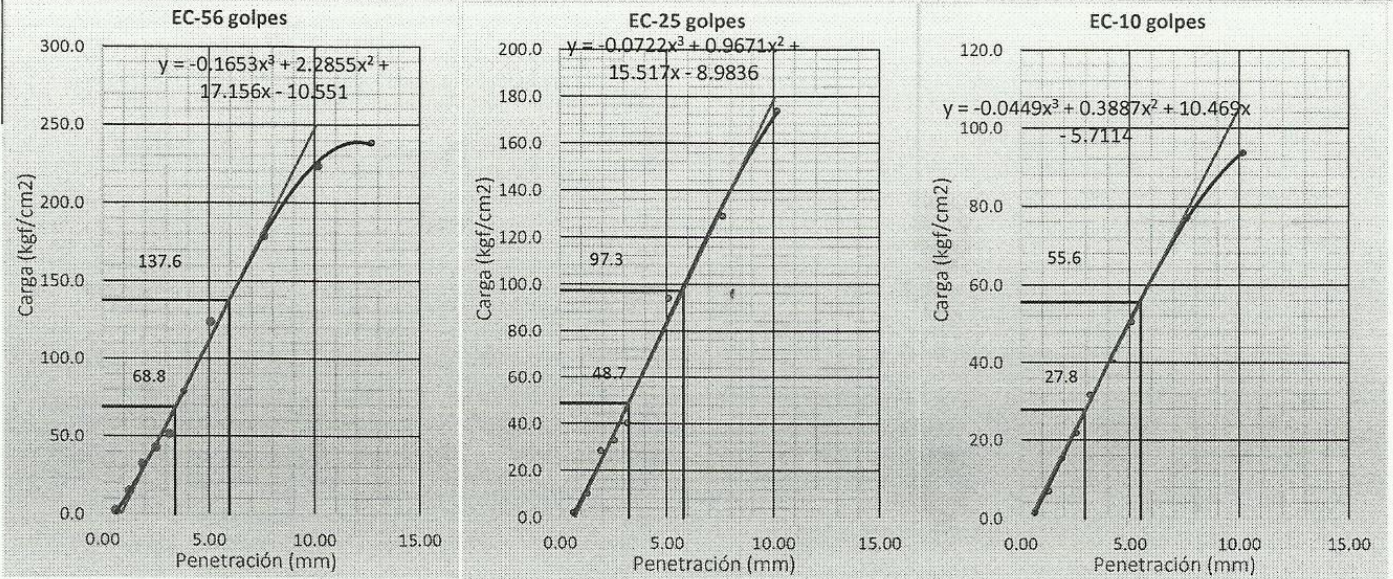
**CBR de Suelos (Laboratorio)**  
MTC E 132 - 2000, NTP 339.145, ASTM D 1883

Nombre Cliente : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

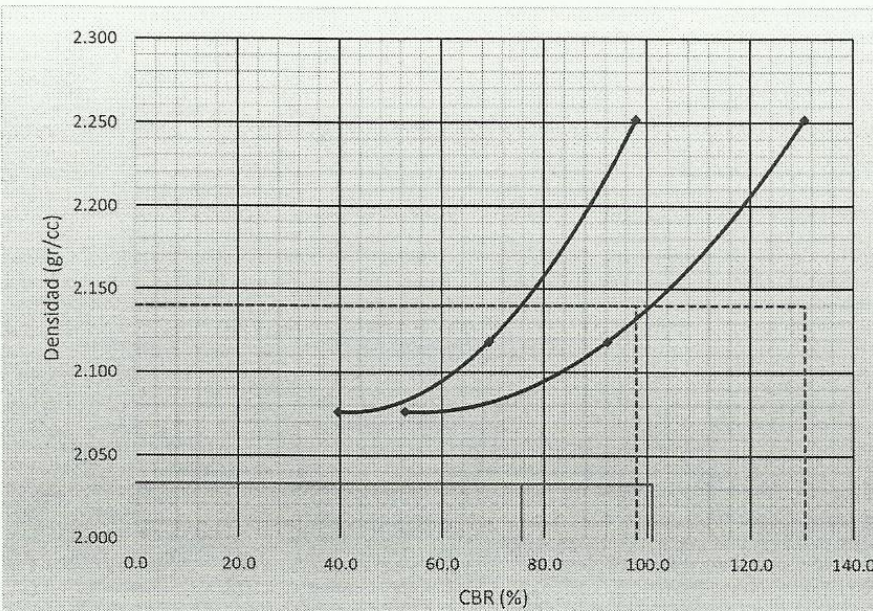
Proyecto : "EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE-PROPUESTA DE SOLUCIÓN-ANCASH 2017"

Ubicación Proyecto : AVENIDA BRASIL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE

**Grafico Penetración CBR**



Carga(2.54mm)	68.82	Carga(5.08mm)	137.64	Carga(2.54mm)	48.7	Carga(5.08mm)	97.3	Carga(2.54mm)	27.8	Carga(5.08mm)	55.6
---------------	-------	---------------	--------	---------------	------	---------------	------	---------------	------	---------------	------



Proctor / Densidad Natural / O.C.H.	
Máxima Dens. Seca (gr/cc)	2.140
95% de la M.D.S. (gr/cc)	2.033
Densidad Natural (gr/cc)	-
Optimo Humedad (%)	9.11%

N golpes	C.B.R. (1")	C.B.R. (2")	Densidad
56	97.9	130.5	2.252
25	69.2	92.3	2.118
10	39.6	52.8	2.076

RESULTADOS DE C.B.R. (1")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	97.9
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	75.5

RESULTADOS DE C.B.R. (2")	
C.B.R. al 100% de la M.D.S.	130.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S.	101.0

% de Expansión	No Presenta
----------------	-------------

**Observación**

El muestreo e identificación de las muestras fue realizada por el Solicitante

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

*Mg. Victor Rolando Rojas Silva*  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
TÉCNICO DE LABORATORIO







**ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS :** EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN – SANTA - ANCASH – 2017

**TESISTA :** VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 1

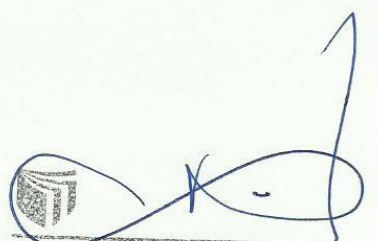
**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7267.60		7477.90		7495.40		7475.30	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4502.70		4713.00		4730.50		4710.40	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo humedo (g/cc)	2.120		2.219		2.227		2.218	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	5%		7.0%		9%		11.0%	
Peso Tarro +Suelo humedo (g)	162.40	155.60	123.90	140.60	137.90	149.90	112.70	128.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	153.60	147.50	118.60	135.40	131.10	141.70	108.00	120.60
Peso Tarro (g)	52.70	67.50	44.20	62.80	56.10	48.30	64.90	51.60
Peso del agua	8.80	8.10	5.30	5.20	6.80	8.20	4.70	7.60
Peso de suelo seco	100.90	80.00	74.40	72.60	75.00	93.40	43.10	69.00
Humedad (%)	8.7	10.1	7.1	7.2	9.1	8.8	10.9	11.0
Humedad promedio (%)	9.423		7.143		8.923		10.960	
Densidad Seca (g/cc)	1.937		2.071		2.045		1.999	

**Nota:**

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

  
**Mg. Victor Rolando Rojas Silva**  
 Director de la Escuela De Ingeniería Civil

  
**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO







## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

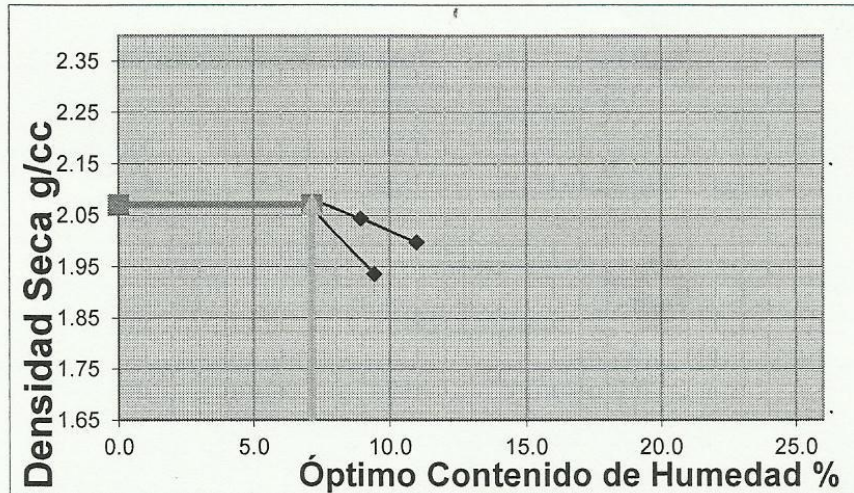
**TESIS :** EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN – SANTA - ANCASH – 2017

**TESISTA :** VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 1



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	2.07
OCH (%)	7.14

**Nota:**

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

**Mg. Victor Rolando Rojas Silva**  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil

**Lener Hamilton Villanueva Vásquez**  
TECNICO DE LABORATORIO







## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

**TESIS** : EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN – SANTA - ANCASH – 2017

**TESISTA** : VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

**ASUNTO** : ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR** : DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD** : MUESTRA C – 2

**TABLA: COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO**

Nº DE ENSAYO	1		2		3		4	
Peso molde+Suelo Húmedo (g)	7267.60		7477.90		7495.40		7475.30	
Peso del Molde (g)	2764.90		2764.90		2764.90		2764.90	
Peso Suelo Húmedo (g)	4502.70		4713.00		4730.50		4710.40	
Volúmen del molde (cc)	2124.00		2124.00		2124.00		2124.00	
Densidad Suelo húmedo (g/cc)	2.120		2.219		2.227		2.218	
Número de Tarro	1	2	3	4	5	6	7	8
Cantidad de H <sub>2</sub> O agregada	5%		7.0%		9%		11.0%	
Peso Tarro +Suelo húmedo (g)	162.40	155.60	123.90	140.60	137.90	149.90	112.70	128.20
Peso Tarro + Suelo Seco (g)	153.60	147.50	118.60	135.40	131.10	141.70	108.00	120.60
Peso Tarro (g)	52.70	67.50	44.20	62.80	56.10	48.30	64.90	51.60
Peso del agua	8.80	8.10	5.30	5.20	6.80	8.20	4.70	7.60
Peso de suelo seco	100.90	80.00	74.40	72.60	75.00	93.40	43.10	69.00
Humedad (%)	8.7	10.1	7.1	7.2	9.1	8.8	10.9	11.0
Humedad promedio (%)	9.423		7.143		8.923		10.960	
Densidad Seca (g/cc)	1.937		2.071		2.045		1.999	

**Nota:**

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

M<sup>g</sup>. Victor Rolando Rojas Silva  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

Lener Hamilton Villandeva Vásquez  
 TÉCNICO DE LABORATORIO





## ENSAYO COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

(NORMA TECNICA PERUANA NTP 339.141, ASTM D 1557)

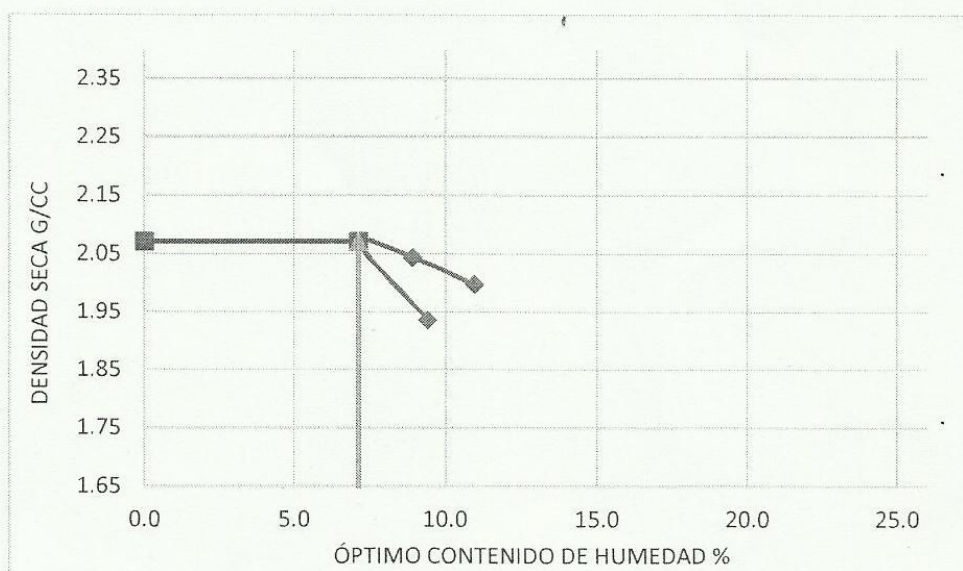
**TESIS :** EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROPUESTA DE SOLUCIÓN – SANTA - ANCASH – 2017

**TESISTA :** VALDIVIA TOLENTINO SHERLY MARBELY

**ASUNTO :** ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

**LUGAR :** DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE – PROV. DEL SANTA – ANCASH

**UNIDAD :** MUESTRA C – 2



METODO	C
NUMERO DE CAPAS	5
NUMERO DE GOLPES	56
DSM (g/cm <sup>3</sup> )	2.01
OCH (%)	9.11

**Nota:**

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



*Mg. Victor Rolando Rojas Silva*  
 Director de la Escuela de Ingeniería Civil

*Lener Hamilton Villanueva Vásquez*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



# INSTRUMENTOS

## GUÍA DE OBSERVACIÓN FALLAS

TESIS:	Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017		
TESISTA:	Valdivia Tolentino Sherly Marbely		
MUESTRA:			
FECHA:			

1. GRIETAS LONGITUDINALES NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
2. GRIETAS TRANSVERSALES NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
3. GRIETA PIEL DE COCODRILO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
4. GRIETA EN BLOQUE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
5. GRIETA DE BORDE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
6. EXUDACIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
7. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		
8. CORRUGACIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input type="text"/>	NO	<input type="text"/>
	<input type="text"/>	BAJO		
	<input type="text"/>	MEDIO		
	<input type="text"/>	ALTO		

9. DEPRESIÓN  
NIVEL DE SEVERIDAD

SI	<input type="text"/>
<input type="text"/>	BAJO
<input type="text"/>	MEDIO
<input type="text"/>	ALTO

NO

10. AHUELLAMIENTO  
NIVEL DE SEVERIDAD

SI	<input type="text"/>
<input type="text"/>	BAJO
<input type="text"/>	MEDIO
<input type="text"/>	ALTO

NO

11. PELADURA Y EFECTO DE LA INTERPERIE  
NIVEL DE SEVERIDAD

SI	<input type="text"/>
<input type="text"/>	BAJO
<input type="text"/>	MEDIO
<input type="text"/>	ALTO

NO

12. HINCHAMIENTO  
NIVEL DE SEVERIDAD

SI	<input type="text"/>
<input type="text"/>	BAJO
<input type="text"/>	MEDIO
<input type="text"/>	ALTO

NO

13. AGREGADOS PULIDOS  
NIVEL DE SEVERIDAD

SI	<input type="text"/>
<input type="text"/>	BAJO
<input type="text"/>	MEDIO
<input type="text"/>	ALTO

NO

# GUÍA DE OBSERVACIÓN

## FALLAS

TESIS:

Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017

TESISTA:

Valdivia Tolentino Sherly Marbely

ÁREA:

8160 m2

FECHA:

12/09/2017

1. GRIETAS LONGITUDINALES NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
	X	MEDIO		
	X	ALTO		
2. GRIETAS TRANSVERSALES NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
	X	MEDIO		
		ALTO		
3. GRIETA PIEL DE COCODRILO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	X	ALTO		
4. GRIETA EN BLOQUE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
	X	BAJO		
		MEDIO		
		ALTO		
5. GRIETA DE BORDE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
	X	MEDIO		
		ALTO		
6. EXUDACIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
	X	MEDIO		
		ALTO		
7. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	X	ALTO		
8. CORRUGACIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
	X	BAJO		
		MEDIO		
		ALTO		

9. DEPRESIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="text"/>
		BAJO		
	X	MEDIO		
	X	ALTO		

10. AHUELLAMIENTO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="text"/>
		BAJO		
		MEDIO		
	X	ALTO		

11. PELADURA Y EFECTO DE LA INTERPERIE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="text"/>
	X	BAJO		
		MEDIO		
		ALTO		

12. HINCHAMIENTO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="text"/>
	X	BAJO		
	X	MEDIO		
		ALTO		

13. AGREGADOS PULIDOS NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="text"/>
---	----	-------------------------------------	----	----------------------

# GUÍA DE OBSERVACIÓN

## FALLAS

TESIS:	Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017		
TESISTA:	Valdivia Tolentino Sherly Marbely		
ÁREA:	4956 m2		
FECHA:	21/09/2017		

1. GRIETAS LONGITUDINALES NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	MEDIO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO		
2. GRIETAS TRANSVERSALES NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO		
3. GRIETA PIEL DE COCODRILO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO		
4. GRIETA EN BLOQUE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO		
5. GRIETA DE BORDE NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO		
6. EXUDACIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	BAJO		
		MEDIO		
		ALTO		
7. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
		BAJO		
		MEDIO		
	<input checked="" type="checkbox"/>	ALTO		
8. CORRUGACIÓN NIVEL DE SEVERIDAD	SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	
	<input checked="" type="checkbox"/>	BAJO		
		MEDIO		
		ALTO		

9. DEPRESIÓN	SI	X	NO	<input type="text"/>
NIVEL DE SEVERIDAD	X	BAJO		
		MEDIO		
	X	ALTO		

10. AHUELLAMIENTO	SI	X	NO	<input type="text"/>
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO		
		MEDIO		
	X	ALTO		

11. PELADURA Y EFECTO DE LA INTERPERIE	SI	X	NO	<input type="text"/>
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO		
		MEDIO		
	X	ALTO		

12. HINCHAMIENTO	SI	X	NO	<input type="text"/>
NIVEL DE SEVERIDAD		BAJO		
	X	MEDIO		
	X	ALTO		

13. AGREGADOS PULIDOS	SI	X	NO	<input type="text"/>
NIVEL DE SEVERIDAD				



### ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	
SENTIDO	O ← → E
UBICACIÓN	

DIA Y FECHA	
-------------	--

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIA GRA. VEH.																					
00-01																					
01-02																					
02-03																					
03-04																					
04-05																					
05-06																					
06-07																					
07-08																					
08-09																					
09-10																					
10-11																					
11-12																					
12-13																					
13-14																					
14-15																					
15-16																					
16-17																					
17-18																					
18-19																					
19-20																					
20-21																					
21-22																					
22-23																					
23-24																					
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

### OFICINA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN

---

#### Estimado Validador:

Me es grato dirigirme a Usted, a fin de solicitar su inapreciable colaboración como experto para validar la guía de observación, el cual será aplicado en el pavimento de la avenida Brasil.

Seleccionada, 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: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE- PROPUESTA DE SOLUCIÓN- ANCASH 2017**, esto con él objeto de presentarla como requisito para obtener el título profesional de ingeniero civil.

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 responda 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



## 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.

a) E= Excelente b) B= Bueno c) M= Mejorar d) X= Eliminar e) C= Cambiar

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

PREGUNTAS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	Item	a	b	c	d	e	
1	Grietas longitudinales	X					
2	Grietas transversales	X					
3	Grieta piel de cocodrilo	X					
4	Grieta en bloque	X					
5	Grieta de borde	X					
6	Exudación		X				
7	Abultamientos y hundimientos		X				
8	Corrugación		X				
9	Depresión		X				
10	Ahuellamiento		X				
11	Peladura y efecto de la interperie	X					
12	Hinchamiento	X					
13	Agregados pulidos		X				

**Evaluado por:**

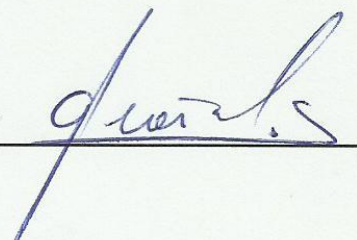
**Nombre y Apellido:**

GONZALO MIGUEL LEON DE LOS RIOS.

**D.N.I.:**

32929075

**Firma:**





### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Gonzalo León de los Ríos, titular del DNI. N° 32929021, de profesión ING. CIVIL., ejerciendo actualmente como DOCENTE INVESTIGADOR., en la Institución UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (guía de observación), a los efectos de su aplicación a la TESIS de la Universidad César Vallejo: Valdivia Tolentino Sherly Marbely.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de NOVIEMBRE del 2017

  
Firma

## OFICINA ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN

---

### Estimado Validador:

Me es grato dirigirme a Usted, a fin de solicitar su inapreciable colaboración como experto para validar la guía de observación, el cual será aplicado en el conteo vehicular de la avenida Brasil, desde la avenida pelicanos hasta la avenida universitaria.

Seleccionada, 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: **EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE- PROPUESTA DE SOLUCIÓN- ANCASH 2017**, esto con el objeto de presentarla como requisito para obtener el título profesional de ingeniero civil.

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 responda 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



## 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.

a) E= Excelente b) B= Bueno c) M= Mejorar d) X= Eliminar e) C= Cambiar

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

PREGUNTAS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	Ítem	a	b	c	d	e	
1	Tramo de carretera	X					
2	Sentido	X					
3	Ubicación	X					
4	Día	X					
5	Fecha	X					
6	Hora	X					
7	Tipos de vehículos	X					
8	Ejes de vehículos	X					

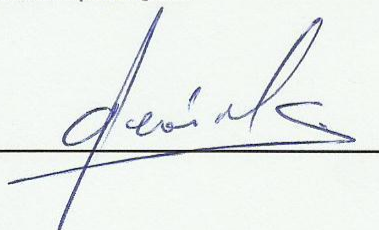
**Evaluado por:**

**Nombre y Apellido:**

Gonzalo Miguel Leon de los Rios

**D.N.I.:** 32929075

**Firma:**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

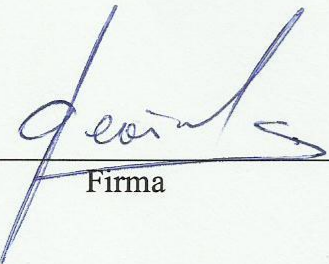
Yo, Gonzalo Leon de los Rios, titular del DNI. N° 32929075, de profesión Ingr. Civil, ejerciendo actualmente como Docente Investigador, en la Institución Universidad César Vallejo

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (guía de observación), a los efectos de su aplicación a la TESISISTA de la Universidad César Vallejo: Valdivia Tolentino Sherly Marbely.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de noviembre del 2017

  
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.

a) E= Excelente b) B= Bueno c) M= Mejorar d) X= Eliminar e) C= Cambiar

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

PREGUNTAS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	Item	a	b	c	d	e	
1	Grietas longitudinales		X				
2	Grietas transversales	X					
3	Grieta piel de cocodrilo		X				
4	Grieta en bloque		X				
5	Grieta de borde		X				
6	Exudación	X					
7	Abultamientos y hundimientos		X				
8	Corrugación		X				
9	Depresión		X				
10	Ahuellamiento		X				
11	Peladura y efecto de la interperie		X				
12	Hinchamiento		X				
13	Agregados pulidos		X				

**Evaluado por:**

**Nombre y Apellido:**

ABIMAE ANTONIO BELTRÁN CRUZADO

**D.N.I.:** 42490508

**Firma:**

*Abimael Beltrán*

ABIMAE ANTONIO BELTRÁN CRUZADO  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 124338

## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

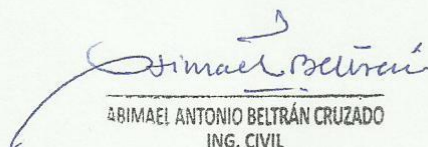
Yo, ABIMAEZ BELTRÁN CRUZADO, titular  
del DNI. N° 42490508, de profesión  
ING. CIVIL, ejerciendo  
actualmente como DOCENTE, en la  
Institución UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (guía de observación), a los efectos de su aplicación a la TESIS de la Universidad César Vallejo: Valdivia Tolentino Sherly Marbely.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de noviembre del 2017

  
ABIMAEZ ANTONIO BELTRÁN CRUZADO  
ING. CIVIL  
Por Colegio de Ingenieros N° 124338

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.

a) E= Excelente b) B= Bueno c) M= Mejorar d) X= Eliminar e) C= Cambiar

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

PREGUNTAS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	Item	a	b	c	d	e	
1	Tramo de carretera	X					
2	Sentido	X					
3	Ubicación	X					
4	Día	X					
5	Fecha	X					
6	Hora	X					
7	Tipos de vehículos	X					
8	Ejes de vehículos	X					

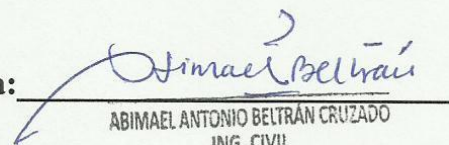
**Evaluado por:**

**Nombre y Apellido:**

ABIMAEU ANTONIO BELTRÁN CRUZADO

**D.N.I.:** 42490508

**Firma:**



ABIMAEU ANTONIO BELTRÁN CRUZADO  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros Nº 124338

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ABIMAEZ ANTONIO BELTRÁN CRUZADO, titular del DNI. N° 42490508, de profesión ING. CIVIL, ejerciendo actualmente como DOCENTE, en la Institución UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (guía de observación), a los efectos de su aplicación a la TESIS de la Universidad César Vallejo: Valdivia Tolentino Sherly Marbely.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de noviembre del 2017

  
ABIMAEZ ANTONIO BELTRÁN CRUZADO  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 124338  
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.

a) E= Excelente b) B= Bueno c) M= Mejorar d) X= Eliminar e) C= Cambiar

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

PREGUNTAS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	Item	a	b	c	d	e	
1	Grietas longitudinales	X					
2	Grietas transversales	X					
3	Grieta piel de cocodrilo	X					
4	Grieta en bloque	X					
5	Grieta de borde	X					
6	Exudación		X				
7	Abultamientos y hundimientos	X					
8	Corrugación	X					
9	Depresión		X				
10	Ahuellamiento		X				
11	Peladura y efecto de la interperie	X					
12	Hinchamiento	X					
13	Agregados pulidos		<				

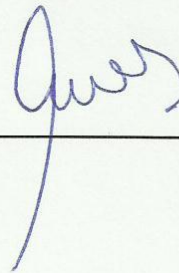
**Evaluado por:**

**Nombre y Apellido:**

Sheila Mabel Legendre Salazar

**D.N.I.:** 41594332

**Firma:**



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN


Yo, Shirley Habel Legendre Salazar, titular del DNI. N° 41594332, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Perito - Ingeniero Fiscalía Anticorrupción en la Institución Ministerio Público - Fiscalía Anticorrupción

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (guía de observación), a los efectos de su aplicación a la TESISISTA de la Universidad César Vallejo: Valdivia Tolentino Sherly Marbely.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de Noviembre del 2017

  
\_\_\_\_\_  
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.

a) E= Excelente b) B= Bueno c) M= Mejorar d) X= Eliminar e) C= Cambiar

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

PREGUNTAS		ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
Nº	Ítem	a	b	c	d	e	
1	Tramo de carretera	X					
2	Sentido	X					
3	Ubicación	X					
4	Día	X					
5	Fecha	X					
6	Hora	X					
7	Tipos de vehículos	X					
8	Ejes de vehículos	X					

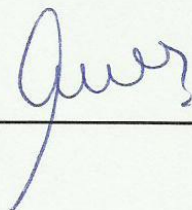
**Evaluado por:**

**Nombre y Apellido:**

Sheila María del Legado Salazar

**D.N.I.:** 41594332

**Firma:**



**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

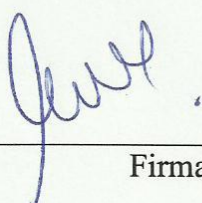
Yo, Shirley Isabel Legendre Salazar, titular del DNI. N° 41594332, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Perito - Ing. civil - fiscalía Anticorrupción en la Institución Ministerio Público - fiscalía Anticorrupción

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento (guía de observación), a los efectos de su aplicación a la TESIS de la Universidad César Vallejo: Valdivia Tolentino Sherly Marbely.

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

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

En Nuevo Chimbote, a los 14 días del mes de Noviembre del 2017

  
\_\_\_\_\_  
Firma

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO:

“Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017”

### LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial.

### DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA:

Actualmente el pavimento flexible, es uno de los tipos de pavimentos más utilizados; y es razón por la que surge la inquietud de identificar los resultados de los tipos de fallas que existen en el mismo.

En el Perú, a pesar de su construcción masiva, hasta la fecha se siguen presentando problemas sobre el tiempo de vida útil de este pavimento, puesto que es uno de los pavimentos más rápido en deteriorarse o desgastarse, lo que conduce en la mayoría de los casos a su continuo mejoramiento.

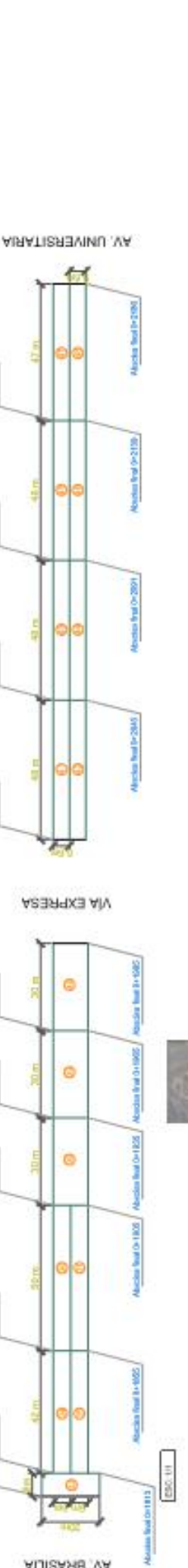
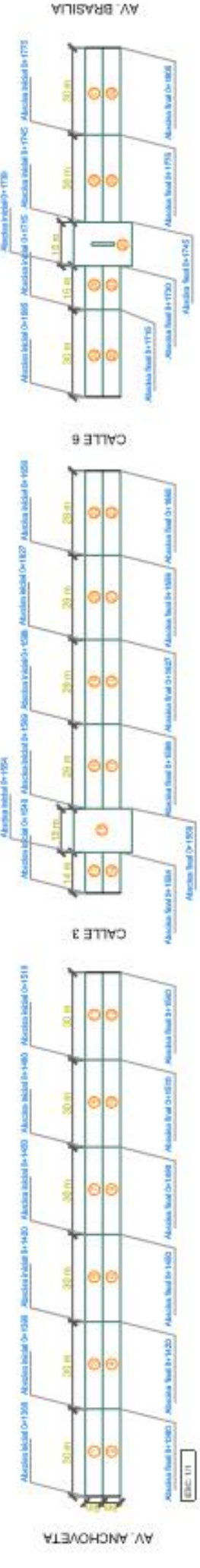
<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
¿Cuál es el resultado de la evaluación de las fallas del pavimento flexible en la avenida Brasil del distrito	General: Evaluar las fallas del pavimento flexible de la avenida Brasil del distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017.	Fallas	Protocolo
		Estudio de tráfico	
		Granulometría	
		CBR	
		Densidad de campo	

<p>de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución – Ancash 2017?</p>	<p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar el tipo de suelo predominante en la estructura del pavimento de la avenida Brasil.</li> <li>- Determinar el tipo de daño que existe en la carpeta asfáltica del pavimento flexible de la avenida Brasil.</li> <li>- Elaborar un estudio de tráfico en la avenida Brasil, determinando el número y tipos de vehículos que transitan.</li> <li>- Determinar el valor del CBR del suelo en la avenida Brasil.</li> <li>- Plantear una propuesta de solución para el pavimento flexible de la avenida Brasil.</li> </ul>	<p>Límite de Atterberg</p>	<p>Guías de Observación</p>
---	--	--------------------------------	---------------------------------









**RECOPILACIÓN DE DATOS DE LOS MATERIALES**  
 No. de muestra: ...  
 Descripción: ...  
 Ubicación: ...  
 Fecha: ...

Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

**RECOPILACIÓN DE DATOS DE LOS MATERIALES**  
 No. de muestra: ...  
 Descripción: ...  
 Ubicación: ...  
 Fecha: ...

Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro	Gravímetro
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100







## PRESUPUESTO DE PROPUESTA DE SOLUCIÓN

No	DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>PAVIMENTACIÓN ASFÁLTICA</b>				
<b>1.1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1.1	MOVILIZACION Y DESMOV. DE MAQUINARIAS A OBRA	GLB	1.00	S/. 2,705.68	S/. 2,705.68
<b>1.2</b>	<b>SELLADO DE GRIETAS</b>				
1.2.1	LIMPIEZA DE LAS GRIETAS	ML	286.30	S/. 680.00	S/. 194,684.00
1.2.2	RIEGO DE LIGA	ML	286.30	S/. 1,020.00	S/. 292,026.00
<b>1.3</b>	<b>BACHEO SUPERFICIAL</b>				
1.3.1	DEMOLICIÓN PAVIMENTO EXISTENTE DAÑADO (INCLUYE CARGUE Y RETIRO DE SOBRANTES A UNA DISTANCIA DE 5KM)	M3	22.25	S/. 45,161.00	S/. 1,004,832.25
1.3.2	BASE GRANULAR (PREPARACIÓN)	M2	444.55	S/. 1,340.00	S/. 595,697.00
1.3.3	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	444.55	S/. 1,328.60	S/. 590,629.13
1.3.4	MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE	M3	22.25	S/. 1,485.20	S/. 33,045.70
<b>1.4</b>	<b>RIEGO DE LIGA - LECHADA ASFÁLTICA</b>				
1.4.1	LIMPIEZA DEL PAVIMENTO	M2	176.45	S/. 960.00	S/. 169,392.00
1.4.2	COLOCACIÓN DE LECHADA ASFÁLTICA ASFALTO LÍQUIDO RC - 250	M2	176.45	S/. 1,440.00	S/. 254,088.00
					<b>S/. 3,137,099.76</b>

Tabla N° 01: Escala de calificación de Serviciabilidad según Norma AASHTO

CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN
NUMÉRICA	VERBAL	
5.0 - 4.0	<b>Muy buena</b>	Solo los pavimentos nuevos (o casi nuevos) son los suficientemente suaves y sin deterioro para calificar en su categoría. La mayor parte de los pavimentos construidos o recarpeteados durante el año de inspección normalmente se clasifican como muy buenos.
4.0 - 3.0	<b>Buena</b>	Los pavimentos de esta categoría, si bien no son tan suaves como los “muy buenos”, entregan un manejo de primera clase y muestran muy poco o ningún signo de deterioro superficial. Los pavimentos flexibles pueden estar comenzando a mostrar signos de ahuellamiento y fisuración aleatoria. Los pavimentos rígidos pueden estar empezando a mostrar evidencias de un nivel de deterioro superficial, como los desconches y fisuras menores.
3.0 - 2.0	<b>Regular</b>	En esta categoría la calidad de manejo es notablemente inferior a los de los pavimentos nuevos y puede presentar problemas para altas velocidades de tránsito. Los defectos superficiales en los pavimentos flexibles pueden incluir ahuellamientos, parches y agrietamientos. Los pavimentos rígidos en este grupo pueden presentar fallas en las juntas, agrietamientos, escalonamiento y pumping.
2.0 - 1.0	<b>Mala</b>	Los pavimentos en esta categoría se han deteriorado hasta un punto donde puedan afectar la velocidad del tránsito del flujo libre. Los pavimentos flexibles pueden tener grandes baches y grietas profundas, el deterioro incluye pérdida de áridos, agrietamiento y ahuellamientos; y ocurre en un 50% o más de la superficie. El deterioro en pavimentos rígidos incluye desconche de juntas escalonamiento, parches, agrietamiento y bombeo.
1.0 - 0.0	<b>Muy mala</b>	Los pavimentos en esta categoría se encuentran en una situación de extremo deterioro. Los caminos se pueden pasar a velocidades reducidas y con considerables problemas de manejo. Existen grandes baches y grietas profundas. El deterioro ocurre en un 75% o más de la superficie.

Fuente: AASHTO (1963)

Tabla N° 02: Escala de clasificación PCI

PCI	CLASIFICACIÓN
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy malo
10 – 0	Fallado

Fuente: (De La Cruz y Medina, 2015, p. 65)



Tabla N° 03: Clasificación de suelos

DIMENSIÓN DE LA PARTÍCULA ELEMENTAL (mm)	ATTEMBERG (Sistema Internacional)	U.S. DEP. DE AGRICULTURA	EX – U.R.S.S.
< 0,001	Arcilla	Arcilla	Arcilla
< 0,002			Limo fino
0,005	Limo	Limo	Limo medio
0,01			Limo grueso
0,02			
0,05	Arena fina	Arena muy fina	
0,1			Arena fina
0,25			
0,2		Arena fina	
0,5	Arena gruesa		Arena media
1,0		Arena gruesa	
2,0		Arena muy gruesa	Arena gruesa
3,0	Grava fina	Grava fina	
5,0			
10,0	Grava	Grava	Grava
20,0	Grava gruesa y piedras	Grava gruesa y piedras	
> 20,0			Grava gruesa y piedras

Fuente: Clasificación granulométrica de suelos



**ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

TRAMO DE LA CARRETERA	1   +0.000km hasta +1.360km	
SENTIDO	Av. Pelicanos  O	Av. Anchoyeta
UBICACIÓN	Avenida Brasil	

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER			TOTAL							
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
00-01	52	16	11	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
01-02	44	9	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
02-03	31	7	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
03-04	27	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
04-05	59	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
05-06	72	13	9	7	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106
06-07	94	30	13	11	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156
07-08	113	33	18	14	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190
08-09	124	42	27	18	8	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226
09-10	113	35	24	13	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197
10-11	101	33	21	11	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176
11-12	104	49	33	9	7	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208
12-13	107	45	38	16	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
13-14	113	66	41	24	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	259
14-15	108	53	36	19	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228
15-16	103	42	34	15	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
16-17	101	39	31	12	6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195
17-18	111	64	43	19	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	247
18-19	116	78	45	24	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272
19-20	128	82	49	27	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292
20-21	130	79	53	29	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	296
21-22	105	54	44	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
22-23	89	32	37	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
23-24	69	23	22	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
<b>TOTAL</b>	<b>2214</b>	<b>936</b>	<b>649</b>	<b>326</b>	<b>100</b>	<b>67</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4296</b>	



### ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	1   +0.000km hasta +1.360km	
SENTIDO	Av. Pelicanos	Av. Anchoyeta
UBICACIÓN	Avenida Brasil	
	O ←	→ E

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL							
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3									
00-01	55	18	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
01-02	43	9	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63
02-03	32	6	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
03-04	26	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33
04-05	59	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
05-06	70	12	9	6	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	103
06-07	91	27	12	11	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149
07-08	113	31	18	14	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186
08-09	120	40	27	18	8	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
09-10	113	35	24	13	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197
10-11	101	33	21	11	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176
11-12	104	48	34	9	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208
12-13	107	45	38	16	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
13-14	113	62	40	22	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250
14-15	108	53	36	19	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	228
15-16	103	42	34	15	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
16-17	101	31	31	12	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186
17-18	109	64	43	19	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	244
18-19	115	78	45	24	6	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	272
19-20	126	82	49	26	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	289
20-21	130	79	53	29	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297
21-22	102	54	43	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	220
22-23	89	32	35	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169
23-24	73	25	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123
<b>TOTAL</b>	<b>2203</b>	<b>917</b>	<b>641</b>	<b>318</b>	<b>97</b>	<b>66</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4247</b>	



**ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR**

TRAMO DE LA CARRETERA		1 +0.000km hasta +1.360km																			
SENTIDO		Av. Pelicanos	Av. Anchoqueta																		
UBICACIÓN		Avenida Brasil																			
		O	E																		
		Viernes																			
		1	9																		
		17																			
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			BUS			CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL
DIA.GRA. VEH.			PICK UP	PANEL	RURAL Combi	MICRO	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	TOTAL	
00-01	58	20	16	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99
01-02	50	9	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
02-03	42	6	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55
03-04	29	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
04-05	64	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
05-06	73	12	9	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	109
06-07	94	30	15	9	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156
07-08	113	33	22	15	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	193
08-09	122	42	29	18	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
09-10	113	35	24	13	6	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197
10-11	101	30	21	10	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
11-12	104	52	34	9	7	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212
12-13	108	45	38	14	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219
13-14	115	66	45	25	7	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265
14-15	108	53	36	19	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227
15-16	103	42	34	15	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
16-17	101	31	30	12	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	185
17-18	109	64	43	21	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
18-19	118	79	45	24	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	275
19-20	126	85	49	28	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297
20-21	130	79	53	32	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	303
21-22	105	54	43	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
22-23	89	32	35	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172
23-24	69	27	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
<b>TOTAL</b>	<b>2244</b>	<b>937</b>	<b>660</b>	<b>327</b>	<b>101</b>	<b>72</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4345</b>





### ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	1   +0.000km hasta +1.360km	
SENTIDO	Av. Pelicanos	Av. Anchoyeta
UBICACIÓN	Avenida Brasil	

DIA Y FECHA	Domingo	3	9	17
-------------	---------	---	---	----

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER			TOTAL						
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
00-01	61	23	19	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110
01-02	52	9	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
02-03	47	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
03-04	31	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
04-05	58	7	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71
05-06	72	12	9	6	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
06-07	93	30	15	9	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155
07-08	111	33	22	15	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	190
08-09	118	42	33	18	6	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
09-10	113	35	24	13	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	196
10-11	101	30	21	10	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	174
11-12	104	52	34	9	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212
12-13	108	45	38	14	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	219
13-14	115	66	45	25	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264
14-15	108	53	36	19	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226
15-16	105	42	34	16	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208
16-17	101	35	30	14	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	191
17-18	109	64	43	21	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248
18-19	118	73	45	24	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	269
19-20	126	82	49	28	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	292
20-21	132	77	53	32	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300
21-22	105	54	43	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
22-23	89	32	35	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172
23-24	64	29	22	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
<b>TOTAL</b>	<b>2241</b>	<b>935</b>	<b>671</b>	<b>334</b>	<b>94</b>	<b>71</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4348</b>	

### ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		2   +1.360km hasta +2.186km																										
SENTIDO		O  Av. Anchoqueta	E  Av. Universitaria																									
UBICACIÓN		Avenida Brasil																										
		DIA Y FECHA		LUNES	4	9	17																					
HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL					
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3									
00-01	61	18	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
01-02	52	9	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73
02-03	35	7	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
03-04	29	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
04-05	64	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78
05-06	83	15	9	6	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
06-07	111	28	13	11	5	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	172
07-08	124	36	18	15	6	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204
08-09	99	42	27	18	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	199
09-10	82	38	24	13	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	169
10-11	76	34	21	11	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	153
11-12	97	46	33	9	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	197
12-13	113	43	38	16	8	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225
13-14	125	67	41	22	8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	270
14-15	111	53	37	19	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	233
15-16	104	42	34	15	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	208
16-17	101	38	31	14	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	194
17-18	113	64	43	19	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249
18-19	124	75	45	24	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	276
19-20	130	86	49	27	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	299
20-21	127	79	54	29	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	293
21-22	109	54	46	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230
22-23	86	32	39	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171
23-24	73	25	26	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	134
<b>TOTAL</b>	<b>2229</b>	<b>943</b>	<b>662</b>	<b>330</b>	<b>98</b>	<b>68</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4334</b>	







ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	2   +1.360km hasta +2.186km	
SENTIDO	 O Av. Anchoqueta	 E Av. Universitaria
UBICACIÓN	Avenida Brasil	

DÍA Y FECHA	Viernes	8	9	17
-------------	---------	---	---	----

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER					TRAYLER				TOTAL						
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3									
00-01	70	25	21	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	124
01-02	55	9	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
02-03	39	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
03-04	30	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
04-05	58	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
05-06	83	17	9	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
06-07	111	31	13	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
07-08	123	37	19	13	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	204
08-09	105	46	26	18	5	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
09-10	84	39	22	13	7	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170
10-11	76	34	19	11	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
11-12	94	48	29	9	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	192
12-13	115	39	38	15	8	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222
13-14	123	61	43	23	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262
14-15	111	53	38	18	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234
15-16	105	44	34	15	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	212
16-17	101	37	31	14	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195
17-18	110	66	43	19	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249
18-19	126	78	48	25	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	286
19-20	133	84	51	30	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307
20-21	124	77	56	32	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	298
21-22	109	54	42	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	226
22-23	93	32	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
23-24	81	32	30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
<b>TOTAL</b>	<b>2259</b>	<b>962</b>	<b>678</b>	<b>336</b>	<b>105</b>	<b>76</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4420</b>	

### ESTUDIO DE TRÁFICO - CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA	2   +1.360km hasta +2.186km	
SENTIDO	Av. Anchoqueta	Av. Universitaria
UBICACIÓN	Avenida Brasil	
	O ←	→ E

DIA Y FECHA	Sábado	9	9	17
-------------	--------	---	---	----

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER					TRAYLER			TOTAL							
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3								
00-01	75	27	21	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
01-02	58	9	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
02-03	39	7	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
03-04	30	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
04-05	58	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
05-06	83	17	9	6	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
06-07	114	31	13	10	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	178
07-08	121	37	19	13	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202
08-09	105	46	26	18	5	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207
09-10	84	39	22	13	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170
10-11	75	35	19	11	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152
11-12	94	48	26	9	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	189
12-13	115	39	38	15	8	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
13-14	123	61	43	24	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	263
14-15	111	53	38	18	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	234
15-16	105	44	34	15	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	213
16-17	101	37	31	14	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	195
17-18	110	66	43	19	8	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	252
18-19	124	78	48	25	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	284
19-20	133	84	51	30	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	307
20-21	123	77	59	32	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302
21-22	109	54	46	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	230
22-23	93	32	39	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180
23-24	85	35	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160
<b>TOTAL</b>	<b>2268</b>	<b>968</b>	<b>682</b>	<b>339</b>	<b>108</b>	<b>78</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4450</b>	





## PANEL FOTOGRÁFICO













































PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones

Viceministerio  
de Transportes

Dirección General  
de Caminos y  
Ferrocarriles



## MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES



Edición Mayo de 2016



## 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 74 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 4,760 mm (Nº 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 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
3/4"	19,000
5/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

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
3/4"	19,000
5/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

- 4.2.3 Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- 4.2.4 Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
- 5.2 Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado.
- 5.3 El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
  - 5.3.1 Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla 1:

Tabla 1

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

- 5.3.2 El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,76<sup>o</sup> mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos.
- 5.4 En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), pueden calcularse de acuerdo con el numeral 4.1.1.
- 5.4.1 Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

## 6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 ANÁLISIS POR MEDIO DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ DE 4,760 mm (Nº 4).
  - 6.1.1 Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:



TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	9,500
Nº 4	4,760

O los que sean necesarios dependiendo del tipo de muestra, o de las especificaciones para el material que se ensaya.

- 6.1.2 En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual.

- 6.1.3 Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %.

## 6.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA FRACCION FINA

- 6.2.1 El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida.

- 6.2.2 Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco.

- 6.2.3 Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda.

- 6.2.4 Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009.

- 6.2.5 Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera.

- 6.2.6 La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.7 Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200).

- 6.2.8 Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 g.

- 6.2.9 Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.

- 6.2.10 Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.

- 6.2.11 Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.



6.2.12 Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C y se pesa.

6.2.13 Se tamiza en seco siguiendo el procedimiento indicado en las secciones [6.1.2](#) y [6.1.3](#).

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

7.1.1 Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4):

7.1.1.1 Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).

7.1.1.2 Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera.

7.1.1.3 Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100.

7.1.2 Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

7.1.2.1 Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.2 Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

7.1.2.3 Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

7.1.2.4 Porcentaje de humedad higroscópica. La humedad higroscópica es como la pérdida de peso de una muestra secada al aire cuando se seca posteriormente al horno, expresada como un porcentaje del peso de la muestra secada al horno. Se determina de la manera siguiente:

$$\% \text{ Humedad Higroscópica} = \frac{W - W_1}{W_1} \times 100$$

Donde:

- W = Peso de suelo secado al aire  
W<sub>1</sub> = Peso de suelo secado en el horno

### 7.2 INFORME

7.2.1 El informe deberá incluir lo siguiente:

- El tamaño máximo de las partículas contenidas en la muestra.
- Los porcentajes retenidos y los que pasan, para cada uno de los tamices utilizados.
- Toda información que se juzgue de interés.

Los resultados se presentarán: (1) en forma tabulada, o (2) en forma gráfica, siendo esta última forma la indicada cada vez que el análisis comprende un ensayo completo de sedimentación.

Las pequeñas diferencias resultantes en el empate de las curvas obtenidas por tamizado y por sedimentación, respectivamente, se corregirán en forma gráfica.

- 7.2.2 Los siguientes errores posibles producirán determinaciones imprecisas en un análisis granulométrico por tamizado.
- a) Aglomeraciones de partículas que no han sido completamente disgregadas. Si el material contiene partículas finas plásticas, la muestra debe ser disgregada antes del tamizado.
  - b) Tamices sobrecargados. Este es el error más común y más serio asociado con el análisis por tamizado y tenderá a indicar que el material ensayado es más grueso de lo que en realidad es. Para evitar eso, las muestras muy grandes deben ser tamizadas en varias porciones y las porciones retenidas en cada tamiz se juntarán luego para realizar la pesada.
  - c) Los tamices han sido agitados por un período demasiado corto o con movimientos horizontales o rotacionales inadecuados. Los tamices deben agitarse de manera que las partículas sean expuestas a las aberturas del tamiz con varias orientaciones y así tengan mayor oportunidad de pasar a través de él.
  - d) La malla de los tamices está rota o deformada; los tamices deben ser frecuentemente inspeccionados para asegurar que no tienen aberturas más grandes que la especificada.
  - e) Pérdidas de material al sacar el retenido de cada tamiz.
  - f) Errores en las pesadas y en los cálculos.



## 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 cierra 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 psi).

- 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, compactibilidad, 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 índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm 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.

- 4.1.5 Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ " ) de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- 4.1.6 Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- 4.1.7 Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- 4.1.8 Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.

## 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"- 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

## 4.3 INSUMOS

- 4.3.1 Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz  $425 \mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### Multipunto

- 6.1 Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra.



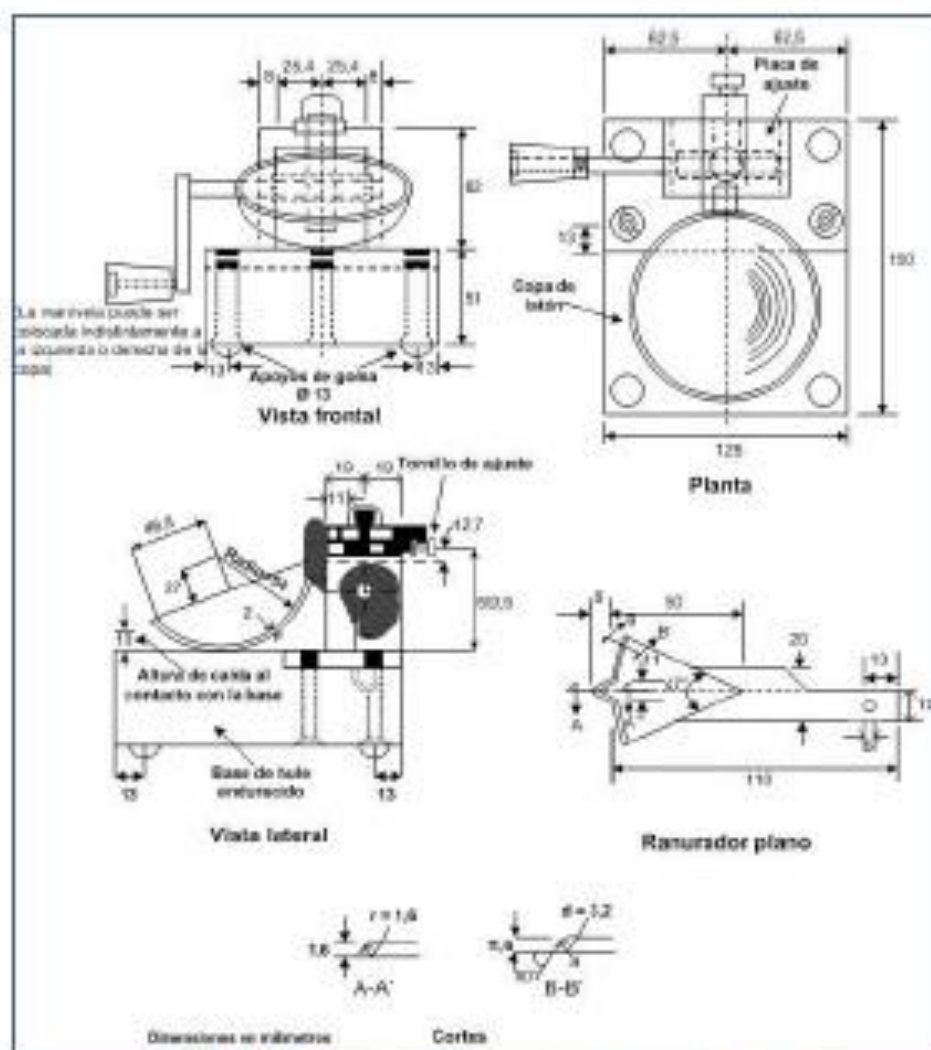


Figura 1: Aparato manual para límite líquido



- 6.1 Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura.
- 6.2 Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg).
- Nota1.** Se recomienda el uso de una regla graduada para verificar que la ranura se cerró en 13 mm (1/2 pulg).
- 6.3 Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con

la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir de 6.1 a 6.3 a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

- 6.4 Registrar el número de golpes,  $N$ , necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo.
- 6.5 Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba.
- 6.6 Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir de 6.1 a 6.6 para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes.
- 6.7 Determinar el contenido de humedad,  $W^*$ , del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción.

#### Un punto

- 6.8 El ensayo se efectúa en la misma

### 7.0 CALCULOS

#### (Multipunto)

- 7.1 Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W^*$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.
- 7.2 Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

#### (Un punto)

- 7.3 Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = kW^n$$

Donde:

- |       |   |  |
|-------|---|--|
| $N$   | = | Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad, |
| $W^n$ | = | Contenido de humedad del suelo,  |
| $K$   | = | factor dado en la tabla A.1  |



Tabla A -1

N (Numero de golpes)	K (Factor para limite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Tabla 1

Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Líquido	0,8	2,4
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Líquido	3,5	9,9

## 8.0 PRECISION Y DISPERSION

### 8.1 PRECISION

8.1.1 El criterio para aceptar la aceptación de los resultados de los ensayos de límite líquido obtenido por este método de ensayo.

### 8.2 DISPERSION

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.

**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 con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plástico de un suelo pueden utilizar 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 2µm 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 426 µm (Nº 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 426 mm (Nº 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 MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado



en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

- 6.1 Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros.
- 6.2 Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmorone aproximadamente con dicho diámetro.

El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

- 6.3 Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108.
- 6.4 Se repite, con la otra mitad de la masa, el proceso indicado en 6.1, 6.2 y 6.3.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre los dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para los dos resultados listados en la tabla 1 para la precisión de un operador.

Tabla 1  
Tabla de estimados de precisión.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
<b>Precisión de un operador simple</b>		
Límite Plástico	0,9	2,6
<b>Precisión Multilaboratorio</b>		
Límite Plástico	3,7	10,6

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

### 7.2 CALCULOS DE INDICE DE PLASTICIDAD

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

- L.L. = Límite Líquido  
 L.P. = Límite Plástico  
 L.L. y L.P., son números enteros

- Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).
- Así mismo, cuando el límite plástico resulte igual o mayor que el límite líquido, el índice de plasticidad se informará como NP (no plástico).

## **8.0 PRECISION Y DISPERSION**

### **8.1 PRECISION**

8.1.1 El criterio para juzgar la aceptabilidad de los resultados de los ensayos de Límite Plástico obtenidos por este método de ensayo se da en la Tabla N° 1.

### **8.2 DISPERSION**

8.2.1 Exactitud: No existe un valor de referencia aceptable para este método de ensayo; la exactitud no puede ser determinada.



**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-lbf/pie<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-lbf/pie<sup>2</sup>)).

**Nota 1.** Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o 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 METODO "A"**

- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)

- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa 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 METODO "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).



2.3.2.6 Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método C.

### 2.3.3 METODO "C"

2.3.3.1 Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro.

2.3.3.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.3 Número de Capas: 5

2.3.3.4 Golpes por Capa: 56

2.3.3.5 Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm (¾ pulg).

2.3.3.6 El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

**Nota 4.** Los resultados tienden a variar ligeramente cuando el material es ensayado con el mismo esfuerzo de compactación en moldes de diferentes tamaños.

2.4 Si el espécimen de prueba contiene más de 5% en peso de un tamaño (fracción gruesa) y el material no será incluido en la prueba se deben hacer correcciones al Peso Unitario y Contenido de Agua del espécimen de ensayo ó la densidad de campo apropiada usando el método de ensayo ASTM D 4718.

2.5 Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).

2.6 Los valores de las unidades del SI son reconocidos como estándar. Los valores establecidos por las unidades de pulgadas-libras son proporcionados sólo como información.

2.6.1 En la profesión de Ingeniería es práctica común, usar indistintamente unidades que representan Masa y Fuerza, a menos que se realicen cálculos dinámicos ( $F = M \cdot a$ ). Esto implícitamente combina dos sistemas de diferentes Unidades, que son el Sistema Absoluto y el Sistema Gravimétrico. Científicamente, no se desea combinar el uso de dos sistemas diferentes en uno estándar. Este método de prueba se ha hecho usando unidades libra-pulgada (Sistema Gravimétrico) donde la libra (lbf) representa a la Unidad de Fuerza. El uso de libra-masa (lb. m) es por conveniencia de unidades y no intenta establecer que su uso es científicamente correcto. Las conversiones son dadas en el Sistema Internacional (SI) de acuerdo al ensayo ASTM E 380. El uso de balanzas que registran libra-masa (lbm) ó registran la densidad en  $\text{lbm}/\text{pie}^3$  no se debe considerar como si no concordase con esta norma.

2.7 Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

2.8 El suelo utilizado como relleno en Ingeniería (terraplenes, rellenos de cimentación, bases para caminos) se compacta a un estado denso para obtener propiedades satisfactorias de Ingeniería tales como: resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad ó permeabilidad. También los suelos de cimentaciones son a menudo compactados para mejorar sus propiedades de Ingeniería. Los ensayos de Compactación en Laboratorio proporcionan las bases para determinar el porcentaje de compactación y contenido de agua que se necesitan para obtener las propiedades de Ingeniería requeridas, y para el control de la construcción para asegurar la obtención de la compactación requerida y los contenidos de agua.

2.9 Durante el diseño de los rellenos de Ingeniería, se utilizan los ensayos de corte consolidación permeabilidad u otros ensayos que requieren la preparación de especímenes de ensayo compactado a algún contenido de agua para algún Peso Unitario. Es práctica común, primero determinar el óptimo contenido de humedad ( $w_o$ ) y el Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{d\text{máx}}$ ) mediante un ensayo de



compactación. Los especímenes de compactación a un contenido de agua seleccionado ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ) y a un Peso Unitario seco seleccionado relativo a un porcentaje del Peso Unitario Seco máximo ( $\gamma_{\text{úmáx}}$ ). La selección del contenido de agua ( $w$ ), sea del lado húmedo o seco del óptimo ( $w_o$ ) ó al óptimo ( $w_o$ ), y el Peso Unitario Seco ( $\gamma_{\text{úmáx}}$ ) se debe basar en experiencias pasadas, o se deberá investigar una serie de valores para determinar el porcentaje necesario de compactación.

### 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

- 3.1.1 NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m<sup>2</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)).
- 3.1.2 ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m<sup>2</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)).

### 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES

#### 4.1 EQUIPOS

- 4.1.1 Ensamblaje del Molde.- Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en 4.1.1.1 ó 4.1.1.2 de este ensayo y Figuras 1 y 2. Las paredes del molde deberán ser sólidas, partidas o ahusadas. El tipo "partido" deberá tener dos medias secciones circulares, o una sección de tubo dividido a lo largo de un elemento que se pueda cerrar en forma segura formando un cilindro que reúna los requisitos de esta sección. El tipo "ahusado" debe tener un diámetro interno tipo tapa que sea uniforme y no mida más de 16,7 mm/m (0,200 pulg/pie) de la altura del molde. Cada molde tiene un plato base y un collar de extensión ensamblado, ambos de metal rígido y contruidos de modo que puedan adherir de forma segura y fácil de desmoldar. El ensamblaje collar de extensión debe tener una altura que sobrepase la parte más alta del molde por lo menos 50,8 mm (2,0 pulg) con una sección superior que sobrepasa para formar un tubo con una sección cilíndrica recta de por lo menos 19,0 mm (0,75 pulg), por debajo de ésta.

El collar de extensión debe de alinearse con el interior del molde, la parte inferior del plato base y del área central ahuecada que acepta el molde cilíndrico debe ser plana.

- 4.1.1.1 Molde de 4 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 101,6 ± 0,4 mm (4,000 ± 0,016 pulg) de diámetro interior, una altura de 116,4 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 944 ± 14 cm<sup>3</sup> (0,0333 ± 0,0005 pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrado en la Fig. 1.
- 4.1.1.2 Molde de 6 pulgadas.- Un molde que tenga en promedio 152,4 ± 0,7 mm (6,000 ± 0,026 pulg) de diámetro interior, una altura de: 116,4 ± 0,5mm (4,584 ± 0,018 pulg) y un volumen de 2 124 ± 25 cm<sup>3</sup> (0,075 ± 0,0009 pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas es mostrando en Fig. 2.
- 4.1.2 Pisón ó Martillo.- Un pisón operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de 457,2 ± 1,6 mm (18 ± 0,05 pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será 4,54 ± 0,01 kg (10 ± 0,02 lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de 50,80 ± 0,13 mm (2,000 ± 0,005 pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los 50,800 ± 0,25 mm (2,000 ± 0,01 pulg).

**Nota 5.** Es práctica común y aceptable en el Sistema de libras-pulgadas asumir que la masa del pisón es igual a su masa determinada utilizado sea una balanza en kilogramos ó libras, y una libra-fuerza es igual a 1 libra-masa ó 0,4536 kg ó 1N es igual a 0,2248 libras-masa ó 0,1020 kg.

- 4.1.2.1 Pisón Manual.- El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm



( $\frac{3}{16} \pm \frac{1}{16}$  pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía.

- 4.1.2.2 Pisón Mecánico Circular.- El pisón puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber  $2,5 \pm 0,8$  mm ( $0,10 \pm 0,03$  pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación.
- 4.1.2.3 Pisón Mecánico.- Cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a  $73,7 \pm 0,5$ mm ( $2,90 \pm 0,02$  pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen.
- 4.1.3 Extractor de Muestras (opcional).- Puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde.
- 4.1.4 Balanza.- Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- 4.1.5 Horno de Secado.- Con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C a través de la cámara de secado.

## 4.2 MATERIALES

- 4.2.1 Regla.- Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,1$  mm ( $\pm 0,005$  pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm ( $\frac{1}{8}$  pulg).
- 4.2.2 Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11.
- 4.2.3 Herramientas de Mezcla.- Diversas herramientas tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua.

## 5.0 MUESTRA

- 5.1 La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente.
- 5.2 Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19.0mm ( $\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

### 6.1 PREPARACION DE APARATOS

- 6.1.1 Seleccionar el molde de compactación apropiado de acuerdo con el Método (A, B ó C) a ser usado. Determinar y anotar su masa con aproximación a 1 gramo. Ensamblar el molde, base y collar de extensión. Chequear el alineamiento de la pared interior del molde y collar de extensión del molde. Ajustar si es necesario.
- 6.1.2 Revise que el ensamblado del pisón esté en buenas condiciones de trabajo y que sus partes no estén flojas ó gastado. Realizar cualquier ajuste ó reparación necesaria. Si los ajustes ó reparaciones son hechos, el martillo deberá volver a ser calibrado.



- 6.1.3 Calibración de los siguientes aparatos antes del uso inicial, después de reparaciones u otros casos que puedan afectar los resultados del ensayo, en intervalos no mayores que 1 000 muestras ensayadas o anualmente, cualquiera que ocurra primero; para los siguientes aparatos.
- Balanza.- Evaluar de acuerdo con especificaciones ASTM D 4753 (Especificaciones, Evaluación, Selección y Elección de Balanzas y Escalas para uso muestras de suelos y rocas.)
  - Moldes.- Determinar el volumen como se describe en Anexo A1.
  - Pisón Manual.- Verifique la distancia de caída libre, masa del pisón y la cara del pisón de acuerdo con 4.1.2 de este ensayo. Verificar los requisitos de la guía de acuerdo con 4.1.2.1 de este ensayo.
  - Pisón Mecánico.- Calibre y ajuste el pisón mecánico de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D 2168 (Calibración de Pisón Mecánico de Compactación de Suelos en Laboratorio) Además, el espacio libre entre el pisón y la superficie interior del molde debe verificarse de acuerdo a 4.1.2.2 de este ensayo.

## 6.2 PREPARACION DEL ENSAYO

### 6.2.1 SUELOS

- 6.2.1.1 No vuelva a usar el suelo que ha sido compactado previamente en Laboratorio.
- 6.2.1.2 Utilice el método de preparación húmedo y cuando se ensaye con suelos que contienen hallosita hidratada o donde la experiencia con determinados suelos indica que los resultados pueden ser alterados por el secado al aire, (ver 6.2.2 de este ensayo).
- 6.2.1.3 Preparar los especímenes del suelo para el ensayo de acuerdo al párrafo 6.2.2 (de preferencia) o con 6.2.3 de este ensayo.

### 6.2.2 METODO DE PREPARACION HUMEDA (PREFERIBLE)

- 6.2.2.1 Sin secado previo de la muestra, pásela a través del tamiz 4,75mm (Nº 4); 9,5mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg), dependiendo del Método a ser usado (A, B ó C). Determine el contenido de agua del suelo procesado.
- 6.2.2.2 Prepare mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes con contenidos de agua de modo que éstos tengan un contenido de agua lo más cercano al óptimo estimado. Un espécimen que tiene un contenido de humedad cercano al óptimo deberá ser preparado primero, añadiendo al cálculo agua y mezcla (ver Nota 6). Seleccionar los contenidos de agua para el resto de los especímenes de tal forma que resulten por lo menos dos especímenes húmedos y dos secos de acuerdo al contenido óptimo de agua, que varíen alrededor del 2%. Como mínimo es necesario dos contenidos de agua en el lado seco y húmedo del óptimo para definir exactamente la curva de compactación del peso seco unitario (ver 7.1.1 de este ensayo). Algunos suelos con muy alto óptimo contenido de agua ó una curva de compactación relativamente plana requieren grandes incrementos de contenido de agua para obtener un Peso Unitario Seco Máximo bien definido. Los incrementos de contenido de agua no deberán excederán de 4%.

**Nota 6.** Con la práctica es posible juzgar visualmente un punto cercano al óptimo contenido de agua. Generalmente, el suelo en un óptimo contenido de agua puede ser comprimido y quedar así cuando la presión manual cesa, pero se quebrará en dos secciones cuando es doblada. En contenidos de agua del lado seco del óptimo, los suelos tienden a desintegrarse; del lado húmedo del óptimo, se mantienen unidos en una masa cohesiva pegajosa. El óptimo contenido de humedad frecuentemente es ligeramente menor que el límite plástico.

- 6.2.2.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado en cada espécimen que se compacta empleando el Métodos A ó B; ó 5,9 kg (13 lbm) cuando se emplee el Método C. Para obtener los contenidos de agua del espécimen que se indica en 6.2.2.2 de este ensayo, añada o remueva las cantidades requeridas de agua de la siguiente manera: Añada poco a poco el agua al suelo durante la mezcla; para sacar el agua, deje que el suelo se seque en el aire a una temperatura de ambiente o en un aparato de secado de modo que la temperatura de la muestra no exceda de 60°C (140°F).



Mezclar el suelo continuamente durante el proceso de secado para mantener la distribución del contenido de agua en todas partes y luego colóquelo aparte en un contenedor con tapa y ubíquelo de acuerdo con la Tabla N°1 antes de la compactación. Para seleccionar un tiempo de espera, el suelo debe ser clasificado o seleccionado mediante el método de ensayo NTP 339.134, la práctica ASTM D 2488 o mediante datos de otras muestras del mismo material de origen. Para ensayos de determinación, la clasificación deberá ser por Método de ensayo NTP 339.134 (ASTM D 2487)

### 6.2.3 METODO DE PREPARACION EN SECO

6.2.3.1 Si la muestra está demasiado húmeda, reducir el contenido de agua por secado al aire hasta que el material sea friable. El secado puede ser al aire o por el uso de un aparato de secado tal que la temperatura de la muestra no exceda de 60 °C. Disgregar por completo los grumos de tal forma de evitar quebrar las partículas individuales. Pasar el material por el tamiz apropiado: 4,75 mm (N°4); 9,5 mm (¾ pulg) ó 19,0 mm (¾ pulg). Durante la preparación del material granular que pasa la malla ¾ pulg para la compactación en el molde de 6 pulgadas, disgregar o separar los agregados lo suficientemente para que pasen el tamiz 9,5 mm (¾ pulg) de manera de facilitar la distribución de agua a través del suelo en el mezclado posterior.

6.2.3.2 Preparar mínimo cuatro (preferiblemente cinco) especímenes de acuerdo con 6.2.2.2.

6.2.3.3 Usar aproximadamente 2,3 kg (5 lbm) del suelo tamizado para cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el Método A, B ó 5,9 kg (13 libras) cuando se emplee el Método C. Añadir las cantidades requeridas de agua para que los contenidos de agua de los especímenes tengan los valores descritos en 6.2.2.2 de este ensayo. Seguir la preparación del espécimen por el procedimiento especificado en 6.2.2.3 de este ensayo para los suelos secos ó adicionar agua en el suelo y el curado de cada espécimen de prueba.

6.2.4 Compactación.- Después del curado, si se requiere, cada espécimen se compactará de la siguiente manera:

6.2.4.1 Determinar y anotar la masa del molde ó molde y el plato de base.

6.2.4.2 Ensamble y asegure el molde y el collar al plato base. El molde se apoyará sobre un cimiento uniforme y rígido, como la proporcionada por un cilindro o cubo de concreto con una masa no menor de 91 kg (200 lbm). Asegurar el plato base a un cimiento rígido. El método de unión al cimiento rígido deberá permitir un desmolde fácil del molde ensamblado, el collar y el plato base después que se concluya la compactación.

6.2.4.3 Compactar el espécimen en cinco capas. Después de la compactación, cada capa deberá tener aproximadamente el mismo espesor. Antes de la compactación, colocar el suelo suelto dentro del molde y extenderlo en una capa de espesor uniforme. Suavemente apisonar el suelo antes de la compactación hasta que este no esté en estado suelto o esponjoso, usando el pisón manual de compactación o un cilindro de 5 mm (2 pulg) de diámetro. Posteriormente a la compactación de cada uno de las cuatro primeras capas, cualquier suelo adyacente a las paredes del molde que no han sido compactado o extendido cerca de la superficie compactada será recortada. El suelo recortado puede ser incluido con el suelo adicional para la próxima capa. Un cuchillo ú otro aparato disponible puede ser usado. La cantidad total de suelo usado será tal que la quinta capa compactada se extenderá ligeramente dentro del collar, pero no excederá 6 mm (1/4 pulg) de la parte superior del molde. Si la quinta capa se extiende en más de 6 mm (1/4 pulg) de la parte superior del molde, el espécimen será descartado. El espécimen será descartado cuando el último golpe del pisón para la quinta capa resulta por debajo de la parte superior del molde de compactación.

6.2.4.4 Compactar cada capa con 25 golpes para el molde de 101,6 mm (4 pulg) ó 56 golpes para el molde de 152,4 mm (6 pulgadas).

**Nota 7.** Cuando los especímenes de compactación se humedecen más que el contenido de agua óptimo, pueden producirse superficies compactadas irregulares y se requerirá del juicio del operador para la altura promedio del espécimen.



- 6.2.4.5 Al operar el pisón manual del pisón, se debe tener cuidado de evitar la elevación de la guía mientras el pisón sube. Mantener la guía firmemente y dentro de 5° de la vertical. Aplicar los golpes en una relación uniforme de aproximadamente 25 golpes/minuto y de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen.
- 6.2.4.6 Después de la compactación de la última capa, remover el collar y plato base del molde, excepto como se especifica en 6.2.4.7 de este ensayo. El cuchillo debe usarse para ajustar o arreglar el suelo adyacente al collar, soltando el suelo del collar y removiendo sin permitir el desgarro del suelo bajo la parte superior del molde.
- 6.2.4.7 Cuidadosamente enrasar el espécimen compactado, por medio de una regla recta a través de la parte superior e inferior del molde para formar una superficie plana en la parte superior e inferior del molde. Un corte inicial en el espécimen en la parte superior del molde con un cuchillo puede prevenir la caída del suelo por debajo de la parte superior del molde. Rellenar cualquier hoyo de la superficie, con suelo no usado o cortado del espécimen, presionar con los dedos y vuelva a raspar con la regla recta a través de la parte superior e inferior del molde. Repetir las operaciones anteriores en la parte inferior del espécimen cuando se halla determinado el volumen del molde sin el plato base. Para suelos muy húmedos o muy secos, se perderá suelo o agua si el plato base se remueve. Para estas situaciones, dejar el plato base fijo al molde. Cuando se deja unido el plato base, el volumen del molde deberá calibrarse con el plato base unido al molde o a un plato de plástico o de vidrio como se especifica en el anexo A1 (A.1.4.1 de este ensayo).
- 6.2.4.8 Determine y registre la masa del espécimen y molde con aproximación al gramo. Cuando se deja unido el plato base al molde, determine y anote la masa del espécimen, molde y plato de base con aproximación al gramo.
- 6.2.4.9 Remueva el material del molde. Obtener un espécimen para determinar el contenido de agua utilizando todo el espécimen (se refiere este método) o una porción representativa. Cuando se utiliza todo el espécimen, quíbrelo para facilitar el secado. De otra manera se puede obtener una porción cortando axialmente por el centro del espécimen compactado y removiendo 500 g del material de los lados cortados. Obtener el contenido de humedad de acuerdo al Método ensayo NTP 339.127.

## 7.0 CALCULOS E INFORME

### 7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Calcule el Peso Unitario Seco y Contenido de Agua para cada espécimen compactado como se explica en 7.1.3 y 7.1.4 de este ensayo, plotee los valores y dibuje la curva de compactación como una curva suave a través de los puntos (ver ejemplo, Fig. 3). Plotee el Peso Unitario Seco con aproximación  $0,2 \text{ kN/m}^2$  ( $0,1 \text{ lbf/pie}^2$ ) y contenido de agua aproximado a 0,1%. En base a la curva de compactación, determine el Óptimo Contenido de Agua y el Peso Unitario Seco Máximo. Si más de 5% en peso del material sobredimensionado (tamaño mayor) fue removido de la muestra, calcular el Peso unitario seco máximo y óptimo contenido de Humedad corregido del material total usando la Norma ASTM D 4718. Esta corrección debe realizarse en el espécimen de ensayo de densidad de campo, más que al espécimen de ensayo de laboratorio.
- 7.1.2 Plotear la curva de saturación al 100%. Los valores de contenido de agua para la condición de 100% de saturación puede ser calculadas como se explica en 7.1.5 de este ensayo (ver ejemplo, Fig. 3).

**Nota 8.** La curva de saturación al 100% es una ayuda al diseñar la curva de compactación. Para suelos que contienen más de 10% de finos a contenidos de agua que superan el óptimo, las dos curvas generalmente llegan a ser aproximadamente paralelas con el lado húmedo de la curva de compactación entre 92 á 95% de saturación. Teóricamente, la curva de compactación no puede ser ploteada o trazarse a la derecha de la curva de 100% de saturación. Si esto ocurre, hay un error en la gravedad específica, en las mediciones, en los cálculos, en procedimientos de ensayo o en el ploteo.



**Nota 9.** La curva de 100% de saturación se denomina algunas veces como curva de relación de vacíos cero o la curva de saturación completa.

7.1.3 Contenido de Agua,  $w$ .- Calcular de acuerdo con Método de Ensayo NTP 339.127.

7.1.4 Peso Unitario Seco.- Calcular la densidad húmeda (ecuación 1), la densidad seca (ecuación 2) y luego el Peso Unitario Seco (ecuación 3) como sigue:

$$\rho_m = 1000 \times \frac{(M_t - M_{md})}{V} \quad (1)$$

Donde:

- $\rho_m$  = Densidad Húmeda del espécimen compactado ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $M_t$  = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)
- $M_{md}$  = Masa del molde de compactación (kg)
- $V$  = Volumen del molde de compactación ( $\text{m}^3$ ) (Ver Anexo A1)

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{w}{100}} \quad (2)$$

Donde:

- $\rho_d$  = Densidad seca del espécimen compactado ( $\text{Mg/m}^3$ )
- $w$  = contenido de agua (%)

$$\begin{aligned} \gamma_d &= 62,43 \rho_d \text{ en } \text{ lbf/ pie}^3 & (3) \\ \gamma_d &= 9,807 \rho_d \text{ en } \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Donde:

- $\gamma_d$  = peso unitario seco del espécimen compactado.

7.1.5 En el cálculo de los puntos para el ploteo de la curva de 100% de saturación o curva de relación de vacíos cero del peso unitario seco, seleccione los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación como sigue:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} \times 100 \quad (4)$$

Donde:

- $W_{sat}$  = Contenido de agua para una saturación completa (%).
- $\gamma_w$  = Peso unitario del agua  $9,807\text{kN/m}^3$  ó  $(62,43 \text{ lbf/ pie}^3)$ .
- $\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo.
- $G_s$  = Gravedad específica del suelo.

**Nota 10.** La gravedad específica puede ser calculada para los especímenes de prueba en base de datos de ensayos de otras muestras de la misma clasificación de suelo y origen. De otro modo sería necesario el ensayo de Gravedad Específica NTP 339.131.

## 7.2 INFORME

7.2.1 Reportar la siguiente información:

7.2.1.1 Procedimiento usado (A, B o C).

7.2.1.2 Método usado para la preparación (húmedo ó seco).

7.2.1.3 El contenido de agua recibida, si se determinó.

7.2.1.4 El óptimo Contenido de Agua Modificado, con aproximación al 0,5 %.

- 7.2.1.5 El Peso Unitario Seco Máximo, con aproximación a 0,5 lbf/pie<sup>3</sup>.
- 7.2.1.6 Descripción del Pisón (Manual ó Mecánico).
- 7.2.1.7 Datos del tamizado del suelo para la determinación del procedimiento (A, B ó C) empleado.
- 7.2.1.8 Descripción o Clasificación del material usado en la prueba (ASTM D 2488, NTP 339.134).
- 7.2.1.9 Gravedad Específica y Método de Determinación.
- 7.2.1.10 Origen del material usado en el ensayo, por ejemplo, proyecto, lugar, profundidad, etc.
- 7.2.1.11 Ploteo de la Curva de Compactación mostrando los puntos de compactación utilizados para establecerla y la curva de compactación y la curva de 100% saturación, el punto de Peso Unitario Seco Máximo y Optimo Contenido de Agua.
- 7.2.1.12 El dato de Corrección por Fracción Sobredimensionada si es usado, incluyendo la fracción sobredimensionada (Fracción Gruesa), P<sub>c</sub> en %.

## **8.0 PRECISION Y DISPERSION**

- 8.1 PRECISION.- Todos los datos están siendo evaluados para determinar la precisión de este método de ensayo. Además los datos pertinentes están siendo solicitados por los usuarios de este método de ensayo.
- 8.2 CONFIABILIDAD.- No es posible obtener la información sobre la confiabilidad porque no existe otros métodos de determinación de valores de máximo Peso Unitario Seco Modificada y Optimo Contenido de Humedad.



**ANEXO**  
**(INFORMACION OBLIGATORIA)**

**A1. VOLUMEN DEL MOLDE DE COMPACTACION**

**A1.1. OBJETIVO**

A1.1.1. Este anexo describe el procedimiento para la determinación del volumen del molde de compactación.

A1.1.2. El volumen es determinado por un método de llenado con agua y chequeado con un método de medición lineal.

**A1.2. APARATOS**

A1.2.1. En adición a los aparatos listados en la sección 4, los siguientes ítems son requeridos:

A1.2.1.1 Vernier o Dial Calibrado, graduado en un rango de 0 a 150 mm (0 a 6 pulg) y sensibilidad de 0,02 mm (0,001 pulg).

A1.2.1.2 Micrómetro Interior, graduado en un rango de 50 a 300 mm (2 a 12 pulg) y aproximación de lectura a 0,02 mm (0,001 pulg).

A1.2.1.3 Platos de Plástico ó Vidrio, Dos platos de vidrio o plástico de de espesor 200 mm<sup>2</sup> por 6 mm (8 pulg<sup>2</sup> por 1/4 pulg).

A1.2.1.4 Termómetro, de un rango de 0 - 50 °C, con graduaciones cada 0,5 °C, de acuerdo a las Especificaciones ASTM E 1.

A1.2.1.5 Llave de cierre engrasada o sellador similar.

A1.2.1.6 Equipo diverso; jeringa de pera, secadores, etc.

**A1.3. PRECAUCIONES**

A1.3.1. Desarrollar este procedimiento en un área aislada de corrientes de aire y fluctuaciones extremas de temperatura.

**A1.4. PROCEDIMIENTO**

A1.4.1. Método de Llenado de agua:

A1.4.1.1 Engrasar ligeramente la base del molde de compactación y colocarlo en uno de los platos de plástico ó vidrio. Engrasar ligeramente la parte superior del molde. Tener cuidado de no engrasar el interior del molde. Si es necesario usar el plato base, como se anota en 6.2.4.7 de este ensayo., colocar al molde engrasado en el plato base y asegurar con los tornillos sujetadores.

A1.4.1.2 Determinar la masa del molde engrasado y platos de vidrio o plástico con aproximación al 1 g (0,01 lb-m).

A1.4.1.3 Colocar el molde y la base del plato en una superficie nivelada, firme y llenar el molde con agua ligeramente hasta los bordes.

A1.4.1.4 Deslizar el segundo plato sobre el borde superior del molde de tal manera que el molde quede completamente lleno de agua y sin burbujas de aire atrapadas. Añadir o quitar agua si es necesario, con la jeringa bombilla.

A1.4.1.5 Secar completamente cualquier exceso de agua del exterior del molde y platos.

A1.4.1.6 Determinar el peso del molde, platos y agua y registrar con aproximación a 1 g (0,01 lb-m).

A1.4.1.7 Determinar la temperatura del agua en el molde con aproximación 1 °C y registrar. Determinar la densidad absoluta del agua según la Tabla A1.1.

A1.4.1.8 Calcular el peso del agua en el molde restando el peso determinado en A1.4.1.2. del registrado en A1.4.1.6.

- A1.4.1.9 Calcular el volumen de agua dividiendo el peso del agua por la densidad de agua y registrar con aproximación a 1 cm<sup>3</sup> (0,0001 pie<sup>3</sup>).
- A1.4.1.10 Cuando el plato de base es usado para la calibración del volumen del molde repetir los pasos A1.4.1.3 al A1.4.1.9.
- A1.4.2 Método de Mediciones Lineales:
- A1.4.2.1 Usando el vernier calibrador o el micrómetro interior, medir el diámetro del molde seis veces la parte superior del molde y seis veces en la parte inferior del molde, espaciando proporcionalmente cada una de las seis mediciones alrededor de la circunferencia del molde. Registrar valores con aproximación a 0,02 mm (0,001 pulgadas).
- A1.4.2.2 Usando el vernier calibrador, medir la altura interior del molde realizando tres medidas igualmente espaciados alrededor de la circunferencia del molde. Registrar los valores con aproximación 0,02 mm (0,001 pulgadas).
- A1.4.2.3 Calcular el promedio del diámetro de la parte superior del molde, promedio del diámetro de la parte inferior del molde y la altura.
- A1.4.2.4 Calcular el volumen del molde y registrar con aproximación a 1 cm<sup>3</sup> (0,0001 pie<sup>3</sup>) utilizando la ecuación A1a (para pulgadas-libra) ó A1b (para SI):

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(1728)} \quad (\text{A.1.a})$$

$$V = \frac{(\pi)(h)(d_t + d_b)^2}{(16)(10)^3} \quad (\text{A.1.b})$$

Donde:

- V = Volumen de molde, cm<sup>3</sup>, (pie<sup>3</sup>)  
 H = Promedio de altura, mm, (pulg).  
 dt = Promedio de diámetro de la parte superior, mm (pulg)  
 db = Promedio de diámetro de la parte inferior, mm (pulg)  
 1/1728 = Constante para convertir pulg<sup>3</sup> a pie<sup>3</sup>  
 1/103 = Constante para convertir mm<sup>3</sup> a cm<sup>3</sup>

- A1.5. Comparación de Resultados
- A1.5.1 El volumen obtenido por otro método debe estar dentro de los requisitos de tolerancia de 4.1.1.1. y 4.1.1.2.
- A1.5.2 La diferencia entre los dos métodos no debe ser mayor que 0,5 % del volumen nominal del molde.
- A1.5.3 Repetir la determinación de volumen si estos criterios no concuerdan.
- A1.5.4 La falla en la obtención de un acuerdo satisfactorio entre los dos métodos incluso después de varias tentativas, es una indicación que el molde se encuentra muy deformado y debe ser reemplazado.
- A1.5.5 Emplear el volumen del molde determinado, con el método de llenado en agua, como el valor de volumen asignado para cálculo de humedad y densidad seca (ver 7.1.4).

**Tabla 1**  
**Tiempo de permanencia requerido para saturación de especímenes**

Clasificación	Tiempo de permanencia mínimo en horas
GW, GP, SW, SP	No se requiere
GM, SM	3
Todos los demás suelos	16



**Tabla 2**  
**Equivalencia métricas para las figuras N° 1 y 2**

Pulgadas	milímetros
0,016	0,41
0,026	0,66
0,032	0,81
0,028	0,71
½	12,70
2 ½	63,50
2 ¾	66,70
4	101,60
4 ½	114,30
4,584	116,43
4 ¾	120,60
6	152,4
6 ½	165,10
6 ¾	168,30
6 ¾	171,40
8 ¼	208,60

pie <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
1/30 (0,0333)	943
0,0005	14
1/13,333 (0,0750)	2 124
0,0011	31

**Tabla A.1.1**  
**Densidad del Agua**

Temperatura °C (°F)	Densidad del Agua g/ml
18 (64,4)	0,99862
19 (66,2)	0,99843
20 (68,0)	0,99823
21 (69,8)	0,99802
22 (71,6)	0,99779
23 (73,4)	0,99756
24 (75,2)	0,99733
25 (77,0)	0,99707
26 (78,8)	0,99681

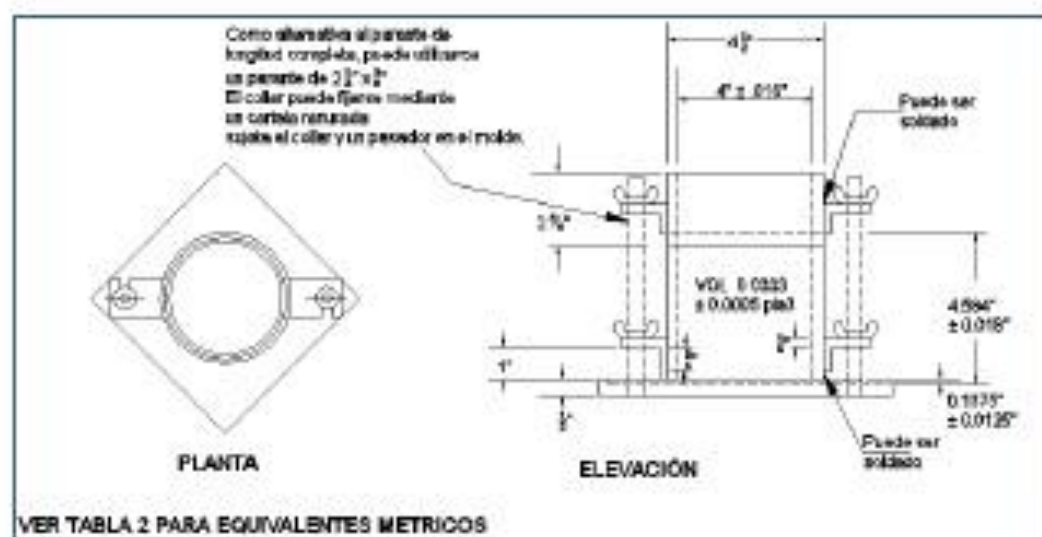


Figura 1: Molde cilíndrico de 4,0 pulg

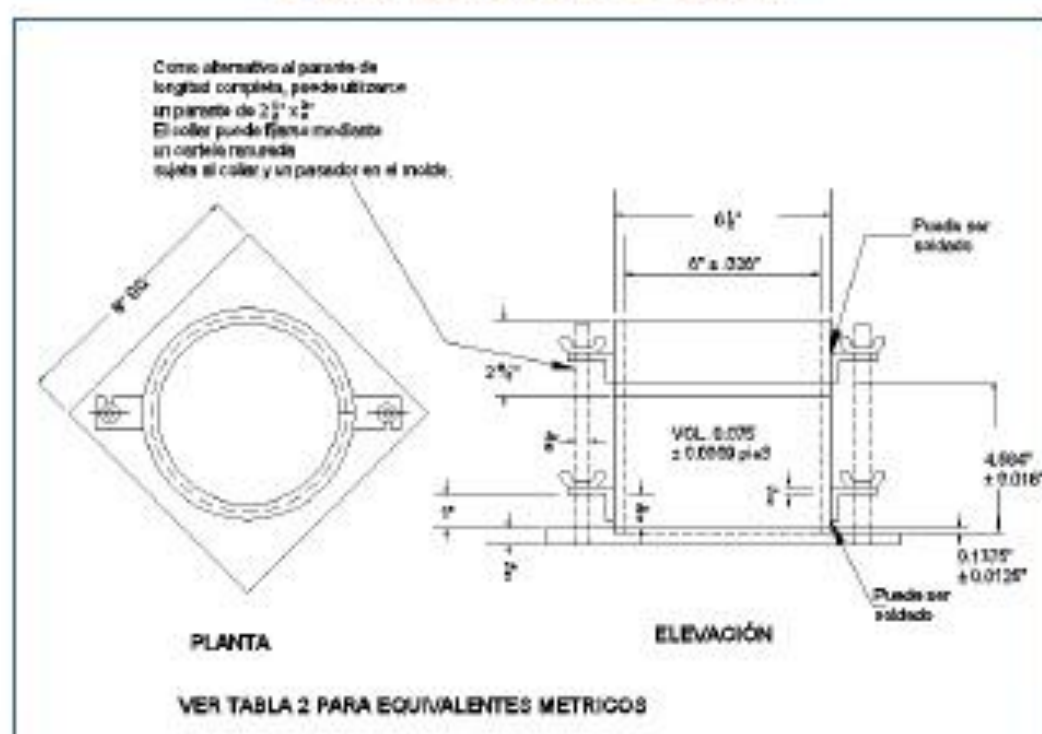


Figura 2: Molde cilíndrico de 6,0 pulg

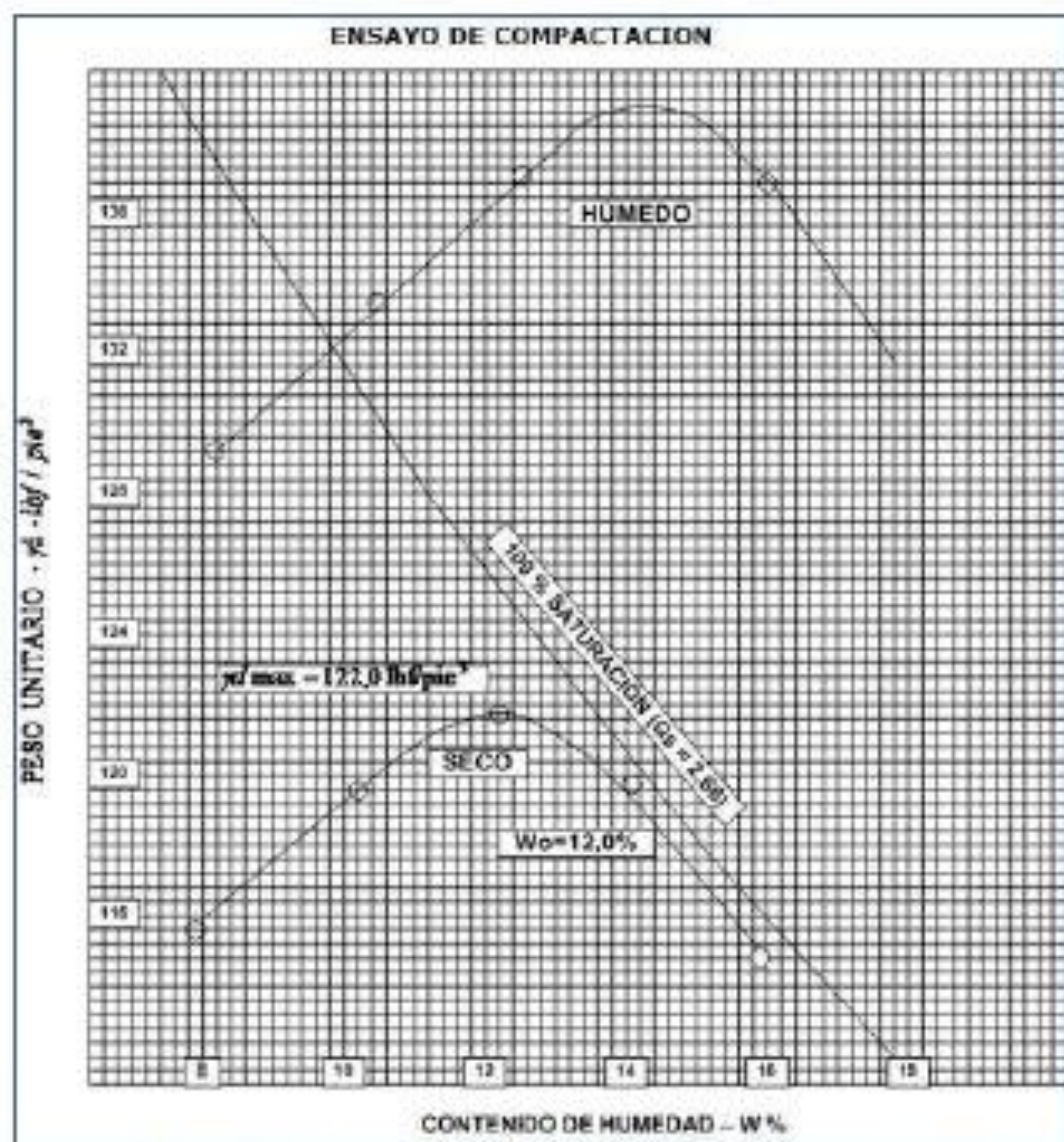


Figura 3. Ejemplo de Gráfico de Curva de Compactación



**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 FINALIDAD 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 4.1.7.

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 152,4 mm  $\pm$  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")

de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm (28 1/16") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde.

- 4.1.3 Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de  $61,37 \pm 0,127$  mm ( $2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- 4.1.4 Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).

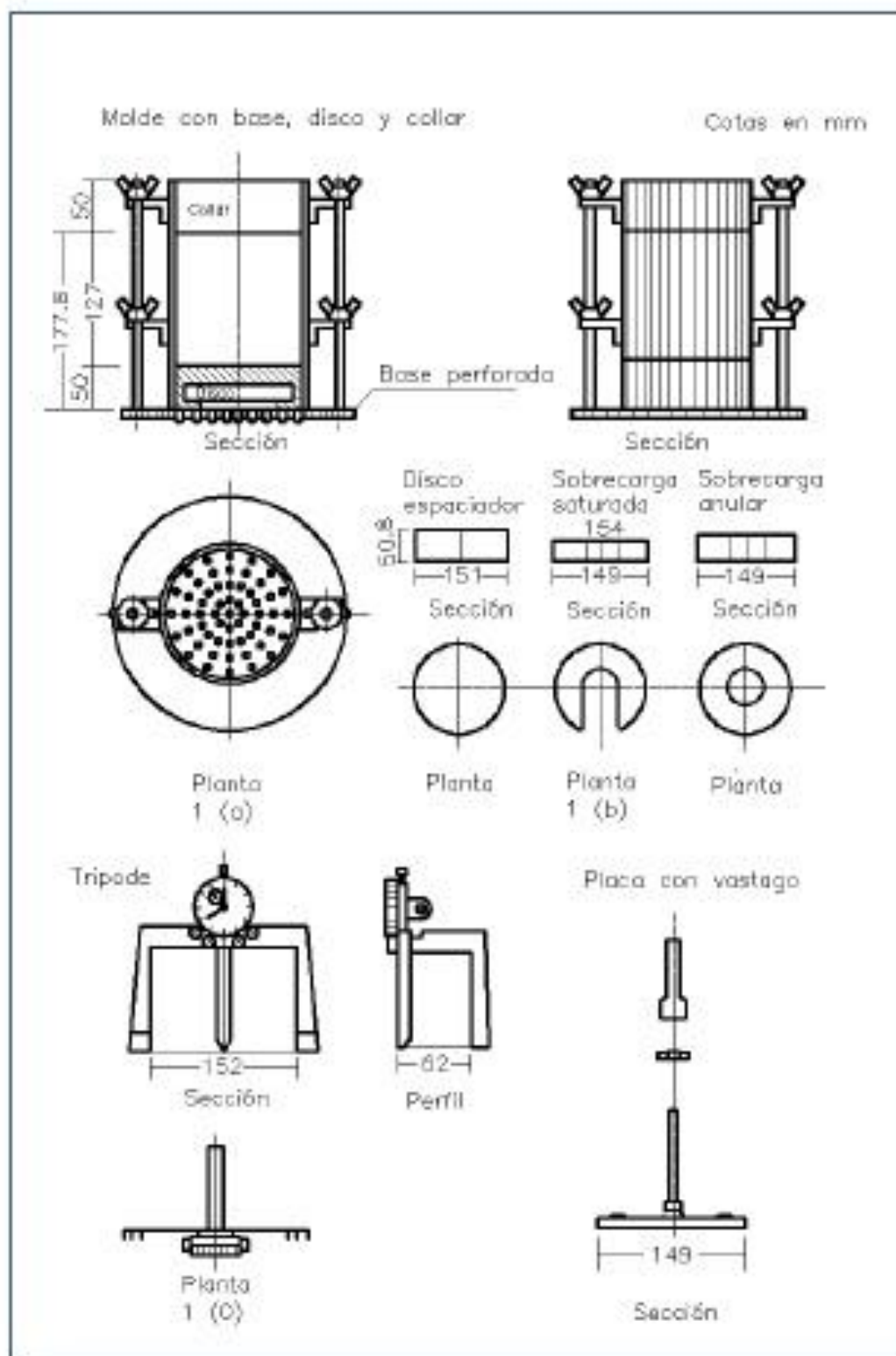


Figura 1.



#### 4.1.5 Aparato medidor de expansión compuesto por:

- Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura (Figura 1d).
- Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001") (véase Figura 1c).

4.1.6 Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de  $4,54 \pm 0,02$  kg y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2,27 \pm 0,02$  kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 5 7/8" a 5 15/16" (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de 2 1/8" aproximado (53,98 mm) de diámetro.

4.1.7 Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de  $49,63 \pm 0,13$  mm ( $1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de  $19,35$  cm<sup>2</sup> (3 pulg<sup>2</sup>) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4").

4.1.8 Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra.

4.1.9 Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.

4.1.10 Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C.

4.1.11 Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.

4.1.12 Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2").

4.1.13 Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc.

## 5.0 MUESTRA

5.1 La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") excepto por lo siguiente:

- Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4"), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

## 6.0 PROCEDIMIENTO

6.1 El procedimiento es tal que los valores de la relación de soporte se obtienen a partir de especímenes de ensayo que posean el mismo peso unitario y contenido de agua que se espera encontrar en el terreno. En general, la condición de humedad crítica (más desfavorable) se tiene cuando el material está saturado. Por esta razón, el método original del Cuerpo de Ingenieros de E.U.A. contempla el ensayo de los especímenes después de estar sumergidos en agua por un período de cuatro (4) días confinados en el molde con una sobrecarga igual al peso del pavimento que actuará sobre el material.

6.2 Preparación de la Muestra.- Se procede como se indica en las normas mencionadas (Relaciones de peso unitario-humedad en los suelos, con equipo estándar o modificado). Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19,1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19,1 mm (3/4") sea



superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19,1 mm (3/4") y de 4,75 mm (Nº4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la energía del Proctor Estándar, la del Proctor Modificado y una Energía Inferior al Proctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

- 6.3 Elaboración de especímenes. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Proctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas (véase Figura 2a). Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

**Nota 1.** En este procedimiento queda descrito cómo se obtiene el índice CBR para el suelo colocado en un solo molde, con una determinada humedad y densidad. Sin embargo, en cada caso, al ejecutar el ensayo deberá especificarse el número de moldes a ensayar, así como la Humedad y Peso Unitario a que habrán de compactarse.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100 y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo de acuerdo con la Norma MTC E 108. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

- 6.4 Inmersión. Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que



se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (véase Figura 2b).

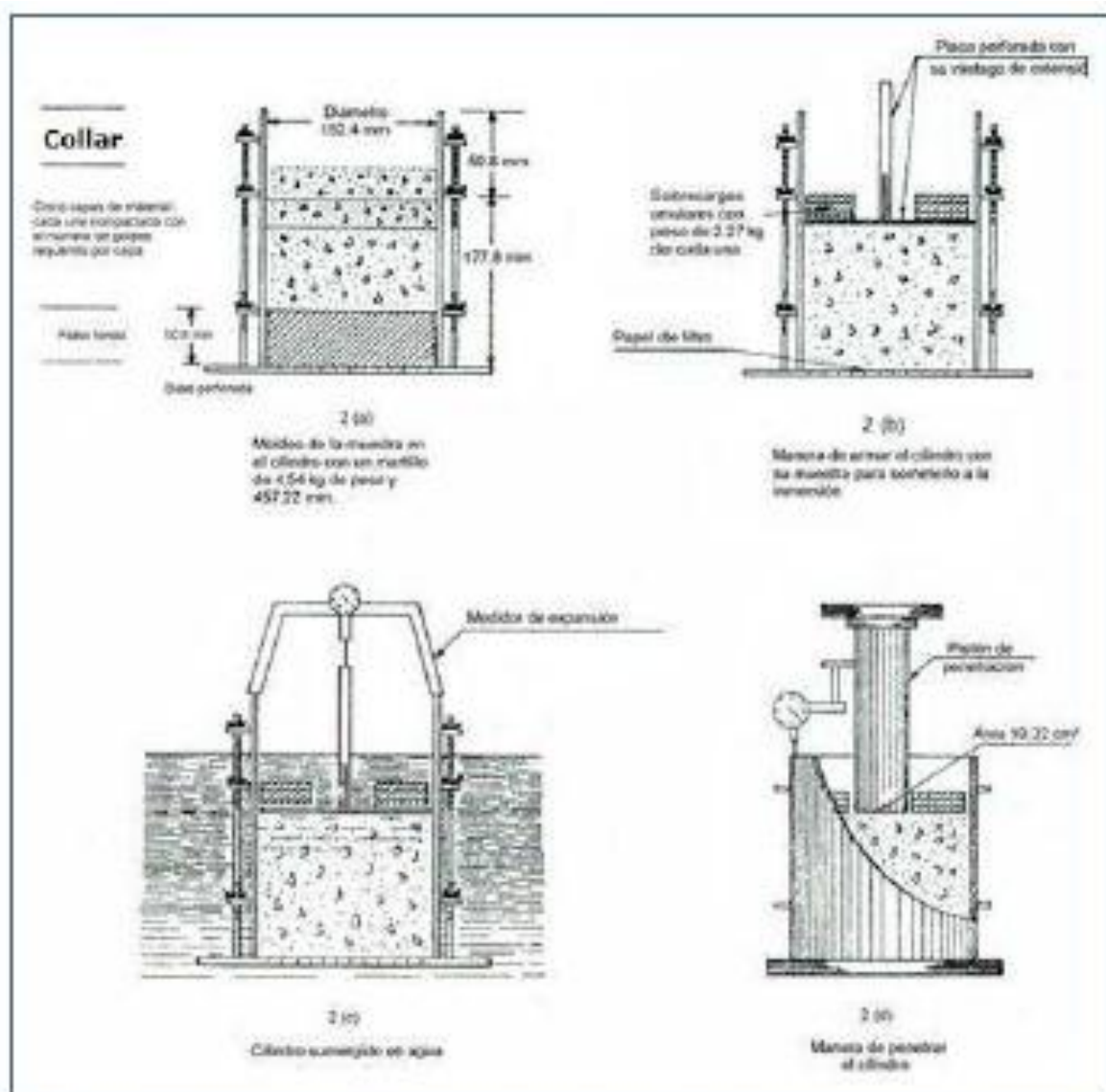
**Nota 2.** A falta de instrucciones concretas al respecto, se puede determinar el espesor de las capas que se han de construir por encima del suelo que se ensaya, bien por estimación o por algún método aproximado. Cada 15 cm (6") de espesor de estructura del pavimento corresponde aproximadamente a 4,54 kg de sobrecarga.

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados (véase Figura 2c).

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del período de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuando se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración.



**Figura 2: Determinación del valor de la relación de soporte en el laboratorio**

- 6.5 Penetración. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con  $\pm 2,27$  kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra. Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y añada el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los dials medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (véase Figura 2d). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:



## Penetración

Milímetros	Pulgadas
0,63	0,025
1,27	0,050
1,90	0,075
2,54	0,100
3,17	0,125
3,81	0,150
5,08	0,200
7,62	0,300
10,16	0,400
12,70	0,500

\* Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables.

Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

### 6.6 PROCEDIMIENTO PARA EL ENSAYO SOBRE MUESTRAS INALTERADAS

En el caso de muestras inalteradas se procede como sigue:

- Se trabajará en una calicata de aproximadamente 0,80 x 0,80 m.
- Se nivela la superficie y se coloca el molde en el centro del área de trabajo. El molde se le debe haber adicionado el anillo cortador.
- Posteriormente se excava suavemente alrededor del molde, presionándolo para que corte una delgada capa de suelo a su alrededor.
- Se clava el molde en el suelo poco a poco, con ayuda de herramientas apropiadas, hasta llenarlo, haciendo uso de la técnica para la toma de muestras inalteradas que se describe en la norma MTC E 112. Debe entenderse que por ningún motivo la muestra debe ser golpeada, tanto en el proceso de recuperación en el campo, como en su transporte y trabajo de laboratorio.
- Una vez lleno el molde, se parafinan sus caras planas y, cuidando de no golpearlo, se traslada al laboratorio. Cuando se vaya a efectuar el ensayo se quita la parafina de ambas caras y, con ayuda de la prensa y el disco espaciador o de un extractor de muestras, se deja un espacio vacío en el molde equivalente al del disco espaciador, enrasando el molde por el otro extremo. A continuación se procede como con las muestras preparadas en el laboratorio. La operación para dejar ese espacio vacío no es necesaria ( $7,0^{\circ} \pm 0,16^{\circ}$ ) si se utiliza un molde con 127 mm (5") de altura, en vez de los 177,8 mm, y se monta el collar antes de proceder al ensayo de penetración.

### 7.0 CALCULOS E INFORME

#### 7.1 CALCULOS

- 7.1.1 Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

- H = Humedad prefijada  
h = Humedad natural



- 7.1.2 Densidad o peso unitario. La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.
- 7.1.3 Agua absorbida. El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta (numerales 4.1.3 y 4.1.4); la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.
- Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.
- 7.1.4 Presión de penetración. Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva (véase Figura 3).
- 7.1.5 Expansión. La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 6.3. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansión} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Donde

$L_1$  = Lectura inicial en mm.

$L_2$  = Lectura final en mm.

- 7.1.6 Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	lb/plg <sup>2</sup>
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

- Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.
- De la curva corregida tórnense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (1000lb/plg<sup>2</sup>) y 10,3 MPa (1500 lb/plg<sup>2</sup>) respectivamente, y multiplíquese por 100. La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08 mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

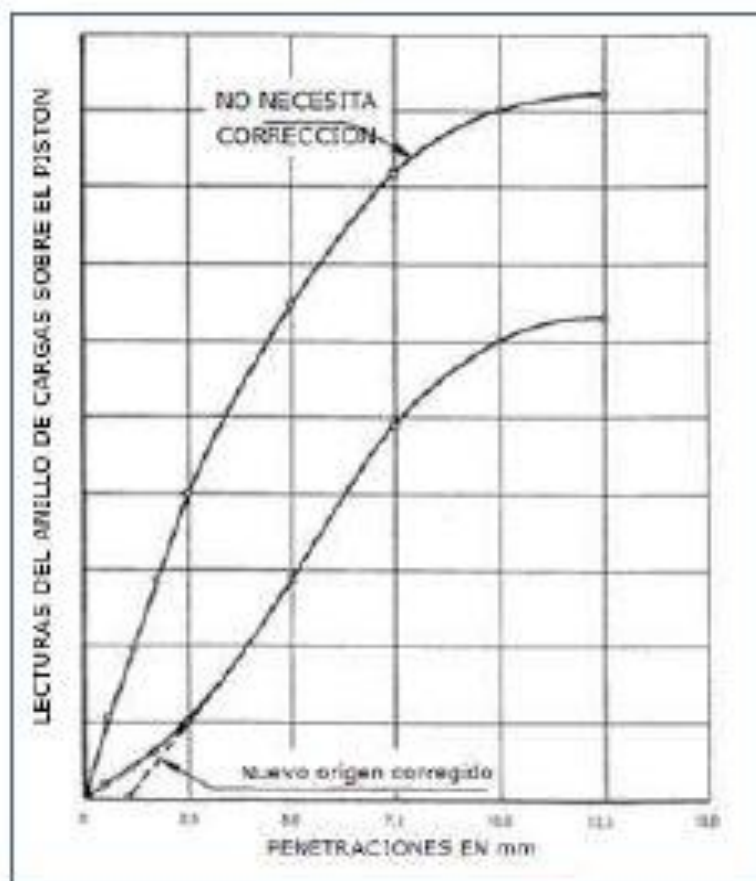


Figura 3: Curva para cálculo de índice de CBR


## 7.2 INFORME LECTURAS DEL ANILLO DE CARGAS SOBRE EL PISTON

Los datos y resultados de la prueba que deberán suministrarse son los siguientes:

- Método usado para la preparación y compactación de los especímenes.
- Descripción e identificación de la muestra ensayada.
- Humedad al fabricar el espécimen.
- Peso unitario.
- Sobrecarga de saturación y penetración.
- Expansión del espécimen.
- Humedad después de la saturación.
- Humedad óptima y densidad máxima determinados mediante la norma MTC E 115.
- Curva presión-penetración.
- Valor de relación de soporte (C.B.R.).



# DOCUMENTO DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:


Sherly Marbely Valdivia Tolentino.

ASESOR:

Mg. Segundo Moncada Salcedo.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Discho de Infraestructura Vial.



Resumen de coincidencias X

28 %

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	24 %
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
3	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
5	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
7	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 106    Número de palabras: 18405    Text-only Report    High Resolution    Activado



## 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, Mgtr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chimbote, revisor (a) de la tesis titulada "EVALUACION DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCION - ANCASH 2017", del (de la) estudiante VALDIVIA TOLENTINO, SHERLY MARBELY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28% 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, 06 de Diciembre del 2017



Mgtr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY

DNI:40711879

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

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE TESIS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA  
PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Valdivia Tolentino Sherly Marbely

D.N.I. : 72937473

Domicilio : Urb. 21 de Abril Mz B2 Lt3

Teléfono : Fijo : .....

Móvil :942494487

E-mail : svaldiviat@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Carrera : Ingeniería Civil

Título : Ingeniera Civil

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado : .....

Mención : .....

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Valdivia Tolentino Sherly Marbely

Título de la tesis:

Evaluación de las fallas del pavimento flexible en la Avenida Brasil del  
Distrito de Nuevo Chimbote - Propuesta de solución - Ancash 2017

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.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : .....

Fecha : 28/12/2018

FORMULARIO DE 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  
E.P. INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

SHERLY MARBELY VALDIVIA TOLENTINO

INFORME TÍTULADO:

EVALUACIÓN DE LAS FALLAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA AVENIDA BRASIL DEL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROPUESTA DE SOLUCIÓN - ANCASH 2017

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA EN INGENIERÍA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 28 de Diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: Quince (15)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN