

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA ESPECIALIZACIÓN EN
INGENIERÍA DE PAVIMENTOS**



**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL SEGMENTO VIAL UBICADO EN LA
CALLE 118 ENTRE CARRERA 18B Y 18C DE LA LOCALIDAD DE USAQUÉN
BARRIO SANTA BARBARA OCCIDENTAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

ADRIANA TERESA SIERRA ESPARZA

PROYECTO DE APLICACIÓN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

Director de trabajo de grado:

ING. JOSE LUIS MERCADO PÉREZ, MSC, ESP

Título profesional obtenido

ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS
BOGOTÁ D.C.**

2019

ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS



DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE DEL SEGMENTO VIAL UBICADO EN LA CALLE 118 ENTRE CARRERA 18B Y 18C DE LA LOCALIDAD DE USAQUÉN BARRIO SANTA BARBARA OCCIDENTAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

BOGOTÁ D.C. 2019

Nota de aceptación

Presidente de Jurados

Firma de Jurado

Firma Jurado

Bogotá, Junio del 2019

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	7
2. Generalidades	8
2.1 Planteamiento del problema	8
2.3 Justificación.....	8
2.4 Localización , tiempo y recursos.....	9
2.5 Objetivos	10
3. Marco teórico.....	11
3.1 Tránsito.....	11
3.1.1 Carga máxima legal.....	12
3.1.2 Número de ejes equivalentes.....	13
3.1.3 Factor direccional.....	14
3.1.4 Factor carril o k ₂	14
3.1.5 Tasa de crecimiento anual.....	15
3.1.6 Periodo de diseño (n).....	15
3.1.7 Factor camión.....	16
3.2 Caracterización de suelos	16
3.2.1 Características de los suelos	17
3.2.2 CBR	18
3.2.3 Modulo resiliente.....	18
3.2.4 Mejoramiento de la subrasante.....	20
3.3 Método AASHTO-93.....	21
4. Metodología.....	26
4.1 Tipo de estudio	26
4.2 Población.....	27
4.3 Recolección de información.....	27
4.3.1 Tránsito.....	27
4.3.2 Características del suelo	27
4.3.3 Análisis de estado de pavimento	27
4.4 Cálculo de ejes equivalentes	27
4.4.1 Proyección del tránsito	27
4.4.2 Determinación número de ejes de 8.2 Ton	28
4.5 Evaluación de estrategia de mejoramiento.....	29
4.6 Cálculo de estructura de pavimento	29

5. Resultados.....	31
5.1 Tránsito.....	31
5.2. Caracterizacion de la Subrasante.....	31
5.3.Mejoramiento de la subrasante.....	33
5.4.1 Subbase granular.....	34
5.4.2 Base granular.	2
5.4.3 Carpeta asfáltica.	3
5.4.4 Resultados software AASHTO 93.....	3
6. Conclusiones.....	5
7. Bibliografía.....	6
8. Anexos	7

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Localización del segmento vial	9
Figura 2: Clasificación de los vehículos de carga.....	12
Figura 3. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica	23
Figura 4. Coeficiente estructural de la base granular.....	23
Figura 5: . Coeficiente estructural de la subbase granular	24
Figura 6: Software AASTHO-93	30
Figura 7: Resultado coeficiente estructural y Modulo resiliente de la subbase	34
Figura 8: Resultado coeficiente estructural y Modulo resiliente de la base	2

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1:Distribución del tránsito en el carril de diseño	14
Tabla 2:Factor Carril.....	15
Tabla 3:Tasa de crecimiento para la localidad de Usaquén.	15
Tabla 4:Periodo de diseño.....	16
Tabla 5:Factor daño	16
Tabla 6:Serviciabilidad Final.....	25
Tabla 7:Calidad del drenaje	25
Tabla 8:Niveles de confiabilidad R recomendados	26
Tabla 9:Error normal combinado So.....	26
Tabla 10:Valores de Zr en función de la confiabilidad.....	28
Tabla 11:Factor daño	29
Tabla 12:Resultados número de ejes equivalentes.....	31
Tabla 13:Datos del perfil estatigrafico.....	31
Tabla 14:Resultados de limites y granulometria.....	32
Tabla 15:Resultados penetrometro de impacto.....	32
Tabla 16:Resultados CBR.....	33
Tabla 17:Resultados mejoramiento de la subrasante	34
Tabla 18:Parámetros de la Subbase granular	2
Tabla 19:Parámetros de la Base granular.....	3
Tabla 20:Parámetros de la Carpeta asfáltica	3
Tabla 21:Resultados software AASHTO 93.....	3
Tabla 22:Resultados de diseño.....	4

1. Introducción

La infraestructura vial de un país es muy importante para el crecimiento económico y social. Colombia ha tenido un aumento en la construcción de este, dando enfoque y desarrollo a las regiones, la malla vial de la ciudad o municipio es la base para el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios y habitantes a su alrededor.

Una de las empresas que se encarga de esta labor es la unidad administrativa especial de rehabilitación y mantenimiento vial, la cual se creó hace 100 años con el nombre de dirección de obras públicas municipales, la cual tiene como objetivo mantener y rehabilitar preventiva y correctivamente la malla vial local de Bogotá, también brindar apoyo interinstitucional atender situaciones imprevistas para garantizar una mejor movilidad.

Las intervenciones de mantenimiento están sujetas a patologías encontradas en el segmento vial que se evalúa, proponiendo como solución rehabilitaciones, cambios de carpeta, parcheo, sello de fisura; para las rehabilitaciones presentan los diseños con sus especificaciones y dimensiones basados en la normativa vigente.

Este documento presenta el planteamiento de un diseño realizado por la Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento vial (UAERMV), los datos que se utilizaran fueron suministrados por la entidad, dicha información son los ensayos de laboratorio de suelos y estudios de tránsito.

2. Generalidades

2.1 Planteamiento del problema

En el barrio santa bárbara occidental en la ciudad de Bogotá la infraestructura de la malla vial esta en pavimento flexible .Varios de los segmentos viales están en estado de deterioro debido a la falta de un pavimento adecuado; el segmento vial ubicado en la calle 118 entre la carrera 18 b y 18c se encuentra en mal estado, presenta diferentes mecanismos de deterioro como piel de cocodrilo producto de la fatiga de la capa de rodadura o bacheos cuya causa principal es el alcance del proceso de la fatiga del pavimento ocasionando pérdida de serviciabilidad llevando al pavimento a condiciones críticas , por debajo de las recomendadas por la AASTHO y el manual de vías la cual es un PSI final de 2 ; la situación se agrava cuando hay temporada invernal especialmente para los automotores, esto se debe a que se presentan empozamientos y no se visualizan los baches presentando accidentes y daños en el automotor , trancones afectando la productividad urbana.

2.2 Pregunta de investigación

¿Cómo diseñar la estructura de pavimentos de la calle 118 entre carrera 18b y 18c del barrio santa bárbara occidental ubicada en la localidad de Usaquén?

2.3 Justificación

Debido al constante crecimiento del distrito capital , es evidente la necesidad de efectuar el mejoramiento a la malla vial local construida de la ciudad, la fatiga de las carpetas asfálticas a las cuales no se les ha realizado actividades de mantenimiento y rehabilitación presentan gran cantidad de huecos , ondulaciones ,baches o terminación de la vida útil

En el año 2017 la alcaldía de Bogotá destino recursos para la unidad de mantenimiento vial, para el mejoramiento de la malla vial local de la ciudad de Bogotá cuyo enfoque es el mantenimiento rehabilitación y conservación contribuyendo al desarrollo y bienestar de la comunidad

La comunidad se ha visto afectada debido a los accidentes , empozamientos , los daños en los vehículos y congestión vehicular , al ser una vía que conecta a una vía principal a través de la subdirección técnica de mejoramiento de la malla vial local se priorizo el segmento a través del memorando 20181200035923 cuyo tipo de intervención es rehabilitación total.

2.4 Delimitaciones

La UPZ Santa Bárbara se localiza en el costado sur de la localidad de Usaquén, tiene una extensión de 458,7 hectáreas, que equivalen al 12,05% del total de área de las UPZ de esta localidad. Esta UPZ limita, al norte, con la Avenida Callejas o Avenida Calle 127; al oriente, con la Avenida Laureano Gómez o Avenida Carrera 9; al sur, con la Avenida Carlos Lleras Restrepo o Avenida Calle 100; y al occidente, con la Avenida Paseo de los Libertadores o Avenida Carrera 45.(CLRG-CC,2017)

El segmento de estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá en la localidad de Usaquén, en el barrio santa bárbara occidental en la calle 118 entre kr 18b y kr 18c cuyas dimensiones son de (66.66) de largo por (7,07) de ancho

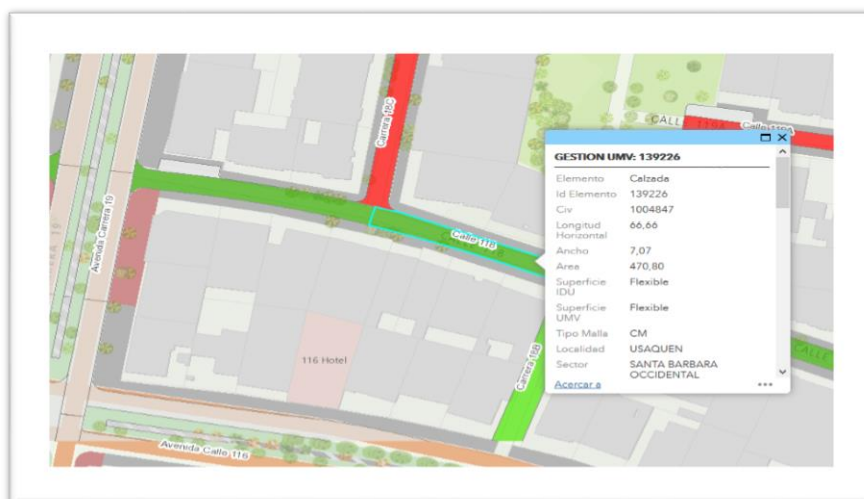


Figura 1: Localización del segmento vial

Fuente: SIGMA, (2019). Localización del segmento vial No. 1.004.847. [Figura] Recuperado de <https://uaermv.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=a185c2626794408f989b270c926ee90c>

Esta presenta circulación doble sentido en calzada occidente – oriente, oriente -occidente, sirve como acceso a residencias ubicadas en el sector y acceso a la avenida carrera 19, según el plan de manejo territorial es una zona residencial con alto aflujo de comercio.

El tiempo para la ejecución del diseño de pavimento flexible de la cl 118 entre kr 18b y kr 18c es de un semestre académico , los recursos como estudios de tránsito , como dinámico los genera la unidad de mantenimiento vial , para el diseño de la estructura se utiliza el programa AASHTO-93.

2.5 Objetivos

Objetivo general

Diseñar la estructura del pavimento de la calle 118 entre carrea 18b y 18c ubicada en la localidad de Usaquén en el barrio Santa Bárbara occidental según las características de la zona.

Objetivos específicos

- Identificar los parámetros utilizados por la unidad de mantenimiento vial como lo son estudios de tránsito y ensayos de penetrómetro dinámico para realizar el diseño del pavimento.
- Diseñar el pavimento flexible por el método AASTHO-93 , tomando como base los ensayos realizados por la unidad de mantenimiento vial

3. Marco teórico

3.1 Tránsito

La determinación de las cargas que afectan el pavimento se cimienta en el conteo y pesaje de los vehículos que circularan por el segmento vial. Montejo (2014) afirma:

Probablemente la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, pues si bien el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en su diseño geométrico, el número y el peso de los ejes de estos son factores determinantes en el diseño de la estructura del pavimento. (p.17)

La clasificación de los vehículos según ha designado el instituto nacional de vías y teniendo en cuenta la resolución 4100 del 28 de diciembre de 2014 para los vehículos que circulan en el país es:

A = Vehículos livianos

B = Buses

C = Camiones

Además, ha clasificado el tipo de vehículo de acuerdo con el número y disposición de sus ejes de la forma que se muestra en la figura 2.

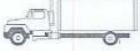









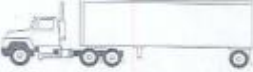

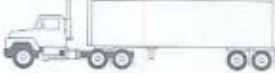



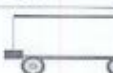


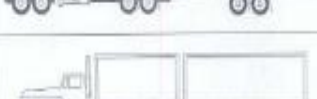




Designación	Configuración	Descripción	Designación	Configuración	Descripción
2		Camión de dos ejes. Camión Sencillo	4R4		Camión de cuatro ejes con remolque de cuatro ejes
3		Camión de tres ejes. Dobletrque	2B1		Camión de dos ejes con remolque balanceo de un eje
4		Camión de cuatro ejes	2B2		Camión de dos ejes con remolque balanceo de dos ejes
2S1		Tractocamión de dos ejes con semiremolque de un eje	2B3		Camión de dos ejes con remolque balanceo de tres ejes
2S3		Tractocamión de dos ejes con semiremolque de tres ejes	3B1		Camión de tres ejes. Dobletrque con remolque balanceo de un eje
3S1		Tractocamión de tres ejes con semiremolque de un eje	3B2		Camión de tres ejes. Dobletrque con remolque balanceo de dos ejes
3S2		Tractocamión de tres ejes con semiremolque de dos ejes	3B3		Camión de tres ejes. Dobletrque con remolque balanceo de tres ejes
3S3		Tractocamión de tres ejes con semiremolque de tres ejes	4B1		Camión de cuatro ejes con remolque balanceo de un eje
R2		Remolque de dos ejes	4B2		Camión de cuatro ejes con remolque balanceo de dos ejes
2 R2		Camión de dos ejes con remolque de dos ejes	4B3		Camión de cuatro ejes con remolque balanceo de cuatro ejes
2R3		Camión de dos ejes con remolque de tres ejes			
3 R2		Camión de tres ejes. Dobletrque con remolque de dos ejes			
3 R3		Camión de tres ejes. Dobletrque con remolque de tres ejes			
4 R2		Camión de cuatro ejes con remolque de dos ejes			

Figura 2: Clasificación de los vehículos de carga

Fuente : Ministerio de transporte, (2004), Designación para los vehículos de transporte de carga en el territorio nacional de acuerdo con la configuración de sus ejes, hoja No.2

3.1.1 Carga máxima legal.

El principal factor que permite asegurar la durabilidad y serviciabilidad del pavimento es el control del peso que tienen los vehículos según su configuración y distribución de ejes.

La diversidad en las características de los vehículos que circulan sobre un pavimento durante su vida de diseño trae como consecuencia un amplio espectro de cargas, con diferentes

espacios entre llantas y distintas presiones de inflado, lo que origina una amplia gama de esfuerzos y deformaciones aplicados a un determinado punto de la estructura. (Montejo, 2014, p.19)

Así las cosas la diversidad y falta de conocimiento de las condiciones de carga de los vehículos que circulan por las carreteras del territorio nacional plantea una seria dificultad en cuanto al conocimiento del daño producido por los vehículos, la determinación del daño producido por las diversas cargas por eje es muy complejo, por lo que la única fuente confiable es el “AASHO ROAD TEST” (Montenegro, 2014) cuyos resultados fueron adoptados por el instituto nacional de vías , la carga patrón tomada es un eje sencillo de 8,2 ton cuya elección se hizo por dos motivos principales. Montenegro (2014) afirma:

Porque el valor de esta carga era similar a la de 8 toneladas propuesta en la convención de Génova en 1949 y por qué dicha carga por eje fue normalizada como carga para diseño de pavimentos flexibles , por muchos países y entidades. (p.19)

3.1.2 Número de ejes equivalentes.

La variable transito es difícil de caracterizar y establecer ya que lo vehículos que circulan por una vía presentan diferentes velocidades de circulación, numero de llantas, magnitudes, configuración de ejes, es por esto que se caracteriza a través del número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas, para el cálculo de esta variable se puede utilizar la ecuación 1

$$N = TPD * \frac{k1}{100} * \frac{k2}{100} * 365 * \frac{(1+r)^n}{\ln(1+r)} * FC \quad \text{ecuacion 1}$$

El TPD se halla efectuando un conteo, durante una semana de todos vehículos que pasan por la carretera de estudio, por lo cual se deben tener en cuenta las variaciones que se presentan mensuales, es decir es necesario hacer una cuidadosa elección de la semana de aforo .El transito total se divide en los 7 días del conteo y de esta forma se obtiene el TPDS, el cual debe

discriminarse en vehículos livianos y comerciales, estos últimos son los que realmente se tiene en cuenta para el diseño de un pavimento.

3.1.3 Factor direccional.

El factor direccional es el factor que tiene en cuenta la distribución del tránsito en los carriles por el sentido de movimiento es decir en una calzada de un carril por sentido el factor direccional tendrá un valor de (0.5), para vías urbanas este factor depende del ancho del carril pues el INVIAS (2007) afirma:

Es preciso considerar las peculiaridades de las vías para las cuales se va a utilizar. Por ello, si la calzada va a tener menos de cinco (5) metros de ancho, se deberá considerar en el cálculo todo el tránsito esperado en los dos sentidos, pues salvo en el momento en que se crucen, los vehículos circularán centrados y tenderán a producir una sola zona de canalización. Si la calzada va a tener seis (6) metros o más, se considerará como tránsito de diseño la mitad del total, y si el ancho es igual o mayor de cinco (5) metros y menos de seis (6) metros, se tomará el 75% del total. (p.11)

Tabla 1: Distribución del tránsito en el carril de diseño

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5m	total en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5m y menor a 6m	3/4 del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor a 6 m	1/2 del total en los dos sentidos	0.50

3.1.4 Factor carril o k2.

Tiene en cuenta el porcentaje de vehículos que circulan por el carril de diseño de la vía se escoge por lo general el carril derecho ya que por allí es por donde se movilizan en teoría los vehículos pesados y circulan a menor velocidad, generando cargas más agresivas sobre el

pavimento.(Rondón y Reyes, 2015. p.523) como se muestra en la Tabla 1, en otros casos el ingeniero debe escoger con un criterio razonable el valor, los valores que se muestran para vías con carriles iguales o superiores a 3m de ancho.

Tabla 2:Factor Carril

Número de Carriles	Factor Carril
Un sentido	100%
2 (uno en cada dirección)	50%
4 (dos en cada dirección)	40% - 50%
6 (tres en cada dirección)	30% - 40%
8 (cuatro en cada dirección)	25% - 37,5%

Fuente: Rondón y reyes. (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogota.p.523

3.1.5 Tasa de crecimiento anual.

Para el cálculo de este parámetro se hace necesario tener en cuenta que al tránsito existente (aquel que presenta la vía antes de ser pavimentada) se le debe adicionar el transito atraído (volumen de transito que puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna) y el generado (volumen de transito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social de la zona aledaña a la nueva vía pavimentada , a la suma del tránsito atraído y generado se le denomina inducido. (Rondón y Reyes, 2015, p.523)

Tabla 3:Tasa de crecimiento para la localidad de Usaqué.

Tasa de crecimiento localidad de Usaqué	2,15%
--	-------

Fuente: Marrugo, 2018.Memorando de priorización.

3.1.6 Periodo de diseño (n).

El periodo de diseño es el tiempo que transcurre desde que la vía entra en servicio hasta que alcanza su índice de servicio final, este es el que experimenta el pavimento cuando ya debe ser rehabilitado

Tabla 4:Periodo de diseño

Período de diseño	Años
Flexible	10 años y 20 años
Rígido	20 años y 40 años

Fuente: Rondón y reyes. (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogota.p.524

3.1.7 Factor camión.

El factor camión es el número de aplicaciones de ejes sencillos con carga equivalente de 8,2 toneladas, correspondiente al paso de un vehículo comercial (bus o camión)

En nuestro medio son utilizadas tres metodologías para la obtención del factor camión: por conteo y pesaje de los vehículos comerciales, por el método MOPT-INGERROUTE y por el propuesto por el INVIAS

Tabla 5:Factor daño

Tipo de vehículo	Factor daño INVIAS (2007)
Automóvil	0
Bus	1
C2-P	1,01
C2G	2,72
C3-C4	3,72
C5	4,88
>C5	5,23

Fuente: Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías Subdirección de Apoyo Técnico.(2207), manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito,p.11

3.2 Caracterización de suelos

Es importante llevar a cabo una clasificación del suelo sobre el que se va a colocar la estructura del pavimento, con el fin de identificar la existencia de posibles problemas que puedan surgir en el futuro como lo son suelos expansivos, o ya sea para definir el

procedimiento adecuado para mejorar sus características (suelos limosos, arenosos, cohesivos, etc.). (Montejo, 2014, p.581)

3.2.1 Características de los suelos

A continuación, se muestran las características más importantes a tener en cuenta en la evaluación de los terrenos

Expansividad: Muchos terrenos varían su volumen ligeramente cuando aumenta o disminuye su humedad, este hinchamiento y retracción ocurre en el caso de las arcillas expansivas en las que pueden llegar a registrarse movimientos verticales del suelo de hasta 1 m entre épocas secas o húmedas (Montejo, 2014, p.582)

Por lo que del Anexo 1 este tipo de suelos serian materia arcillas con orgánica (OH), limos de alta plasticidad (MH), arcillas de alta plasticidad (CH)

Capacidad de soporte: Su determinación se puede realizar por medio de ensayos de resistencia a la compresión, ensayos triaxiales, ensayos de corte directo o ensayos con penetrómetro. Sin embargo, los ensayos más habituales para la caracterización mecánica de suelos y subrasante son el ensayo de CBR y el ensayo de prueba de placa (Montejo, 2014, p.582)

Es importante que al momento del ensayo el suelo este adecuadamente compactado ya que a mayor sea su densidad, mayor será su capacidad de soporte

Los criterios utilizados para realizar esta clasificación son la granulometría del suelo, los límites de Atterber (plasticidad) y el contenido de materia orgánica, otra posible clasificación de los suelos que se puede utilizar es la de la norma AASTHO la cual se presenta anexo 2

En Colombia este ensayo se ejecuta en laboratorio empleando triaxiales cíclicos sobre suelos inalterados o sobre materiales compactados siguiendo los lineamientos especificados por Invias (INV.E-156-13, AASHTO T 307-99)

3.2.2 CBR

En Colombia este ensayo se ejecuta siguiendo los lineamientos especificados por Invias (2013^a, INV.E-148-13) y basado en AASHTO 193-72. En el ensayo se determina como parámetro mecánico el CBR, el cual es utilizado ampliamente en el diseño de pavimentos flexibles (Rondón y Reyes, 2015, p.348)

El CBR mide de manera indirecta en el suelo una resistencia al corte (penetración), se recomienda su determinación directamente en campo sin embargo es un ensayo que pocos laboratorios ejecutan insitu, por lo que se hace es correlacionar el CBR con el índice de penetración (PDC)

En Colombia la ecuación remendada por Invias para dicha correlación es:

$$CBR = \frac{292}{PDC^{1.12}} \quad \text{ecuación 2}$$

Esta ecuación puede ser utilizada para todo tipo de suelos excepto para aquellos tipos CL (arcillas de baja plasticidad) con $CBR < 10\%$ y CH (arcillas de alta plasticidad) para ello se utilizan las siguientes ecuaciones

$$CBR = \frac{1}{(0.017019 * PDC)^2} \quad \text{para CL con } CBR < 10\% \quad \text{ecuación 3}$$

$$CBR = \frac{1}{0.002871 * PDC} \quad \text{para CH} \quad \text{ecuación 4}$$

El penetrómetro se ejecuta en campo sobre suelos inalterados o de materiales compactados siguiendo los lineamientos especificados por INVIA S INV.E-172-13 ASTM D 6951-09

3.2.3 Módulo resiliente

El módulo resiliente es un valor índice del pavimento que representa la propiedad en términos de esfuerzo vs deformación que presentara el suelo de fundación frente a una carga cíclica como lo es la acción de las ruedas de los camiones sobre el pavimento pero dicho

parámetro resulta complicado de medir pues requiere equipos especiales para someter la muestra a un estado de esfuerzo equiparable al estado inalterado y aplicar una serie de ciclos de carga, razón por la cual en la práctica se realizan correlaciones entre el parámetro de CBR y el módulo, sin embargo, Rondón y reyes (2015) afirman:

Cuando se utilizan las anteriores ecuaciones surgen múltiples incertidumbres. Una de ellas es que el ensayo de CBR es una medida empírica indirecta de la resistencia al corte y de la rigidez del material en condiciones no drenadas que se mide bajo una carga monotónica, y en un pavimento la carga es cíclica, por lo tanto, en el caso colombiano escoger arbitrariamente una ecuación empírica puede conducir a diseños de estructuras sub o sobredimensionadas. (p.357).

Así las cosas, es importante mencionar las recomendaciones para este caso, que realizan diferentes entidades americanas, sin embargo, es determinante la calibración de esta ecuación mediante la toma de ensayos directos como lo es el ensayo triaxial.

Correlación establecida por Heukelon y Klomp: Aplicable a suelos finos con CBR saturado menor a 10%

$$Mr(psi) = 1500 * CBR \quad \text{ecuación 5}$$

Correlación establecida por el instituto del asfalto

$$Mr(psi) = A + B * CBR \text{ Donde } A = \text{de } 772 \text{ a } 1155 \text{ y } B = \text{de } 369 \text{ a } 555 \quad \text{ecuación 6}$$

Para suelos finos con CBR saturado menor a 20%, recomienda

$$Mr(psi) = 1000 + 555 * CBR \quad \text{ecuación 7}$$

La expresión general en la guía AASTHO 2002.

$$Mr(psi) = 2555 * CBR^{0.65} \quad \text{ecuación 8}$$

3.2.4 Mejoramiento de la subrasante

Al detectar mediante el análisis de la granulometría y límites suelos con condiciones especiales, como potencial de expansión o susceptibilidad a cambios volumétricos se hace necesario la utilización de una estrategia de estabilización química como la cal o uso de cemento esto es debido a su disponibilidad en el mercado. Por otro lado a la presencia de materia orgánica como lo son turbas o zonas de disposición se encuentra una debilidad en cuanto a la capacidad de soporte del suelos pues por lo general cuentan con una condición muy pobre, lo que en principio no permitiría su utilización como suelo de fundación, y es por esto, que se hace necesario una alternativa de mejoramiento como lo es la estabilización mecánica de la subrasante, “cuando se diseña suelos, para logra con ellas unas determinadas propiedades deseables, la granulometría suele ser el requisito más relevante en la fracción gruesa, en tanto que la plasticidad lo es naturalmente en la fracción fina”(Montejo,2014,p.104).

Una de las alternativas más utilizadas a la hora de realizar estabilización mecánica de suelos con deficiencia en la capacidad de soporte es el uso del rajón o la reposición con material granular lo que se rige por las normas del INVIAS y el IDU.

El “rajón”, se encuentra constituido por material pétreo, de buena resistencia. Su tamaño máximo estará controlado por el valor menor que resulte entre los dos tercios ($2/3$) del espesor de la capa de mejoramiento o treinta centímetros (30 cm.), al cual se le debe colocar posteriormente un material de sello. (IDU, 2011, Sección 321-11)

Así pues, la metodología para el cálculo de la contribución del rajón al mejoramiento del módulo de la capa blanda comúnmente se realiza mediante la ecuación propuesta por Ivanov

$$E_{eq} = \frac{E_{SR}}{1 - \frac{2}{\pi} \left[1 - \frac{1}{n^{3.5}} \right] \tan^{-1} \left[n - \frac{h_{rajón}}{2a} \right]}$$

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_{rajón}}{E_{SR}}}$$

ecuación 9

a: Radio del área cargada (15.07 cm)

Hcapa: Espesor de la capa de rajón (cm)

Eeq: Módulo equivalente del sistema con rajón (kg/cm²)

Ecapa: Módulo del Rajón (kg/cm²) ESR: Módulo de la Subrasante (kg/cm²)

“El valor típico para el CBR de la capa de rajón utilizado para el diseño corresponde a 10%”.

(Ortega, 2014, p.12)

3.3 Método AASHTO-93

A partir de los resultados del AASHTO ROAD TEST, el comité de diseño de la AASHTO produjo en 1972 la “Guía provisional AASHTO para el diseño de pavimentos rígidos y flexibles”, la cual se basó, además, en los procedimientos de diseño existentes. (Montenegro, 2014, p.341)

Después de haber sido utilizado por algunos años, este fue ajustado dando origen a la versión de 1986, a la cual se incorporó nuevas consideraciones entre las que cabe mencionar la confiabilidad del diseño, los módulos de elasticidad de la subrasante y las capas de pavimento, los factores ambientales de temperatura y humedad, el drenaje, aspectos económicos, procedimientos de diseño para construcción por etapas y el conocimiento de los diseños de típico empírico.

El método AASHTO-1993 para el diseño de pavimentos flexibles, se basa primordialmente en identificar un “número estructural (SN)” para el pavimento, que hace referencia a la resistencia estructural de un pavimento requerido para una combinación de soporte del suelo (Mr), tránsito total (W18), de la serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales (Zuluaga y Salamanca, 2014). Para la determinación del número estructural el método se apoya en la siguiente ecuación

$$\log W_{18} = Z_r * S_0 + 9.36 \log (SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}} \right)} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

ecuación 10

W18 = número de aplicaciones de cargas de 80 KN

SN = número estructural

ZR = abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada

So = desvío estándar de las variables

ΔPSI = diferencia entre los índices de servicio inicial y terminal

MR = módulo resiliente de la subrasante

Las variables necesarias para emplear el método son:

- Subrasante : esta variable es caracterizada a través del módulo resiliente (Mr = 1500 CBR en psi)
- Tránsito (W18) : se caracteriza a través del número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas que circulan en el carril y en el periodo de diseño
- Propiedades mecánicas de los materiales: (Rondón y Reyes) dicen que “el parámetro por el cual se caracterizan los materiales es el módulo resiliente en psi. sin embargo, para el diseño y dimensionamiento del espesor de las capas del pavimento estos parámetros son traducidos a coeficientes estructurales a, estos coeficientes miden la

capacidad relativa de una unidad de espesor de una determinada capa para funcionar como componente estructural del pavimento” Estos parámetros se determinan a través de la figura 3 donde se muestran los coeficientes estructurales a_1 , a_2 , a_3 .

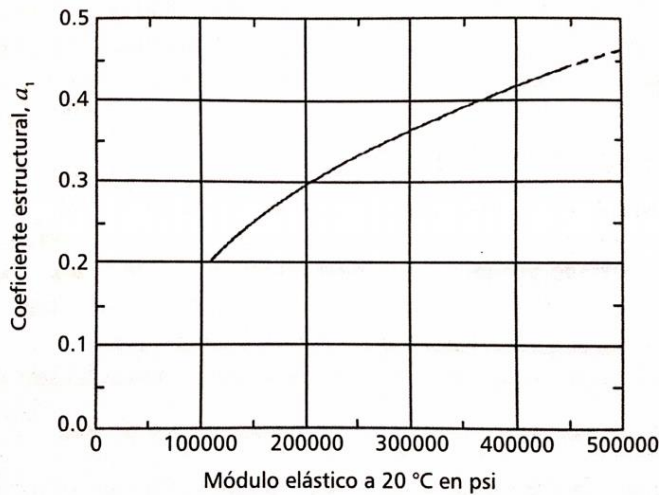


Figura 3. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica

Fuente: Rondón y Reyes, (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogotá, p542-543.

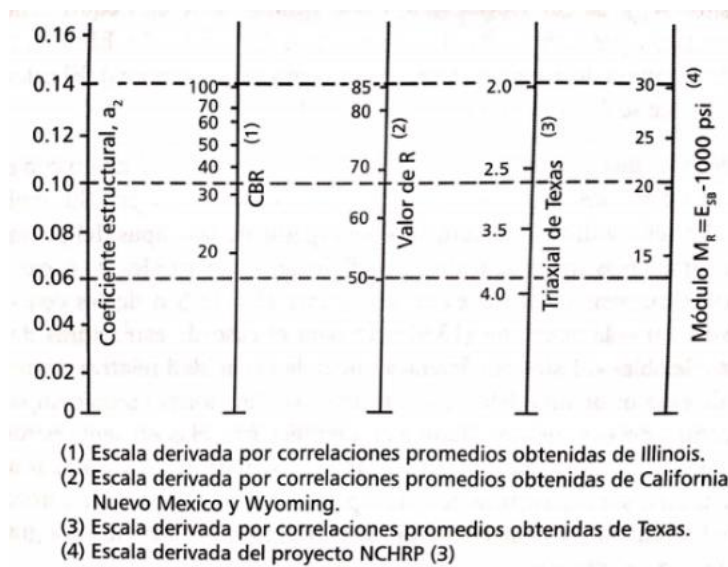


Figura 4. Coeficiente estructural de la base granular

Fuente: Rondón y Reyes, (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogotá, p542-543.

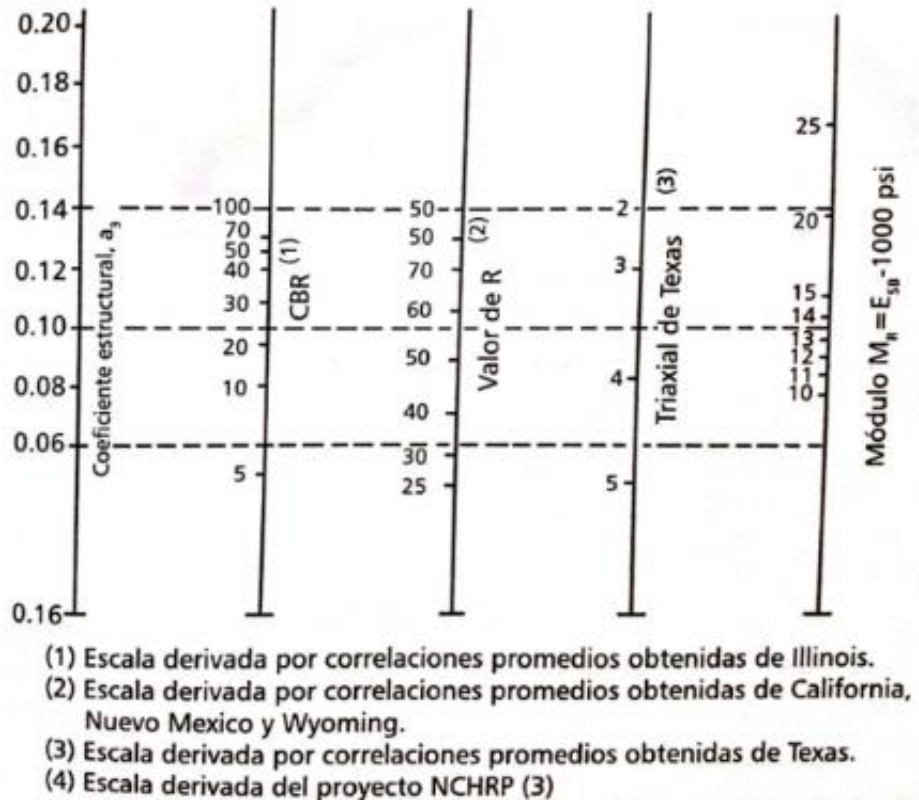


Figura 5: . Coeficiente estructural de la subbase granular

- Fuente: Rondón y Reyes, (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogotá, p542-543.
- Índice de serviciabilidad: este índice tiene en cuenta el estado inicial y final de serviciabilidad del pavimento que se diseñará y construirá. A pesar de ser un parámetro bastante subjetivo, el estado de serviciabilidad se evalúa de manera cuantitativa asignando un valor entre 0 y 5, donde 5 es el máximo valor asumiendo que el pavimento se encuentra en perfecto estado. se parte por lo general de un valor inicial para pavimentos de Po entre 4 y 4.2 y se determina el valor donde ocurre la falla funcional del pavimento Pf entre 1.5 y 2.5(Rondón y Reyes , 2015) , los valores recomendados para determinar el valor Pf se presentan en la tabla 6

Tabla 6:Serviciabilidad Final

Tipo de vía	Serviciabilidad final , Pf
Autopista	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5
Zonas industriales	
Pavimento urbano principal	1.5 - 2.0
Pavimento urbano secundario	1.5 - 2.0

Fuente: Rondón y reyes. (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogota.p.544

- Condiciones ambientales y de drenaje: los coeficientes de drenaje (mi) para las capas de base y Subbase se seleccionan de acuerdo con las características del material, la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad próxima a la saturación (Rondón y Reyes, 2015), se debe aclarar que para la carpeta asfáltica se considera igual a uno.

Tabla 7:Calidad del drenaje

Calidad de drenaje	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Malo	El agua no evacúa

Fuente: AASTHO, 1993

- Confiabilidad (R): tiene en cuenta el grado de incertidumbre que se presenta durante la estimación de las variables de diseño. Para entender este parámetro hay que señalar que la confiabilidad es contraria a la probabilidad de falla. Así si R tiende a un valor de 100% significa que el diseñador está introduciendo una probabilidad de falla tendiente a 0% al diseño, y en este punto el espesor de las capas del pavimento alcanzará su mayor

valor debido a que el factor de seguridad es el más alto posible. (Rondón y Reyes , 2015) en la tabla 6 se muestran los valores para determinar esta variable

Tabla 8:Niveles de confiabilidad R recomendados

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R%
	Urbana
Colectoras	80 - 95
Locales	50 - 80

Fuente: Rondón y reyes. (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogota.p.546

- Error normal : Para el diseño de pavimentos es necesario determinar el error normal combinado (S_o), el cual tiene en cuenta el error o desviación del diseño, la variación de las propiedades de la subrasante, la variación en la estimación del tránsito, la variación de las condiciones climáticas y la variación en la calidad de la construcción, estos valores se obtienen de la tabla8.

Tabla 9:Error normal combinado S_o

Proyecto de pavimentos	S_o Flexible
Construcción nueva	0.45
Sobrecapas	0.5

Fuente: Rondón y reyes. (2015), Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogota.p.546

4. Metodología

4.1 Tipo de estudio

Se realiza una aplicación de la metodología de diseño AASTHO -93 para pavimentos flexibles con el fin de obtener una estructura de pavimento que soporte las solicitaciones impuestas por el tránsito.

4.2 Población

Dado que el presente documento corresponde a un proyecto de aplicación, la población objetivo del estudio es el segmento vial CIV 1.004.847 ubicado en la calle 118 entre carrera 18b y 18c del barrio santa bárbara occidental ubicada en la localidad de Usaquén

4.3 Recolección de información

4.3.1 Tránsito

Se tiene como base la información recauda por parte de la unidad de mantenimiento vial la cual es resultado del conteo manual de los vehículos en la calle 118 entre carrera 18b y 18c del barrio santa bárbara occidental ubicada en la localidad de Usaquén.

4.3.2 Características del suelo

Se tiene como base la información recaudada por parte de la unidad de mantenimiento vial la cual es resultado de la realización de apiques, ensayos con el penetrómetro (PDC) y ensayos de caracterización del material extraído de los apiques en la calle 118 entre carrera 18b y 18c del barrio santa bárbara occidental ubicada en la localidad de Usaquén.

4.3.3 Análisis de estado de pavimento

Se tiene como base el informe producto de visita técnica al tramo adelantado por lo profesionales de la UAERMV información que muestra el estado de deterioro de la vía.

4.4 Cálculo de ejes equivalentes

4.4.1 Proyección del tránsito

Mediante la información suministrada por la UAERMV y teniendo en cuenta la tasa de crecimiento del para el parque automotor formulada por el plan maestro de movilidad del 2006, se realiza la proyección del tránsito en el periodo de diseño según lo indicado por el IDU que para el caso de pavimentos flexibles corresponde a 10 años y utilizando el modelo

determinado por el INVIAS en el manual de bajos volúmenes de tránsito cuando no se cuenta con una serie histórica con la siguiente expresión.

$$N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), acumulado}} = N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), año base}} \times \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

ecuación 11

Donde n es el periodo de diseño y r la tasa de crecimiento.

Y cálculo de la corrección por el nivel de confianza seleccionado.

$$N'_{80 \text{ kN carril de diseño (normal)}} = N_{80 \text{ kN carril de diseño (normal), acumulado}} \times (10^{0.05Z_r})$$

ecuación 12

Tabla 10: Valores de Zr en función de la confiabilidad

Confiabilidad	Zr
70%	0.524
75%	0.674
80%	0.842
85%	1.036
90%	1.282
95%	1.645
96%	1.751
97%	1.881
98%	2.055
99%	2.328

Fuente: Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías Subdirección de Apoyo Técnico.(2207), manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito,p.16

4.4.2 Determinación número de ejes de 8.2 Ton

Una vez identificada la cantidad total de vehículos por cada segmento poblacional, y teniendo en cuenta los factores de daño presentadas por parte del INVIAS se procede a calcular la contribución de cada uno de los segmentos en términos de ejes equivalentes para la proyección de tránsito realizada.

Tabla 11:Factor daño

Tipo de vehículo	Factor daño INVIAS (2007)
Automóvil	0
Bus	1
C2-P	1,01
C2G	2,72
C3-C4	3,72
C5	4,88
>C5	5,23

Fuente: Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías Subdirección de Apoyo Técnico.(2207), manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito,p.11

4.5 Evaluación de estrategia de mejoramiento

Determinado las características del suelo de fundación y verificar si este cuenta con un CBR por debajo del 3% ya que esta condición predispone el suelo a fallas por falta de capacidad de soporte pues se presenta una alto posibilidad de punzonamiento, se procede a diseñar mediante la ecuación de Ivanov el espesor de la capa material de mejoramiento para que el suelo obtenga una capacidad portante aceptable.

4.6 Cálculo de estructura de pavimento

Una vez conocidas todas las variables para el diseño como lo es el tránsito, el soporte, la confiabilidad, los índices de serviciabilidad inicial y final, se procede a alimentar el software con los datos y de esta manera obtener una estructura de pavimento que soporte las cargas proyectadas en el periodo de diseño.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu for 'Reliability (R)' and an input field for 'So'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Input fields for 'PSI inicial' and 'PSI final'.
- Módulo resiliente de la subrasante:** An input field for 'Mr' followed by 'psi'.
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Input fields for 'Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A label 'W18 =' is followed by an input field.
- Número Estructural:** A label 'SN =' is followed by an input field.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Figura 6: Software AASTHO-93

Fuente: Página inicial software AASTHO-93

5. Resultados

5.1 Tránsito

Teniendo como base la información de la Unidad de Mantenimiento Vial (UMV) se halla el número de ejes equivalentes de la zona de estudio teniendo en cuenta que se toma un factor carril y un factor direccional como 1,0 ya que siendo una vial local, los autos se parquean en ambos sentidos, transitan por la mitad de la vía y no se respeta la dirección del carril; se proyecta el tránsito a 10 años y se realiza un ajuste por confiabilidad, se concluye lo siguiente:

Tabla 12: Resultados número de ejes equivalentes

Número de ejes equivalentes		
Total	Proyectado a 10 años	Ajuste por confiabilidad
33.335	367.527	404.892

5.2. Caracterización de la Subrasante

Teniendo como base la información suministrada por la Unidad de Mantenimiento Vial como lo son ensayos de granulometría, materia orgánica, equivalente de arena, límites de Atterberg se tiene lo siguiente:

Tabla 13: Datos del perfil estatigráfico

Profundidad en (m)	Descripción del material
0	Carpeta asfáltica en mal estado con hundimientos y grietas laterales
0,08	Arena limosa y algo de grava de color amarillo con sobre tamaños mayor a 3", humedad media
0,58	Arcilla de alta compresibilidad de color gris claro con presencia de raíces, humedad media
1,37	

Tabla 14:Resultados de limites y granulometria

Profundidad	Ensayo	Resultado
0,08 a 0,58	Límites de Atterberg	NP 0% NL 0% IP 0% Humedad = 11,3 %
0,08 a 0,58	Granulometría	A-4
0,08 a 0,58	Equivalente de arena	5%
0,58 a 1,37	Límites de Atterberg	LP 28% LL 60% IP 32% Humedad 34,8%
0,58 a 1,37	Granulometría	A-7-6
0,58 a 1,37	Materia orgánica	8,2

Tabla 15:Resultados penetrometro de impacto

Número de golpes	Penetración acumulada	Índice de PDC mm/golpe	% CBR
1	60	60	1
1	120	120	1
1	180	180	1
1	240	240	1
1	300	300	1
1	370	370	0,7
1	440	440	0,7
1	540	540	0,3
1	610	610	0,7
1	690	690	0,5
1	740	740	1,4
1	800	800	1
1	860	860	1
1	900	900	2,2
1	930	930	3,8
1	980	980	1,4
1	1000	1000	8,6

Se puede observar materiales con poca capacidad de soporte en la mayor parte del estrato, por lo que se debe mejorar el suelo , para tomar un dato representativo de CBR , se realiza una correlación lineal entre la profundidad y el número de golpes del cual se obtienen los siguientes resultados

Gráfico 1 Correlación lineal

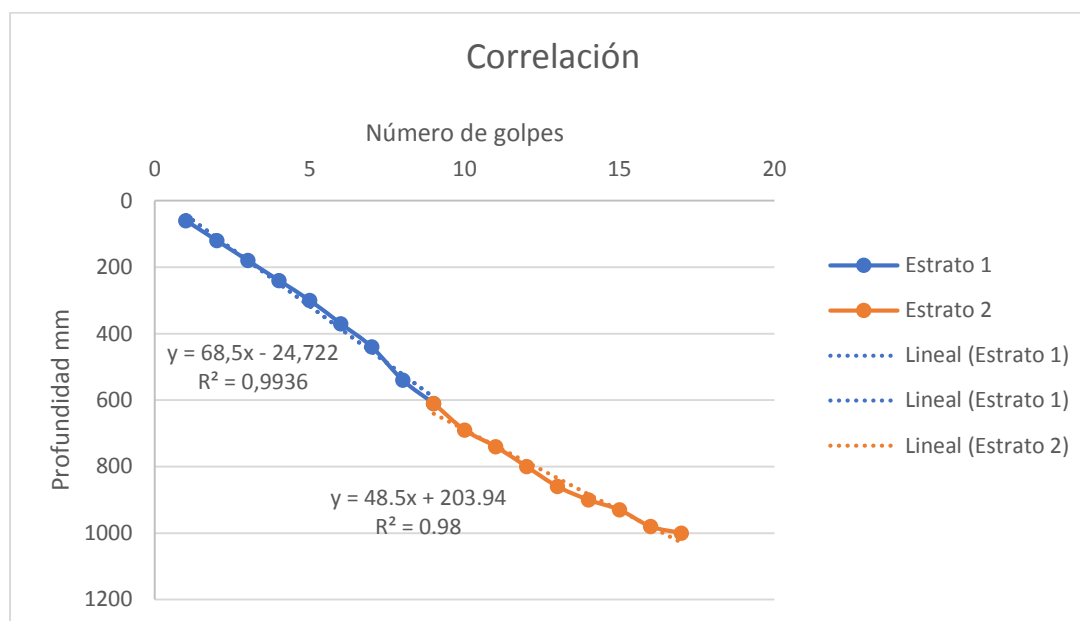


Tabla 16:Resultados CBR

Profundidad	Tipo de suelo	Regresión lineal	Correlación lineal	Índice de PDC	CBR %
580	Arena limosa	$y = 68,5x - 24,722$	$R^2 = 0,9936$	68,5	2,57
1370	Arcilla de alta compresibilidad	$y = 48,5x + 203,94$	$R^2 = 0,98$	48,5	1,47

Se puede dar un aproximado que la cimentación de la estructura serán 0,5 m donde se encuentra la arcilla limosa , la diferencia para llegar al siguiente estrato es de 0,08m con una diferencia de CBR de 1,10% es decir el estrato de la arcilla de alta compresibilidad , se debe tener en cuenta que el bulbo de presión de carga llega hasta 1,2 por esta razón se toma el CBR de 1,47.

5.3.Mejoramiento de la subrasante

Se realiza el mejoramiento de la subrasante por el método de Ivanov , para mejorar el CBR los cálculos se muestran en el anexo 3 obteniendo los siguientes resultados

Tabla 17:Resultados mejoramiento de la subrasante

Mr (Psi)	CBR de diseño	Espesor (cm)
7059,7404	4,89	30

5.4. Estructura de pavimento

A continuación, se muestran las variables necesarias para el diseño por el software AASTHO-93

5.4.1 Subbase granular.

Teniendo en cuenta el artículo 320-13 de INVIAS se define la clase de subbase granular según el nivel de tránsito , se toma el CBR mínimo de los requisitos de los agregados Tabla 320-2 para obtener el coeficiente estructural , del manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito de la tabla 5.2 se toma el coeficiente de drenaje , se obtiene los siguientes resultados.

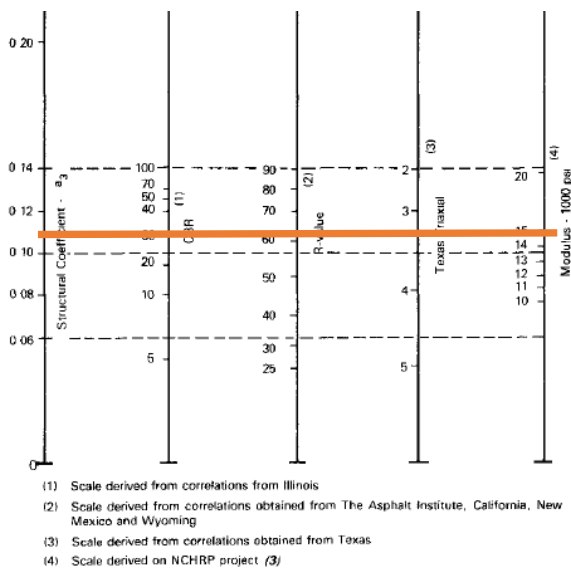


Figure 2.7. Variation in Granular Subbase Layer Coefficient (a_2) with Various Subbase Strength Parameters (3)

Figura 7:Resultado coeficiente estructural y Modulo resiliente de la subbase
 Fuente: Rondón y Reyes.2015, Pavimentos materiales, construcción y diseño.Bogota.p542-543.

Tabla 18: Parámetros de la Subbase granular

Subbase granular					
Nivel de Tránsito	Clase	CBR	Coefficiente estructural	Coefficiente de drenaje	Mr (psi)
NT1	C	30%	a = 0,11	0,95	15000

5.4.2 Base granular.

El artículo 330-13 de INVIAS define la clase de base granular según el nivel de tránsito, el CBR mínimo según los requisitos de los agregados de la tabla 330-2 con el fin de obtener el coeficiente estructural y del manual de bajos volúmenes se toma el coeficiente de drenaje teniendo en cuenta un clima húmedo, se obtiene los siguientes resultados

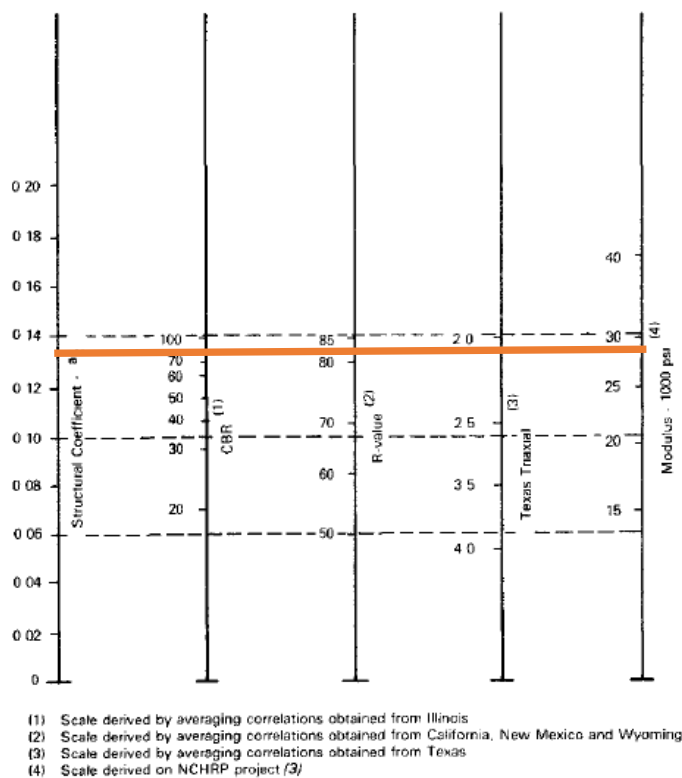


Figure 2.6. Variation in Granular Base Layer Coefficient (a_2) with Various Base Strength Parameters (3)

Figura 8: Resultado coeficiente estructural y Modulo resiliente de la base

Fuente: Rondón y Reyes.2015, Pavimentos materiales, construcción y diseño.Bogota.p542-543.

Tabla 19:Parámetros de la Base granular

Base granular					
Nivel de Transito	Clase	CBR	Coefficiente estructural	Coefficiente de drenaje	Mr (psi)
NT1	C	80%	a = 0,13	0,95	28000

5.4.3 Carpeta asfáltica.

Teniendo en cuenta el manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito tabla 5.1 se toma el coeficiente estructural para una mezcla asfáltica densa en caliente

Tabla 20:Parámetros de la Carpeta asfáltica

Mezcla asfáltica	
Coefficiente estructural	Coefficiente de drenaje
a = 0,44	1

5.4.4 Resultados software AASHTO 93

Se ingresan los datos al software AASHTO 93 hallando los coeficientes estructurales para cada capa de la estructura a continuación se muestran los espesores obtenidos

Tabla 21:Resultados software AASHTO 93

Estructura	Configuración de espesores (cm)	Coefficiente estructural
Carpeta asfáltica	9,53	1,65
Base granular	9,26	2,1
Subbase granular	16,29	2,77

Se debe tener en cuenta que para el proceso constructivo referente a la carpeta asfáltica la finisher instala más de cinco centímetros y a partir de ahí es posible calibrar a pasos de un centímetro, para los granules la capa mínima compactada son cinco centímetros por lo cual se presentan los siguientes espesores de diseño dando un coeficiente estructural de 3,04

Tabla 22:Resultados de diseño

Estructura	Configuración de espesores (cm)	Coficiente estructural
Carpeta asfáltica	10	1,73
Base granular	10	2,22
Subbase granular	20	3,04

6. Conclusiones

Se utiliza y se procesan la información otorgada por la unidad administrativa de rehabilitación y mantenimiento vial como lo fueron ensayos de penetrómetro dinámico , aforos tomándolos como base para el análisis de variables necesarias para lograr el diseño del pavimento siguiendo las normas y teorías establecidas en cada ámbito

La estructura de pavimento que se propones consta de 10 cm de carpeta asfáltica (MDC10) , apoyada sobre una base granular (BG40) con un espesor de 10 cm , con una subbase(SBG50) de 20 cm mejorando la subrasante con 30 cm de rajón

Teniendo en cuenta la información geotécnica proporcionada por la unidad administrativa especial de rehabilitación y mantenimiento vial se identifica que la zona cuenta con suelos con una muy baja capacidad estructural con un índice de soporte CBR de 1.47% debido a que CBR menores a 3% se deben mejorar por lo que es necesario realizar mejoramiento a la subrasante con una capa de rajón de espesor de (30 cm).

La proyección de las cargas aplicadas sobre la estructura del pavimento se realizó teniendo como base la información recolectada por la unidad administrativa especial de rehabilitación y mantenimiento vial y con la proyección lineal propuesta por el INVIAS para un periodo de diseño de diez (10) años.

7. Bibliografía

Montejo, A. (2014). Ingeniería de pavimentos fundamentos y estudios básicos de diseño.

Bogotá Colombia: Editorial Universidad Católica de Colombia

Rondón, H,& Reyes. (2015). Pavimentos materiales, construcción y diseño. Bogotá Colombia:

Editorial ECOE

Ministerio de Transporte Instituto Nacional de Vías subdirección de apoyo técnico.(2007).Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito ,Colombia.

Instituto Nacional de Vías (2013)

U.A.E.R.M.V. de Bogotá. (2018). estudio de tránsito. Cundinamarca. Bogotá:

U.A.E.M.V.de Bogotá.

American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.

8. Anexos

EVALUACIÓN Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MÉTODO AASHTO-93

VERSIÓN: 1

CÓDIGO: PDV-FM-004

FECHA DE APLICACIÓN: OCTUBRE 2017

CIV: 1.004.847

PK_ID: 139.226

DESDE: KR 18B

HASTA: KR 19C

LOCALIDAD: USAQUEEN

DIRECCIÓN: EJE VIAL

LOCALIDAD: USAQUEEN

RESPONSABLE DE VISITA: SEBASTIAN VEGA

FECHA DE VISITA: 9 de junio de 2018

FECHA DE DISEÑO: 29 de noviembre de 2018

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA EL SEGMENTO VIAL

L = 79,85
A = 7,62
AT = 608,46
AF = 425,92
PAF = 70%

RESUMEN DE LA EVALUACIÓN VISUAL

Pavimento: Flexible; Daños: Hundimientos (SM-15%), grietas longitudinales y transversales (SA-45%), huecos (SM-5%), parcheo (SM-10%).
Malla vial: Circuito de movilidad. Sección vial: V7.

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

APIQUE No. AP-200-05-143
LOCALIZACIÓN: Placa 18B-05

CONSIDERACIONES DE TRÁNSITO

En el recorrido realizado se pudo observar que según el desarrollo de la zona y las características geométricas de la vía puede considerarse un tránsito medio, donde circulan vehículos tipo camión, NO circulan en los fines de semana, ni en días festivos, lo que corresponde al nivel de tráfico T1-1, según la Tabla 4.4 Categoría de tránsito de diseño de la GUÍA DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLUMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ, D.C.

Para efectos del diseño de la estructura de pavimento para el CIV relacionado, se estima un total de 295.226 ejes equivalentes de 8.2 ton, en un periodo de diseño de 10 años.

CONSIDERACIONES DEL MATERIAL REMANENTE

De acuerdo al boque realizado por la UAERMV, se encuentra la siguiente estructura de pavimento: 1) Concreto asfáltico con un espesor de 0,08m, 2) segunda capa de material granular remanente con espesor de 0,3m, compuesta por suelo clasificado según la AASHTO y U.S.C.S. como A-4 y SM respectivamente.

Respecto a la plataforma de fundación, se registra en el ensayo de PDC realizado por la UAERMV, los límites de Atterberg: W=34,8%, LL=60%, LP=28%, IP=32%, IL=0,212, IC=0,738, se estima un valor de CBR de la subrasante de 1%.

RECOMENDACIONES

- Para el proceso de colocación de la carpeta asfáltica y/o cualquier capa granular, es necesario evaluar previamente las condiciones de apoyo para la nueva capa.
- Se debe garantizar una compactación del material remanente entre el 95% - 100% de la densidad máxima del Proctor modificado.
- Se debe garantizar el módulo de las capas asfálticas, así como los módulos resistentes de las capas granulares o de fresaado estabilizado establecidas en el diseño.
- Se debe garantizar el espesor mínimo de las capas establecidas en el diseño de estructura de pavimento, ya que cualquier variación en los espesores de las capas, afectará directamente el Número Estructural - SN y por ende el desempeño del pavimento.
- Si al momento de realizar los trabajos de mantenimiento periódico (cambio de carpeta) se detectan suelos blandos, foles, "rechichoramientos", o deformaciones en la estructura, se recomienda efectuar la reparación correspondiente, pues el material en el área a repararse, deberá ser removido hasta la profundidad necesaria para encontrar un soporte firme.
- Es indispensable que NO se exponga la subrasante a la más mínima condición de humedad adicional ya que por la humedad natural que presenta este material, puede sufrir cambios de volumen considerable que afectarán gravemente la estructura propuesta.
- Se recomienda realizar una verificación previa de las redes de alcantarillado antes de iniciar con los trabajos de mantenimiento en la vía, para corregir posibles filtraciones y no afectar la estructura de pavimento una vez construida.
- Los maticines y los procesos constructivos para el mantenimiento periódico mediante actividades de cambio de carpeta del segmento vial, deben cumplir con las especificaciones IDU ET-2011.
- En los sectores donde se requiere, se deberá realizar confinamiento de la estructura de pavimento mediante colocación de sardines o bordillo.
- De encontrarse durante la ejecución de la obra diferencias respecto de los valores o características consideradas para este diseño, se deberá informar al Ingeniero especialista con el fin de verificar y realizar los ajustes pertinentes.
- Se deben seguir los lineamientos establecidos por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado, respecto a las redes existentes, que se encuentran en áreas de influencia de la intervención.

REFERENCIAS

- GUÍA "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLUMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C." DEL IDU
- AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993

OBSERVACIONES

De acuerdo al análisis realizado, como parámetro de diseño se tomará un CBR para diseño 1%, por lo cual se considerará el material granular remanente como material de mejoramiento de la subrasante, obteniendo un CBR(%) final de diseño de 3,97%.
La presente alternativa de intervención, contempla una rehabilitación con instalación de mezcla asfáltica tipo MGRC.

Calculó:

Nombre: CAMILO BARROQUE MARRUFO MARTÍNEZ
Cargo: ESPECIALISTA EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS

Revisó:

Nombre: SILVIA PILAR FLOREÑO BOWILLA
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA DE MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL LOCAL

CHEQUEO DE LA ESTRUCTURA

REHABILITACIÓN

PARÁMETROS DE ANÁLISIS

CONFIABILIDAD R = 60%
ERROR ESTÁNDAR PREDICCIÓN TRÁNSITO So = 0.45
DEVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ZH = -0.253
PÉRDIDA DE SERVICIABILIDAD FINAL APSI = 2
CBR DE DISEÑO (%) CBR = 3.97%

ESTRUCTURA RECOMENDADA

Espesor cm	TIPO DE CAPA	Módulo - MR Kg/cm ²	PSI	#	m	SN
12,00	MGRC	47.929	661.709	0,50	1,00	2,36
16,00	BG-A	2.045	29.098	0,13	0,80	0,66
0,00	MGR-2	0	0	0,00	0,80	0,00
0,00	MGR-1	0	0	0,00	0,00	0,00
Subrasante						304
NME Nivel Máximo de Excavación						28,00 cm
ANÁLISIS ESTRUCTURAL						hit (cm) = 28,00
NIVEL MÁXIMO DE EXCAVACIÓN (NME)						SNe = 3,02
NÚMERO ESTRUCTURAL						NEE = 293,226
NÚMERO DE EJES DE REFERENCIA						NEE real = 393,196
NÚMERO DE EJES DEL PAVIMENTO DISEÑADO						Verificación: CUMPLE

MATERIALES

- MD-12 Mezcla densa en caliente
- MGR-1 Material granular remanente 1
- MGR-2 Material granular remanente 2
- GAR Capa asfáltica remanente


CONCEPTO:

Este diseño corresponde a la alternativa 3, en la cual se deben excavar 0,28 m y reconfigurar la estructura así: 1) instalación y compactación de 0,16m de base granular tipo A y 2) instalación y compactación de 0,12m de concreto asfáltico con una mezcla tipo MGRC

Se recomienda la utilización de equipo de compactación liviano para la base granular.

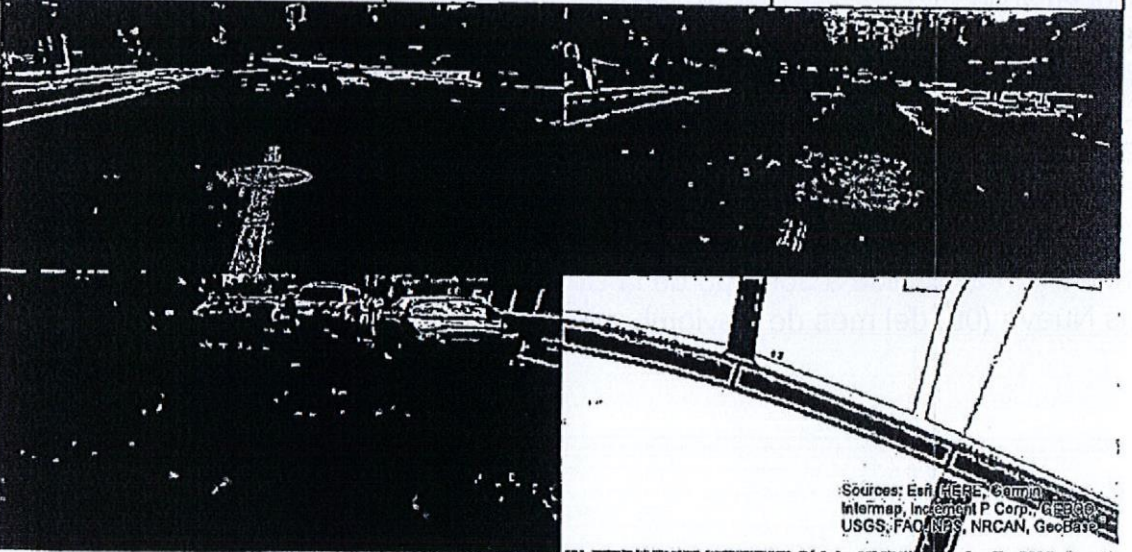
Vo.Bo.

Nombre: SILVIA PILAR FLOREÑO BOWILLA
SUBDIRECCIÓN TÉCNICA DE MEJORAMIENTO DE LA MALLA VIAL LOCAL

		CÓDIGO: PMV-FM-VV1		VERSIÓN: 1.0	
FECHA DE APLICACIÓN: MARZO DE 2018					
LOCALIDAD	01	USAQUEN		ZONA EAB-ESP	Zona 1
UPZ	SANTA BARBARA		SECCIÓN VIAL	V7	FECHA DE VISITA
BARRIO	SANTA BARBARA OCCIDENTAL		CALIFICACIÓN PCI		13/06/2018
C.I.V. (Código de Identificación Vial)	1004847				SOLICITUD/FECHA
EJE VIAL	DESDE	HASTA	TIPO MALLA VIAL	INDICE DE PRIORIZACIÓN	SOLICITANTE
EL 118	FR 188	FR 182	CM	61,9	Misionalidad
PK ID	139226	ÁREA PK ID(m ²)	470,8	¿TIENE RUTAS DE TRANSPORTE?	Vehicular
					NO
				PROGRAMA:	

N°	DISTANCIA (m)	TIPO DE FALLA	SEVER.	TIPO DE SUPERFICIE	INTERVENCIÓN			TIPO DE INTERVENCIÓN		
					LONGITUD(m)	ANCHO(m)	ÁREA(m ²)			
1	0	10. Grietas Longitudinales y T	ALTA	Asfalto	Flexible	10	0,1	1	Sin Intervención	
2	0	11. Parcheo	BAJA	Flexible	4,5	2	9	3	Sin Intervención	
3	0	1. Piel de Cocodrilo	ALTA	Flexible	24	7,5	180	3	Sin Intervención	
4	0	13. Huecos	ALTA	Flexible	2	2,5	5	3	Sin Intervención	
5	0	13. Huecos	ALTA	Flexible	3	2	6	3	Sin Intervención	
6	34	1. Piel de Cocodrilo	ALTA	Flexible	5	7,5	37,5	3	Sin Intervención	
7	34	11. Parcheo	MEDIA	Flexible	5,5	3	16,5	3	Sin Intervención	
8	34	11. Parcheo	ALTA	Flexible	4	5	20	3	Sin Intervención	
9	34	1. Piel de Cocodrilo	ALTA	Flexible	5	5	25	3	Sin Intervención	
10	34	13. Huecos	ALTA	Flexible	1,8	3	5,4	3	Sin Intervención	
11	34	10. Grietas Longitudinales y T	ALTA	Asfalto	Flexible	4	2,5	10	3	Sin Intervención
12	34	11. Parcheo	ALTA	Flexible	4	5	20	3	Sin Intervención	

OTROS FACTORES		
Sumidero(s) en Buen Estado	Requiere Acoluos	Zona Verde Aledana



MODELO DE PRIORIZACIÓN	
CRITERIO	CALIFICACIÓN
Impacto Social causado por la realización de las posibles intervenciones	ALTO
Determinación del tipo de intervención	REHABILITACION
Coordinación Interinstitucional (Priorización complementaria con la labor de otras entidades)	NO APORTA CONJUNTAMENTE A LA INTERVENCIÓN
Aporte al cumplimiento de metas	SI APORTA A LAS METAS PROGRAMADAS

OBSERVACIÓN
 El Segmento vial presenta sobre carpeta y requiere cambio de carpeta + bacheo, zona residencial, vehículos C2

 VoBo.
ING. CAMILO MARRUGÓN


RESPONSABLE DE VISITA
ING. SEBASTIAN VEGA


SUBDIRECTOR(A) (S) (MVL)
ING. SILVIA PILAR FORERO BONILLA

CIV: 1004847 PK_ID: 139226 LOCALIDAD: USAQUEN
 DIRECCIÓN: EJE VIAL CL 118 DESDE KR 188 HASTA KR 18C

Factor Daño (INVIAS, 1998)						
Tipo	CYV	B	C2P	C2G	C3-C4	C5-C6
FC	0	1	1,14	3,44	3,76	4,72

TASA DE CRECIMIENTO	
Autos	0,44%
Buses	0,44%
Camiones	0,44%

FACTOR DIRECCIONAL =	1,0
FACTOR DISTR. CARRIL =	1,0

Periodo Diseño	AÑO	TPDC	CAMPEROS VAN	BUS	CAMIONES				VC ACUMULADOS	NEE AÑO	NEE ACUMULADOS
					C2P	C2G	C3-C4	C5-C6			
0	2018	2.246	2.192	12	21	20	1	0	2.246		
1	2019	2.246	2.192	12	21	20	1	0	2.246	39.603	39.603
2	2020	2.246	2.192	12	21	20	1	0	2.246	39.603	79.206
3	2021	2.246	2.192	12	21	20	1	0	2.246	39.603	118.809
4	2022	2.246	2.192	12	21	20	1	0	2.246	39.603	158.412
5	2023	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	180.881
6	2024	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	203.350
7	2025	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	225.819
8	2026	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	248.288
9	2027	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	270.757
10	2028	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	293.226
11	2029	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	315.695
12	2030	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	338.164
13	2031	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	360.633
14	2032	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	383.102
15	2033	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	405.571
16	2034	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	428.040
17	2035	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	450.509
18	2036	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	472.978
19	2037	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	495.447
20	2038	2.225	2.192	12	10	10	1	0	2.225	22.469	517.916

Número de Ejes Equivalentes a B,2 ton Acumulados en 5 años =	160.881
Número de Ejes Equivalentes a B,2 ton Acumulados en 10 años =	293.226
TRANSITO PROMEDIO DIARIO VEHICULOS COMERCIALES >3.5T EN EL PERIODO DE DISEÑO	2225


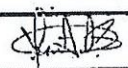
LOCALIDAD	TASA DE CRECIMIENTO
1 USAQUÉN	2,15%
2 CHAPINERO	1,23%
3 SANTA FE	0,52%
4 SAN CRISTÓBAL	0,58%
5 USME	3,01%
6 TUNJUELITO	0,33%
7 BOSA	1,30%
8 KENNEDY	1,09%
9 FONTIBÓN	1,03%
10 ENGATVÁ	0,97%
11 SUBA	1,75%
12 BARRIOS UNIDOS	0,87%
13 TEUSAQUILLO	0,94%
14 LOS MÁRTIRES	0,29%
15 ANTONIO NARINO	0,17%
16 PUENTE ARANDA	0,57%
17 LA CANDELARIA	0,56%
18 RAFAEL URIBE	0,44%
19 CIUDAD BOLÍVAR	2,38%

Fuente: Formulación del Plan Maestro de Movilidad y Reformulación del Plan Vial y de Transporte del POT y DAPD. Steer Davies Gleave (2006).

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE LA ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.E.C. MOVILIDAD
 UNIDAD DE MANTENIMIENTO VIAL

CONFORMACION

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

 ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.E.C. MOVILIDAD Unidad de Mantenimiento Vial		REGISTRO DE APIQUE Y CONO DINÁMICO INV E-172-13				
		CÓDIGO:		VERSIÓN: 001		
FECHA DE APLICACIÓN:						
Cliente:		SMVL		Fecha:	2018-05-12	
CIV:		1004847	Apique No.	1	Código:	AP-2,00-05-143
Dirección y/o ubicación:		CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C				
Localidad y/o barrio:		USAQUEN		Placa:	18 B - 08	
DATOS DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
CALZADA		Norte-Sur	Oriente - Occidente	<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel freático (m):	NR-No Reporta
		Sur-Norte	Occidente - Oriente		Fin del apique (m):	1,37
Profundidad (m)	Descripción del material					
0,00	CARPETA ASFALTICA EN MAL ESTADO CON HUNDIMIENTOS Y GRIETAS LATERALES.					
0,08						
0,58	Muestra No 1 ARENA LIMOSA Y ALGO DE GRAVA DE COLOR AMARILLO CON SOBRETAMAÑOS MAYOR A 3", HUMEDAD MEDIA					
1,37	Muestra No.2 ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD DE COLOR GRIS CLARO CON PRESENCIA DE RAÍCES, HUMEDAD MEDIA.					
OBSERVACIONES:						
Responsable:		Yimy Almonacid		 Firma		
		Nombres y Apellidos				


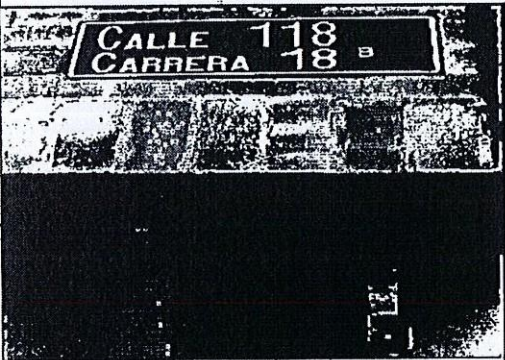
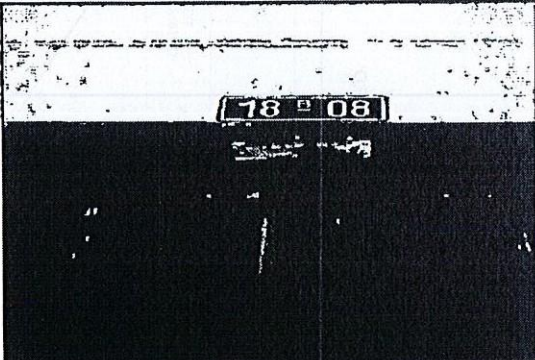
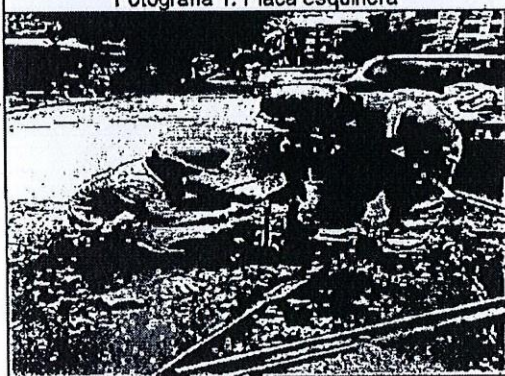
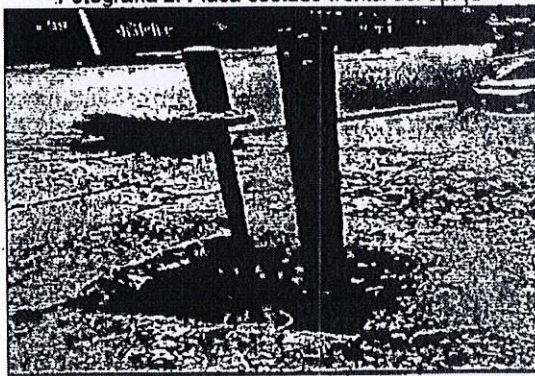
LECHU DE VERIFICACION: VISIT DE 3018

CODIGO: CON LVI 030

ACCION: ?

FORNULO INFORME DE VERIFICACION

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Unidad de Mantenimiento Vial		INFORME DE ENSAYO USO DEL PENETRÓMETRO DINÁMICO DE CONO EN APLICACIONES DE PAVIMENTOS A POCA PROFUNDIDAD INV E-172-13			
CÓDIGO:			VERSIÓN: 001		
FECHA DE APLICACIÓN:					
Cliente:		SMVL		Fecha: 2018-05-12	
CIV:		1004847		Código: AP-2,00-05-143	
Localidad y/o barrio:		USAQUEN		Apique No. 1	
Dirección y/o ubicación:		CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C		Placa: 18 B - 08	
Peso (kg) 8		Caída (mm) 575			
Factor del martillo 1,0		Lectura Inicial (mm) 0			
No. Golpes (A)	Penetración Acumulada (B) mm	Penetración entre lecturas (C) mm	Penetración por Golpe (D) mm	Indice de PDC (F) mm/Golpe	CBR (G) %
1	60	60	60	60	1,0
1	120	60	60	60	1,0
1	180	60	60	60	1,0
1	240	60	60	60	1,0
1	300	60	60	60	1,0
1	370	70	70	70	0,7
1	440	70	70	70	0,7
1	540	100	100	100	0,3
1	610	70	70	70	0,7
1	690	80	80	80	0,5
1	740	50	50	50	1,4
1	800	60	60	60	1,0
1	860	60	60	60	1,0
1	900	40	40	40	2,2
1	930	30	30	30	3,8
1	980	50	50	50	1,4
1	1000	20	20	20	8,6
TOTAL					
17	9760	1000	59	59	1,0
CORRELACIONES ENTRE ÍNDICE PDC Y CBR		INV E 172-13 SUELOS BLANDOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ (S.B.S.B.)			239/(PDC)*1,24
		INV E 172-07 PARA SUELOS CL CON CBR >10 Y SUELOS DIFERENTES DE CH			292/(PDC)*1,12
		INV E 172-07 PARA SUELOS CL CON CBR <10 Y CH			1/(0,017019*PDC)*2
		INV E 172-13 . Para Suelos CH			348,3 (PDC)-1,0
Elaboró:		Revisó:		Aprobó:	
Firma:					
Nombre y Apellido:	Yimy Almonacid	Saturnino Rincón		Mercy Rivera	
Cargo:	Laboratorista	Coord. Operativo lab		Lider de calidad	
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV.					
Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilometro 3 vía Pasquilla localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia Tel: 3779555 Ext 1145 E- mail: p.laboratorio@umv.gov.co					

 ALCALDIA MAYOR DE ECONOMIA Y EL MOVILIDAD Unidad de Mantenimiento Vial		REGISTRO FOTOGRÁFICO DE APIQUES	
		CÓDIGO:	VERSIÓN: 001
FECHA DE APLICACIÓN:			
Cliente:	SMVL	Fecha:	2018-05-12
CIV:	1004847	Código:	AP-2,00-05-143
Localidad y/o barrio:	USAQUEN	Apique No.	1
Dirección y/o ubicación:	CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C	Placa:	18 B - 08
			
Fotografía 1. Placa esquinera		Fotografía 2. Placa costado frontal del apique	
			
Fotografía 3. Vista general del apique		Fotografía 4. Vista del apique	



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD
Unidad de Mantenimiento Vial

INFORME DE ENSAYO
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (METODO A), LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E 125/126-13

CÓDIGO: _____ **VERSIÓN:** _____
FECHA DE APLICACIÓN: _____

Cliente: SMVL **Fecha:** 2018-05-12
CIV: 1004847 **Código:** AP-2,00-05-143
Localidad y/o Barrio: USAQUEN
Dirección y/o Ubicación: CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C

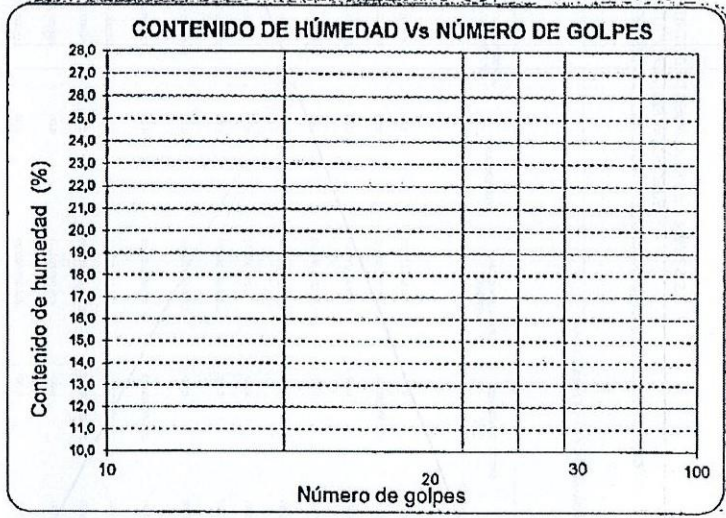
Apique: 1 **Muestra:** 1 **Profundidad (m):** 0,08 A 0,58
Descripción: ARENA LIMOSA Y ALGO DE GRAVA DE COLOR AMARILLO CON SOBRETAMAÑOS MAYOR A 3", HUMEDAD MEDIA.

Procedimiento para ensayo de límite plástico: Manual

Condiciones ambientales: Temperatura °C: 20 Humedad relativa %: 60
Equipos: Cazuela No: 1 Balanza No: 1 Homo No: 1 Serie tamiz No 10 y 40: A

	Límite líquido	Límite plástico	% Humedad
Golpes		-	-
Recipiente No.			8
P ₁ (g)			2509,40
P ₂ (g)			2273,50
P ₃ (g)			194,40
w (%)			11,3

LÍMITE LÍQUIDO NL % CLASIFICACIÓN U.S.C.S PASA T-40 - -
LÍMITE PLÁSTICO NP % ÍNDICE DE LIQUIDEZ -
ÍNDICE DE PLASTICIDAD 0 % ÍNDICE DE CONSISTENCIA -




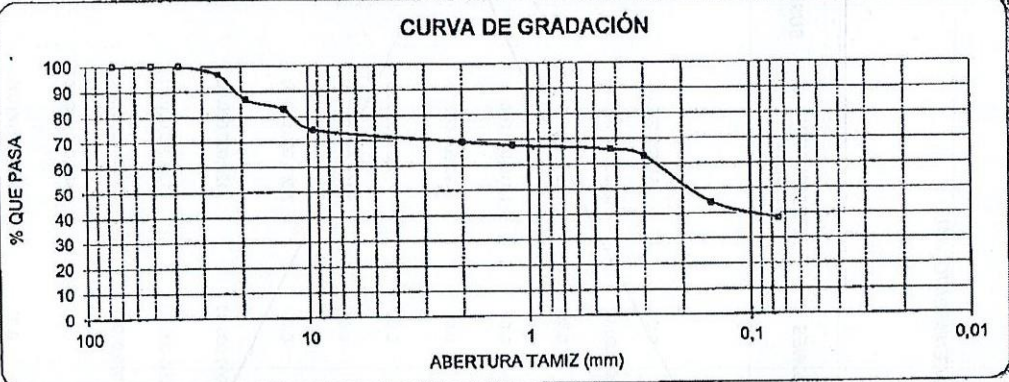
Convenciones
P₁ = Masa del recipiente mas muestra húmeda P₃ = Masa del recipiente
P₂ = Masa del recipiente mas muestra seca w = Contenido de humedad de la muestra


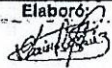
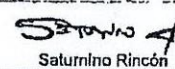
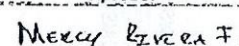
OBSERVACIONES:


Elaboró: Karen Florez **Revisó:** Saturnino Rincón **Aprobó:** Mercy Rivera F.
Firma: _____
Nombre y Apellido: Karen Florez Saturnino Rincón Mercy Rivera
Cargo: Laboratorista Coord. Operativo lab Lider de calidad

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV.

Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV
Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilometro 3 vía Pasquilla Localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia
Tel: 3779555 Ext 1145 E-mail: p.laboratorio@umv.gov.co

		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS INV E 123-13 Y DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO INV E 122-13													
CÓDIGO:		VERSIÓN: 1,0													
FECHA DE APLICACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2013															
Cliente:	SMVL	Fecha:	2018-05-12												
Localidad y/o barrio:	USAQUEN	Código:	AP-2,00-05-143												
Dirección y/o Ubicación:	CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C	CIV	1004847												
Apique:	1	Muestra:	1												
		Profundidad (m):	0,08 A 0,58												
Descripción: ARENA LIMOSA Y ALGŪ DE GRAVA DE COLOR AMARILLO CON SOBRETAMAÑOS MAYOR A 3", HUMEDAD MEDIA.															
Condiciones ambientales:		Temperatura °C: 20	Humedad relativa %: 60												
Equipos:		Serie tamiz No A	Balanza No: 1												
		Horno No:	1												
A: Masa total de la muestra seca inicial (g)		2079,1													
B: Masa muestra lavado sobre tamiz 200 (g) y seca		1288,9													
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO CORREGIDO (g)	% RETENIDO												
-	-	-	0												
3"	0,0	0,0	0,0												
2"	0,0	0,0	0,0												
1 1/2"	0,0	0,0	0,0												
1"	0,0	0,0	0,0												
3/4"	70,7	70,7	3,4												
1/2"	202,6	202,6	9,7												
3/8"	82,3	82,3	4,0												
N 4	168,4	168,4	8,1												
N10	116,4	116,4	5,6												
N16	30,8	30,8	1,5												
N40	38,3	38,3	1,8												
N50	55,2	55,2	2,7												
N100	390,6	390,6	18,8												
N200	130,5	130,5	6,3												
FONDO	3,0	3,0	38,2												
	1288,8	1288,9	-												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">% Humedad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recipiente</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>P₁ (g)</td> <td>2509,4</td> </tr> <tr> <td>P₂ (g)</td> <td>2273,5</td> </tr> <tr> <td>P₃ (g)</td> <td>194,4</td> </tr> <tr> <td>Humedad (%)</td> <td>11,3%</td> </tr> </tbody> </table>				% Humedad		Recipiente	8	P ₁ (g)	2509,4	P ₂ (g)	2273,5	P ₃ (g)	194,4	Humedad (%)	11,3%
% Humedad															
Recipiente	8														
P ₁ (g)	2509,4														
P ₂ (g)	2273,5														
P ₃ (g)	194,4														
Humedad (%)	11,3%														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Clasificación de suelo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grava (%)</td> <td>25,2</td> </tr> <tr> <td>Arena (%)</td> <td>36,6</td> </tr> <tr> <td>Finos (%)</td> <td>38,2</td> </tr> <tr> <td>AASHTO</td> <td>A-4</td> </tr> <tr> <td>U.S.C.S</td> <td>SM</td> </tr> </tbody> </table>				Clasificación de suelo		Grava (%)	25,2	Arena (%)	36,6	Finos (%)	38,2	AASHTO	A-4	U.S.C.S	SM
Clasificación de suelo															
Grava (%)	25,2														
Arena (%)	36,6														
Finos (%)	38,2														
AASHTO	A-4														
U.S.C.S	SM														
<p align="center">CURVA DE GRADACIÓN</p> 															
Convenciones		P₁ = Masa del recipiente mas muestra húmeda P₂ = Masa del recipiente mas muestra seca	P₃ = Masa del recipiente. w = Contenido de humedad de la muestra												
OBSERVACIONES															
Elaboró:		Revisó:													
Firma:		Firma:													
Nombre y Apellido: Karen Florez		Nombre y Apellido: Saturnino Rincón													
Cargo: Laboratorista		Cargo: Coord. Operativo lab													
Aprobó:		Aprobó:													
Firma:		Firma:													
Nombre y Apellido: Mercy Rivera F.		Nombre y Apellido: Mercy Rivera													
Cargo: Lider de calidad		Cargo: Lider de calidad													
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV.															
Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilometro 3 vía Pasquilla localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia Tel: 3779555 Ext 1145 E-mail: p.laboratorio@umv.gov.co															

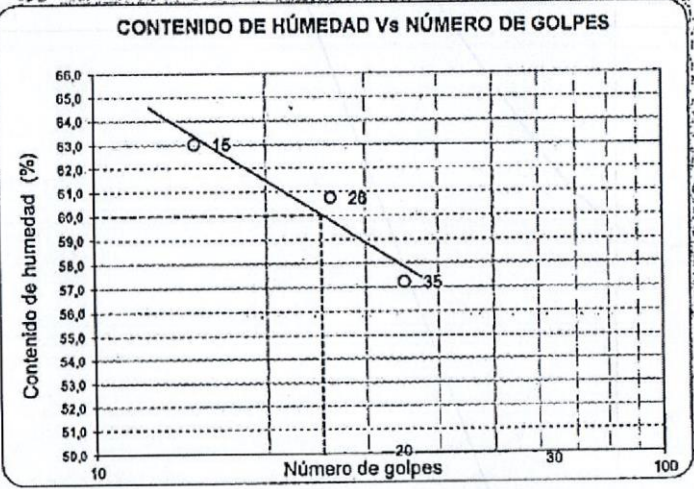
		INFORME DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS INV E 133-13 Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO DE UN SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PÉRDIDA POR IGNICIÓN INV 121-13																															
		CÓDIGO:		VERSION: 1,0																													
CLIENTE: SMVL LOCALIDAD Y/O BARRIO: USAQUEN DIRECCIÓN Y/O UBICACIÓN: CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C		FECHA DE APLICACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2013		FECHA: 2018-05-12 CÓDIGO: AP-2,00-05-143 CIV: 1004847																													
APLIQUE:	1	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD (m):	0,08 A 0,58																												
DESCRIPCIÓN:	ARENA LIMOSA Y ALGO DE GRAVA DE COLOR AMARILLO CON SOBRETAMAÑOS MAYOR A 3", HUMEDAD MEDIA.																																
CONDICIONES AMBIENTALES:	TEMPERATURA °C:	20	HUMEDAD RELATIVA %:	60																													
EQUIPOS:	EQUIPO DE E. ARENA:	1	CRONÓMETRO:	1																													
	TERMÓMETRO:	1	HORNO NO.:	1																													
PROCEDIMIENTO UTILIZADO PARA PREPARAR EL MATERIAL:		B		MÉTODO DE AGITACIÓN EMPLEADO: Mecánico																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">EQUIVALENTE DE ARENA</th> </tr> <tr> <th>PROBETA</th> <th>No.</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura del ensayo (22 ± 3°C)</td> <td>°C</td> <td>23</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>Lectura de Arcilla</td> <td>(mm)</td> <td>299,0</td> <td>295,0</td> </tr> <tr> <td>Lectura de Arena</td> <td>(mm)</td> <td>15,0</td> <td>10,0</td> </tr> <tr> <td>Equivalente de Arena</td> <td>%</td> <td>6,0%</td> <td>4,0%</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">EQUIVALENTE DE ARENA</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">5%</td> </tr> </tbody> </table>						EQUIVALENTE DE ARENA				PROBETA	No.	1	2	Temperatura del ensayo (22 ± 3°C)	°C	23	23	Lectura de Arcilla	(mm)	299,0	295,0	Lectura de Arena	(mm)	15,0	10,0	Equivalente de Arena	%	6,0%	4,0%	EQUIVALENTE DE ARENA		5%	
EQUIVALENTE DE ARENA																																	
PROBETA	No.	1	2																														
Temperatura del ensayo (22 ± 3°C)	°C	23	23																														
Lectura de Arcilla	(mm)	299,0	295,0																														
Lectura de Arena	(mm)	15,0	10,0																														
Equivalente de Arena	%	6,0%	4,0%																														
EQUIVALENTE DE ARENA		5%																															
OBSERVACIONES: LA MUESTRA #1 NO PRESENTO MATERIA ORGANICA.																																	
Elaboró:		Revisó:		Aprobó:																													
Firma:																																	
Nombre y Apellido:	Karen Florez	Saturnino Rincón	Mercy Rivera F.																														
Cargo:	Laboratorista	Coord. Operativo lab	Lider de calidad																														
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV.																																	
Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilometro 3 vía Pasquilla localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia Tel: 3779555 Ext 1145 E-mail: p.laboratorio@umv.gov.co																																	

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. UNIDAD DE MANEJO DE SUELOS		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (METODO A), LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS INV E 125/126-13	
CÓDIGO:		VERSIÓN:	
FECHA DE APLICACIÓN:			
Cliente: CIV Localidad y/o Barrio: Dirección y/o Ubicación:	SMVL 1004847 USAQUEN CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C	Fecha: Código:	2018-05-12 AP-2,00-05-143
Apique:	1	Muestra:	2
		Profundidad (m)	0,58 A 1,37
Descripción:	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD DE COLOR GRIS CLARO CON PRESENCIA DE RAÍCES, HUMEDAD MEDIA.		
Procedimiento para ensayo de límite plástico	Manual		
Condiciones ambientales:	Temperatura °C:	20	Humedad relativa %:
			60
Equipos:	Cazuela No:	1	Balanza No:
		1	Horno No:
			1
			Serie tamiz No 10 y 40:
			A

	Límite líquido			Límite plástico		%
						Humedad
Golpes	35	26	15	-	-	-
Recipiente No.	19	14	12	84	82	12
P ₁ (g)	45,89	43,17	46,46	23,87	18,97	286,20
P ₂ (g)	30,81	28,48	30,28	21,41	16,36	228,80
P ₃ (g)	4,46	4,30	4,61	12,54	6,96	63,80
w (%)	57,2	60,8	63,0	27,7	27,8	34,8

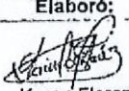
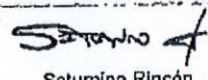
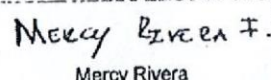
LÍMITE LÍQUIDO	60 %	CLASIFICACIÓN U.S.C.S PÁSA T-40	CH
LÍMITE PLÁSTICO	28 %	ÍNDICE DE LIQUIDEZ	0,212
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	32 %	ÍNDICE DE CONSISTENCIA	0,788

CONTENIDO DE HUMEDAD Vs NÚMERO DE GOLPES




Convenciones
 P₁ = Masa del recipiente mas muestra húmeda P₃ = Masa del recipiente
 P₂ = Masa del recipiente mas muestra seca w = Contenido de humedad de la muestra

OBSERVACIONES: Tal como estipula la norma este método se debe aplicar sobre la porción de suelo que pasa el tamiz # 40, por este motivo se debe considerar la contribución relativa de esta fracción de suelo a las propiedades de la muestra como conjunto.

	Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Firma: Nombre y Apellido: Cargo:	 Karen Florez Laboratorista	 Saturnino Rincón Coord. Operativo lab	 Mercy Rivera Líder de calidad

Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV.

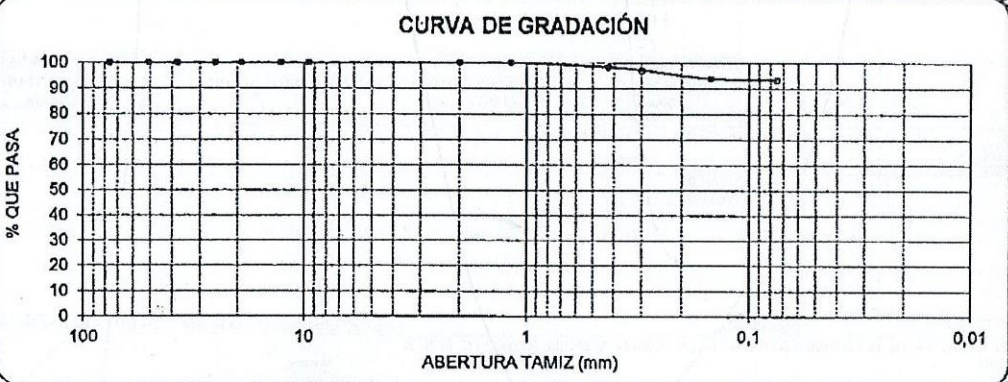
Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV
 Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilometro 3 via Pasquilla Localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia
 Tel: 3779555 Ext 1145 E- mail: p.laboratorio@umv.gov.co

 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD Unidad de Mantenimiento Vial		INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS DE LOS SUELOS INV E 123-13 Y DETERMINACIÓN EN EL LABORATORIO DEL CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD) DE MUESTRAS DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO - AGREGADO INV E 122-13		
CÓDIGO:		VERSIÓN: 1,0		
FECHA DE APLICACIÓN: SEPTIEMBRE DE 2013				
Cliente:	SMVL	Fecha:	2018-05-12	
Localidad y/o barrio:	USAQUEN	Código:	AP-2,00-05-143	
Dirección y/o Ubicación:	CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C	CIV	1004847	
Aplicación:	1	Muestra:	2	
		Profundidad (m):	0,58 A 1,37	
Descripción: ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD DE COLOR GRIS CLARO CON PRESENCIA DE RAÍCES, HUMEDAD MEDIA.				
Condiciones ambientales:	Temperatura °C:	20	Humedad relativa %:	
			60	
Equipos:	Serie tamiz No	A	Balanza No:	
			1	
		Horno No:	1	
A: Masa total de la muestra seca inicial (g)		165,0		
B: Masa muestra lavado sobre tamiz 200 (g) y seca		12,1		
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	PESO RETENIDO CORREGIDO (g)	% RETENIDO	% PASA
-	-	-	0	100,0
3"	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0
N 4	0,0	0,0	0,0	100,0
N10	0,0	0,0	0,0	100,0
N16	0,0	0,0	0,0	100,0
N40	2,7	2,9	1,8	98,2
N50	1,7	1,8	1,1	97,1
N100	5,0	5,4	3,2	93,9
N200	0,9	1,0	0,6	93,3
FONDO	1,0	1,1	93,3	-
	11,3	12,1		

% Humedad	
Recipiente	12
P ₁ (g)	286,2
P ₂ (g)	228,8
P ₃ (g)	63,8
Humedad (%)	34,8%

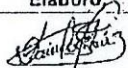
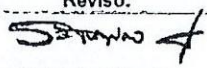
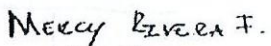
Clasificación de suelo	
Grava (%)	0,0
Arena (%)	6,7
Finos (%)	93,3
AASHTO	A-7-6
U.S.C.S	CH

CURVA DE GRADACIÓN



Convenciones P₁ = Masa del recipiente mas muestra húmeda P₃ = Masa del recipiente
 P₂ = Masa del recipiente mas muestra seca w = Contenido de humedad de la muestra



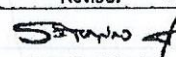
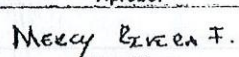
OBSERVACIONES

Firma:	Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
			
Nombre y Apellido:	Karen Florez	Saturnino Rincón	Mercy Rivera
Cargo:	Laboratorista	Coord. Operativo lab	Líder de calidad

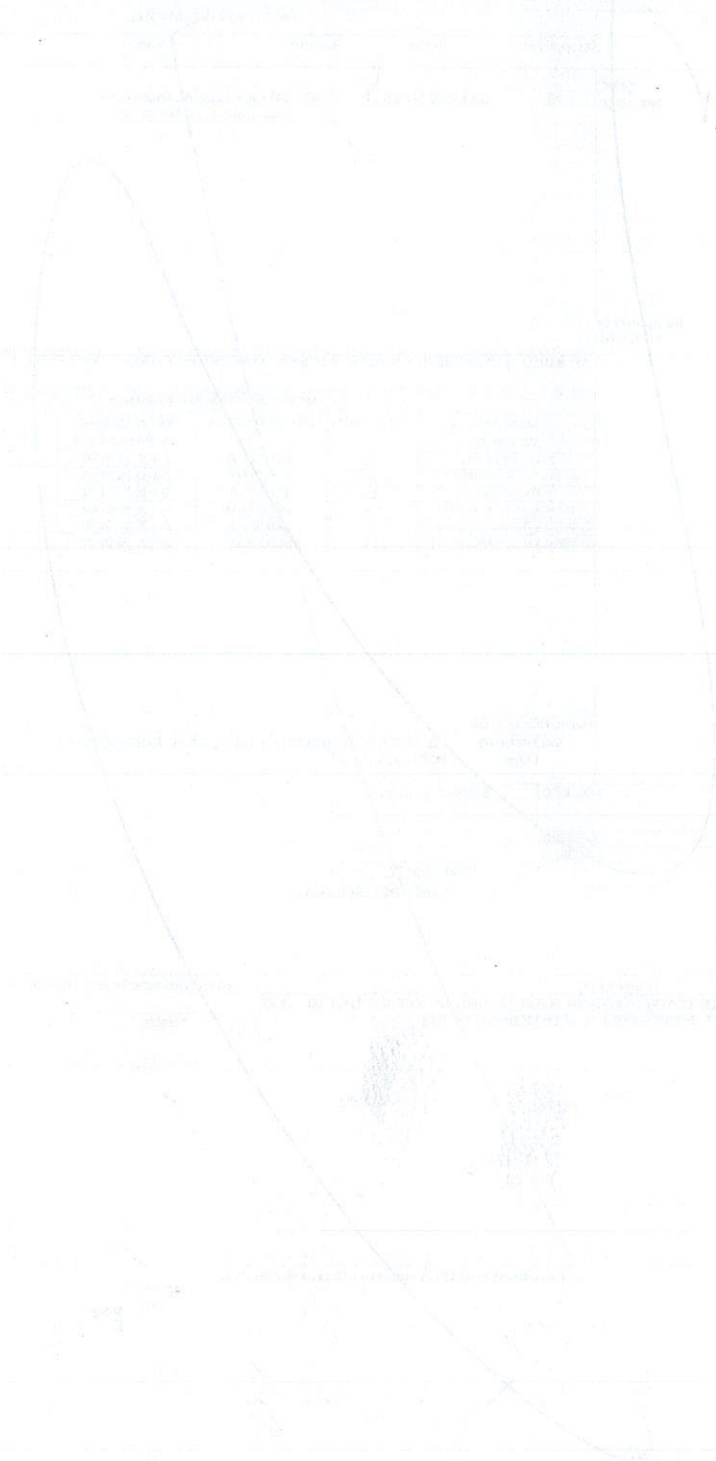
Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV.

Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERMV

Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilometro 3 via Pasquilla localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia
Tel: 3779555 Ext 1145 E- mail: p.laboratorio@umv.gov.co

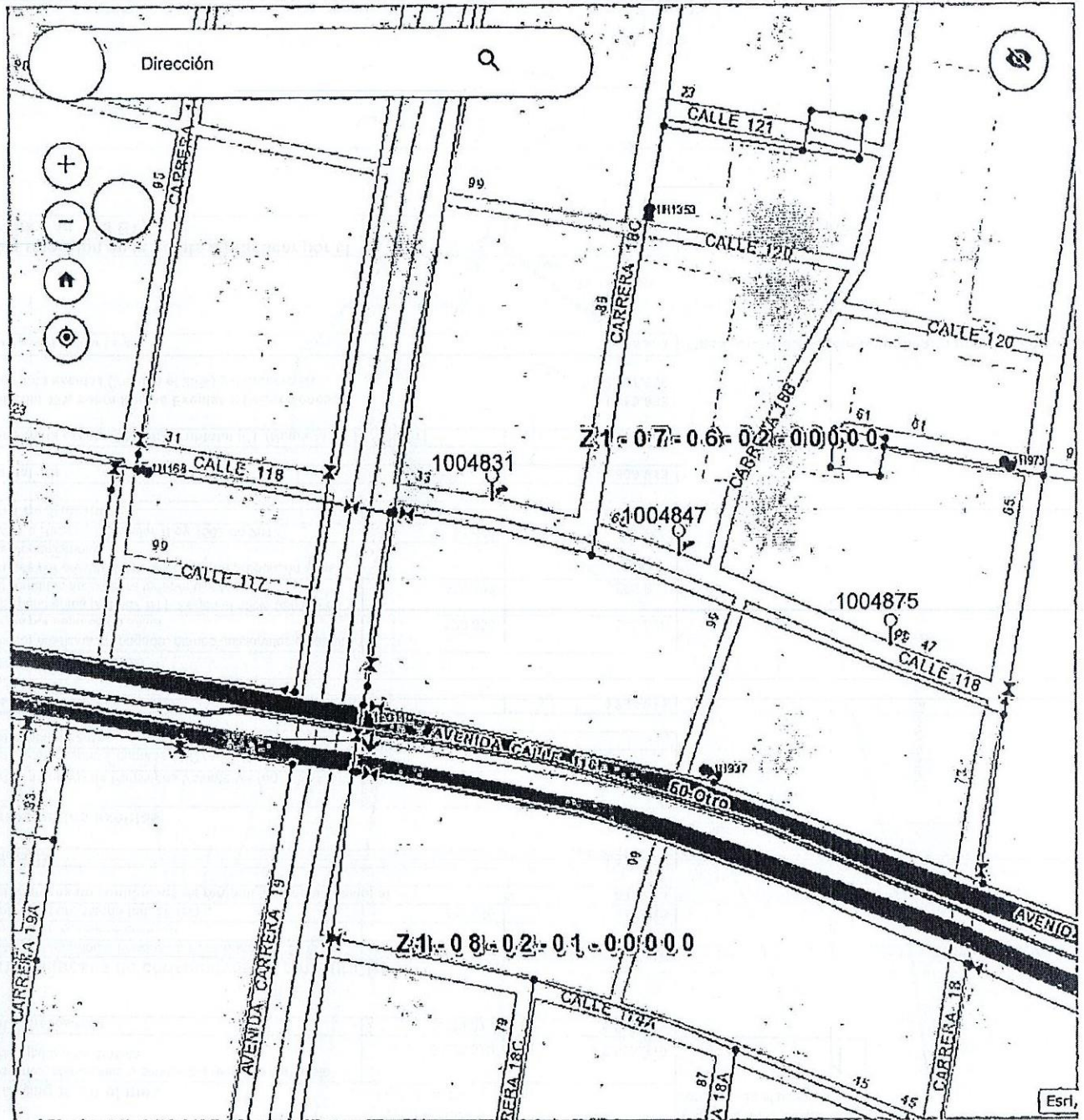
 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. MOVILIDAD <small>Unidad de Mantenimiento Vial</small>		INFORME DE ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS INV E 133-13 Y DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO ORGÁNICO DE UN SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PÉRDIDA POR IGNICIÓN INV 121-13																		
		CÓDIGO:		VERSIÓN: 1,0																
Cliente: SMVL Localidad y/o barrio: USAQUEN Dirección y/o ubicación: CALLE 118 CON CARRERA 18 B Y CARRERA 18 C		Fecha: 2018-05-12 Código: AP-2,00-05-143 CIV: 1004847																		
Aplique:	1	Muestra:	2	Profundidad (m)	0,58 A 1,37															
Descripción:	ARCILLA DE ALTA COMPRESIBILIDAD DE COLOR GRIS CLARO CON PRESENCIA DE RAÍCES, HUMEDAD MEDIA.																			
Equipos:	Mufla No. 1	Balanza No. 1	Horno No. 1																	
	Desecador No. 1	Tamiz No. 10 1	Probeta No. 1																	
MATERIA ORGÁNICA <table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th>Recipiente No.</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A (g)</td> <td>52,82</td> <td>50,84</td> </tr> <tr> <td>B (g)</td> <td>51,41</td> <td>49,41</td> </tr> <tr> <td>C (g)</td> <td>35,80</td> <td>33,34</td> </tr> <tr> <td>% M.orgánica</td> <td>8,3</td> <td>8,2</td> </tr> </tbody> </table>						Recipiente No.	3	4	A (g)	52,82	50,84	B (g)	51,41	49,41	C (g)	35,80	33,34	% M.orgánica	8,3	8,2
Recipiente No.	3	4																		
A (g)	52,82	50,84																		
B (g)	51,41	49,41																		
C (g)	35,80	33,34																		
% M.orgánica	8,3	8,2																		
Convenciones	A = Masa del recipiente más muestra seca inicial C = Masa del recipiente limpio y seco		B = Masa del recipiente más muestra seca Calcinada																	
OBSERVACIONES: LA MUESTRA # 2 NO PRESENTO EQUIVALENTE DE ARENA.																				
Elaboró:		Revisó:		Aprobó:																
Firma:																				
Nombre y Apellido:	Karen Florez	Saturnino Rincón	Mercy Rivera																	
Cargo:	Laboratorista	Coord. Operativo lab	Líder de calidad																	
<small>Los resultados presentados corresponden únicamente a la muestra sometida a ensayo. Este informe no puede ser reproducido en su totalidad ni parcialmente, sin la autorización escrita del laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERIMV.</small>																				
<small>Laboratorio de suelos y pavimentos de la UAERIMV Sede de Producción Parque Minero Industrial El Mochuelo Kilómetro 3 vía Pasquilla localidad Ciudad Bolívar, Bogotá D.C. - Colombia Tel: 3779555 Ext: 1145 E-mail: p.laboratorio@univ.gov.co</small>																				

No.	ZONA	CIV	PK/D	ELE VAL	DESCR	HASTA	AC		AS		AP		Observaciones	Unidad	Fecha	DEBITO
20	1	1000447	132228	CL 110	54 180	RIS 200	MATERIAL	PROF. (m)	PROF. MEDA (m)	MATERIAL	PROF. MEDA (m)	PROF. MEDA (m)		Cableado	24/03/2018	Travesa / 1.000000
							PVC	0.02	0.02	Cable	0.03	0.03				



28/5/2018

Sistema de Información Geográfico EAB

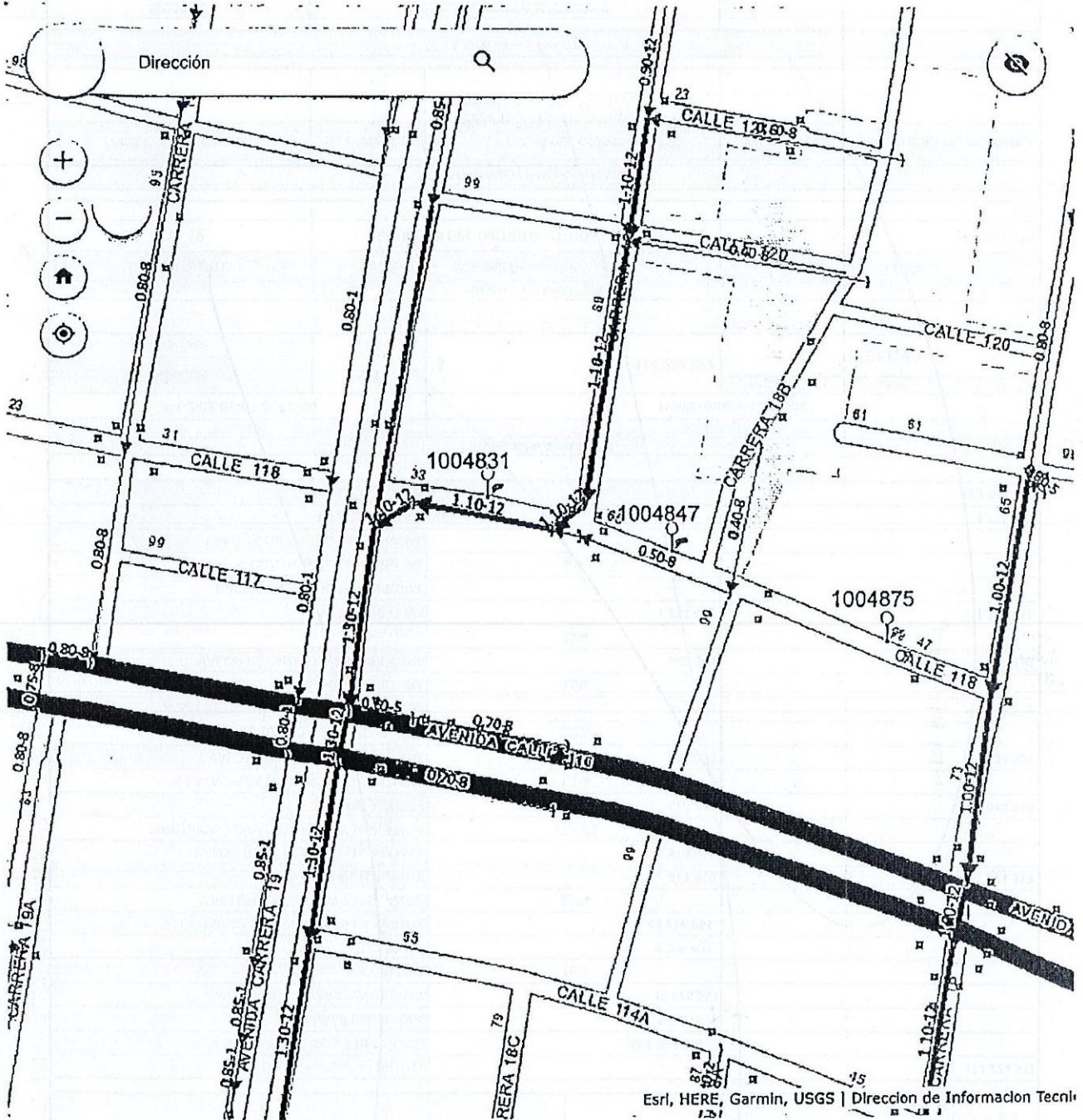


60m



28/5/2018

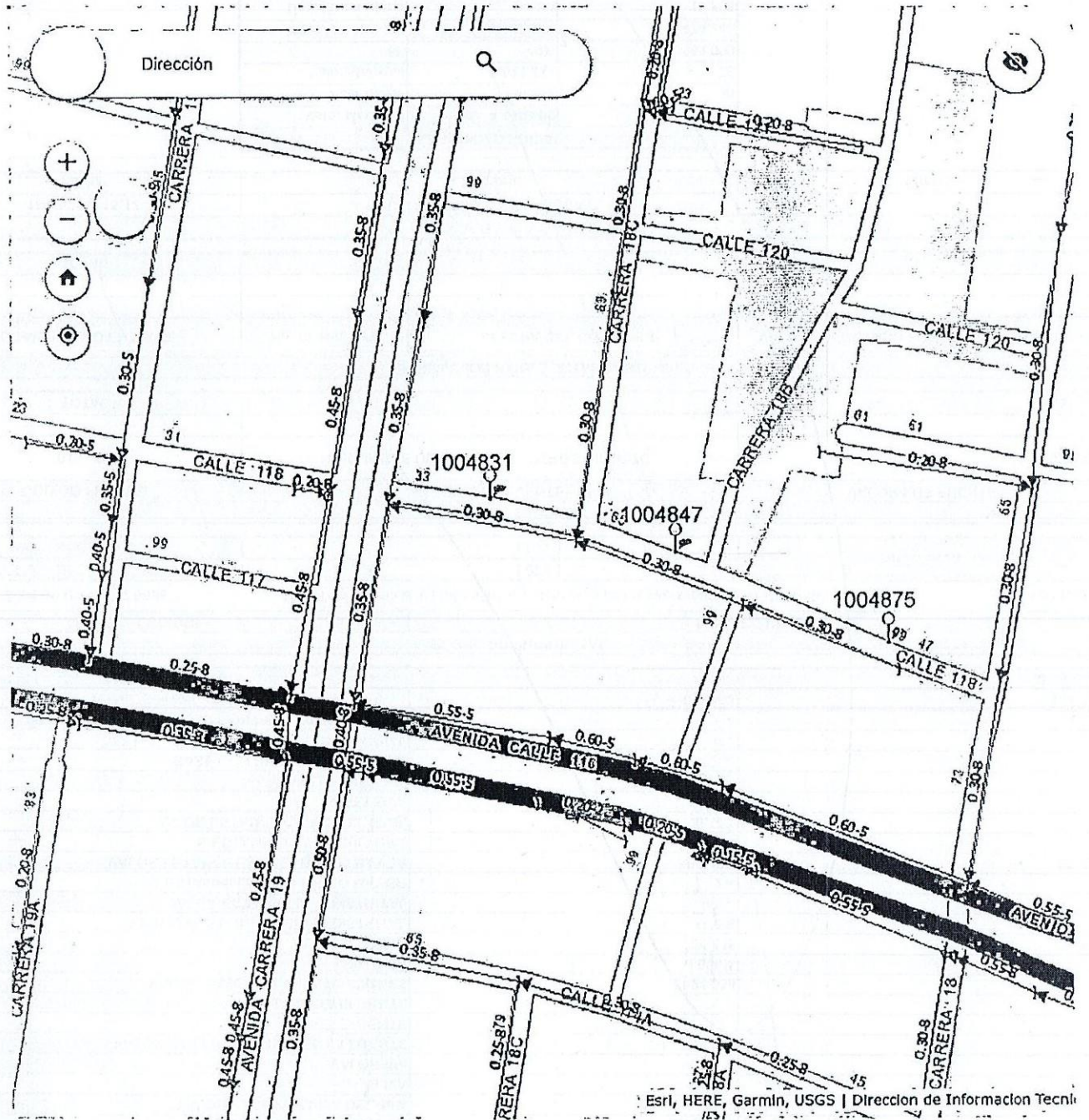
Sistema de Información Geográfico EAB



60m

28/5/2018

Sistema de Información Geográfico EAB



60m

Esri, HERE, Garmin, USGS | Dirección de Información Tecnológica

Anexo 2. Sistema clasificación ASTM para suelos

Clasificación			Designación	Descripción	Capacidad portante previsible (Mpa)	Módulo de reacción (kpa/mm)
Suelos gruesos (más del 50% retenido por el tamiz 0,075 mm)	Gravas (más del 50% de partículas en el tamiz 4.75 mm)	Gravas limpias	GW	Gravas y mezclas de grava-arena bien graduadas, sin finos o con pocos finos	0,5	> 80
			GP	Graduadas, sin finos o con pocos finos	0,5	> 80
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	0,25	> 55
			GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla	0,20	55 a 80
	Arenas (más del 50% de partículas pasan el tamiz 4,75 mm)	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas y arenas con grava, sin finos o con pocos finos.	0,40	55 a 80
			SP	Arenas poco graduadas y arenas con grava, sin finos o con pocos finos	0,30	55 a 80
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas arena-limo	0,20	55 a 80
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	0,20	55 a 80
Suelos finos (más del 50% pasa por el tamiz 0,075 mm)	Limos y arcillas (límite líquido < 50%)	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, arenas limosas o arcillas finas	0,10	30 a 55	
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad media o baja, arcillas con grava, arena o lino	0,10	30 a 55	
		OL	Limos orgánicos arenas finas o limos de micas o diatomeas	-	30 a 55	
	Limos y arcillas (límite líquido < 50%)	MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos de micas o diatomeas	0,10	30 a 55	
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	0,10	15 a 30	
		OH	Arcillas orgánicas de media a alta plasticidad	-	15 a 30	
		PT	Turba y otros suelos altamente orgánicos	-	-	

Fuente: IECA. "Manual de Pavimentos Industriales", Madrid, septiembre del 2000 A

continuación, se muestra el registro del apique realizada

Anexo 1. Sistema de clasificación AASHTO para suelos

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
Clasificación de grupo	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

Fuente: IECA."Manual de Pavimentos Industriales", Madrid, septiembre del 2000

