

**COMPARACIÓN METODOLOGÍAS INVIAS Y METODOLOGIA MEXICANA
(INSTITUTO MEXICANO SEDESOL) PARA EVALUACIÓN DE CONDICIÓN
SUPERFICIAL DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO**

**CARLOS ANDRES CARDONA DIAZ
SINDY ROCIO PRIETO MENDOZA**

Monografía

ING. CARLOS ECHEVERRY

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIALIZACION EN INGENIERIA DE PAVIMENTOS
BOGOTA 2014**

RESUMEN

El presente documento pretende realizar una comparación de dos de los manuales de Inspección de vías que existen en la actualidad en Colombia, como son Guía INVIAS-Metodología VIZIR-Pavimento flexible, INVIAS-Universidad Nacional-Pavimento rígido, frente al manual Mexicano del INSTITUTO MEXICANO SEDECOL, tanto para pavimento rígido como flexible. De igual manera se evaluarán los tramos de estudio mediante el ensayo no destructivo de deflectometría LWD y FWD, para verificar las estructuras de estudio.

El punto de partida constituye en la revisión y comparación de los resultados de la inspección de la metodología de SEDECOL frente a las Metodologías adaptadas por INVIAS, y verificar su viabilidad en los resultados, y así abrir una ventana a su implementación a nivel local.

Se evaluaron dos tramos de vías situados en la localidad de SUBA, en la UPZ Rincón, una vía en pavimento rígido, y en la UPZ de Alhambra un tramo de vía en pavimento flexible.

Se compararon los datos y se llegó a la conclusión, de que es posible implementar la metodología SEDECOL, a nivel local, para la gestión distrital de los pavimentos de la ciudad de Bogotá.

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES	6
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.4. JUSTIFICACIÓN	7
1.5. OBJETIVOS	8
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.6. ANTECEDENTES	8
1.7. ALCANCE	9
1.8. MARCO TEÓRICO	10
1.8.1 METODOLOGÍA PARA INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO ...	10
1.9. MARCO CONCEPTUAL	41
1.9.1. DEFINICIÓN DE LAS INTERVENCIONES	41
1.10. MARCO LEGAL.....	43
1.11. MARCO DEMOGRAFÍCO	45
1.11.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	45
1.11.2 Tramo de estudio 1, pavimento flexible	46
1.11.3 Tramo de estudio 2, pavimento rígido	47
2. RESULTADOS	48
2.1 TRAMO DE ESTUDIO 1, PAVIMENTO FLEXIBLE- METODOLOGÍA VIZIR	
48	
2.1.1 INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS	48

2.1.2	DETERMINACIÓN DE ESPESORES	50
2.1.3	EJES EQUIVALENTES	52
2.1.4	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	53
2.1.5	INTERVENCIONES PROPUESTAS.....	57
2.2	TRAMO DE ESTUDIO 2, PAVIMENTO RÍGIDO-METODOLOGIA INVIAS -UNIVERSIDAD NACIONAL	58
2.2.1	INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS	60
2.2.2	DETERMINACIÓN DE ESPESORES	63
2.2.3	EJES EQUIVALENTES	64
2.2.4	EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	65
2.3	INSPECCION VISUAL METODOLOGÍA SEDESOL- PAVIMENTO FLEXIBLE	69
2.4	INSPECCION VISUAL METODOLOGÍA SEDESOL- PAVIMENTO RÍGIDO 77	
3.	CONCLUSIONES	92
4.	BIBLIOGRAFÍA	95

ANEXOS

ANEXO A INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑOS PAVIMENTO FLEXIBLE METODO VIZIR

ANEXO B REPORTES DE CAMPO EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO C CÁLCULO DE ÍNDICE ESTRUCTURAL PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO D REGISTROS DE PERFORACIÓN BARRENOS DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO E REGISTRO FOTOGRÁFICO PAVIMENTO FLEXIBLE

ANEXO F INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑOS PAVIMENTO RIGIDO METODOLOGIA UNIVERSIDAD NACIONAL

ANEXO G REPORTES DE CAMPO EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA PAVIMENTO RIGIDO

ANEXO H CÁLCULO DE MODULO RESILIENTE PAVIMENTO RIGIDO

ANEXO I REGISTROS DE PERFORACIÓN BARRENOS DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES PAVIMENTO RIGIDO

ANEXO J REGISTRO FOTOGRÁFICO PAVIMENTO RIGIDO

1. GENERALIDADES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La determinación del estado superficial de un pavimento, es el punto inicial para establecer el tipo de intervención al cual va a ser sometida la estructura para su mantenimiento y/o rehabilitación. Existen diversas metodologías para establecer el estado superficial del pavimento dependiendo de las patologías encontradas.

En Colombia, el INVIAS, es el ente encargado de garantizar la construcción, mejoramiento y mantenimiento de la infraestructura vial no concesionada a cargo de la entidad, por su parte el IDU es el encargado de la construcción y conservación de obras de infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público del Distrito Capital.

De esta manera, se puede observar que dependiendo del nivel de la vía a intervenir, existe un ente regulador para su gestionamiento.

El INVIAS, por su parte, para determinar el estado superficial de un pavimento, adopto la metodología VIZIR para pavimentos flexibles, y en convenio con la Universidad Nacional de Colombia, desarrolló el manual de inspección de pavimentos flexibles, y el manual de pavimentos rígidos.

Por otra parte, en México, la secretaría de desarrollo de México, plantea un manual sencillo de implementar, para la evaluación del estado superficial de las vías pavimentadas de sus redes viales primaria, secundaria y todas las vías locales transitadas por el transporte colectivo. Este manual es aplicable a pavimentos flexibles, rígidos y articulados.

Dada la facilidad de implementación y manejo, el presente documento pretende hacer una comparación entre las metodologías de INVIAS, para ver la viabilidad de utilización dentro de los proyectos de mantenimiento de vías a nivel local, realizando una inspección visual.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las patologías que se pueden observar mediante inspección visual para evaluar el estado superficial de un pavimento?

¿Qué ventaja existe en la utilización de una u otra metodología de inspección?

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La correcta gestión de inspección periódica de las vías pavimentadas tanto a nivel nacional como local, depende de una buena observación constante que permita determinar el estado de deterioro de la misma, y de esta manera estipular cuál es la intervención más apropiada tanto técnica como económica.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La correcta inspección visual de las vías pavimentadas, para definir una intervención a tiempo, depende de la implementación de un sistema económico y realmente eficiente, que además sea de fácil aplicación y de fácil difusión dentro de la contratación pública y privada.

De esta manera, se pretende hacer una comparación entre los tres manuales, mediante la aplicación de este manual en dos vías de la localidad de Suba, para de esta manera definir qué tipo de intervención es la más indicada en cada caso.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Implementar el manual para la elaboración del inventario del Estado Funcional de Pavimentos de SEDESOL México, a las condiciones locales de la ciudad de Bogotá.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar un inventario del estado superficial de dos vías localizadas en la localidad de Suba con el fin de determinar su estado superficial y estructural.

Realizar la comparación de los resultados obtenidos de la evaluación superficial y estructural.

Determinar si es factible la implementación de la Metodología SEDECOL a nivel local.

1.6. ANTECEDENTES

Un alto porcentaje de las vías a nivel local se encuentran en la actualidad en mal estado y el presupuesto con que cuenta el Distrito resulta escaso para las necesidades de inversión requeridas para proyectos de infraestructura vial.

Lo anterior dificulta la movilidad vehicular y peatonal de los sectores afectados.

La ciudad de Bogotá, presenta altos niveles de crecimiento, viéndose afectada por diversos desarrollos urbanísticos que traen como consecuencia el deterioro de las vías de circulación existentes y el espacio público.

Adicionalmente, la malla vial local construida se encuentra en constante proceso de deterioro debido al tránsito permanente de vehículos por lo que se hace necesario realizar acciones para su mejoramiento que permitan mantener o prolongar la vida útil de los pavimentos existentes.

Así mismo al recuperar la malla vial se mejora la movilidad de las personas para trasladarse de un lugar a otro y adicionalmente el transporte público cumple con sus rutas reduciendo el tiempo en su recorrido, mejorando de esta forma la calidad de vías de la población de las diferentes localidades.

1.7. ALCANCE

En el año 2013, la Alcaldía de Suba suscribió un contrato para realizar los estudios y diseños de la malla vial de la localidad de Suba, el presente documento tiene un alcance de estudio de dos vías localizadas en la localidad de Suba, a las cuales se les realizó un estudio previo de su estado superficial por la metodología Vizir para pavimentos flexibles y por la metodología de la Universidad Nacional para pavimento rígido dentro del alcance contractual. Igualmente se realiza el análisis por la metodología SEDECOL.

Lo que se pretende es realizar la comparación de los resultados obtenidos, para de esta manera ver la viabilidad de implementación del método SEDECOL a nivel distrital.

Cabe aclarar, que la inspección vial es una primera etapa que se debe realizar en todo proyecto de gestión para determinar la mejor intervención sobre la calzada a evaluar, y de esta manera poder realizar una programación periódica de mantenimientos y/o de rehabilitación si la vía lo amerita.

1.8. MARCO TEÓRICO

1.8.1 METODOLOGÍA PARA INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO

La auscultación de vías se constituye en un elemento esencial en la gestión de pavimentos, razón por la cual se hace necesario realizar un seguimiento del estado actual de las redes viales a través de inspecciones visuales, para proporcionar la información necesaria para el procesamiento de datos que pueden utilizarse para determinar los modelos de comportamiento de las estructuras de pavimentos.

Con base en lo anterior se ejecutó como actividad principal el inventario de las fallas del pavimento para el tramo en estudio con el propósito de calificarlo dentro de los parámetros de funcionalidad y así determinar el estado superficial en que se encuentra la estructura de pavimento.

1.8.1.1 PAVIMENTO FLEXIBLE- METODOLOGÍA VIZIR

El objeto del inventario de fallas en un pavimento es identificar, cualificar y cuantificar todos los defectos superficiales presentes en la capa superficial de la estructura de pavimento. Para cumplir con este objetivo se emplea la metodología VIZIR adoptada por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Los deterioros o degradaciones (Tipo A y B) contemplados por este método se relacionan en las tablas 2 y 3, presentadas a continuación:

Código	Nombre	Unidad
AH	Ahuellamiento	m ² , mm
DPL	Depresiones Longitudinales o Hundimiento	m ²
DPT	Depresiones Transversales o Hundimientos Asentamientos Transversales	m ²
FLF	Fisuras Longitudinales por Fatiga	m ²
PC	Piel de Cocodrilo	m ²
B	Bacheos y Parcheos	m ² , No de Baches

Tabla No. 1. Degradaciones Tipo A – Condición estructural

Código	Nombre	Unidad
GLJ	Grieta Longitudinal de Junta de Construcción	m ²
GL	Grieta Longitudinal	m ²
GT	Grieta Transversal	m ²
GBL	Grietas en Bloque	m ²
GML	Grietas en Media Luna	m ²
GP	Grietas Parabólicas	m ²
GB	Grietas de Borde	m ²
BU	Abultamientos o Deformaciones en Media Luna	m ²
O	Ojos de Pescado	m ²
PL	Pérdida de Película Ligante	m ²
PA	Pérdida de Agregados	m ²
(O)	Descascaramiento	m ²
PU	Pulimento de Agregados	m ²
EX	Exudación	m ²
AM	Afloramiento de Mortero	m ²
AA	Afloramiento de Agua	m ²
DB	Desintegración de los Bordes del Pavimento	m ²
ECB	Escalonamiento entre Calzada y Berma	m ²
ER	Erosión de las Bermas	m ²
SL	Surcos Longitudinales	m ²

Tabla No. 2. Degradaciones Tipo B – Condición Funcional

La comisión de inspección, con previo conocimiento de la metodología, levantó y consignó en el formato de campo cada uno de los tipos de fallas identificadas, anotando el ancho y la longitud del área afectada, su localización aproximada en el tramo y el grado de severidad. Los deterioros que se tienen en cuenta para el inventario se definen en el cuadro “Catálogo de Deterioros”, en donde se

relaciona el tipo de falla, el código de campo y las características por cada nivel de severidad.

Posteriormente se diligenció tanto el Formato No. 1 “Registro de Campo de degradaciones del Tipo A” como el Formato No. 3 “Registro de Campo de degradaciones del Tipo B”.

Determinación del índice de deterioro superficial, Is.

Para la determinación del índice de deterioro superficial (Is), la metodología VIZIR plantea como datos de entrada para la evaluación de deterioros y fallamientos, el tipo de daño, el nivel de gravedad y la extensión con respecto al área total de la calzada. Los tipos de fallas son agrupadas por su génesis, pudiendo ser estructurales o funcionales.

Deterioros Tipo A:

Se trata de fallas asociadas a las deficiencias estructurales del pavimento. Se incluyen en este grupo ahuellamientos, deformaciones estructurales, fisuras longitudinales por fatiga, piel de cocodrilo y reparaciones ejecutadas. Para este diagnóstico se incluyeron además fisuras en bloque, fisuras parabólicas y fisuras transversales, dentro del grupo de agrietamiento y los asentamientos transversales y depresiones en media luna dentro del grupo de las deformaciones.

Deterioros Tipo B:

Los deterioros de este tipo, que no intervienen en el cálculo de la condición global, son de tipo funcional ya que no están ligados normalmente a la capacidad estructural, sino que deben su origen entre otros factores a deficiencia en la ejecución de la obra; calidad de algún material constituyente de la estructura; condición del sitio en particular sumada al tránsito.

Índice de Deterioro, Is.

Para el cálculo del índice de deterioro (Is) se establece en primera instancia el índice de fisuración (If) y el índice de deformación (Id) que dependen de la extensión y gravedad de las fallas de tipo A. Este cálculo da lugar a una primera calificación del Índice de deterioro (Is) por rangos de valoración, que sumado a una corrección por reparación genera el Índice de deterioro (Is), el cual puede oscilar entre 1 y 7.

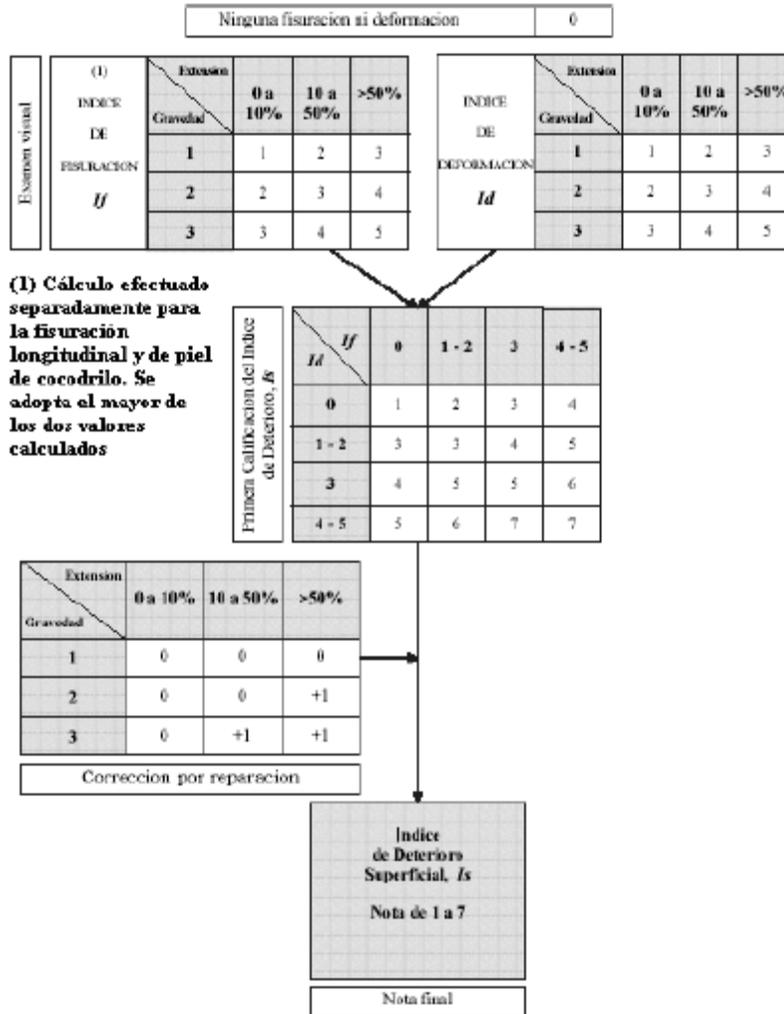
La metodología VIZIR clasifica según lo indica la guía, tres situaciones generales de acuerdo a la capacidad del pavimento según el inventario efectuado:

Valores I_S entre 1 y 2, representan pavimentos con limitados fisuramientos y deformaciones que presentan buen aspecto general las cuales pueden requerir labores de mantenimiento rutinario.

Valores I_S entre 3 y 4, representan pavimentos con fisuramientos de origen estructural y poca deformación, así como pavimentos sin fisuramientos pero con importantes deformaciones. Su estado superficial se considera regular y degradado, por lo que requieren tratamientos de rehabilitación de intensidad media.

Valores I_S entre 5, y 7, pavimentos con abundantes fisuramientos y deformaciones de origen estructural, cuyo deficiente estado superficial exija trabajos importantes de rehabilitación.

A continuación se presenta un diagrama de flujo que ilustra el procedimiento de determinación del Índice de Deterioro Superficial:



Fuente: "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de pavimentos Asfálticos de Carreteras".

Figura No. 1. **Cálculo del Índice de Deterioro Superficial, I_s**

Formatos de estandarización.

Con el propósito de consolidar y uniformizar la información obtenida en las labores de campo para efectos de procesamiento y cálculo, se dispusieron los siguientes formatos:

Formato No. 1. "Registro de Campo de Degradaciones del Tipo A": La información está organizada cada 100 m y se incluyen los diferentes tipos de deterioros tipo A

definidos en la metodología VIZIR, con su correspondiente área y nivel de gravedad para cada subsector.

Formato No. 2 "Resumen de Degradaciones del Tipo A para subsector de 100 m":

Para subsector de 100 m, se agrupan las fallas que intervienen en el cálculo del Is, en agrietamientos por fatiga, piel de cocodrilo, deformaciones estructurales y bacheos y parcheos. Para cada grupo, se obtiene la extensión afectada en porcentaje del área de calzada en el subsector, con una gravedad definida como la de mayor nivel entre las fallas que se agrupan.

Formato No. 3. "Registro de Campo de Degradaciones del Tipo B": Para subsector de 100 m se presenta la información de área afectada y nivel de gravedad de deterioros de tipo funcional, definidos en la metodología VIZIR como del tipo B.

Formato No. 4 "Cálculo del Is Parcial para subsector de 100 m": Con base en la información del Formato No. 2, se presenta el cálculo de cada uno de los componentes del Índice de Deterioro, la corrección por reparaciones, el Is final para cada subsector y la categoría correspondiente a este valor.

1.8.1.2 PAVIMENTO RÍGIDO-METODOLOGIA UNIVERSIDAD NACIONAL

Basados en el Manual para la Inspección visual de Pavimentos Rígidos de la Universidad Nacional de Colombia y el Instituto Nacional de Vías, se ejecutó el inventario de las fallas del pavimento con el propósito de calificar el corredor para obtener un informe de los daños encontrados durante la inspección visual que permita identificar el tipo, magnitud y severidad de los mismos, así como su localización y los sectores de vía más afectados.

La descripción de los diferentes daños que pueden presentar un pavimento rígido son agrupados en cuatro categorías generales:

- Grietas
- Deterioros de las juntas
- Deterioro superficial
- Otros deterioros

Los niveles de severidad son criterios adoptados para diferenciar la gravedad del daño, esto se basa fundamentalmente en la apreciación del grado de deterioro que pueda presentar cada daño en particular. En términos generales los niveles de severidad adoptados por el manual son: severidad baja, severidad media, y severidad alta.

El propósito de la inspección de pavimentos es determinar el porcentaje de área afectada en la vía, estableciendo el tipo de daños que se presenta, su extensión y severidad, factores que ayudan a interpretar las posibles causas de los deterioros o de programar actividades de campo y/o laboratorio para estudiar dichas causas, y así establecer las alternativas de reparación más adecuadas y contrarrestar los factores que generan estos daños.

Para este fin, se utiliza un formato para el registro de daños en campo, donde se registra la información sobre cada patología (tipo, severidad, longitud y ancho).

Una vez realizada la auscultación del tramo en estudio, se procede a dar inicio al procesamiento de la información capturada en campo y el análisis de la misma, con el fin de producir un informe donde se reporten los resultados encontrados.

De acuerdo con la información contenida en los formatos de campo acerca del pavimento, en primer lugar se calcula el número de placas afectadas y luego se procede a agrupar los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramos, donde se determinan los porcentajes de afectación para cada caso, además del porcentaje de afectación general para todo el sector, esto con el fin de establecer los daños más frecuentes, los tramos más afectados y las áreas totales de daño. Dichos reportes incluyen:

- Abscisa inicial y final del levantamiento
- Área total inspeccionada
- Área total afectada
- Porcentaje de afectación
- Los deterioros (con sus severidades) más frecuentes
- El porcentaje de afectación representado por dichos deterioros
- Los deterioros más frecuentes

- Los tramos de vía más afectados (abscisas, áreas afectadas y porcentaje de afectación)

1.8.1.3 METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA FWD

De acuerdo con los requerimientos para el mantenimiento y rehabilitación de vías, y a los aspectos técnicos para la evaluación de la capacidad estructural de los tramos, es necesario contar con insumos básicos como son: evaluación de condición superficial y evaluación de su condición estructural, siendo esta última la que permite valorar en términos de número estructural efectivo la capacidad estructural existente. Con estos insumos se evaluará por medio de la metodología AASHTO-93 la capacidad estructural requerida.

Para la evaluación de la condición estructural se lleva a cabo una deflectometría con el fin de establecer a partir de ensayos no destructivos, cuencos de deformación y modelos matemáticos, el estado estructural del pavimento, por medio de viga Benkelman o de Equipos de alto rendimiento como FWD, obteniendo un número de medidas acorde con las exigencias del anexo técnico del IDU que se relacionan a continuación:

TIPO DE VÍA	Separación entre ensayos	
	Longitud del segmento	Número de deflexiones (Por Calzada)
Local, Intermedia y Arterial	SEGMENTO < 50 m	2
	50 m < SEGMENTO <100 m	3
	100 m < SEGMENTO <150 m	4
	150 m < SEGMENTO <200 m	6
	200 m < SEGMENTO <250 m	7
	SEGMENTO > 250 m	Cada 30 m
	La medida realiza en el carril más desfavorable en la huella externa	

Fuente: Alcaldía Local de Suba

METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE CAMPO

A continuación se describe la metodología empleada en el desarrollo del presente documento, se describe el equipo empleado para la toma de información de campo y cálculo de deflexiones y transferencia de carga a partir de deflexiones, el equipo utilizado es el deflectómetro de impacto HWD marca Dynatest 8082-101. En seguida, se realiza la descripción de cada una de las actividades realizadas y de los equipos empleados:

TOMA DE DEFLEXIONES

Las medidas con equipo FWD se realizaron sobre la huella exterior en pavimentos flexibles, y para el caso de pavimentos rígidos se tomaron las mediciones en las juntas transversales para determinación de la Transferencia de Carga y en el centro de la losa para la estimación del Módulo de Reacción K.

EQUIPO EMPLEADO

A continuación se presentan las características generales del equipo empleado para la obtención de deflexiones:

Equipo: Deflectómetro de Impacto HWD 8082-101.

Referencia: 8082-101.

Marca: Dynatest.

Sensores de deflexión: geófonos.

No. de Sensores: 9 en uso actualmente. Capacidad: 15.

Plato de carga: 30 cm de diámetro

Rango de carga: 15 – 240 kN

Termómetros : ambiente e infrarrojo para superficie de pavimento

Odómetro: 2 sensores de proximidad

El deflectómetro de impacto HWD 8082-101 (Heavy Weight Deflectometer, HWD), es un equipo generador de cargas dinámicas por medio de la caída de un peso.

El valor máximo de la carga, el tiempo de ascenso y la forma de la producida por el impacto simulan con precisión la carga producida por el tránsito. Los transductores de deflexión (geófonos) de alta sensibilidad registran el contorno del

cuenco de deflexión. Los datos registrados son las deflexiones relevantes para el diseño de caminos y pistas.

Además de la medición de carga/deflexión, el HWD registra la temperatura del aire y la temperatura de la superficie del pavimento.

El principio del equipo empleado consiste en aplicar una carga dinámica en el pavimento, causada por la caída de una masa sobre un plato circular (diámetro 0.30 m), cuya superficie de contacto se asemeja al de la rueda de un camión. Las deflexiones producidas son medidas por medio de un grupo de geófonos, ubicados directamente bajo el plato de carga (D0) y a distancias de 0.20, 0.30, 0.45, 0.60, 0.90, 1.20, 1.50 y 1.80 m de distancia del centro del mismo.

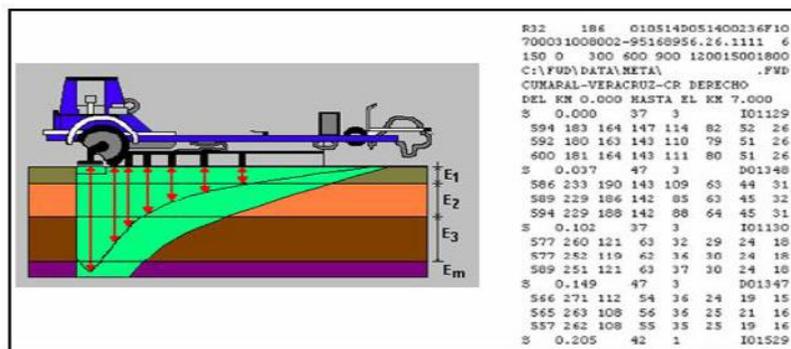


Figura No. 2. Medida y registro de deflexiones empleando deflectómetro de impacto

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras

La ventaja de llevar a cabo mediciones de deflexión con este tipo de equipo es su versatilidad, alta precisión, rapidez en la toma y procesamiento de los datos, que permite tomar las decisiones del caso en forma inmediata.

En cada punto de deflexión evaluado y para cada nivel de carga, se realizaron tres (3) mediciones de deflexión, de las cuales se graban las dos últimas y la primera garantiza el acomodamiento adecuado del plato de carga, asegurándose de esta manera la repetitividad de los resultados dentro de un intervalo de desviaciones aceptable, considerándose los valores del segundo y tercer golpe en el procesamiento de la información.

Metodología de análisis y de cálculo de parámetros estructurales

La metodología empleada para el cálculo de los parámetros estructurales se presenta a continuación:

Parámetros estructurales pavimento flexible

La metodología empleada para el cálculo de los parámetros estructurales en pavimento flexible se presenta a continuación:

Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)

La guía de diseño de la AASHTO presenta la metodología para el cálculo del Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr) a partir de valores de deflexión obtenidos mediante el empleo del Falling Weight Deflectometer. El cálculo del Módulo Resiliente de la Subrasante es como sigue:

$$Mr = \frac{0.24 \times P}{d_r \times r}$$

Donde:

Mr → Módulo Resiliente de la Subrasante, en psi

P → Carga aplicada (libras). (9000 libras = 40 KN.)

$d_r \rightarrow$ Deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, en pulgadas.

$r \rightarrow$ Distancia desde el centro del plato de carga, en pulgadas.

Para efectos de diseño, éste módulo debe multiplicarse por un factor de 0.33, para obtener un valor representativo de diseño:

$$Mr = 0.33 \times \left(\frac{0.24 \times P}{d_r \times r} \right)$$

Módulo Equivalente del Pavimento (E_p)

El Módulo Equivalente del pavimento, refleja la capacidad estructural del pavimento existente, es decir, la capa asfáltica que la conforma y los materiales que se encuentran debajo de éste. La obtención del Módulo Equivalente se realizó a partir de la metodología AASHTO haciendo uso de las deflexiones llevadas a cabo con el Deflectómetro de Impacto FWD.

El cálculo del Módulo Equivalente de la estructura de pavimento fue obtenido con la aplicación de la siguiente fórmula:

$$d_0 = 1.5 \times p \times a \times \left\{ \frac{1}{M_r \sqrt{1 + \left(\frac{D^3}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_r}} \right)^2}} + \frac{\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right]}{E_p} \right\}$$

Donde:

D_0 → Deflexión central.

p → Presión del plato de carga, en psi. En este caso igual a 82.3 psi = 5.76 Kg/cm².

a → Radio del plato de carga, en pulgadas. (5.9 pulgadas = 15 cm.)

D → Espesor total de las capas del pavimento sobre la Subrasante, en pulgadas,

M_r → Módulo Resiliente de la Subrasante, en psi.

E_p → Módulo efectivo de todas las capas del pavimento, en psi.

El Módulo Resiliente de la Subrasante se obtuvo a partir de mediciones de deflexión llevadas a cabo con el Deflectómetro de Impacto FWD, haciendo uso de la metodología AASHTO, tal como se indica en el numeral anterior.

Número Estructural SN AASHTO

La variable más relevante para el dimensionamiento de espesores de refuerzo es el Número Estructural - SN. Este valor junto con la proyección de tránsito en el periodo de diseño permite determinar espesores de refuerzo en cualquier etapa del periodo de vida del pavimento. La condición futura de la vía, por lo tanto, estará condicionada de manera importante a las cargas y al tipo de tránsito futuro.

Basándose en la metodología ASSTHO, el cálculo del $SN_{Efectivo}$ se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$SN_{Efectivo} = 0.0045 \times D \times \sqrt[3]{E_p}$$

Donde D es el espesor de la estructura del pavimento y E_p es el Módulo Equivalente del Pavimento.

Cálculo parámetros pavimento rígido

La metodología empleada para el cálculo de los parámetros estructurales en pavimento rígido se presenta a continuación:

Metodología para el cálculo de la transferencia de carga

A continuación se describe la metodología empleada para el cálculo de transferencia de carga a partir de deflexiones obtenidas de mediciones realizadas mediante el empleo del equipo FWD.

a) Conceptos Básicos

En todo pavimento rígido, para entender la esencia de su funcionamiento, se debe conocer la forma como trabaja el concreto hidráulico, materia prima de este tipo de estructuras. Es bien sabido que el proceso de hidratación del cemento en la mezcla genera fisuras por retracción y simplemente en la obra el constructor induce dichas fisuras espaciadas a cierta distancia constante, que se conocen como juntas transversales.

Por otra parte, el pavimento de concreto debe funcionar mecánicamente en forma continua y es, por lo tanto, que se colocan las dovelas o pasadores para que se transmita la carga de una losa a la siguiente. El diámetro de las dovelas depende del espesor de la losa, del módulo de reacción bajo la losa, del módulo elástico del concreto, de la relación de Poisson, entre otras. Las dovelas deben ser de acero liso y deben estar engrasadas durante la colocación para evitar restringir el movimiento de las losas.

El uso de ensayos no destructivos para la obtención de valores de deflexión es parte integral de la evaluación estructural; mediante este tipo de ensayos puede realizarse la evaluación de la capacidad estructural in situ del pavimento, detección de vacíos en la losa, así como el análisis de transferencia de carga en la junta de la losa.

La evaluación de la transferencia de carga es un indicativo además de problemas de bombeo, escalonamientos, entre otras variables que inciden en el deterioro de los pavimentos rígidos. Es importante recordar que las juntas son el punto débil en este tipo de pavimentos.

b) Determinación de la Transferencia de Carga

La carga aplicada con el deflectómetro de impacto genera una flexión en la losa, particularmente en las proximidades de la junta transversal. La capacidad de la transferencia de carga es medida mediante la eficiencia de la junta, la cual se expresa comúnmente de dos formas distintas: eficiencia en la deflexión y eficiencia en el esfuerzo.

Para este proyecto se evaluó la eficacia de la transferencia de carga en función de la eficiencia en la transferencia de la deflexión. La eficiencia en la transferencia de carga en la junta basada en las deflexiones se representa mediante la siguiente ecuación:

$$LTE = \frac{\delta_u}{\delta_1} \times 100$$

En esta ecuación:

LTE Eficiencia de la transferencia de carga, en porcentaje

δ_u es la deflexión en el lado no cargado de la junta

δ_1 es la deflexión en el lado cargado de la junta.

Para determinar la eficacia en la transferencia de carga, los sismómetros deben ser colocados en cada losa cerca de la junta y el plato que aplica la carga debe estar también posicionado en una de las losas cerca de la junta. En la Figura No. 4 se observan los dos casos extremos. El primer esquema muestra una junta con pésima transferencia de carga y en el segundo, la junta posee una excelente transferencia.



Figura No. 3. Casos Extremos de la Eficiencia en la Transferencia de Carga

Los valores de eficiencia en la deflexión en la junta están en un rango entre 0% para una eficiencia nula y 100% para una eficiencia total.

La realización del ensayo debe cumplir con los siguientes requerimientos: Los sismómetros deben estar dispuestos cerca a los extremos de la junta. Para este proyecto se coloca el primero a 0.15 metros de la junta en la losa cargada y el siguiente sismómetro a 0.15 m de la junta en la losa no cargada, de tal manera que pueda medirse la deflexión tanto en la losa cargada como en la no cargada. La carga aplicada es de 40 KN para tener solicitaciones significativas que puedan, efectivamente, garantizar el trabajo de los pasadores.

c) Método AASHTO

Una vez recolectada la información de campo se procedió a realizar los cálculos necesarios para determinar la transferencia de carga de cada una de las juntas analizadas.

Considerando que la eficiencia en la transferencia de carga entre losas de pavimento rígido es vital para el buen funcionamiento del mismo, las dovelas deben transmitir perfectamente la carga de una losa a otra.

Para evaluar la transferencia de carga, de este proyecto, se utilizó el método AASHTO. La metodología AASHTO NO garantiza que se esté evaluando el “alma” de las dovelas, debido a que se está determinando la transferencia en los extremos de éstas, la cual es de aproximadamente 0.30 m de longitud.

La carga aplicada en esta configuración es de 40 KN, localizada a 0.15 metros de la junta y midiendo la transferencia de carga a 0.15 metros en la losa adyacente no cargada. Tal como se muestra en la Figura 3-3.

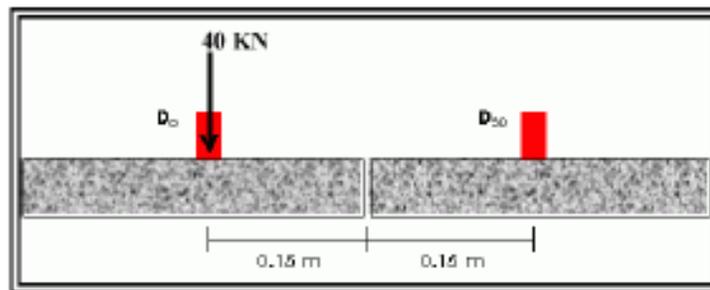


Figura No. 4. Esquema de Configuración en la Metodología AASHTO

La transferencia de carga basada en las deflexiones se determina de la siguiente forma:

$$TC(\%) = \frac{D_{30}}{D_0} \times 100\%$$

En donde:

D_0 : Es la deflexión a 0.15 m de la junta, en la losa cargada.

D₃₀: Es la deflexión a 0.15 m de la junta, en la losa NO cargada.

La calidad de la transferencia de carga en la junta en función de su eficiencia, se evalúa de acuerdo a los valores que se observan en la Tabla 3-1.

<i>Clasificación de la Transferencia de Carga</i>	<i>Eficiencia de la transferencia de carga (%)</i>
Excelente	90 - 100
Buena	75 - 89
Razonable	50 - 74
Pobre	25 - 49
Muy pobre	0 - 24

Tabla No. 3. Calidad de la transferencia de carga en la junta en función de su eficiencia

Módulo de Reacción bajo las losas Existentes

De acuerdo con el Supplement of the AASHTO Guide for Design of Pavement Structures – 1997, para la determinación del Módulo de Reacción del Soporte de una losa de concreto a partir de la mediciones con deflectómetro de impacto (FWD), se requiere conocer las deflexiones a las siguientes distancias a partir del punto de aplicación de la carga: 0, 8, 12, 18, 24, 36 y 60 pulgadas (0, 20.2, 30.5, 45.7, 61.0, 91.5 y 152.4 cm). La carga recomendada es de 40 kN. El procedimiento de cálculo es como sigue:

1. Como primera medida, debe calcularse el parámetro AREA₇ para el cuenco de deflexiones, a partir de la siguiente ecuación:

$$AREA_7 = 4 + 6\left(\frac{d_8}{d_0}\right) + 5\left(\frac{d_{12}}{d_0}\right) + 6\left(\frac{d_{18}}{d_0}\right) + 9\left(\frac{d_{24}}{d_0}\right) + 18\left(\frac{d_{36}}{d_0}\right) + 12\left(\frac{d_{60}}{d_0}\right)$$

Donde:

d_0 : Deflexión en el centro del plato de carga, en pulgadas

d : Deflexión a 8, 12, 18, 24, 36 y 60 pulgadas (20.3, 30.5, 45.7, 61.0, 91.5 y 152.4 cm) a partir del centro del plato de carga, en pulgadas.

2. A continuación, se debe determinar el radio de rigidez relativa asumiendo una losa de dimensiones infinitas, empleando la siguiente ecuación:

$$\ell = \left[\frac{\ln\left(\frac{60 - AREA_7}{289.708}\right)}{-0.698} \right]^{2.566}$$

3. A partir del resultado anterior, se determina el módulo de reacción dinámico, asumiendo una losa de dimensiones infinitas:

$$k_{\infty} = \frac{P \times d_0^*}{d_0 \times \ell^2}$$

Donde:

k_{∞} : Módulo de reacción dinámico recalculado, para losa infinita, en psi/pulgada

P : Carga en libras

d_0 : Deflexión medida en el centro del plato de carga, en pulgadas

ℓ : Radio de rigidez relativa para losa infinita determinado en el paso anterior, en pulgadas*

d_0^* : Coeficiente de la deflexión bajo el centro del plato de carga, adimensional

$$d_0^* = 0.1245 \times e^{[-0.14707L e^{(-0.075684)}]}$$

4. Se calculan los factores de ajuste para la deflexión central (d_0) y el radio de rigidez relativa (ℓ) para dimensiones de losa finitas.

$$AF_{d_0} = 1 - 1.15085 \times e^{-0.71878 \left(\frac{L}{\ell}\right)^{0.00151}}$$

$$AF_{\ell} = 1 - 0.89434 \times e^{-0.61662 \left(\frac{L}{\ell}\right)^{1.00001}}$$

Donde, si la longitud de la losa es menor o igual a dos veces el ancho de la misma, L es igual a la raíz cuadrada del producto de la longitud de la losa y el ancho (ambos en pulgadas); si la longitud de la losa es mayor que el doble del ancho, L es el producto de la raíz cuadrada de dos y la longitud de la losa, en pulgadas.

$$\text{Si } L_l \leq 2 \times L_w \Rightarrow L = \sqrt{L_l \times L_w} ; \text{ Si } L_l > 2 \times L_w \Rightarrow L = \sqrt{2} \times L_l$$

5. Finalmente, se ajusta el valor de k para una losa de dimensiones finitas, por medio de la siguiente ecuación:

$$k = \frac{k_c}{AF_{\ell}^2 \times AF_{d_0}}$$

El valor del módulo de reacción estático es aproximadamente la mitad del módulo dinámico calculado mediante el procedimiento anterior.

El módulo de reacción que se muestra en la fórmula anterior corresponde al *K dinámico* por lo que es necesario determinar el *K estático* según la siguiente fórmula:

$$K_{\text{estático}} = K_{\text{dinámico}} / 2$$

1.8.1.4 METODOLOGÍA SEDESOL

Este procedimiento ha sido diseñado para llevar a cabo periódicamente la evaluación de la condición global de todas las calzadas, de una manera expedita y objetiva. Se refiere exclusivamente al estado de los pavimentos y sus propósitos, grado de precisión y alcance están relacionados con las necesidades de planeación de las actividades de mantenimiento/rehabilitación.

La calificación de la condición del pavimento involucra la inspección de la superficie del pavimento y la cuantificación de diversas manifestaciones o componentes de deterioro, tal como son observados en situaciones estándar descritas en este Manual por medio de figuras y descripciones simples. Cada manifestación de deterioro es comparada con 5 niveles de condición estándar. Para establecer la condición, en forma cuantitativa, este Manual permite asignar una importancia o peso relativo a cada uno de estos componentes y, entonces, combinarlos para producir una medida de la condición general de una sección homogénea del pavimento.

Estas figuras, unidas a las diversas instrucciones que permiten normalizar la recolección de datos de campo, aseguran una adecuada precisión y objetividad.

Aún así, no se descarta la importancia de la capacitación previa del personal a cargo de estas tareas, y de la conveniencia de conducir los ensayos en forma centralizada, a través de un número limitado de brigadas o equipos de inspección, a fin de obtener resultados uniformes.

El procedimiento está orientado fundamentalmente a establecer la condición del pavimento. Con base a esta condición, puede estimarse el tipo de acción de mantenimiento o rehabilitación requerido a corto o mediano plazo, por lo tanto no debe confundirse con las necesidades de reparación a ejecutar a corto plazo. El proceso de comprende las siguientes etapas:

- Recolección de datos en el campo.
- Procesamiento de la información de campo.
- Archivo y presentación de la información.
- Utilización de la información.

1.8.1.4.1 Rotura de baches descubiertos (D1)

De acuerdo con el manual, este indicador evalúa la presencia de baches descubiertos o desintegraciones totales en la superficie del pavimento. Se trata de daños de alta incidencia, por cuanto afectan significativamente los siguientes aspectos:

- La seguridad del tránsito.
- La comodidad de manejo de los usuarios.
- La integridad del pavimento.

Estas deficiencias generan la necesidad de reparación inmediata a través de un mantenimiento correctivo de emergencia. Los baches son inventariados contando el número de éstos en la sección, clasificándolos de la manera siguiente:

(S) Superficiales Pérdida de carpeta solamente

- Según severidad

(P) Profundos Pérdida de carpeta + base granular

(A) Area menor de 1.0 M2.

- Según el área afectada

(B) Área mayor de 1.0 m2.

El coeficiente D1 representa la incidencia porcentual y ponderada de estos daños, medida términos de área de la sección afectada. El operador de campo se limita a inventariar número de baches convenientemente clasificados, mientras que el coeficiente D1 se calcula según la fórmula siguiente, que asigna un mayor peso a los baches profundos y de mayor extensión:

$$D1 = \frac{.0.7 * SA + 2 * SB + 2 * (0.7 * PA + 2 * RB)}{L * Nc * 3.30} * 100$$

Donde:

SA = número de baches superficiales de área menor de 1 m2 (área supuesta= 0.70m2)

SB = número de baches superficiales de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0m2.)

PA = número de baches profundos de área menor de 1 m2 (área supuesta = 0.70 m2)

PB = número de baches profundos de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0 m2)

L = longitud de la sección en metros.

Nc = número de carriles en la sección (se supone de 3.30 m promedio)

En consecuencia, D1 vale cero cuando no existen baches descubiertos y crece en la medida que el área afectada se incrementa. Valores superiores al 2% revelan una incidencia muy alta de estos daños.

En el ejemplo siguiente se ilustra un levantamiento para una sección de pavimento cualquiera, indicándose la forma de vaciar los datos en el formato:

1.8.1.4.2 Fisuras en bloques o piel de cocodrilo (D2)

Este indicador evalúa la presencia de fisuras en bloques (pavimentos de concreto) o tipo piel de cocodrilo (pavimentos flexibles). Estas fallas son indicativas de una avanzada degradación estructural del pavimento y se relacionan con las necesidades de reparación a corto plazo. Por falta de mantenimiento oportuno, evolucionan en forma rápida para dar lugar a baches descubiertos.

Por ende, es probable que la gran parte, si no el 100% del área afectada tendrá que repararse una vez transcurridos 1 ó 2 años. Los programas y presupuestos de mantenimiento deben tomar esto en consideración.

Para que el inventario pueda efectuarse anualmente, no es necesario diferenciar los niveles de severidad de estos fisuramientos.

El indicador D2 representa la extensión del área del pavimento cubierto con fisuras en bloques o piel de cocodrilo. Los calificadores durante el levantamiento asignan un valor variable de 0 a 4, con base en una estimación del área porcentual de pavimento afectada por estas fisuras en la sección homogénea, según la siguiente guía:

Nivel D2	Porcentaje de la superficie afectada en la sección evaluada (*).	Descripción de la condición del pavimento
0		Ausencia de fisuras en bloques o piel de cocodrilo en la sección.
1	Mayor de 0 a 5%	Fisuración escasa, aislada y ocasional.
2	Mayor de 5 a 15%	Fisuración intermitente, se distribuyen regularmente en la sección.
3	Mayor de 15 a 25%	Fisuración frecuente, afecta gran número de losas o gran parte de las huellas de canalización.
4	Mayor de 25%	Fisuración extensiva, generalizada en toda la sección evaluada.

Fuente: Manual para Elaboración del Inventario del Estado Funcional de Pavimentos SEDESOL

(*) En pavimentos rígidos los porcentajes se refieren al total del área de la sección, mientras que en pavimentos flexibles y mixtos el área corresponde a huellas de canalización del tránsito.

Con el propósito de proveer un aceptable grado de objetividad, la evaluación del área y, por lo tanto, la asignación de D2, se lleva a cabo con ayuda de una plantilla de estándares representativos. A manera de ejemplo, ver la figura No. 3, que corresponde a pavimentos flexibles. El evaluador compara lo observado sobre el pavimento con los estándares, y asigna de esta manera el valor de D2 más apropiado.

1.8.1.4.3 Otras fisuras (D3)

Este indicador comprende todos los tipos de fisuramientos, con excepción de las fisuras capilares en pavimentos de concreto hidráulico, dada su escasa incidencia en el comportamiento del pavimento. Las fisuras en general se relacionan con la integridad del pavimento, o al menos con la integridad de la superficie de rodamiento y su evolución en el mediano plazo.

Tratándose de pavimentos de concreto hidráulico, la evaluación comprende:

- Losas subdivididas
- Fisuras de esquina
- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales y diagonales
- Fisuras inducidas
- Fisuras por mal funcionamiento de las juntas.

El origen de estas fisuras responde a diferentes mecanismos de deterioro, algunos de los cuales tienen menor efecto en la futura evolución del pavimento. Con el fin de clasificar las fisuras según su influencia en la evolución del deterioro de los

pavimentos y, en la generación de actividades de mantenimiento/rehabilitación, se ha preparado la figura No. 4 adjunta, que agrupa las fisuras en cinco categorías.

El indicador D3 comprende los grupos B, C, y en menor grado D, de la figura citada sin establecer diferencias en relación a los niveles de severidad, por lo tanto esto impondría serias limitaciones al rendimiento operacional del levantamiento. El proceso de evaluación es análogo al descrito para D2. El indicador asume valores variables de 0 a 4, según la extensión cubierta por los daños, de manera similar a las fisuras en bloques, asignándolos por comparación con el estándar respectivo (Véanse Tablas Nos. 3A y 3B). Cabe mencionar que al preparar dichos estándares no se han incluido las fisuras del grupo D. La calificación prescinde inicialmente de éstas, para efectuar luego una corrección, según el criterio siguiente:

- En ausencia de otras fisuras, si se observan fisuras del grupo D independientemente de la extensión afectada, se asume $D3 = 1$.
- En caso contrario, a la calificación por fisuras de los grupos B y C se incrementa un nivel, cuando las fisuras del grupo D son frecuentes o generalizadas.

Tratándose de pavimentos flexibles y mixtos, la evaluación comprende:

- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales
- Fisuras en arco
- Fisuras reflejas

No se establecen diferencias por tipo y nivel de severidad de las fisuras, a excepción de las fisuras reflejas o por reflexión, de menor efecto en el desempeño de pavimento. En relación a éstas, durante el levantamiento se consideran aquellas que tienen niveles de severidad moderada a alta.

El indicador D3 se establece como en el caso anterior según la extensión o frecuencia observada en la sección, por comparación con el estándar correspondiente (Tablas Nos. 3A y 3B)

1.8.1.4.4 Defectos de Superficie (D4)

Este indicador comprende un conjunto de daños que afectan la superficie de los pavimentos, tanto de concreto como flexibles, y que pueden generar también actividades de mantenimiento de diversa índole.

Tratándose de pavimentos de concreto, la evaluación comprende una apreciación visual de las áreas afectadas por:

- Descascaramientos
- Peladuras
- Despostillamiento de juntas.

Tratándose de pavimentos flexibles, las fallas a evaluar son:

- Peladuras
- Desintegración de bordes
- Exudación de asfaltos
- Corrimientos de mezclas asfálticas
- Ondulaciones

El Manual de Mantenimiento Vial define cada una de estas manifestaciones de deterioro, estableciendo tres niveles de severidad. Para efectos de la calificación de condición, se consideran en el levantamiento aquellas deficiencias con niveles de severidad moderada a alta, exclusivamente.

La calificación del área afectada se efectúa también por comparación con los estándares respectivos. Estos representan situaciones típicas a las que están asociadas diferentes frecuencias o extensión de los daños. El indicador D4 comprende valores de 0 a 4, en forma análoga a los indicadores D2 y D3 precedentes.

1.8.1.4.5 Comodidad de manejo (D5)

Este indicador tiene por objeto caracterizar la calidad funcional o de servicio del pavimento en relación con su aceptación o no, por parte de los usuarios. Pretende calificar, en definitiva, el grado de confort o de seguridad (imputable a la condición del pavimento exclusivamente) que experimenta el usuario al transitar por la vía.

El procedimiento de calificación implica recorrer el tramo o sección de la calzada, conduciendo el vehículo a una velocidad uniforme, compatible con el tipo y función de la vía. Los calificadores evalúan globalmente la irregularidad de la superficie del pavimento (que surge como combinación de los perfiles longitudinales y transversales de la calzada) a través de los efectos que produce en la comodidad de manejo, asignando una calificación variable de 1 a 4, según la guía descriptiva que se encuentra a continuación:

Nivel D5	Condición Pavimento	Guía Calificación
1	Buena o muy buena	Circulación confortable y segura, brinda un nivel de servicio muy satisfactorio; ocasionalmente se detectan pequeñas irregularidades que no afectan la calidad de manejo.
2	Regular	Circulación medianamente confortable; existen irregularidades en el perfil y acabado del pavimento originadas en juntas defectuosas, reparaciones mal terminadas, deformaciones localizadas, que sin imponer restricciones a la velocidad de operación afectan la comodidad de manejo.
3	Pobre	Circulación no confortable; la velocidad debe adecuarse a la condición de perfil longitudinal; frecuentes irregularidades por deficiencias varias provocan continuo golpeteo, vibración cabeceo en la marcha del vehículo.
4	Pésima	Severo discomfort; desplazamientos y saltos provocados por continuas y severas irregularidades del pavimento, obligando no solo a regular marcha sino también a frecuentes maniobras para anticiparse o esquivar dichos daños. Circulación peligrosa.

Fuente: Manual para Elaboración del Inventario del Estado Funcional de Pavimentos SEDESOL

Nota: Se procurará circular por el carril más crítico desde el punto de vista del desempeño del pavimento (generalmente el externo). Es conveniente realizar esta

evaluación en horas de bajo volumen de tránsito para poder aproximar la velocidad legal. Obviamente, este componente trata de un concepto más subjetivo, que impone ciertas limitaciones para su calificación objetiva, en donde el municipio no cuente con equipos de evaluación, denominados "rugosímetros" o "integradoras de irregularidades".

Por otra parte, la evaluación en vías urbanas es aún más difícil. Las calzadas cuentan con un mayor número de carriles, el tránsito impide mantener una velocidad uniforme; el nivel deservicio de la vía, como consecuencia del volumen de tránsito circulante, puede tener una fuerte influencia en el evaluador. En contraposición, dado que en las vías urbanas las velocidades de operación son más reducidas, este parámetro resulta menos significativo que en las carreteras o vías de alta velocidad.

El evaluador debe procurar abstraerse de las condiciones señaladas, concentrándose en los elementos descritos en este instructivo. Es esencial que su calificación no esté influenciada por los defectos que ve u observa en el pavimento, sino por el efecto que tienen en la comodidad de manejo.

Levantamiento de Información Complementaria

La parte inferior del formato está dedicada al levantamiento de algunos elementos complementarios de la vía, como guarniciones y camellones y, de otros factores de importancia para evaluar la condición y desempeño de un pavimento; tales como el tipo e intensidad de los trabajos de mantenimiento recibido con anterioridad, o bien las observaciones que los evaluadores consideren oportunas para el proceso de evaluación.

1.9. MARCO CONCEPTUAL

1.9.1. DEFINICIÓN DE LAS INTERVENCIONES

1.9.1.5 ACTIVIDADES PARA MANTENIMIENTO RUTINARIO

El mantenimiento rutinario corresponde todas las actividades tendientes a lograr el cumplimiento de la vida útil de la estructura, constituyéndose en una práctica preventiva. Entre las actividades principales se tienen las siguientes, sin limitarse a ellas:

- Limpieza de sumideros, pozos, alcantarillas.
- Sello de fisuras
- Limpieza y sello de juntas.

1.9.1.6 ACTIVIDADES PARA MANTENIMIENTO PERIÓDICO

El mantenimiento periódico corresponde al conjunto de actividades superficiales que no comprometen masivamente las capas inferiores de la estructura del pavimento, tendientes a lograr que se alcance el período de diseño o vida útil, conservando su condición de servicio. Constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva. Entre las actividades principales se tienen las siguientes, sin limitarse a ellas:

- Parcheo
- Bacheo.
- Colocación de capas asfálticas no estructurales del tipo microaglomerado, o mezclas densas de restitución de carpeta.
- Reconstrucción o reparación de losas.
- Colocación de lechada asfáltica o sello de arena-asfalto.

1.9.1.7 ACTIVIDADES PARA REHABILITACIÓN

Se entiende como rehabilitación, el conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad estructural del pavimento. Algunas implican el retiro de parte de la estructura existente para colocar posteriormente el refuerzo y otras buscan aprovechar las condiciones superficiales existentes del pavimento. Puede incluir el reciclado de las capas asfálticas, con o sin incorporación de material granular nuevo o existente, o la colocación de capas de mejoramiento estructural.

Normalmente, los procesos de rehabilitación van asociados a la ampliación de los períodos de vida útil y en consecuencia requieren estudios de tránsito, materiales y dimensionamiento estructural necesarios. La profundidad de la intervención será máximo hasta la primera capa granular de la estructura. Sin embargo, si como resultado de la inspección de redes y de los estudios efectuados se requieren mejoras en las condiciones hidráulicas, éstas deberán efectuarse.

1.9.1.8 ACTIVIDADES PARA RECONSTRUCCIÓN

Se entiende como reconstrucción el retiro y reemplazo total de la estructura de un pavimento para generar una nueva. Es posible considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes.

Se debe hacer el estudio de tránsito, materiales, dimensionamiento estructural y si se requiere renovación o diseño de redes hidráulicas, para garantizar el período de vida útil previsto.

1.9.1.9 ACTIVIDADES PARA CONSTRUCCIÓN

Se entiende como construcción el retiro y reemplazo total del material existe para generar una estructura nueva de pavimento. Se debe hacer el estudio de tránsito, materiales, dimensionamiento estructural y si se requiere renovación o diseño de redes hidráulicas, para garantizar el período de vida útil previsto. Los segmentos

viales a construir que conforman el proyecto corresponden a aquellos a los que, el estado estructural y estado superficial dieron como resultado requerimientos de intervención profunda.

Durante el reconocimiento de campo se recopila mínima la siguiente información:

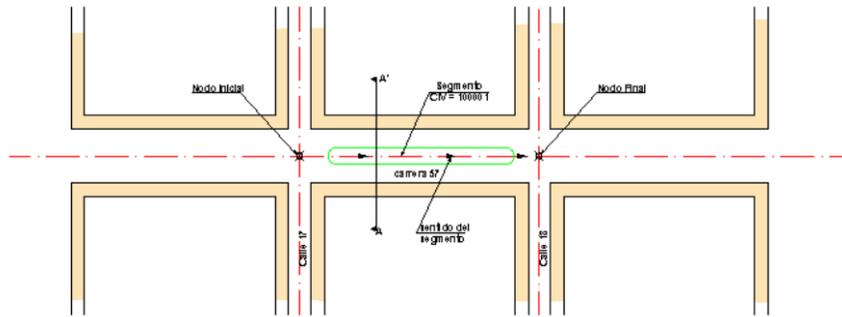
- Geomorfología y usos de suelo en la zona.
- Descripción de configuración y estado actual del drenaje.
- Zonificación de tipologías de deterioro de acuerdo a su severidad.
- Caracterización de la sección transversal y longitudinal de las vías pertinentes del área de influencia del proyecto.
- Con base en esta exploración, se efectúa la programación detallada la fase de exploración, muestreo, y ensayos de laboratorio.
- Caracterización Geotécnica de la subrasante y estructura de pavimento existente

1.10. MARCO LEGAL

Durante el proceso de planificación de las redes viales, es importante la determinación de la jerarquización vial. A nivel local rige el Plan de Ordenamiento Territorial POT

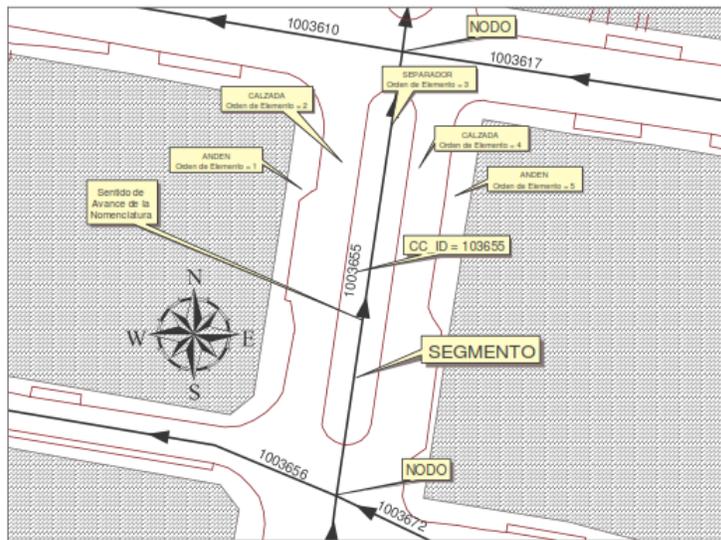
De acuerdo con la normatividad distrital, el IDU ha determinado una identificación vial CIV (código de identificación vial), el cual es utilizado para identificar determinado sector de vía y de esta manera hacerle la gestión respectiva de mantenimiento, rehabilitación y/o reconstrucción.

Esquema segmento vial



Fuente: Dirección Técnica Estratégica – IDU.

ESQUEMA DE SEGMENTO VIAL



Fuente: Inventario y Diagnóstico de la Malla Vial-IDU. Enero 2003

Elaboró: Subdirección Técnica de Planeación Estratégica.

4.1.1 Conceptos Básicos

Segmento: mínima unidad de división de un tramo vial, comprendido entre dos nodos. Los elementos constitutivos de cada segmento vial se enumeran de izquierda a derecha en el sentido de avance de la nomenclatura.

CC_ID: identificador del segmento vial.

1.11. MARCO DEMOGRÁFICO

1.11.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El presente documento contiene el resultado del diagnóstico del estado superficial y estructural de pavimentos para los tramos de mantenimiento identificados, a partir de recorridos de reconocimiento e identificación de la condición superficial de las estructuras existentes.

El documento incluye, el reconocimiento de los sectores, la ejecución de la auscultación superficial del estado actual de la estructura de pavimento, el cálculo del Índice de deterioro superficial del pavimento “Is”, la evaluación deflectométrica y las actividades de mantenimiento a realizar en cada uno de los segmentos evaluados.

En la siguiente figura se ilustra la localización general del proyecto

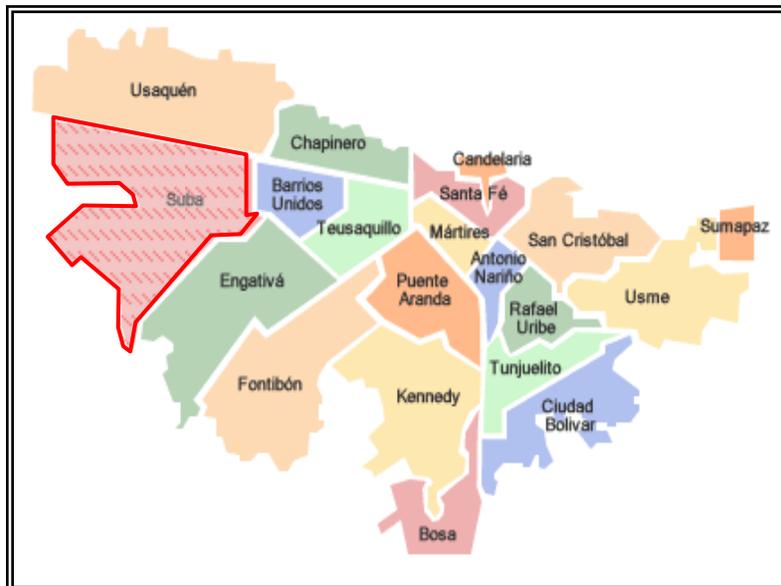


Figura No. 5. Localidad de Suba en Bogotá

1.11.2 Tramo de estudio 1, pavimento flexible

Las vía objeto del presente análisis se localizan en la localidad de Suba, en el noroccidente de la ciudad de Bogotá, en la UPZ Rincón, KR 102 A entre CL 132C y CL 133 A, en la actualidad se encuentra en pavimento flexible, ostentando bajos niveles de deterioro.

En la siguiente figura se ilustra la localización del tramo vial:

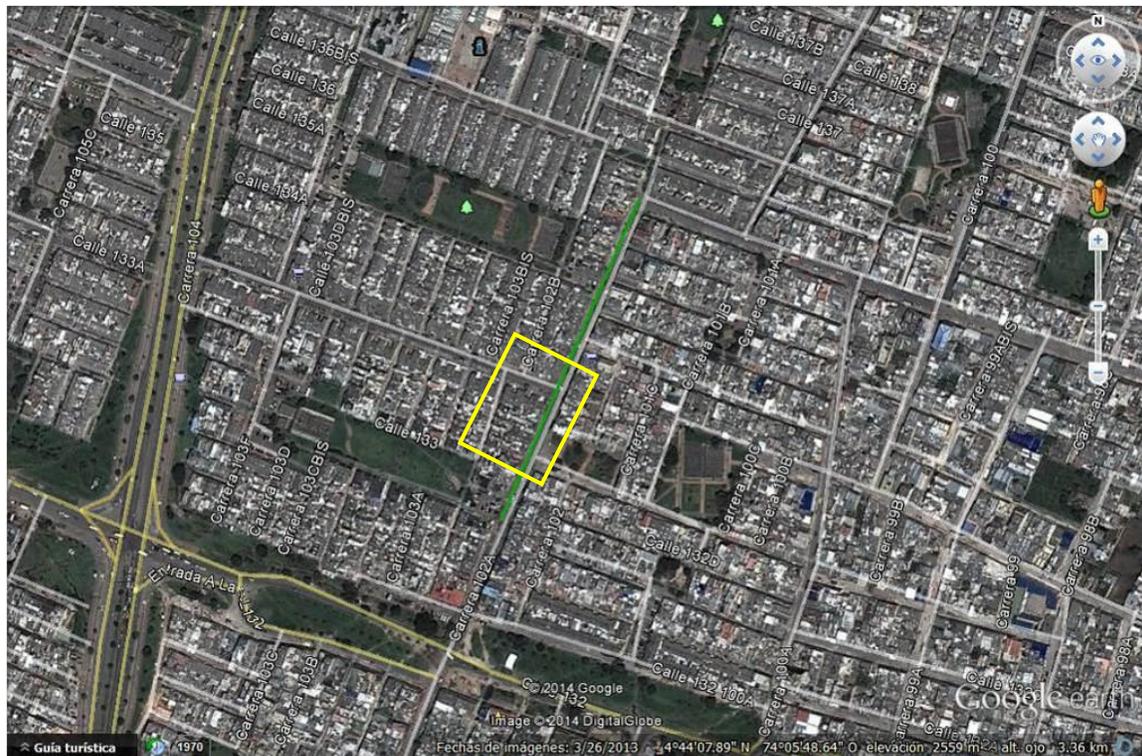


Figura No. 6. Localización tramo inspección visual

1.11.3 Tramo de estudio 2, pavimento rígido

Las vía objeto del presente análisis se localiza en la localidad de Suba en la UPZ Rincón CL 128B Entre KR 93A y KR 94, en el noroccidente de la ciudad de Bogotá,

En la siguiente figura se ilustra la localización del tramo vial:

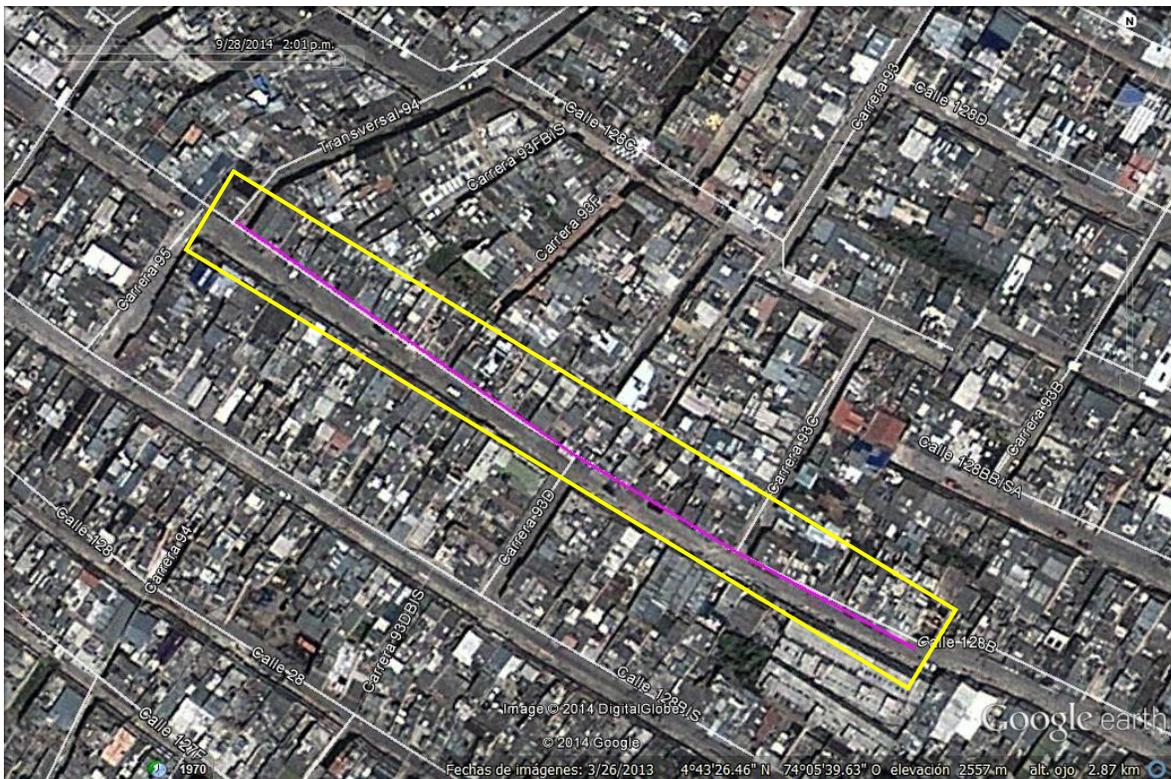


Figura No. 7. Localización tramo inspección visual

2. RESULTADOS

2.1 TRAMO DE ESTUDIO 1, PAVIMENTO FLEXIBLE- METODOLOGÍA VIZIR

A continuación se presenta un resumen fotográfico del estado general de la vía:



Fotografía No. 1. Vista general Carrera 102 A entre Calle 132 C y Calle 133A

2.1.1 INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

A continuación se describen las actividades que se desarrollaron tanto en campo como en oficina para la evaluación superficial del tramo en estudio. Dichas actividades se iniciaron con el reconocimiento de la vía, recopilación de información fundamental e inspección visual, para culminar con procesamiento de información y análisis de resultados.

Proceso de toma de datos en campo

En campo se realizó la inspección detallada de la vía, mediante un recorrido en forma continua de la calzada a pie por parte de un Ingeniero con experiencia en el

tema, en el cual se identificaron y cuantificaron los daños presentes en cada uno de los carriles.

Los daños encontrados en la vía se inventariaron, identificando el tipo de deterioro (A ó B), la extensión (longitud, ancho y profundidad) y calificándolos de acuerdo con su gravedad o grado de severidad de 1: leves, 2: moderados ó 3: severos.

Durante el recorrido, todos los daños se fueron registrando esquemáticamente en el formato de campo, utilizando símbolos y registrando la magnitud del daño en su unidad y medida correspondiente, ubicando cada uno de los daños con respecto a las huellas.

Procesamiento de datos en oficina

La información se procesó inicialmente en un primer formato, el cual recoge la cantidad de daños y se cuantifica; luego se llevó a los formatos indicados anteriormente para obtener la calificación del estado de la calzada.

En la siguiente figura se ilustra el estado superficial del corredor en cuanto a índice de deterioro superficial “Is”.

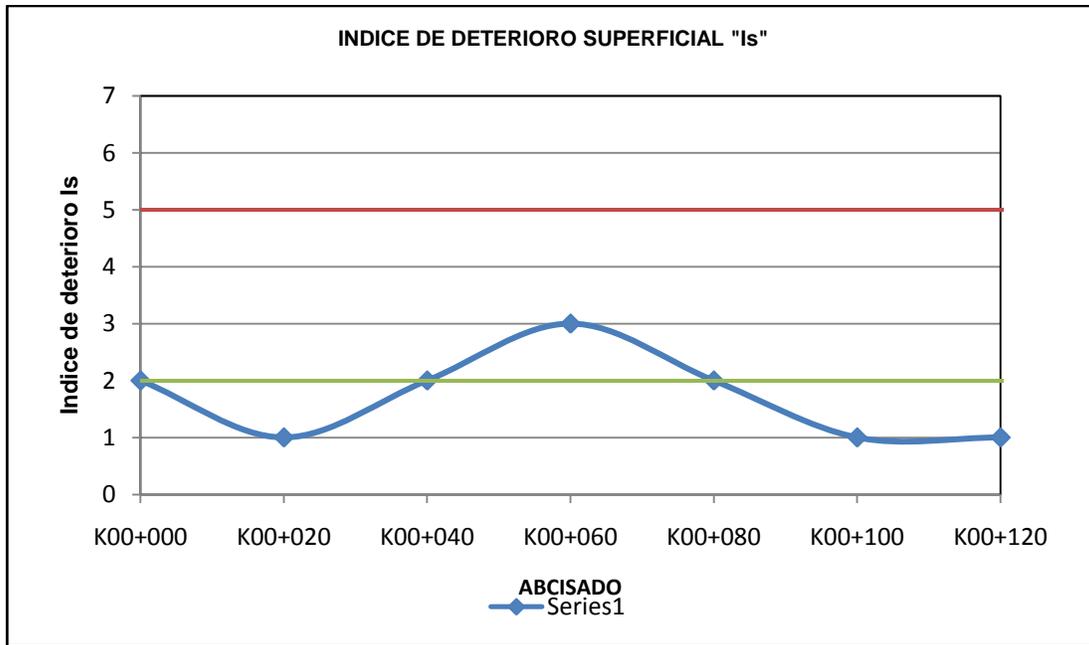


Figura No. 8. Índice de deterioro "Is" K0+000-K0+120

Como resultado de la evaluación superficial se puede evidenciar el siguiente nivel de deterioro superficial del pavimento:

Sector	Longitud (m)	Índice de deterioro superficial "Is"	Categoría
K0+00 – K0+20	20	2	Bueno
K0+20 – K0+40	20	1	Bueno
K0+40 – K0+60	20	2	Bueno
K0+60 – K0+80	20	3	Regular
K0+80 – K0+100	20	2	Bueno
K0+100 – K0+120	20	1	Bueno

Tabla No. 4. Índice de deterioro superficial "Is" Carrera 102 A entre Calle 132 C y Calle 133A

En el anexo "A" se presentan los formatos de campo y en el anexo "B" las memorias de procesamiento para el cálculo del Índice de deterioro superficial "Is".

2.1.2 DETERMINACIÓN DE ESPESORES

Dentro de los análisis de diagnóstico para cada uno de los corredores, es necesario contar con los espesores de pavimento construido a fin de establecer los valores de número estructural “SN” en pavimentos asfálticos y Módulo equivalente en pavimentos rígidos, por lo que en campo se ha desarrollado un programa de ejecución de barrenos para establecer, de manera directa, el perfil estratigráfico.

En las siguientes fotografías se ilustra dicha actividad.



Fotografía No. 2. Ejecución exploración





Fotografía No. 3. Ejecución ensayo deflectometría

Los reportes estratigráficos de los barrenos arrojan la siguiente secuencia estratigráfica promedio.

Tramo	CIV	Espesores (m) Barreno		
		Carpeta asfáltica m	Material granular m	Espesor Total m
182	11005947	0.15	0.55	0.70
	11005921	0.15	0.75	0.90
	11005871	0.15	0.75	0.90
	11005820	0.15	0.75	0.90

Tabla No. 5. Espesores existentes

2.1.3 EJES EQUIVALENTES

Basados en el estudio de tránsito realizado para el proyecto y en la proyección de ejes equivalentes, se tienen los siguientes resultados:

AÑO	AUTOS	BUSES	ALIMENT	C2P	C2G	C3-4	≥C5	TOTAL MIXTOS	EJES ACUMUL
2.013	6.659	855	14	162	109	13	0	7.812	3,11E+05
2.014	6.790	872	14	165	111	13	0	7.965	6,27E+05
2.015	6.924	889	14	168	113	13	0	8.121	9,49E+05
2.016	7.060	907	14	171	115	13	0	8.280	1,28E+06
2.017	7.184	923	14	174	117	13	0	8.425	1,61E+06

2.018	7.310	939	14	177	119	13	0	8.572	1,95E+06
2.019	7.438	955	8	180	121	14	0	8.716	2,28E+06
2.020	7.568	972	8	183	123	14	0	8.868	2,62E+06
2.021	7.700	989	8	186	125	14	0	9.022	2,97E+06
2.022	7.835	1.006	8	189	127	15	0	9.180	3,32E+06
2.023	7.972	1.024	8	192	129	15	0	9.340	3,68E+06
2.024	8.112	1.042	8	195	131	15	0	9.503	4,04E+06
2.025	8.254	1.060	9	198	133	16	0	9.670	4,41E+06
2.026	8.398	1.079	9	201	135	16	0	9.838	4,79E+06
2.027	8.545	1.098	9	205	137	16	0	10.010	5,17E+06
2.028	8.695	1.117	9	209	139	17	0	10.186	5,56E+06
2.029	8.847	1.137	9	213	141	17	0	10.364	5,96E+06
2.030	9.002	1.157	9	217	143	17	0	10.545	6,36E+06
2.031	9.160	1.177	10	221	146	18	0	10.732	6,77E+06
2.032	9.320	1.198	10	225	149	18	0	10.920	7,19E+06
2.033	9.483	1.219	10	229	152	18	0	11.111	7,61E+06

Tabla No. 6.Ejes Equivalentes

A partir de los datos de la tabla anterior, se tiene el siguiente escenario:

- En el tramo, para un periodo de diseño de 7 años, tomando el periodo comprendido entre 2014 (año 1) y 2021 (año 7), el número de ejes equivalentes de diseño sería 2.97E+06 E.E. a 8.2 Ton.

2.1.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

En el presente capítulo se relacionan las actividades propias de la evaluación deflectométrica y verificación del estado estructural del corredor.

2.1.4.1 NÚMERO ESTRUCTURAL EFECTIVO

Como se describió en la metodología, para el cálculo del número estructural se emplea la propuesta por la *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) empleando el concepto del número estructural efectivo S_{Neff} para valorar la capacidad estructural de un pavimento. Este

parámetro estructural puede ser retro calculado a partir de mediciones de deflexión con FWD, con la siguiente expresión:

$$SN = 0.0045 \times d \times \sqrt[3]{E1}$$

Donde;

SN= número estructural efectivo

d= Espesor total (pulg)

E1= Modulo Total (PSI)

2.1.4.2 NÚMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO

De acuerdo con la metodología AASHTO-93, la capacidad estructural requerida por un pavimento se define en términos de número estructural requerido. La ecuación fundamental para determinar el SNreq es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\frac{\log(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Dónde:

SN - número estructural (pulg.)

W18 - número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas

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

So - desvío estándar de todas las variables

ΔPSI - pérdida de serviciabilidad

MR - Módulo Resiliente de la subrasante (en psi)

El cálculo de la capacidad estructural requerida ha sido realizado con una desviación estándar de 0.49 y niveles de servicio inicial y final de 4.2 y 2.2, respectivamente. Atendiendo lo consignado en el anexo técnico, se ha adoptado una confiabilidad del 85%, mínimo para malla vial intermedia.

2.1.4.3 ESTADO ESTRUCTURAL

El estado estructural se encuentra en función del índice estructural, definido como la relación entre el número estructural efectivo (S_{Neff}) (determinado a partir de retro-cálculo – análisis de deflexiones) y el número estructural requerido (S_{Nreq}) (determinado mediante la metodología AASHTO/93).

El número estructural efectivo (S_{Neff}) corresponde a la capacidad estructural del pavimento en servicio al momento de ser evaluado, condiciones de tránsito definidas y mediante el análisis de deflexiones a través del cálculo inverso.

El número estructural requerido (S_{Nreq}) corresponde a la capacidad estructural necesaria para que una estructura de pavimento pueda soportar las solicitaciones de carga, en términos de número de ejes equivalentes para un periodo de tiempo determinado. El número estructural requerido (S_{Nreq}) se calcula siguiendo la metodología AASHTO, para éste fin se adopta el valor promedio del reporte de pruebas SPT efectuadas sobre el corredor y el área aferente directa.

Apoyados en los barrenos de verificación de espesores realizados en la zona, se procedió a determinar el valor de CBR a partir de correlaciones con el ensayo SPT, dicha actividad se fundamenta en las relaciones de sustentación de *Terzaghi tomados de Alter Portland Cement Associatios, E. I. DuPont literature and McCarthy, David F., "Essentials of Soil Mechanics and Foundations," 1977*, relaciones que han sido usadas en nuestro medio obteniendo resultados confiables y ampliamente comparables en suelos compuestos por limos y arcillas,

los cuales corresponden a los encontrados como subrasante en las exploraciones adelantadas.

Para el valor de CBR de la Subrasante, se tomó como base los resultados de los ensayos de cono dinámico y CBR inalterado que se realizaron en el tramo comprendido entre la CL 133A y la CL 136.

El análisis anterior permite establecer una condición estructural, por lo cual se tiene lo siguiente:

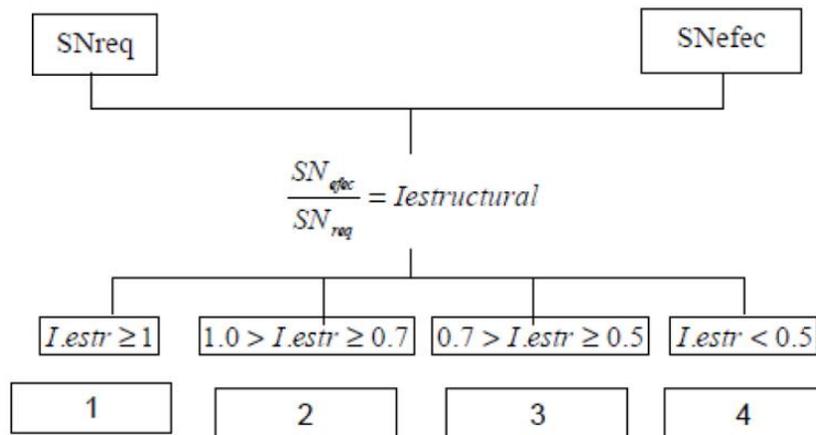


Figura No. 9. **Preclasificación estructural**

En la siguiente tabla se resumen los resultados del estado estructural para cada uno de los segmentos viales que conforman el tramo.

No.	CIV	Vía	Desde	Hasta	SN _{ef Prom}	SN _{req}	I _e
182	11005947 11005921 11005871 11005820	KR 102 A	CL 132 C CL 132 D CL 133 CL 133 BIS	CL 132 D CL 133 CL 133 BIS CL 133 A	3.0	4.28	0.70

Tabla No. 7. **Estado estructural del tramo**

2.1.5 INTERVENCIONES PROPUESTAS

Basados en las condiciones funcionales y estructurales de los segmentos evaluados, se puede establecer el siguiente comportamiento:

El tramo vial presenta

Para Índices estructurales menores de 1 y mayores o iguales a 0.7, ($1 < "I_e" \leq 0.7$), se sugiere adelantar actividades bacheo y saneo puntual junto con actividades de rehabilitación, para la cual será necesario realizar una exploración geotécnica detallada del estado de la subrasante y los granulares, determinando así los espesores y materiales a emplear. Para la condición estructural actual del segmento con esta condición de Índice estructural (Valores entre 0.7 y 1), se estima que el pavimento existente llegará a su vida útil en un periodo de tiempo comprendido entre los 5 y 7 años realizando actividades fresado parcial y colocación de nueva carpeta asfáltica.

2.2 TRAMO DE ESTUDIO 2, PAVIMENTO RÍGIDO-METODOLOGIA INVIAS –UNIVERSIDAD NACIONAL

A continuación se presenta un resumen fotográfico del estado general de la vía:



Fotografía No. 4 Patologías encontradas en el pavimento rígido
Grietas de Esquina, Grietas en pozos



Fotografía No. 5. Patologías encontradas en el pavimento rígido
Desintegración, Grietas Transversales



Fotografía No. 6. Patologías encontradas en el pavimento rígido
Separación de juntas, deficiencia en el sellado



Fotografía No. 7. Patologías encontradas en el pavimento rígido
Grietas de Esquina, desportillamiento



Fotografía No. 8 Patologías encontradas en el pavimento rígido
Grietas de longitudinales, Grietas en pozos



Fotografía No. 9 Patologías encontradas en el pavimento rígido
Pulimiento, Grietas en bloque



Fotografía No. 10. Patologías encontradas en el pavimento rígido
Pulimiento, Grietas en bloque

Fotografía No. 11. Vista general CL 128 B entre 93A y CRA 94

2.2.1 INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS

A continuación se describen las actividades que se desarrollaron tanto en campo como en oficina para la evaluación superficial del tramo en estudio. Dichas actividades se iniciaron con el reconocimiento de la vía, recopilación de información fundamental e inspección visual, para culminar con procesamiento de información y análisis de resultados.

Proceso de toma de datos en campo

En campo se realizó la inspección detallada de la vía, mediante un recorrido en forma continua de la calzada a pie, en el cual se identificaron y cuantificaron los daños presentes en cada uno de los carriles.

Los daños encontrados en la vía se inventariaron, identificando el tipo de deterioro (A ó B), la extensión (longitud, ancho y profundidad) y calificándolos de acuerdo con su gravedad o grado de severidad de B: baja, M: moderada ó A: Alta.

Durante el recorrido, todos los daños se fueron registrando esquemáticamente en el formato de campo, utilizando símbolos y registrando la magnitud del daño en su unidad y medida correspondiente, ubicando cada uno de los daños con respecto a las huellas.

Procesamiento de datos en oficina

La información se procesó inicialmente en un primer formato, el cual recoge la cantidad de daños y se cuantifica; luego se llevó a los formatos indicados anteriormente para obtener la calificación del estado de la calzada.

En la siguiente figura se ilustra el estado superficial del corredor en cuanto a la severidad del daño:

Abscisa		% Área Afectada
De	Hasta	
K0+000	K0+100	4,55
K0+100	K0+200	56,25
K0+200	K0+260	35,42

Tabla No. 8. **Porcentaje de área afectada en el tramo pavimento rígido**

Característica	Valor
Total placas construidas	140
Total placas afectadas	46
% de placas con daños respecto al total de placas construidas	32,86 %

Tabla No. 9. **Porcentaje de losas con daños pavimento rígido**

Severidad	Área Afectada (m)	% Frente al total
Alta	23,12	0,014
Media	5,44	0,003
Baja	6,15	0,004

Tabla No. 10. **Porcentaje de daños por severidad en el tramo de pavimento rígido**

En el anexo “A” se presentan los formatos de inspección visual del Pavimento rígido.

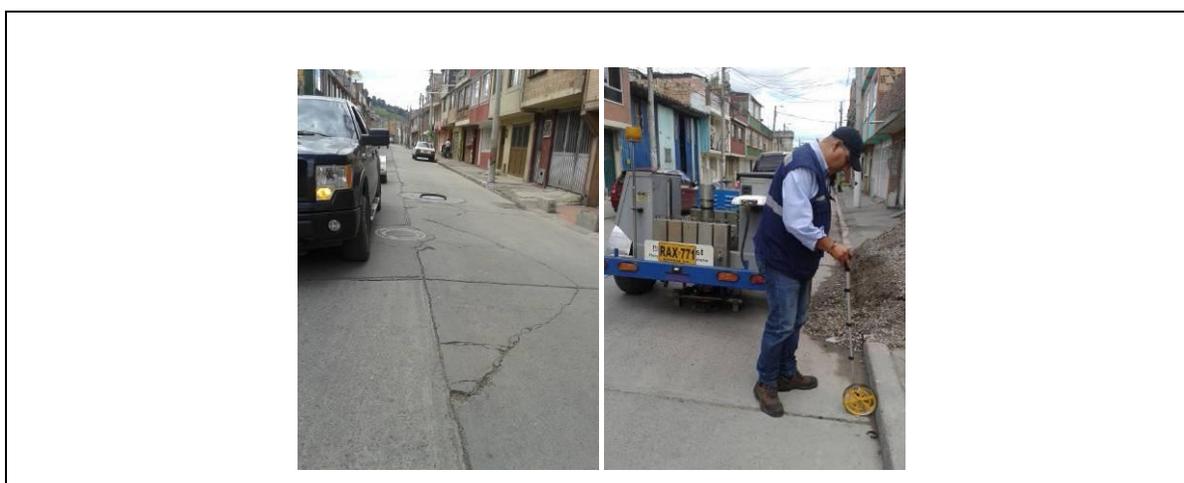
2.2.2 DETERMINACIÓN DE ESPESORES

Dentro de los análisis de diagnóstico para cada uno de los corredores, es necesario contar con los espesores de pavimento construido a fin de establecer los valores de número estructural “SN” en pavimentos asfálticos y Módulo equivalente en pavimentos rígidos, por lo que en campo se ha desarrollado un programa de ejecución de barrenos para establecer, de manera directa, el perfil estratigráfico.

En las siguientes fotografías se ilustra dicha actividad.



Fotografía No. 12. Ejecución exploración



Fotografía No. 13. Ejecución ensayo deflectometría

Los reportes estratigráficos de los barrenos arrojan la siguiente secuencia estratigráfica promedio.

Tramo	CIV	Espesores (m) Barreno		
		Carpeta asfáltica m	Material granular m	Espesor Total m
179	11008566	0.15	0.35	0.60
	11008505	0.15	1,35	1.50
	11008438	0.15	1.35	1.50

Tabla No. 11. **Espesores existentes**

2.2.3 EJES EQUIVALENTES

Basados en el estudio de tránsito realizado para el proyecto y en la proyección de ejes equivalentes, se tienen los siguientes resultados:

AÑO	AUTOS	BUSES	ALIMENT	C2P	C2G	C3-4	≥C5	TOTAL MIXTOS	EJES ACUMUL
2.014	897	399	5	145	44	0	0	1.490	1,43E+05
2.015	915	407	5	148	45	0	0	1.520	2,89E+05
2.016	933	415	5	151	46	0	0	1.550	4,38E+05
2.017	951	423	5	154	47	0	0	1.580	5,90E+05
2.018	968	430	5	157	48	0	0	1.608	7,44E+05
2.019	985	438	5	160	49	0	0	1.637	9,02E+05
2.020	1.002	446	5	163	50	0	0	1.666	1,06E+06
2.021	1.020	454	5	166	51	0	0	1.696	1,22E+06
2.022	1.038	462	5	169	52	0	0	1.726	1,39E+06

AÑO	AUTOS	BUSES	ALIMENT	C2P	C2G	C3-4	≥C5	TOTAL MIXTOS	EJES ACUMUL
2.023	1.056	470	5	172	53	0	0	1.756	1,56E+06
2.024	1.074	478	5	175	54	0	0	1.786	1,73E+06
2.025	1.093	486	5	178	55	0	0	1.817	1,90E+06
2.026	1.112	495	5	181	56	0	0	1.849	2,08E+06
2.027	1.131	504	5	184	57	0	0	1.881	2,26E+06
2.028	1.151	513	5	187	58	0	0	1.914	2,44E+06
2.029	1.171	522	5	190	59	0	0	1.947	2,63E+06
2.030	1.191	531	5	193	60	0	0	1.980	2,82E+06
2.031	1.212	540	5	196	61	0	0	2.014	3,01E+06
2.032	1.233	549	5	199	62	0	0	2.048	3,21E+06
2.033	1.255	559	5	202	63	0	0	2.084	3,40E+06
2.034	1.277	569	5	206	64	0	0	2.121	3,61E+06

Tabla No. 12.Ejes Equivalentes

2.2.4 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

En el presente capítulo se relacionan las actividades propias de la evaluación deflectométrica y verificación del estado estructural del corredor.

El sector fue objeto de pruebas de transferencia de carga en juntas transversales y pruebas sobre la superficie de las losas para determinar el módulo del conjunto estructural.

Determinación de la transferencia de carga

La carga aplicada con el deflectómetro de impacto genera una flexión en la losa, particularmente en las proximidades de la junta transversal. La capacidad de la transferencia de carga es medida mediante la eficiencia de la junta, la cual se

expresa comúnmente de dos formas distintas: eficiencia en la deflexión y eficiencia en el esfuerzo.

Para este proyecto se evaluó la eficacia de la transferencia de carga en función de la eficiencia en la transferencia de la deflexión. La eficiencia en la transferencia de carga en la junta basada en las deflexiones se representa mediante la siguiente ecuación:

$$LTE = \frac{\delta_u}{\delta_1} \times 100$$

En esta ecuación:

LTE Eficiencia de la transferencia de carga, en porcentaje

δ_u es la deflexión en el lado no cargado de la junta

δ_1 es la deflexión en el lado cargado de la junta.

Para determinar la eficacia en la transferencia de carga, los sismómetros deben ser colocados en cada losa cerca de la junta y el plato que aplica la carga debe estar también posicionado en una de las losas cerca de la junta. En la Figura 2 se observan los dos casos extremos. El primer esquema muestra una junta con pésima transferencia de carga y en el segundo, la junta posee una excelente transferencia.



Figura No. 10. Configuración del equipo para prueba de transferencia de carga

Los valores de eficiencia en la deflexión en la junta están en un rango entre 0% para una eficiencia nula y 100% para una eficiencia total. La realización del ensayo debe cumplir con los siguientes requerimientos: Los sismómetros deben estar dispuestos cerca a los extremos de la junta. Para este proyecto se coloca el primero a 0.15 metros de la junta en la losa cargada y el siguiente sismómetro a 0.15 m de la junta en la losa no cargada, de tal manera que pueda medirse la deflexión tanto en la losa cargada como en la no cargada. La carga aplicada es de 40 KN para tener solicitaciones significativas que puedan, efectivamente, garantizar el trabajo de los pasadores.

Clasificación de la Transferencia de Carga	Eficiencia de la transferencia de carga (%)
Excelente	90 - 100
Buena	75 - 89
Razonable	50 - 74
Pobre	25 - 49
Muy pobre	0 - 24

Tabla No. 13 Configuración calidad de la transferencia de carga en la junta en función de su eficiencia

Basados en lo anterior, toda losa que presente mediciones de transferencia de carga menores del 70% deben ser reparadas, estas reparaciones se realizarán incluso donde no se evidencian problemas de fisuramiento o escalonamiento.

Por otra parte, se conocen procedimientos de evaluación de transferencia de carga, como el método inglés, en donde a pesar de aplicar mayor magnitud de carga, cataloga la transferencia de carga en juntas de la siguiente manera:

Transferencia de carga >70%	Condición optima
50% > Transferencia de carga < 70%	Mantener en observación
Transferencia de carga < 50%	Reparación

En la siguiente tabla se resumen los resultados de transferencia de carga para el tramo evaluado:

CIV	Vía	Desde	Hasta	Transferencia de carga
11008566	CL 128 B	NULL	KR 93 C	48.0 %
11008505	CL 128 B	KR 93 C	KR 93 D	65.0 %
11008438	CL 128 B	KR 93 D	KR 94	48.0 %

Tabla No. 14.Trasferencia de carga pavimento rígido Calle 128B entre Carrera 93 y Carrera 94

De acuerdo con el valor de transferencia de carga, se evidencia un comportamiento pobre, por lo que las actividades a realizar consisten reparación de losas, mediante demolición parcial y reposición de las losas afectadas, el mantenimiento de juntas, sello de fisuras y algunos parcheos aislados, principalmente para evitar el deterioro de las mismas.

2.3 INSPECCION VISUAL METODOLOGÍA SEDESOL- PAVIMENTO FLEXIBLE

A continuación se presentan los resultados de la evaluación del tramo de pavimento rígido de acuerdo con la metodología Sedesol, la cual arrojó como intervención a ejecutar un **Mantenimiento correctivo mayor**.

La inspección se llevó a cabo cumpliendo la normativa del manual.

Roturas o baches descubiertos

$$D1 = \frac{0.7 * SA + 2 * SB + 2 * (0.7 * PA + 2 * RB) * 100}{L * Nc * 3.30}$$

SA		SA = número de baches superficiales de área menor de 1 m2 (área supuesta= 0.70m2)
SB		SB = número de baches superficiales de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0m2.)
PA	0	PA = número de baches profundos de área menor de 1 m2 (área supuesta = 0.70 m2)
PB		PB = número de baches profundos de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0 m2)
L	120	L = longitud de la sección en metros.
Nc	2	Nc = número de carriles en la sección (se supone de 3.30 m promedio)

D1 = 0,00

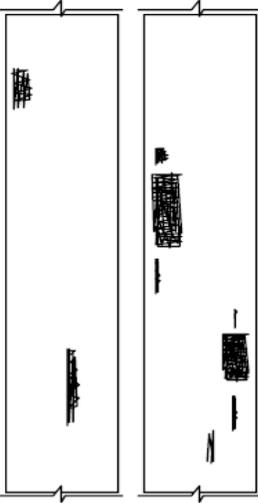
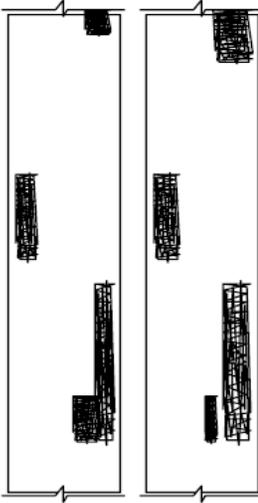
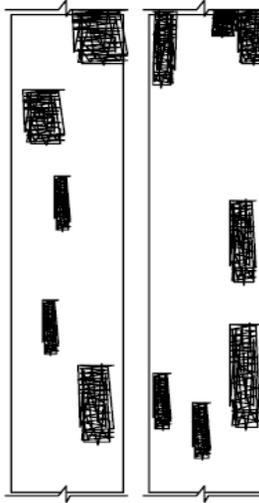
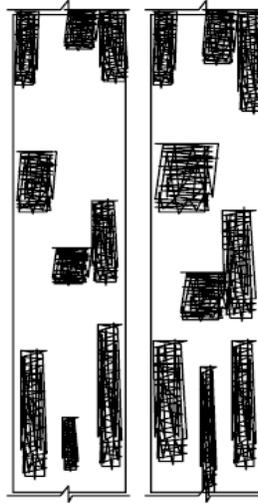
D1 <	0,1	d1 =	0			
D1 >	0,1	d1 =	46 + 39	log 10	D1	

Fisuras en bloque o piel de cocodrilo

Nivel D2	Porcentaje de la superficie afectada en la sección evaluada (*).	Descripción de la condición del pavimento
0		Ausencia de fisuras en bloques o piel de cocodrilo en la sección
1	Mayor de 0 a 5%	Fisuración escasa, aislada y ocasional.
2	Mayor de 5 a 15%	Fisuración intermitente, se distribuyen regularmente en la sección.
3	Mayor de 15 a 25%	Fisuración frecuente, afecta gran número de losas o gran parte de las huellas de canalización.
4	Mayor de 25%	Fisuración extensiva, generalizada en toda la sección evaluada.

D2 = 1

2B
pavimentos flexibles

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Fisuración escasa aislada, ocasional	Fisuración intermitente se distribuye regularmente en los huellas de canalización del tránsito	Fisuración frecuente, afecta un porcentaje significativo de las huellas de canalización del tránsito	Fisuración extensiva generalizada a toda la área de canalización del tránsito en la sección evaluada

DISEÑO

Otras fisuras

RIGIDOS

- Losas subdivididas
- Fisuras de esquina
- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales y diagonales
- Fisuras inducidas
- Fisuras por mal funcionamiento de las juntas

0	0
0	5%
5	15%
15%	25%
>	25%

FLEXIBLES Y MIXTOS

- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales
- Fisuras en arco
- Fisuras reflejas

D3 = 1

pavimentos flexibles

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
LONG. AFECTADA <small>(Porcentaje de las juntas de canalización tránsito)</small>	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Fisuración escasa aislada, ocasional	Fisuración intermitente, se distribuyen regularmente en la sección	Fisuración frecuente afecta gran número de losas	Figuración extensiva generalizada en toda la sección evaluada

BURECH

Defectos de superficie

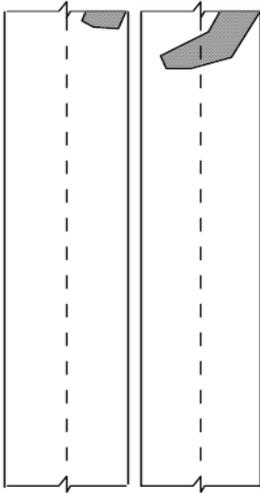
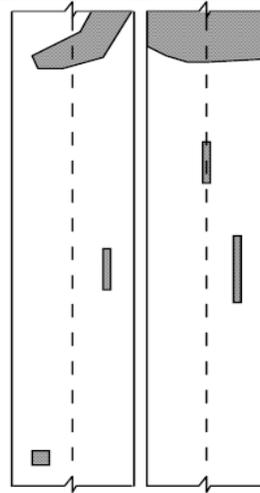
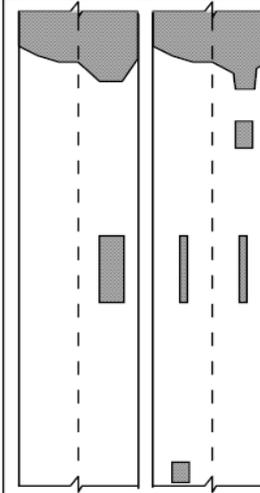
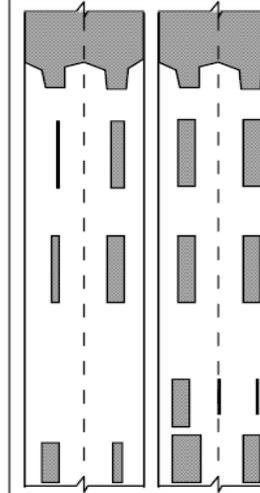
RIGIDOS

- Descascaramientos
- Peladuras
- Despostillamiento de juntas.

Nivel	% de la superficie o de la longitud de juntas afectadas en la sección.	Descripción Condición del Pavimento
0		Ausencia de defectos de superficie con severidad moderada a alta.
1	>0 - 5%	Defectos escasos, aislados y ocasionalmente, zonas más críticas (esquinas).
2	>5 - 15%	Defectos intermitentes, se distribuye con regularidad en la sección.
3	>15 - 25%	Defectos frecuentes, afectan un gran número de losas o gran parte de la superficie del pavimento.
4	>25 %	Defectos extensivos generalizados en toda la sección evaluada.

D4 = 1

pavimentos flexibles

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA <small>(Porcentaje Superficie Sección Evaluada)</small>	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Defectos escasos, aislados, ocasionalmente en zonas más críticas (esquinas y zonas de frenado)	Defectos intermitentes, se distribuyen con regularidad en la sección	Defectos frecuentes afectan una porción significativa del pavimento	Defectos extensivos, generalizados en toda la sección evaluada

Comodidad de manejo

Nivel Condición Guía
D5 Pavimento Calificación

1	Buena o muy buena	Circulación confortable y segura, brinda un nivel de servicio muy satisfactorio; ocasionalmente se detectan pequeñas irregularidades que no afectan la calidad de manejo.
2	Regular	Circulación medianamente confortable; existen irregularidades en el perfil y acabado del pavimento originadas en juntas defectuosas, reparaciones mal terminadas, deformaciones localizadas, que sin imponer restricciones a la velocidad de operación afectan la comodidad de manejo.
3	Pobre	Circulación no confortable; la velocidad debe adecuarse a la condición de perfil longitudinal; frecuentes irregularidades por deficiencias varias provocan continuo golpeteo, vibración cabeceo en la marcha del vehículo.
4	Pésima	Severo desconfort; desplazamientos y saltos provocados por continuas y severas irregularidades del pavimento, obligando no solo a regular marcha sino también a frecuentes maniobras para anticiparse o esquivar dichos daños. Circulación peligrosa.

D5 = 1

$$IE = fa * \sum_{i=1}^r d(i,e)$$

$$IE = 58$$

IE = Índice de Estado, variable de 0 a 100

fa = 1 número de daños considerados en la sección (r) y los puntos a deducir ($\sum d(i,e)$), este factor tiene en cuenta el efecto no aditivo de la combinación de daños, variando entre 0.5 y 1 según la longitud de las zonas deterioradas en la superficie de rodamiento: >30% long), seis zonas aisladas amplias, tres zonas aisladas pequeñas, ver Instituto de Asfalto en las Series de Manuales, MS-4, Edic. 1989, considera fa=1).

r = número de daños observados en la sección, variable de 0 a 5

d = Puntos a deducir, función del tipo de daño

Baches descubiertos

$$D1 = 0$$

$$d1 = 0 \quad \text{para } D1 < 0,10$$

$$d1 = 45,802 + 38,81 \log_{10} D1 \quad \text{para } D1 > 0,10$$

$$d1 = 0,00$$

Fisuras en bloque o piel de cocodrilo

$$D2 = 1$$

Clasificación D2 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d2	0	20	40	55	65

$$d2 = 20$$

Otras fisuras

$$D3 = 1$$

Clasificación D3 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d3	0	14	29	36	44

$$d3 = 14$$

Defectos de superficie

$$D4 = 1$$

Calificación D4 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d4	0	8	15	20	30

$$d4 = 8$$

Comodidad de manejo

$$D5 = 1$$

Calificación D5	1	2	3	4
Puntos a deducir d5	0	10	20	30

$$d5 = 0$$

SDP =

SDP = 42

INTERVENCIÓN

- Rehabilitación - reconstrucción
- Rehabilitación - refuerzo estructural.
- Mantenimiento mayor, refuerzo delgado.
- Mantenimiento mayor; sellado asfáltico de superficie.
- Mantenimiento mayor - mantenimiento correctivo mayor.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.



X

RANGO DE INDICE ESTADO	CATEGORIA DE ACCION	DESCRIPCION*	INDICE ESTADO	NIVEL DE SERVICIO	COSTOS DE LOS USUARIOS	DESCRIPCION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO
100 a 85	A Mantenimiento mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.	100-90-	Muy bueno	Costos de operación de referencia (100%).	Pavimento en condición muy buena; circulación muy confortable, superficie uniforme. No se observa daños o eventualmente estos son ocasionales y poco significativos.
85 a 60	B Mantenimiento Correctivo	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.	80-70-60-	Bueno a Regular	Ligero incremento, costos de operación 105 a 120%.	Pavimento en condición buena a regular, circulación confortable. Se observa fallas incipientes aunque de tipo localizado.
60 a 40	C Mantenimiento Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende tres tipos de acción: (1) Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor (2) Sellado de superficie. (3) Recapado delgado.	50-04-	Regular a Malo	Significativo incremento de costos de operación 120 a 150%	Pavimento en condición regular, circulación poco confortable. Daños manifiestos y frecuentes. El pavimento se aproxima al fin de su vida útil, requiere una inspección detallada.
40 a 25	D Rehabilitación Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.	30-	Malo a Muy mala	Altos costos de operación 130 a 150%.	Pavimento en condición deficiente, circulación no confortable. Daños en proceso de generalización. El pavimento está alcanzando su vida útil.
<25	5 Rehabilitación Reconstrucción	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.	20-10-	Muy mala a Pésimo	Muy altos costos de operación 145 a 170%.	Condición deficiente; circulación pésima. Daños completamente generalizados e irreversibles.

2.4 INSPECCION VISUAL METODOLOGÍA SEDESOL- PAVIMENTO RÍGIDO

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la inspección realizada por la metodología Sedesol, los cuales arrojan como intervención a ejecutar **Rehabilitación-Reconstrucción Total.**

La inspección se llevó a cabo cumpliendo la normativa del manual.

Roturas o baches descubiertos

$$D1 = \frac{0.7 * SA + 2 * SB + 2 * (0.7 * PA + 2 * PB) * 100}{L * Nc * 3.30}$$

SA		SA = número de baches superficiales de área menor de 1 m2 (área supuesta= 0.70m2)
SB		SB = número de baches superficiales de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0m2.)
PA	1	PA = número de baches profundos de área menor de 1 m2 (área supuesta = 0.70 m2)
PB		PB = número de baches profundos de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0 m2)
L	125	L = longitud de la sección en metros.
Nc	2	Nc = número de carriles en la sección (se supone de 3.30 m promedio)

D1 = 0,17

D1 <	0,1	d1 =	0				
D1 >	0,1	d1 =	46 + 39	log 10	D1		

Fisuras en bloque o piel de cocodrilo

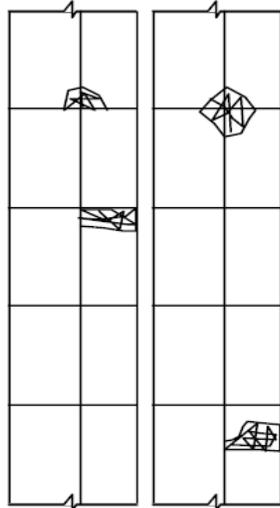
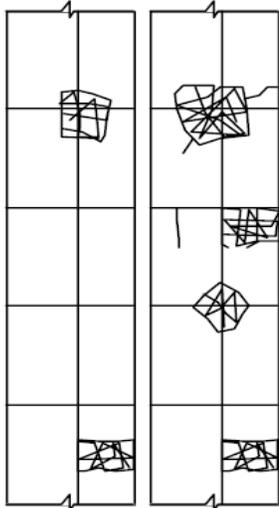
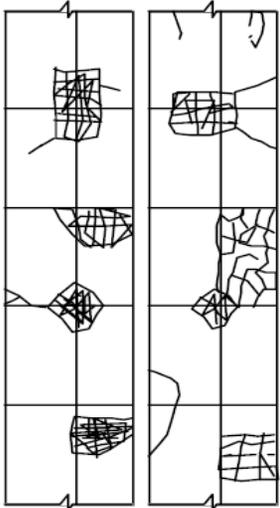
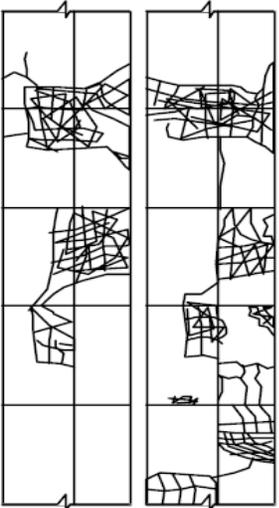
Nivel D2	Porcentaje de la superficie afectada en la sección evaluada (*).	Descripción de la condición del pavimento
0		Ausencia de fisuras en bloques o piel de cocodrilo en la sección
1	Mayor de 0 a 5%	Fisuración escasa, aislada y ocasional.
2	Mayor de 5 a 15%	Fisuración intermitente, se distribuyen regularmente en la sección.
3	Mayor de 15 a 25%	Fisuración frecuente, afecta gran número de losas o gran parte de las huellas de canalización.
4	Mayor de 25%	Fisuración extensiva, generalizada en toda la sección evaluada.

D2 = 1

NIVELES DE FRECUENCIA O EXTENSIÓN D2 FISURAS PIEL DE COCODRILLO - PAVIMENTOS FLEXIBLES Y MIXTOS

2A

Pavimentos rígidos

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA <small>(Porcentaje Superficies Sección Evaluada)</small>	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Fisuración escasa aislada, ocasional	Fisuración intermitente, se distribuye regularmente en la sección	Fisuración frecuentemente afecta gran número de losas	Fisuración extensiva generalizada en toda la sección evaluada

Otras fisuras

RIGIDOS

- Losas subdivididas
- Fisuras de esquina
- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales y diagonales
- Fisuras inducidas
- Fisuras por mal funcionamiento de las juntas

0	0
0	5%
5	15%
15%	25%
>	25%

FLEXIBLES Y MIXTOS

- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales
- Fisuras en arco
- Fisuras reflejas

D3 = 2

pavimentos rígidos

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO				

CROQUIS DE IDENTIFICACION	GRUPO (S/CROQ)	DENOMINACION (S/CATALOGO)	DESCRIPCION Y PRINCIPALES CAUSAS	INGECOM.			
				BAJO	MEDIANO	ALTO	
	A	En bloques	Avanzado fracturamiento de la losa formando una malla cerrada de bloques o polígonos más o menos angulosos, eventualmente con pérdida de material. Causas fatiga, agravada o no por deficiente apoyo de las losas	•	•	•	D
	B	Losas subdivididas De esquina Transversales Otras	Fisuras de esquina ocasionadas por fatiga o por deficiente apoyo de las losas. Fisuras transversales, (localizadas entre 2m y 0.5m de la junta) u otras (generalmente asociadas a hundimientos) indicativos de vacios bajo las losas (bombeo) o movimientos importantes de la base de asiento. Fisuras producidas por fatigas en losas subdivididas	•	•	•	
	C	Longitudinales Transversales Por mal funcionamiento juntas	Fisuras longitudinales en proceso de ramificación o no, debidas a fatiga y/o irregularidades de la subbase. Fisuras longitudinales y/o transversales muy próximas a la junta respectiva (menos de 0.60m) debidas a una deficiente ejecución o funcionamiento de las mismas (doble fisura)	•	•	•	D
	D	Longitudinales Transversales Diagonales Inducidas	Fisuras longitudinales originadas en una excesiva relación ancho/longitud de la losa (no se ejecutó junta longitudinal durante la construcción). Fisuras transversales y diagonales causadas por excesiva relación longitud/ancho de la losa, por reflexión a losas contiguas (diseño inadecuado de juntas) o por relacionespesor losa. Fisuras al rededor de estructuras u otros elementos (parchados) incorporados al pavimento que, por falta de aislación restringen el movimiento de losas	Ver instrucciones para ajustar la calificación asignada por fiduras B y C			
	E	Capilares	Fisuras capilares en forma de mapa, generalmente en forma de mallas cerradas, originadas en la retracción del concreto por deficiencias durante la construcción				No relevados

Defectos de superficie

RIGIDOS

- Descascaramientos
- Peladuras
- Despostillamiento de juntas.

Nivel	% de la superficie o de la longitud de juntas afectadas en la sección.	Descripción Condición del Pavimento
0		Ausencia de defectos de superficie con severidad moderada a alta.
1	>0 - 5%	Defectos escasos, aislados y ocasionalmente, zonas más críticas (esquinas).
2	>5 - 15%	Defectos intermitentes, se distribuye con regularidad en la sección.
3	>15 - 25%	Defectos frecuentes, afectan un gran número de losas o gran parte de la superficie del pavimento.
4	>25 %	Defectos extensivos generalizados en toda la sección evaluada.

D4 = 1

pavimentos rígidos

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Defectos escasos, aislados ocasionalmente, en zonas más críticas y/o son muy escasas las juntas que presentan despostillamiento	Defectos intermitentes; se observan con cierta regularidad aislamiento descascaramientos localizados y/o juntos con despostillamiento o distacamiento	Defectos frecuentes afectan un gran número de losas; el descaramiento tiende a extenderse en las losas afectadas y/o el número de juntas con despostillamientos o distanciamientos es significativo	Defectos extensivos generalizados en toda la sección evaluada; descascaramientos cobren gran superficie en gran parte de las losas y/o predominan juntas que afectan desarrollamiento o destacamiento

Comodidad de manejo

Nivel Condición Guía
D5 Pavimento Calificación

1	Buena o muy buena	Circulación confortable y segura, brinda un nivel de servicio muy satisfactorio; ocasionalmente se detectan pequeñas irregularidades que no afectan la calidad de manejo.
2	Regular	Circulación medianamente confortable; existen irregularidades en el perfil y acabado del pavimento originadas en juntas defectuosas, reparaciones mal terminadas, deformaciones localizadas, que sin imponer restricciones a la velocidad de operación afectan la comodidad de manejo.
3	Pobre	Circulación no confortable; la velocidad debe adecuarse a la condición de perfil longitudinal; frecuentes irregularidades por deficiencias varias provocan continuo golpeteo, vibración cabeceo en la marcha del vehículo.
4	Pésima	Severo disconfort; desplazamientos y saltos provocados por continuas y severas irregularidades del pavimento, obligando no solo a regular marcha sino también a frecuentes maniobras para anticiparse o esquivar dichos daños. Circulación peligrosa.

D5 = 2

$$IE = fa * \sum_{i=1}^r d(i,e)$$

IE = 17,1

IE = Índice de Estado, variable de 0 a 100

fa = 1 número de daños considerados en la sección (r) y los puntos a deducir ($\sum d(i,e)$), este factor tiene en cuenta el efecto no aditivo de la combinación de daños, variando entre 0.5 y 1 según la longitud de las zonas deterioradas en la superficie de rodamiento: >30% long), seis zonas aisladas amplias, tres zonas aisladas pequeñas, ver Instituto de Asfalto en las Series de Manuales, MS-4, Edic. 1989, considera fa=1).

r = número de daños observados en la sección, variable de 0 a 5

d = Puntos a deducir, función del tipo de daño

Baches descubiertos

D1 = 0,2

d1 = 0 para D1 < 0,10
d1 = 45,802+38,81log10D1 para D1 > 0,10

d1 = 15,91

Fisuras en bloque o piel de cocodrilo

D2 = 1

Clasificación D2 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d2	0	20	40	55	65

d2 = 20

Otras fisuras

D3 = 2

Clasificación D3 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d3	0	14	29	36	44

d3 = 29

Defectos de superficie

D4 = 1

Calificación D4 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d4	0	8	15	20	30

d4 = 8

Comodidad de manejo

D5 = 2

Calificación D5	1	2	3	4
Puntos a deducir d5	0	10	20	30

d5 = 10

SDP =

SDP = 83

INTERVENCIÓN

- a) Rehabilitación - reconstrucción
- b) Rehabilitación - refuerzo estructural.
- c) Mantenimiento mayor, refuerzo delgado.
- d) Mantenimiento mayor; sellado asfáltico de superficie.
- e) Mantenimiento mayor - mantenimiento correctivo mayor.
- f) Mantenimiento correctivo.
- g) Mantenimiento preventivo.



X

RANGO DE INDICE ESTADO	CATEGORIA DE ACCION	DESCRIPCION*	INDICE ESTADO	NIVEL DE SERVICIO	COSTOS DE LOS USUARIOS	DESCRIPCION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO
100 a 85	A Mantenimiento mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.	100-90-	Muy bueno	Costos de operación de referencia (100%).	Pavimento en condición muy buena; circulación muy confortable, superficie uniforme. No se observa daños o eventualmente estos son ocasionales y poco significativos.
85 a 60	B Mantenimiento Correctivo	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.	80-70-60-	Bueno a Regular	Ligero incremento, costos de operación 105 a 120%.	Pavimento en condición buena a regular, circulación confortable. Se observa fallas incipientes aunque de tipo localizado.
60 a 40	C Mantenimiento Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende tres tipos de acción: (1) Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor (2) Sellado de superficie. (3) Recapado delgado.	50-04-	Regular a Malo	Significativo incremento de costos de operación 120 a 150%	Pavimento en condición regular, circulación poco confortable. Daños manifiestos y frecuentes. El pavimento se aproxima al fin de su vida útil, requiere una inspección detallada.
40 a 25	D Rehabilitación Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.	30-	Malo a Muy mala	Altos costos de operación 130 a 150%.	Pavimento en condición deficiente, circulación no confortable. Daños en proceso de generalización. El pavimento está alcanzando su vida útil.
<25	5 Rehabilitación Reconstrucción	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.	20-10-	Muy mala a Pésimo	Muy altos costos de operación 145 a 170%.	Condición deficiente; circulación pésima. Daños completamente generalizados e irreversibles.

Roturas o baches descubiertos

$$D1 = \frac{0.7 * SA + 2 * SB + 2 * (0.7 * PA + 2 * RB) * 100}{L * Nc * 3.30}$$

SA		SA = número de baches superficiales de área menor de 1 m2 (área supuesta= 0.70m2)
SB		SB = número de baches superficiales de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0m2.)
PA	2	PA = número de baches profundos de área menor de 1 m2 (área supuesta = 0.70 m2)
PB		PB = número de baches profundos de área mayor de 1 m2 (área supuesta = 2.0 m2)
L	60	L = longitud de la sección en metros.
Nc	2	Nc = número de carriles en la sección (se supone de 3.30 m promedio)

D1 = 0,71

D1 <	0,1	d1 =	0		
D1 >	0,1	d1 =	46 + 39	log 10	D1

Fisuras en bloque o piel de cocodrilo

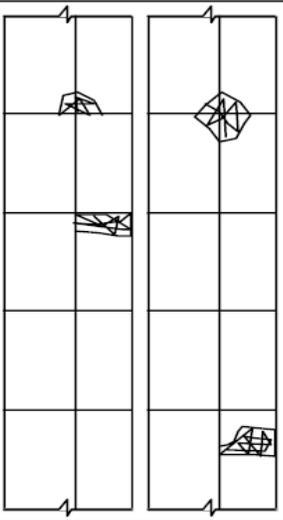
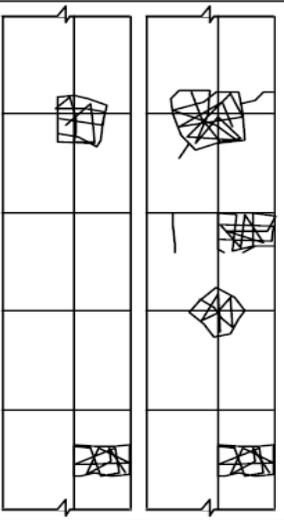
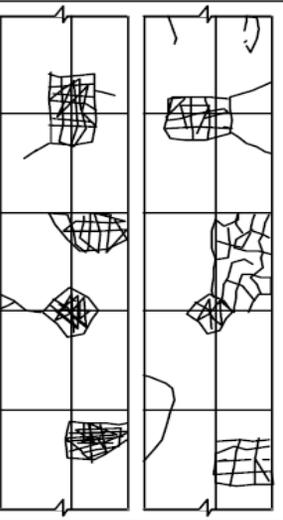
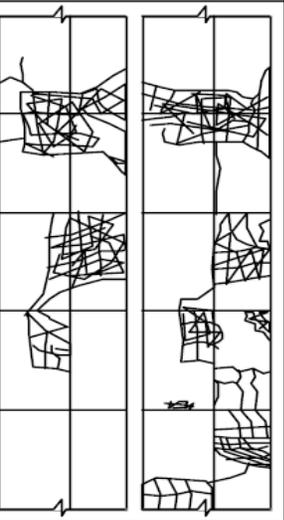
Nivel D2	Porcentaje de la superficie afectada en la sección evaluada (*).	Descripción de la condición del pavimento
0		Ausencia de fisuras en bloques o piel de cocodrilo en la sección
1	Mayor de 0 a 5%	Fisuración escasa, aislada y ocasional.
2	Mayor de 5 a 15%	Fisuración intermitente, se distribuyen regularmente en la sección.
3	Mayor de 15 a 25%	Fisuración frecuente, afecta gran número de losas o gran parte de las huellas de canalización.
4	Mayor de 25%	Fisuración extensiva, generalizada en toda la sección evaluada.

D2 = 1

NIVELES DE FRECUENCIA O EXTENSIÓN D2 FISURAS PIEL DE COCODRILLO - PAVIMENTOS FLEXIBLES Y MIXTOS

2A

Pavimentos rígidos

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA <small>(Porcentaje Superficies Sección Evaluada)</small>	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Fisuración escasa aislada, ocasional	Fisuración intermitente, se distribuye regularmente en la sección	Fisuración frecuentemente afecta gran número de losas	Fisuración extensiva generalizada en toda la sección evaluada

Otras fisuras

RIGIDOS

- Losas subdivididas
- Fisuras de esquina
- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales y diagonales
- Fisuras inducidas
- Fisuras por mal funcionamiento de las juntas

FLEXIBLES Y MIXTOS

- Fisuras longitudinales
- Fisuras transversales
- Fisuras en arco
- Fisuras reflejas

0	0
0	5%
5	15%
15%	25%
>	25%

D3 = 1

pavimentos rígidos

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO				

CROQUIS DE IDENTIFICACION	GRUPO (S/CROQ)	DENOMINACION (S/CATALOGO)	DESCRIPCION Y PRINCIPALES CAUSAS	INGECOM.			
				BAJO	MEDIANO	ALTO	
	A	En bloques	Avanzado fracturamiento de la losa formando una malla cerrada de bloques o polígonos más o menos angulosos, eventualmente con pérdida de material. Causas fatiga, agravada o no por deficiente apoyo de las losas	•	•	•	D
	B	Losas subdivididas De esquina Transversales Otras	Fisuras de esquina ocasionadas por fatiga o por deficiente apoyo de las losas. Fisuras transversales, (localizadas entre 2m y 0.5m de la junta) u otras (generalmente asociadas a hundimientos) indicativos de vacios bajo las losas (bombeo) o movimientos importantes de la base de asiento. Fisuras producidas por fatigas en losas subdivididas	•	•	•	
	C	Longitudinales Transversales Por mal funcionamiento juntas	Fisuras longitudinales en proceso de ramificación o no, debidas a fatiga y/o irregularidades de la subbase. Fisuras longitudinales y/o transversales muy próximas a la junta respectiva (menos de 0.60m) debidas a una deficiente ejecución o funcionamiento de las mismas (doble fisura)	•	•	•	D
	D	Longitudinales Transversales Diagonales Inducidas	Fisuras longitudinales originadas en una excesiva relación ancho/longitud de la losa (no se ejecutó junta longitudinal durante la construcción). Fisuras transversales y diagonales causadas por excesiva relación longitud/ancho de la losa, por reflexión a losas contiguas (diseño inadecuado de juntas) o por relacionespesor losa. Fisuras al rededor de estructuras u otros elementos (parchados) incorporados al pavimento que, por falta de aislación restringen el movimiento de losas	Ver instrucciones para ajustar la calificación asignada por fiduras B y C			
	E	Capilares	Fisuras capilares en forma de mapa, generalmente en forma de mallas cerradas, originadas en la retracción del concreto por deficiencias durante la construcción				No relevados

Defectos de superficie

RIGIDOS

- Descascaramientos
- Peladuras
- Despostillamiento de juntas.

Nivel	% de la superficie o de la longitud de juntas afectadas en la sección.	Descripción Condición del Pavimento
0		Ausencia de defectos de superficie con severidad moderada a alta.
1	>0 - 5%	Defectos escasos, aislados y ocasionalmente, zonas más críticas (esquinas).
2	>5 - 15%	Defectos intermitentes, se distribuye con regularidad en la sección.
3	>15 - 25%	Defectos frecuentes, afectan un gran número de losas o gran parte de la superficie del pavimento.
4	>25 %	Defectos extensivos generalizados en toda la sección evaluada.

D4 = 1

pavimentos rígidos

CODIGO EXTENSION	1	2	3	4
ESQUEMA TIPO				
AREA AFECTADA	Mayor de 0 a 5%	Mayor de 5 a 15%	Mayor de 15 a 25%	Mayor de 25%
DESCRIPCION PAVIMENTO	Defectos escasos, aislados ocasionalmente, en zonas más críticas y/o son muy escasas las juntas que presentan despostillamiento	Defectos intermitentes; se observan con cierta regularidad aislamiento descascaramientos localizados y/o juntos con despostillamiento o distacamiento	Defectos frecuentes afectan un gran número de losas; el descaramiento tiende a extenderse en las losas afectadas y/o el número de juntas con despostillamientos o distanciamientos es significativo	Defectos extensivos generalizados en toda la sección evaluada; descascaramientos cobren gran superficie en gran parte de las losas y/o predominan juntas que afectan desarrollamiento o destacamiento

Comodidad de manejo

Nivel Condición Guía
D5 Pavimento Calificación

1	Buena o muy buena	Circulación confortable y segura, brinda un nivel de servicio muy satisfactorio; ocasionalmente se detectan pequeñas irregularidades que no afectan la calidad de manejo.
2	Regular	Circulación medianamente confortable; existen irregularidades en el perfil y acabado del pavimento originadas en juntas defectuosas, reparaciones mal terminadas, deformaciones localizadas, que sin imponer restricciones a la velocidad de operación afectan la comodidad de manejo.
3	Pobre	Circulación no confortable; la velocidad debe adecuarse a la condición de perfil longitudinal; frecuentes irregularidades por deficiencias varias provocan continuo golpeteo, vibración cabeceo en la marcha del vehículo.
4	Pésima	Severo disconfort; desplazamientos y saltos provocados por continuas y severas irregularidades del pavimento, obligando no solo a regular marcha sino también a frecuentes maniobras para anticiparse o esquivar dichos daños. Circulación peligrosa.

D5 = 2

$$IE = fa * \sum_{i=1}^r d(i,e)$$

$$IE = 8,04$$

IE = Índice de Estado, variable de 0 a 100

fa = 1 número de daños considerados en la sección (r) y los puntos a deducir ($\sum d(i,e)$), este factor tiene en cuenta el efecto no aditivo de la combinación de daños, variando entre 0.5 y 1 según la longitud de las zonas deterioradas en la superficie de rodamiento: >30% long), seis zonas aisladas amplias, tres zonas aisladas pequeñas, ver Instituto de Asfalto en las Series de Manuales, MS-4, Edic. 1989, considera fa=1).

r = número de daños observados en la sección, variable de 0 a 5

d = Puntos a deducir, función del tipo de daño

Baches descubiertos

$$D1 = 0,7$$

$$d1 = 0 \quad \text{para } D1 < 0,10$$

$$d1 = 45,802 + 38,811 \log_{10} D1 \quad \text{para } D1 > 0,10$$

$$d1 = 39,96$$

Fisuras en bloque o piel de cocodrilo

$$D2 = 1$$

Clasificación D2 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d2	0	20	40	55	65

$$d2 = 20$$

Otras fisuras

$$D3 = 1$$

Clasificación D3 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d3	0	14	29	36	44

$$d3 = 14$$

Defectos de superficie

$$D4 = 1$$

Calificación D4 (% área afectada)	0 (-)	1 2,5%	2 10%	3 20%	4 40%
Puntos a deducir d4	0	8	15	20	30

$$d4 = 8$$

Comodidad de manejo

$$D5 = 2$$

Calificación D5	1	2	3	4
Puntos a deducir d5	0	10	20	30

$$d5 = 10$$

SDP =

SDP = 92

INTERVENCIÓN

- Rehabilitación - reconstrucción
- Rehabilitación - refuerzo estructural.
- Mantenimiento mayor, refuerzo delgado.
- Mantenimiento mayor; sellado asfáltico de superficie.
- Mantenimiento mayor - mantenimiento correctivo mayor.
- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento preventivo.



X

RANGO DE INDICE ESTADO	CATEGORIA DE ACCION	DESCRIPCION*	INDICE ESTADO	NIVEL DE SERVICIO	COSTOS DE LOS USUARIOS	DESCRIPCION DE LA CONDICION DEL PAVIMENTO
100 a 85	A Mantenimiento mínimo	Pavimento en condición muy buena; no requiere acciones de mantenimiento correctivo inmediatas; ocasionalmente pueden requerir acciones de mantenimiento mínimo preventivo.	100-90-	Muy bueno	Costos de operación de referencia (100%).	Pavimento en condición muy buena; circulación muy confortable, superficie uniforme. No se observa daños o eventualmente estos son ocasionales y poco significativos.
85 a 60	B Mantenimiento Correctivo	Pavimento en condición buena, con fallas incipientes que requieren acciones de mantenimiento correctivas inmediatas y/o en el corto plazo.	80-70-60-	Bueno a Regular	Ligero incremento, costos de operación 105 a 120%.	Pavimento en condición buena a regular, circulación confortable. Se observa fallas incipientes aunque de tipo localizado.
60 a 40	C Mantenimiento Intensivo	Pavimento en condición dudosa o regular, con fallas evidentes que requieren acciones de mantenimiento correctivo frecuentes y probablemente una rehabilitación a mediano plazo. Comprende tres tipos de acción: (1) Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor (2) Sellado de superficie. (3) Recapado delgado.	50-04-	Regular a Malo	Significativo incremento de costos de operación 120 a 150%	Pavimento en condición regular, circulación poco confortable. Daños manifiestos y frecuentes. El pavimento se aproxima al fin de su vida útil, requiere una inspección detallada.
40 a 25	D Rehabilitación Refuerzo Estructural	Pavimento en condición deficiente con fallas en proceso de generación, que requieren una rehabilitación en el corto plazo para evitar la generalización de daños irreversibles.	30-	Malo a Muy mala	Altos costos de operación 130 a 150%.	Pavimento en condición deficiente, circulación no confortable. Daños en proceso de generalización. El pavimento está alcanzando su vida útil.
<25	5 Rehabilitación Reconstrucción	Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.	20-10-	Muy mala a Pésimo	Muy altos costos de operación 145 a 170%.	Condición deficiente; circulación pésima. Daños completamente generalizados e irreversibles.

3. CONCLUSIONES

Comparación Resultados Pavimento Flexible

PAVIMENTO FLEXIBLE	
RESULTADO METODOLOGÍA VIZIR	RESULTADO METODOLOGÍA SEDESOL
<p>Para Índices estructurales menores de 1 y mayores o iguales a 0.7, ($1 < "I_e" < 0.7$), se sugiere adelantar actividades bacheo y saneo puntual junto con actividades de rehabilitación, para la cual será necesario realizar una exploración geotécnica detallada del estado de la subrasante y los granulares, determinando así los espesores y materiales a emplear. Para la condición estructural actual del segmento con esta condición de Índice estructural (Valores entre 0.7 y 1), se estima que el pavimento existente llegará a su vida útil en un periodo de tiempo comprendido entre los 5 y 7 años</p>	<p>Se evidencia fisuración, escasa y ocasional, entre un 0% a 5%</p> <p>Ausencia de defectos de superficie con severidad moderada a alta</p> <p>Presenta una condición de manejo confortable y segura, brinda un nivel de servicio muy satisfactorio; ocasionalmente se detectan pequeñas irregularidades que no afectan la calidad de manejo.</p>
<p style="text-align: center;">Intervención: Actividades fresado parcial y colocación de nueva carpeta asfáltica.</p>	<p style="text-align: center;">Intervención: Mantenimiento mayor 2) Sellado de superficie. (3) Recapado delgado.</p> <p>El pavimento se aproxima al fin de su vida útil, requiere una inspección detallada.</p>

Comparación Resultados Pavimento Rígido

PAVIMENTO RÍGIDO	
RESULTADO METODOLOGÍA UNIVERSIDAD NACIONAL	RESULTADO METODOLOGÍA SEDESOL
<p>Deterioros de severidad Alta: 23,12%; Media: 5,44%; Baja: 6,15%</p> <p>De acuerdo con el valor de transferencia de carga, se evidencia un comportamiento pobre, menor de 70%.</p>	<p>Fisuras longitudinales en proceso de ramificación debidas a fatiga o irregularidades de la subbase, por mal funcionamiento de las juntas</p> <p>Presenta una condición de manejo medianamente confortable, existen irregularidades en el perfil y acabado del pavimento originadas en juntas defectuosas, reparaciones mal terminadas, deformaciones localizadas, que sin imponer restricciones a la velocidad de operación afectan la comodidad de manejo.</p>
<p>Intervención: Reparación de losas, mediante demolición parcial y reposición de las losas afectadas, el mantenimiento de juntas, sello de fisuras y algunos parcheos aislados, principalmente para evitar el deterioro de las mismas.</p>	<p>Pavimento en condición muy deficiente, con fallas severas generalizadas, que requieren una rehabilitación mayor probablemente con alto porcentaje de reconstrucción, en el corto plazo.</p>

Los resultados obtenidos por la metodología SEDESOL, tanto para pavimento flexible, como para pavimento rígido, arrojaron resultados similares de intervención, lo que indica que es factible su utilización. No obstante, los resultados de las metodologías Vizir y de la Universidad Nacional, se complementaron con los resultados del ensayo de deflectometría, el cual determina el estado estructural del pavimento.

Se concluye, que es posible adoptar la metodología SEDECOL, para implementarla a nivel local, pero es importante que sus resultados se complementen con los ensayos pertinentes de acuerdo con cada caso de estudio.

Cada metodología estudiada en el presente documento es viable para elaborar el diagnóstico preliminar de la vía y así determinar su intervención, evitando así un deterioro mayor en la estructura del pavimento.

4. BIBLIOGRAFÍA

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS- INVIAS, Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, Segunda Edición, 2008.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ORDENACION DEL TERRITORIO, MANUAL NORMATIVO, TOMO VI, Manual del Estado funcional de Pavimentos, 2008, primera edición

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO 0587-03, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-INVIAS, Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos, 2003.

ALCALDIA LOCAL DE SUBA, GENERALIDADES PARA EL PROYECTO DE DIAGNOSTICOS, Estudios Y Diseños De La Malla Vial De La Localidad De Suba,2013.

ANEXO A
INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑOS
PAVIMENTO FLEXIBLE METODO VIZIR



BOGOTÁ
HUMANANA

ESTUDIOS Y DISEÑOS DE MALLA VIAL Y ESPACIO PÚBLICO PRIORITARIO DE LA LOCALIDAD DE SUBA

Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 1. Registro de Campo de Degradaciones del Tipo A

Contratista: **BATEMAN INGENIERIA S.A. Corredor:** Carrera 102 A entre Calle 132 C y Calle 133 CIV
 PR: **0+000** al PR: **0+0120** Fecha (dd/mm/aa): **30 4 2014** Hoja: **1** de: **1**

PR	DE	HASTA	GRIETAS LONGITUDINALES POR FATIGA		PIEL DE COCODRILLO		AHUELLAMIENTO Y OTRAS DEFORMACIONES ESTRUCTURALES			BACHEOS Y PARCHEOS						
			Gravedad	Ext. (m ²)	Gravedad	Ext. (m ²)	Gravedad	Ext. (m ²)	Gravedad	Ext. (m ²)	Gravedad	Ext. (m ²)	No. Bach./Parch.			
	0+000	0+020			1,0	2										
	0+020	0+040														
	0+040	0+060			1,0	1								3	4	
	0+060	0+080												3	2	
	0+080	0+100				0		1	1,8					3	2	
	0+100	0+120			1,0									2	2	
CÓDIGOS																

FL: Fisuras Longitudinales por Fatiga; PC: Piel de Cocodrilo; AH: Ahuellamiento; DPL: Depresiones Longitudinales o Hundimientos; DPT: Depresiones Transversales o Asentamientos Transversales; B: Bacheos y Parcheos.

Levantó: **SINDY PRIETO** Fecha: **30 4 2014** mm dd aa
 Elaboró: **SINDY PRIETO** Fecha: **30 4 2014** mm dd aa
 Aprobó: **DANI ACEVEDO** Fecha: **30 4 2014** mm dd aa



Formato No. 4
Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 4. Registro de Campo de Degradaciones del Tipo B

Contratista: **BATEMAN INGENIERIA S.A.** al PR: **0+0120** Corredor: **Carrera 102.A entre Calle 132 C y Calle 133** Hoja: **1** de: **1**
 PR: **0+000** al PR: **0+0120** Fecha (dd/mm/aa): **30 4 2014** CIV: **0** de: **1**

DE	PR	GRIETAS		DEFORMAC		DESPREMIENTOS		MEJORAMIENTOS		OTROS							
		GL	GT	GB	BU	O	PL	PA	PU	EX	AM	AA	DB	FCB	ER	SI	
	HASTA	Grav. [Esk. (m ²)]															
0+000	0+020																
0+020	0+040		1														
0+040	0+060			1	0,06												
0+060	0+080																
0+080	0+100																
0+100	0+120																

Levantó: **SINDY PRIETO** Fecha: **30 4 2014** Elaboró: **SINDY PRIETO** Fecha: **30 4 2014**
 Aprobó: **DANI ACEVEDO** Fecha: **30 4 2014**

GL: Grieta Longitudinal de Junta de Construcción; GT: Grieta Longitudinal; GB: Grieta en Bloque; BU: Grietas en Bloque; O: Ojos de Pez; PL: Perdida de Película de Ligante; PA: Perdida de Película de Ligante; PU: Abollamientos; EX: Ojos de Pez; AM: Abollamientos; AA: Ojos de Pez; DB: Descazonamiento; FCB: Descazonamiento; ER: Pulimento de Agregados; SI: Pulimento de Agregados; DE: Desgaste por Abrasión; GT: Grieta Transversal; GB: Grieta en Bloque; BU: Grietas en Bloque; O: Ojos de Pez; PL: Perdida de Película de Ligante; PA: Perdida de Película de Ligante; PU: Abollamientos; EX: Ojos de Pez; AM: Abollamientos; AA: Ojos de Pez; DB: Descazonamiento; FCB: Descazonamiento; ER: Pulimento de Agregados; SI: Pulimento de Agregados.

Contratista: **BATEMAN INGENIERIA S.A.** Corredor: Carrera 102 A entre Calle 132 y Calle 133 **CIV**
PR: 0+000 al **PR: 0+0120** Fecha (dd/mm/aa): **30 4 2014** Hoja: **1** de: **1**

Gravedad	Índice de Fisuración (If)		
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5

Id	Primera Calificación del Índice de Deterioro (Is)						
	0	1 - 2	3	4 - 5	6	7	
0	1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	
2	3	4	5	6	7		
3	4	5	6	7			
4	5	6	7				
5	6	7					

Gravedad	Corrección por Reparación		
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	1

Gravedad	Índice de Deformación (Id)		
	0 a 10 %	10 a 50 %	> 50 %
1	1	2	3
2	2	3	4
3	3	4	5

DE	PR	GRIETAS LONGITUDINALES POR FATIGA			PIEL DE COCODRILO		INDICE DE FISURACION N (If)	AHUELLAMIENTO Y OTRAS DEFORMACIONES ESTRUCTURALES		IS PARCIAL INICIAL		BACHEOS Y PARCHES		Is FINAL	Categoría	
		HASTA	Ext. (%)	Gravedad	If1	Ext. (%)		Gravedad	If2	Ext. (%)	Gravedad	Ext. (%)	Gravedad			Ext. (%)
0+000	0+020	0,000	0,000	0	0	1,667	1,000	1	1	0,000	0	0	0	0	2	Bueno
0+020	0+040	0,000	0,000	0	0	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0	0	0	1	Bueno
0+040	0+060	0,000	0,000	0	0	0,417	1,000	1	1	0,000	0	0	3,333	3	2	Bueno
0+060	0+080	0,000	0,000	0	0	0,000	0,000	0	0	0,000	1	1	1,667	3	3	Regular
0+080	0+100	0,000	0,000	0	0	0,208	1,000	1	1	0,000	0	0	0,000	0	2	Bueno
0+100	0+120	0,000	0,000	0	0	0,000	0,000	0	0	0,000	0	0	0,000	0	1	Bueno

Elaboró: **SINDY PRIETO** Fecha: **30 4 2014** mm aa
 Aprobó: **DANI ACEVEDO** Fecha: **30 4 2014** dd mm aa

ANEXO B
REPORTES DE CAMPO EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA
PAVIMENTO FLEXIBLE

CIV	Carri	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Carga (kn)	Temperatura (°C)			Deflexiones de Campo (µm)								
							Alie	Superficie	Pavimento	D0	D1 (0.20 m)	D2 (0.30 m)	D3 (0.45 m)	D4 (0.60 m)	D5 (0.90 m)	D6 (1.2 m)	D7 (1.5 m)	D8 (1.8 m)
11005947	Derecho	4.736090000	-74.097133000	2	30/04/2014 08:18	40	16.0	17.0	15.7	322	276	232	174	127	74	44	33	29
11005947	Derecho	4.736090000	-74.097133000	2	30/04/2014 08:18	40	16.0	17.0	15.7	321	276	232	174	128	75	43	32	30
11005947	Derecho	4.736213000	-74.097101700	15	30/04/2014 08:19	42	16.1	16.7	15.5	370	312	267	201	151	84	52	43	38
11005947	Derecho	4.736213000	-74.097101700	15	30/04/2014 08:19	42	16.1	16.7	15.5	371	312	267	202	150	84	53	42	38
11005947	Derecho	4.736310000	-74.096950000	30	30/04/2014 08:20	41	16.1	17.0	15.7	476	342	264	179	122	68	49	41	38
11005947	Derecho	4.736310000	-74.096950000	30	30/04/2014 08:20	40	16.1	17.0	15.7	461	335	259	175	120	68	45	41	38
11005921	Derecho	4.736503000	-74.096933000	52	30/04/2014 08:22	42	16.2	21.3	18.2	444	341	281	200	140	78	45	40	35
11005921	Derecho	4.736503000	-74.096933000	52	30/04/2014 08:22	41	16.2	21.3	18.2	438	336	277	198	138	77	53	38	34
11005921	Derecho	4.736566700	-74.096900000	60	30/04/2014 08:24	42	16.4	20.3	17.6	482	385	317	220	142	79	63	47	35
11005921	Derecho	4.736566700	-74.096900000	60	30/04/2014 08:24	41	16.4	20.3	17.6	474	378	311	218	142	79	63	46	35
11005971	Derecho	4.736731700	-74.096841700	80	30/04/2014 08:25	46	16.5	16.6	15.5	452	363	317	244	183	104	67	48	39
11005971	Derecho	4.736731700	-74.096841700	80	30/04/2014 08:25	45	16.5	16.6	15.5	443	355	311	240	181	104	65	47	39
11005920	Derecho	4.736866700	-74.096805000	95	30/04/2014 08:26	45	16.5	16.1	15.2	392	334	288	225	180	114	78	58	48
11005920	Derecho	4.736866700	-74.096805000	95	30/04/2014 08:26	44	16.5	16.1	15.2	390	331	287	226	180	114	75	58	46
11005820	Izquierdo	4.736925000	-74.096808000	95	30/04/2014 08:31	45	16.8	19.6	17.2	414	349	310	260	205	133	94	74	61
11005820	Izquierdo	4.736925000	-74.096808000	95	30/04/2014 08:31	45	16.8	19.6	17.2	412	347	309	258	204	131	93	73	59
11005871	Izquierdo	4.736800000	-74.096860000	80	30/04/2014 08:32	42	16.8	20.2	17.5	423	378	343	289	241	172	128	97	76
11005871	Izquierdo	4.736800000	-74.096860000	80	30/04/2014 08:32	42	16.8	20.2	17.5	420	374	339	286	238	171	122	96	75
11005921	Izquierdo	4.736671600	-74.096925000	65	30/04/2014 08:33	39	16.9	19.6	17.2	339	297	271	232	197	145	110	83	64
11005921	Izquierdo	4.736671600	-74.096925000	65	30/04/2014 08:33	39	16.9	19.6	17.2	335	293	267	229	194	144	108	81	64
11005921	Izquierdo	4.736508300	-74.096983300	45	30/04/2014 08:34	40	17.0	22.1	18.6	379	326	287	238	196	142	105	81	67
11005921	Izquierdo	4.736508300	-74.096983300	45	30/04/2014 08:34	40	17.0	22.1	18.6	378	325	286	237	195	141	105	80	66
11005947	Izquierdo	4.736343300	-74.097033000	25	30/04/2014 08:35	40	17.1	21.2	18.1	626	524	443	354	288	201	146	110	92
11005947	Izquierdo	4.736343300	-74.097033000	25	30/04/2014 08:35	40	17.1	21.2	18.1	618	517	438	350	285	198	142	107	86
11005947	Izquierdo	4.736140000	-74.097145000	0	30/04/2014 08:36	38	17.2	19.2	17.0	318	284	257	221	185	134	104	76	62
11005947	Izquierdo	4.736140000	-74.097145000	0	30/04/2014 08:36	38	17.2	19.2	17.0	317	282	255	219	184	134	100	76	63

CIV	Caril	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Carga (kn)	Deflexiones Corregidas									
							D0 corr x carga (µm)	D0 corr x temp (µm)	D1 corr x carga (µm)	D2 corr x carga (µm)	D3 corr x carga (µm)	D4 corr x carga (µm)	D5 corr x carga (µm)	D6 corr x carga (µm)	D7 corr x carga (µm)	D8 corr x carga (µm)
11005947	Derecho	4,736090000	-74,097135000	2	30/04/2014 08:18	40	321	336	276	231	174	127	74	43	33	29
11005947	Derecho	4,736090000	-74,097135000	2	30/04/2014 08:18	40	321	336	276	232	174	128	75	42	32	30
11005947	Derecho	4,736213300	-74,097101700	15	30/04/2014 08:19	42	351	368	295	253	191	144	80	49	41	36
11005947	Derecho	4,736213300	-74,097101700	15	30/04/2014 08:19	42	355	373	298	256	193	144	80	50	40	36
11005947	Derecho	4,736310000	-74,096955000	30	30/04/2014 08:20	41	469	492	337	260	176	120	67	48	41	37
11005947	Derecho	4,736310000	-74,096955000	30	30/04/2014 08:20	40	459	481	333	257	174	119	67	45	40	38
11005921	Derecho	4,736503300	-74,096933300	52	30/04/2014 08:22	42	427	436	328	270	192	134	75	43	38	34
11005921	Derecho	4,736503300	-74,096933300	52	30/04/2014 08:22	41	425	434	326	269	192	134	75	52	37	33
11005921	Derecho	4,736566700	-74,096900000	60	30/04/2014 08:24	42	463	475	370	304	211	136	76	61	45	34
11005921	Derecho	4,736566700	-74,096900000	60	30/04/2014 08:24	41	460	473	368	302	211	138	76	61	45	34
11005871	Derecho	4,736731700	-74,096841700	80	30/04/2014 08:25	46	394	414	316	276	213	160	91	59	42	34
11005871	Derecho	4,736731700	-74,096841700	80	30/04/2014 08:25	45	392	412	314	275	212	160	92	58	42	35
11005820	Derecho	4,736866700	-74,096805000	95	30/04/2014 08:26	45	352	371	300	259	203	162	103	70	52	43
11005820	Derecho	4,736866700	-74,096805000	95	30/04/2014 08:26	44	352	371	299	259	204	163	103	68	52	42
11005820	Izquierdo	4,736925000	-74,096808300	95	30/04/2014 08:31	45	366	377	308	274	229	181	117	83	66	54
11005820	Izquierdo	4,736925000	-74,096808300	95	30/04/2014 08:31	45	365	376	307	273	228	180	116	82	65	53
11005871	Izquierdo	4,736900000	-74,096860000	80	30/04/2014 08:32	42	402	413	359	326	274	229	164	121	92	72
11005871	Izquierdo	4,736900000	-74,096860000	80	30/04/2014 08:32	42	404	415	360	327	275	230	165	118	92	72
11005921	Izquierdo	4,736671600	-74,096925000	65	30/04/2014 08:33	39	345	355	301	275	236	200	147	111	84	66
11005921	Izquierdo	4,736671600	-74,096925000	65	30/04/2014 08:33	39	345	356	302	276	236	200	148	111	84	66
11005921	Izquierdo	4,736508300	-74,096983300	45	30/04/2014 08:34	40	382	388	328	289	240	198	143	106	82	68
11005921	Izquierdo	4,736508300	-74,096983300	45	30/04/2014 08:34	40	382	387	328	289	239	197	142	106	81	67
11005947	Izquierdo	4,736433000	-74,097053300	25	30/04/2014 08:35	40	625	638	523	442	354	288	201	145	110	92
11005947	Izquierdo	4,736433000	-74,097053300	25	30/04/2014 08:35	40	620	633	519	439	351	286	198	143	107	86
11005947	Izquierdo	4,736140000	-74,097145000	0	30/04/2014 08:36	38	332	343	296	248	230	193	140	108	79	65
11005947	Izquierdo	4,736140000	-74,097145000	0	30/04/2014 08:36	38	332	344	295	247	229	193	140	105	80	65

CIV	Carilí	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Carga (kn)	Espesores de Capa (cm)		Evaluación Deflectométrica Cualitativa									
							Carpetela Asfáltica	Material Granular	D0 (µm)		ICS=d ₁₀ -d ₃₀₀		ICS=d ₁₀ -d ₁₀₀		IDB=d ₁₀₀ -d ₁₀₀		ICB=d ₁₀₀ -d ₁₀₀	
									ICS=d ₁₀ -d ₃₀₀	Calif.	ICS=d ₁₀ -d ₃₀₀	Calif.	ICS=d ₁₀₀ -d ₁₀₀	Calif.	IDB=d ₁₀₀ -d ₁₀₀	Calif.	ICB=d ₁₀₀ -d ₁₀₀	Calif.
11005947	Derecho	4.7360900000	-74.0971350000	2	30/04/2014 08:18	40	15	55	Buena	89	Buena	105	Regular	53	Regular			
11005947	Derecho	4.7360900000	-74.0971350000	2	30/04/2014 08:18	40	15	55	Buena	89	Buena	104	Regular	53	Regular			
11005947	Derecho	4.7362133000	-74.0971017000	15	30/04/2014 08:19	42	15	55	Buena	98	Buena	110	Regular	64	Regular			
11005947	Derecho	4.7362133000	-74.0971017000	15	30/04/2014 08:19	42	15	55	Buena	100	Buena	112	Regular	63	Regular			
11005947	Derecho	4.7363100000	-74.0969500000	30	30/04/2014 08:20	41	15	55	Buena	209	Regular	140	Regular	53	Regular			
11005947	Derecho	4.7363100000	-74.0969500000	30	30/04/2014 08:20	40	15	55	Buena	202	Regular	138	Regular	52	Regular			
11005921	Derecho	4.7365033000	-74.0969333000	52	30/04/2014 08:22	42	15	75	Buena	157	Buena	136	Regular	59	Regular			
11005921	Derecho	4.7365033000	-74.0969333000	52	30/04/2014 08:22	41	15	75	Buena	156	Buena	134	Regular	60	Regular			
11005921	Derecho	4.7365667000	-74.0969000000	60	30/04/2014 08:24	42	15	75	Buena	159	Buena	167	Regular	60	Regular			
11005921	Derecho	4.7365667000	-74.0969000000	60	30/04/2014 08:24	41	15	75	Buena	158	Buena	165	Regular	61	Regular			
11005871	Derecho	4.7367317000	-74.0968417000	80	30/04/2014 08:25	46	15	75	Buena	118	Buena	116	Regular	69	Regular			
11005871	Derecho	4.7367317000	-74.0968417000	80	30/04/2014 08:25	45	15	75	Buena	117	Buena	115	Regular	68	Regular			
11005820	Derecho	4.7368667000	-74.0968050000	95	30/04/2014 08:26	45	15	75	Buena	94	Buena	96	Buena	60	Regular			
11005820	Derecho	4.7368667000	-74.0968050000	95	30/04/2014 08:26	44	15	75	Buena	93	Buena	96	Buena	60	Regular			
11005820	Izquierdo	4.7369250000	-74.0968083000	95	30/04/2014 08:31	45	15	75	Buena	92	Buena	93	Buena	64	Regular			
11005820	Izquierdo	4.7369250000	-74.0968083000	95	30/04/2014 08:31	45	15	75	Buena	91	Buena	93	Buena	64	Regular			
11005871	Izquierdo	4.7368000000	-74.0968600000	80	30/04/2014 08:32	42	15	75	Buena	76	Buena	97	Buena	65	Regular			
11005871	Izquierdo	4.7368000000	-74.0968600000	80	30/04/2014 08:32	42	15	75	Buena	78	Buena	97	Buena	65	Regular			
11005921	Izquierdo	4.7366716000	-74.0969250000	65	30/04/2014 08:33	39	15	75	Buena	70	Buena	75	Buena	52	Regular			
11005921	Izquierdo	4.7366716000	-74.0969250000	65	30/04/2014 08:33	39	15	75	Buena	69	Buena	75	Buena	52	Regular			
11005921	Izquierdo	4.7365083000	-74.0969833000	45	30/04/2014 08:34	40	15	75	Buena	93	Buena	92	Buena	55	Regular			
11005921	Izquierdo	4.7365083000	-74.0969833000	45	30/04/2014 08:34	40	15	75	Buena	92	Buena	93	Buena	55	Regular			
11005947	Izquierdo	4.7363433000	-74.0970533000	25	30/04/2014 08:35	40	15	55	Regular	183	Buena	155	Regular	87	Regular			
11005947	Izquierdo	4.7363433000	-74.0970533000	25	30/04/2014 08:35	40	15	55	Regular	181	Buena	153	Regular	88	Regular			
11005947	Izquierdo	4.7361400000	-74.0971450000	0	30/04/2014 08:36	38	15	55	Buena	64	Buena	75	Buena	53	Regular			
11005947	Izquierdo	4.7361400000	-74.0971450000	0	30/04/2014 08:36	38	15	55	Buena	65	Buena	74	Buena	52	Regular			

ANEXO C
CÁLCULO DE ÍNDICE ESTRUCTURAL
PAVIMENTO FLEXIBLE

CIV	Carril	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Carga (kn)	Espesores de Capa (cm)			Variables Estructurales				Análisis Estructural	
							Carpeta Asfáltica	Material Granular	Mr AASHTO (Kg/cm ²)	Mr AASHTO de diseño (Kg/cm ²)	Ep AASHTO (Kg/cm ²)	SN AASHTO	SN	Ic	
11005947	Derecho	4.7360900000	-74.0971350000	2	30/04/2014 08:18	40	15	55	1.465	483	5.092	3.1	4.69	0.7	
11005947	Derecho	4.7360900000	-74.0971350000	2	30/04/2014 08:18	40	15	55	1.445	477	5.120	3.1	4.69	0.7	
11005947	Derecho	4.7362133000	-74.0971017000	15	30/04/2014 08:19	42	15	55	1.355	447	4.625	3.0	4.69	0.6	
11005947	Derecho	4.7362133000	-74.0971017000	15	30/04/2014 08:19	42	15	55	1.355	447	4.538	3.0	4.69	0.6	
11005947	Derecho	4.7363100000	-74.0969950000	30	30/04/2014 08:20	40	15	55	1.618	534	2.951	2.6	4.69	0.6	
11005947	Derecho	4.7363100000	-74.0969950000	30	30/04/2014 08:20	40	15	55	1.618	534	3.038	2.6	4.69	0.6	
11005921	Derecho	4.7365033000	-74.0969333000	52	30/04/2014 08:22	42	15	75	1.890	624	3.297	2.7	4.69	0.6	
11005921	Derecho	4.7365033000	-74.0969333000	52	30/04/2014 08:22	41	15	75	1.563	516	3.510	2.7	4.69	0.6	
11005921	Derecho	4.7365667000	-74.0969000000	60	30/04/2014 08:24	42	15	75	1.333	440	3.281	2.7	4.69	0.6	
11005921	Derecho	4.7365667000	-74.0969000000	60	30/04/2014 08:24	41	15	75	1.333	440	3.300	2.7	4.69	0.6	
11005871	Derecho	4.7367317000	-74.0968417000	80	30/04/2014 08:25	46	15	75	1.378	455	3.904	2.8	4.69	0.6	
11005871	Derecho	4.7367317000	-74.0968417000	80	30/04/2014 08:25	45	15	75	1.402	463	3.906	2.8	4.69	0.6	
11005820	Derecho	4.7368667000	-74.0968050000	95	30/04/2014 08:26	45	15	75	1.161	383	4.881	3.1	4.69	0.7	
11005820	Derecho	4.7368667000	-74.0968050000	95	30/04/2014 08:26	44	15	75	1.195	394	4.819	3.0	4.69	0.7	
11005820	Izquierdo	4.7369250000	-74.0968030000	95	30/04/2014 08:31	45	15	75	979	323	5.170	3.1	4.69	0.7	
11005820	Izquierdo	4.7369250000	-74.0968030000	95	30/04/2014 08:31	45	15	75	991	327	5.159	3.1	4.69	0.7	
11005871	Izquierdo	4.7368000000	-74.0968600000	80	30/04/2014 08:32	42	15	75	707	233	5.371	3.2	4.69	0.7	
11005871	Izquierdo	4.7368000000	-74.0968600000	80	30/04/2014 08:32	42	15	75	707	233	5.330	3.2	4.69	0.7	
11005921	Izquierdo	4.7366716000	-74.0969250000	65	30/04/2014 08:33	39	15	75	774	255	6.485	3.4	4.69	0.7	
11005921	Izquierdo	4.7366716000	-74.0969250000	65	30/04/2014 08:33	39	15	75	774	255	6.455	3.4	4.69	0.7	
11005921	Izquierdo	4.7365083000	-74.0969833000	45	30/04/2014 08:34	40	15	75	793	262	5.542	3.2	4.69	0.7	
11005921	Izquierdo	4.7365083000	-74.0969833000	45	30/04/2014 08:34	40	15	75	803	265	5.526	3.2	4.69	0.7	
11005947	Izquierdo	4.7363433000	-74.0970533000	25	30/04/2014 08:35	40	15	55	539	178	3.169	2.7	4.69	0.6	
11005947	Izquierdo	4.7363433000	-74.0970533000	25	30/04/2014 08:35	40	15	55	547	181	3.181	2.7	4.69	0.6	
11005947	Izquierdo	4.7361400000	-74.0971450000	0	30/04/2014 08:36	38	15	55	753	248	6.987	3.5	4.69	0.7	
11005947	Izquierdo	4.7361400000	-74.0971450000	0	30/04/2014 08:36	38	15	55	774	255	6.827	3.4	4.69	0.7	

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 Reliability (R) So

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial PSI final

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)
 Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)
 Coeficiente de drenaje - (C_d)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =**
 Calcular W18

Número Estructural
SN =

ANEXO D
REGISTROS DE PERFORACIÓN
BARRENOS DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES
PAVIMENTO FLEXIBLE



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto
Desarrollo Urbano
Formato: SLSB-EC-001-TEC
Revisado: 14-Mar-12

PROYECTO: ALCALDIA DE SUBA **PROFUNDIDAD (m) :** 1.5
SONDEO / APIQUE : AP - TRA182 - 1
LOCALIZACION : Cra 102A entre CII 132C y CII 136 costado oriental, barrio Costa Azul
COORDENADAS :
 LATITUD: 4° 44' 10.0" LONGITUD: 74° 5' 49.9"
MARGEN
FECHA INICIO : 24-mar-2014 **FECHA TERMINACIÓN :** 24-mar-2014 PDC m (1):
INTERESADO : BATEMAN INGENIERIA S.A. **NIVEL FREATICO (m) :** NO SE PRESENTO PDC m (2):

Prof (m)	Nivel de Aguas	Descripción Visual	Muestras		Tipo	Penetro metro PDC (1)		PDC en base granular (2)	
			Profundidad			Golpes	Prof. Cm	Golpes	Prof. Cm
			De	A					
0.05									
0.10		Carpetas asfáltica							
0.15									
0.20									
0.25		Relleno granular arcillo arenoso (recebo) color amarillo oscuro							
0.30									
0.35									
0.40									
0.45									
0.50		Relleno granular (recebo) arena arcilloso color amarillo							
0.55									
0.60									
0.65									
0.70									
0.75									
0.80									
0.85									
0.90									
0.95		Limo arcilloso / arcilla limosa color negro con vetas de oxidación							
1.00									
1.05									
1.10									
1.15									
1.20									
1.25									
1.30									
1.35									
1.40		Arcilla limosa color gris con vetas de oxidación							
1.45									
1.50									

CONVENCIONES: BS: Bolsa, B: Muestra de Bullo, CBR: Muestra inalterada de Molde, SH: Muestra inalterada Tubo Shelby

OBSERVACIONES:

ELABORO: JUAN PABLO MELC GONZÁLEZ Fecha: 24-marzo-2014	DIGITO: LUIS FERNANDO OSORIO CORGNADO Fecha: 24-marzo-2014	REVISO: Fecha:	APROBO: Fecha:
---	---	------------------------------	------------------------------



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Instituto
Desarrollo Urbano
Formator: S.LSP-EC-001-TEC
Revisado: 14-Mar-12

PROYECTO: ALCALDIA DE SUBA PROFUNDIDAD (m) : 1.5
 SONDEO / APIQUE : AP - TRA182 - 2
 LOCALIZACION : Cra 102A entre CII 132C y CII 136 costado occidental, barrio Costa Azul
 COORDENADAS :
 LATITUD: 4° 44' 11.7" LONGITUD: 74° 5' 49.1"
 MARGEN
 FECHA INICIO : 24-mar-2014 FECHA TERMINACIÓN : 24-mar-2014 PDC m (1):
 INTERESADO : BATEMAN INGENIERIA S.A. NIVEL FREATICO (m) : NO SE PRESENTO PDC m (2):

Prof (m)	Nivel de Aguas	Descripción Visual	Muestras			Penetro metro PDC (1)		PDC en base granular (2)	
			Profundidad		Tipo	Golpes	Prof. Cm	Golpes	Prof. Cm
			De	A					
0.05		Carpeta asfáltica							
0.10									
0.15									
0.20									
0.25									
0.30		Relleno granular (recebo) arcillo arenoso color amarillo oscuro							
0.35									
0.40									
0.45									
0.50									
0.55		Relleno granular (recebo) areno arcilloso color amarillo							
0.60									
0.65									
0.70									
0.75									
0.80		Arcilla limosa color café							
0.85									
0.90									
0.95									
1.00									
1.05		Limo arcilloso / arcilla limosa color café oscuro a negro con vetas de oxidación y presencia de raíces							
1.10									
1.15									
1.20									
1.25									
1.30									
1.35									
1.40									
1.45									
1.50									

CONVENCIONES: BS: Bolsa, B: Muestra de Bullo, CBR: Muestra inalterada de Molde, SH: Muestra inalterada Tubo Shelby

OBSERVACIONES:

ELABORO: JUAN PABLO MELC GONZÁLEZ Fecha: 24-marzo-2014	DIGITO: LUIS FERNANDO OSORIO CORGNADO Fecha: 24-marzo-2014	REVISO: Fecha:	APROBO: Fecha:
--	--	-----------------------	-----------------------

ANEXO E
REGISTRO FOTOGRÁFICO
PAVIMENTO FLEXIBLE

REGISTRO FOTOGRAFICO PT06/10-01

FECHA ULTIMA MODIFICACION: AGOSTO 8 DE 2008

REVISION: 1

	 BOGOTÁ HUMANANA Localidad de Suba Secretaría Distrital de Gobierno ESTUDIOS Y DISEÑOS DE MALLA VIAL Y ESPACIO PÚBLICO PRIORITARIO DE LA LOCALIDAD DE SUBA
--	---



FOTOGRAFIA No. 1 y 2

Estado actual de la vía



FOTOGRAFIA No. 3

Trabajo de campo

ANEXO F
INSPECCIÓN VISUAL DE DAÑOS
PAVIMENTO RIGIDO METODOLOGIA UNIVERSIDAD NACIONAL

		PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento Formato No. 1. INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO										 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.						
Contratista:		BATEMAN INGENIERÍA S.A.				Corredor:				CL 128 B ENTRE NULLY Y KR 94 (11008500, 11008505, 11008438)				No. Contrato:	104/2013-FDLS			
PR:		0+000		al		PR:		0+260		Fecha (aa/mm/dd):			2014 04 30		Hoja:	1	de:	3
No. De calzadas:		1		No. De carriles por calzada:		2		Ancho de berma:		N.A.		Espesor de la losa:		0,15 m				
ABCISA	No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		TIPO DE DETERIORO							Foto	ACLARACIONES					
	#	Letra	Largo m	Ancho m	Tipo	Sev	Daño		Area	Reparación								
							Largo m	Ancho m	m ²	Largo m	Ancho m							
0+000		1	A	4,6	3,5													
		1	B	4,6	3,5													
		2	A	4,6	3,5													
		2	B	4,6	3,5													
		3	A	4,6	3,5													
		3	B	4,6	3,5													
		4	A	4,6	3,5													
		4	B	4,6	3,5													
		5	A	4,6	3,5													
		5	B	4,6	3,5													
		6	A	4,6	3,5													
		6	B	4,6	3,5													
		7	A	4,6	3,5													
		7	B	4,6	3,5													
		8	A	4,6	3,1													
		8	B	4,6	3,1													
		9	A	4,6	3,1													
		9	B	4,6	3,1													
		10	A	4,6	3,1													
		10	B	4,6	3,1													
		11	A	4,6	3,1													
		11	B	4,6	3,1													
		12	A	4,6	3,1													
		12	B	4,6	3,1													
		13	A	4,6	3,1													
		13	B	4,6	3,1													
		14	A	4,6	3,1													
		14	B	4,6	3,1													
		15	A	3,9	3													
		15	B	3,9	3													
		16	A	3,9	3													
		16	B	3,9	3													
		17	A	3,9	3													
		17	B	3,9	3													
		18	A	3,9	3													
		18	B	3,9	3													
		19	A	3,5	3,1													
		19	B	3,5	3,1													
		20	A	3,5	3,1													
		20	B	3,5	3,1													
		21	A	3,5	3,1													
		21	B	3,5	3,1													
		22	A	3,5	3,1	GA	M	3,1	0,06	0,186								presenc
0+100		22	B	3,5	3,1	GA	M	3,1	0,06	0,186								presenc

		PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento Formato No. 1. INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO										 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.														
Contratista:		BATEMAN INGENIERÍA S.A			Corredor:			CL 128 B ENTRE NULLY Y KR 94 (11008500, 11008505, 11008438)			No. Contrato:		104/2013-FDLS													
PR:		0+000		al PR:		0+260		Fecha (aa/mm/dd):			2014		04		30		Hoja:		2		de:		3			
No. De calzadas:		1		No. De carriles por calzada:		2		Ancho de berma:		N.A		Espesor de la losa:		0,15 m												
ABCISA	No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		TIPO DE DETERIORO						Foto	ACLARACIONES														
	#	Letra	Largo m	Ancho m	Tipo	Sev	Daño		Area	Reparación																
							Largo m	Ancho m	m ²	Largo m	Ancho m															
0+100		23	A	3,5	3,1	GA	M	3,1	0,06	0,186														present		
		23	B	3,5	3,1	GA	M	3,1	0,06	0,186																
		24	A	3,5	3,1	GT	B	1,5		0,9																
		24	B	3,5	3,1	GT	B	1,5		0,9																
		25	A	4,1	3	DPL	M	3	0,06	0,18																
		25	B	4,1	3	DPL	M	3	0,06	0,18																
		26	A	4,1	3	GE	M	2		0,4																
		26	B	4,1	3																					
		27	A	4,1	3	DI	A	4,1	1,5	6,15																
		27	B	4,1	3																					
		28	A	4,1	3																					
		28	B	4,1	3																					
		29	A	4,1	3																					
		29	B	4,1	3																					
		30	A	4,1	3																					
		30	B	4,1	3																					
		31	A	4,1	3																					
		31	B	4,1	3																					
		32	A	4,1	3																					
		32	B	4,1	3																					
		33	A	4,1	3																					
		33	B	4,1	3																					
		34	A	4,1	3	GE	M	1,5		0,3																
		34	B	4,1	3																					
		35	A	4	3	DPL	B	4	0,06	0,24																
		35	B	4	3	DPL	B	4	0,06	0,24																
		36	A	4	3	DPL	B	4	0,06	0,24																
		36	B	4	3	DPL	B	4	0,06	0,24																
		36	A	4	3	GA	M	2	0,06	0,12																
		36	B	4	3	GA	M	2	0,06	0,12																
		37	A	4	3	GA	M	2	0,06	0,12																
		37	B	4	3	GA	M	2	0,06	0,12																
		38	A	4	3	DPL	B	4	0,06	0,24																
		38	B	4	3	DPL	B	4	0,06	0,24																
		39	A	4	3																					
		39	B	4	3																					
		40	A	4,3	3,1	GE	B	2		0,4																
		40	B	4,3	3,1	GE	B	2		0,4																
		41	A	4,3	3,1	GE	B	2		0,4																
		41	B	4,3	3,1	GE	B	2		0,4																
		42	A	4,3	3,1	DPL	M	4,3	0,1	0,43																
		42	B	4,3	3,1	DPL	M	4,3	0,1	0,43																
		43	A	4,3	3,1	DPL	M	4,3	0,1	0,43																
		43	B	4,3	3,1	DPL	M	4,3	0,1	0,43																
		44	A	4,3	3,1	DPL	M	4,3	0,1	0,43																
		44	B	4,3	3,1	DPL	M	4,3	0,1	0,43																
		45	A	4,3	3,1																					
		45	B	4,3	3,1																					
		46	A	4,3	3,1																					
	0+200	46	B	4,3	3,1																					

PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA
Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 1. INSPECCIÓN VISUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO



Contratista: BATEMAN INGENIERÍA S.A Corredor: CL 128 B ENTRE NULLY Y KR 94 (11008500, 11008505, 11008438) No. Contrato: 104/2013-FDLS
 PR: 0+000 al PR: 0+260 Fecha (aa/mm/dd): 2014 04 30 Hoja: 3 de: 3
 No. De calzadas: 1 No. De carriles por calzada: 2 Ancho de berma: N.A Espesor de la losa: 0,15 m

ABCISA	No. PLACA		DIMENSIONES DE LA LOSA		TIPO DE DETERIORO							Foto	ACLARACIONES
	#	Letra	Largo m	Ancho m	Tipo	Sev	Daño		Reparación				
							Largo m	Ancho m	Area m ²	Largo m	Ancho m		
0+200	47	A	4,3	3,1									
	47	B	4,3	3,1									
	48	A	4,3	3,1									
	48	B	4,3	3,1									
	49	A	4	3									
	49	B	4	3									
	50	A	4	3									
	50	B	4	3									
	51	A	4	3									
	51	B	4	3									
	52	A	4	3									
	52	B	4	3									
	53	A	4	3									
	53	B	4	3	DPT	M	3	0,06	0,18				
	54	A	4	3	GE	M	2		0,4				
	54	A	4	3	GL	B	3		1,8				
	54	B	4	3									
	55	A	4	3	GE	B	2		0,4				
	55	B	4	3									
	56	A	4	3	GT	B	3		1,8				
	56	B	4	3									
	57	A	4	3	GT	B	1		0,6				
	57	B	4	3									
	58	A	4	3	GT	B	3		1,8				
	58	A	4	3	GT	B	1		0,6				
	58	B	4	3	GT	B	1		0,6				
	59	A	4	3	GL	B	3		1,8				
	59	B	4	3									
	60	A	4	3	GL	B	3		1,8				
	60	B	4	3	GL	B	2		1,2				
	61	A	4	3									
	61	B	4	3									
	62	A	4	3	GL	B	3		1,8				
	62	B	4	3	GL	B	3		1,8				
	63	A	4	3									
	63	B	4	3									
	64	A	4	3									
	64	B	4	3									
	65	A	4	3									
	65	B	4	3									
	66	A	4	3	GT	B	3		1,8				
	66	B	4	3	DPT	B	3		0				
	67	A	4	3									
	67	B	4	3	DPT	B	3		0				
	68	A	4	3	DPT	B	3		0				
	68	B	4	3									
	69	A	4	3	GA	B	2	0,06	0,12				
	69	B	4	3	GA	B	2	0,06	0,12				
	70	A	4	3	GA	B	2	0,06	0,12				
0+260	70	B	4	3	GA	B	2	0,06	0,12				

CÓDIGOS: GE: Grietas de esquina, GL: Grietas Longitudinales, GT: Grietas Transversales, GP: Grietas en los extremos de los pasadores, GB: Grietas en bloque o multiples, GA: Grietas en pozos y sumideros, SJ: Separación de juntas, DST, DSL: Deficiencias de sellado, DPT, DPL: Desportillamiento, DI: Desintegración, BCH: Baches, PU: Pulimento, DE: Descascaramientos, EJJ, EJT: Escalonamiento de juntas, LET, LEL: Levantamiento localizado, PCHA: Parches en asfalto, PCHC: Parches en concreto, CD: Cabezas Duras, HU: Hundimientos o asentamientos, FR: Fisuración por retracción o Tipo malla, FT: Fisuras ligeras de aparición temprana, FD: Fisuración por durabilidad, BOT, BOL: Bombeo sobre las juntas, ON: Ondulaciones, DB: Descenso de la berma, SB: Separación entre la berma y el pavimento.

Levantó: ING. SINDY PRIETO Elaboró: ING. SINDY R. PRIETO Aprobó: ING. DANI RICARDO ACEVEDO

14	04	30
AA	MM	DD

14	04	30
AA	MM	DD

14	04	30
AA	MM	DD



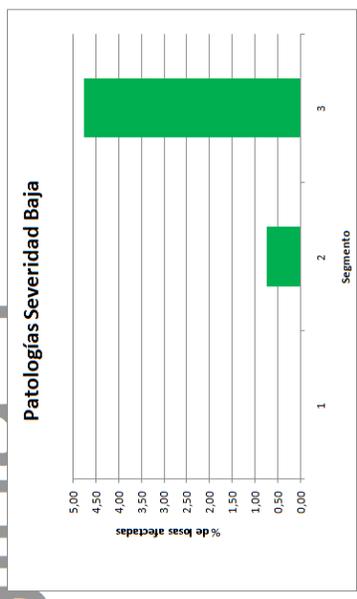
Contratista: **BATEMAN INGENIERÍA S.A.** Corredor: **ENTRE NULL Y KR 94 (11008566, 11008505,** No. Contrato: **104/2013-FDLS**
 PR: **0+000** al PR: **0+260** Fecha (aa/mm/ddd): **2014 04 30** Hoja: **1** de **3**

SEGMENTO	PR INICIAL	PR FINAL	ANCHO CALZADA (m)	LONGITUD SEGMENTO (m)	AREA SEGMENTO (m ²)	GA		GB		GE		GL		GT		DPL		DPT		DI	
						AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL
1	0+000	0+100	6,40	100,00	640,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0+100	0+200	6,40	100,00	640,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60	0,25	0,00	0,00	1,80	0,28	1,44	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0+200	0+260	6,40	60,00	384,00	0,48	0,13	0,00	0,00	0,40	0,10	10,20	2,66	7,20	1,88	1,44	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL						0,48	0,13	0,00	0,00	2,00	0,35	10,20	2,66	9,00	2,16	1,44	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00

PATOLOGÍAS SEVERIDAD BAJA

CÓDIGOS: GE: Grietas de esquina, GL: Grietas Longitudinales, GT: Grietas Transversales, GP: Grietas en los extremos de los pasadores, GB: Grietas en bloque o múltiples, GA: Grietas en pozos y sumideros, SJ: Separación de juntas, DST, DSL: Deficiencias de sellado, DPT, DPL: Desportillamiento, DI: Desintegración, BOH: Baches, PU: Pulimento, DE: Descascaramientos, E.L, E.IT: Escalonamiento de juntas, LET, LEL: Levantamiento localizado, PCHA: Parches en asfalto, PCHC: Parches en concreto, CD: Cabezas Duras, HU: Hundimientos o asentamientos, FR: Fisuración por retracción o tipo malla, FT: Fisuras ligeras de aparición temprana, FD: Fisuración por durabilidad, BOT, BOL: Bombeo sobre las juntas, ON: Ondulaciones, DB: Descenso de la berma, SB: Separación entre la berma y el pavimento.

% TOTAL DE DAÑOS	5,62
AREA TOTAL DE AFECTACIÓN m ²	23,12
%TOTAL DE DAÑO RESPECTO AL AREA TOTAL DE LA VIA	1,39E-02



PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA
Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 2. RESUMEN DE DAÑOS POR SEVERIDADES



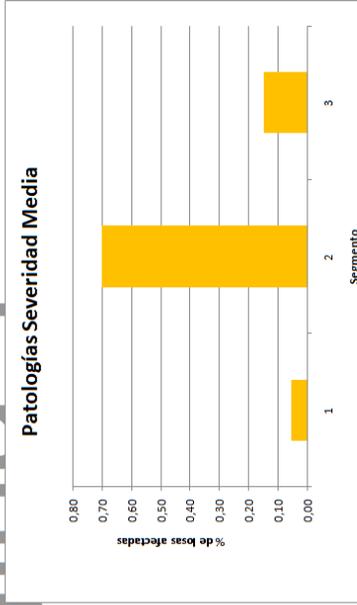
Contratista: BATEMAN INGENIERÍA S.A. Corredor: ENTRE NULL Y KR 94 (11008566, 11008505, No. Contrato: 104/2013-FDLS
 PR: 0+000 al PR: 0+260 Fecha (aai/mm/ddd): 2014 04 30 Hoja 1 de 3

PATOLOGÍAS SEVERIDAD MEDIA

SEGMENTO	PR INICIAL	PR FINAL	ANCHO CALZADA (m)	LONGITUD SEGMENTO (m)	AREA SEGMENTO (m²)	GA		GB		GE		GL		GT		DPL		DPT		DI		
						AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m²)
1	0+000	0+100	6.40	100.00	640.00	0.37	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	0+100	0+200	6.40	100.00	640.00	0.85	0.13	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.46	0.00	0.00	0.00	
3	0+200	0+260	6.40	60.00	384.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.05	0.00	0.00	
TOTAL						1.22	0.19	0.00	0.00	1.10	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	0.46	0.18	0.05	0.00	0.00

CÓDIGOS: GE: Grietas de esquina, GL: Grietas Longitudinales, GT: Grietas Transversales, GP: Grietas en los extremos de los pasadores, GB: Grietas en bloque o múltiples, GA: Grietas en pozos y sumideros, S.I.: Separación de juntas, DST, DSL: Deficiencias de sellado, DPT, DPL: Desportillamiento, DI: Desintegración, BCH: Baches, PU: Pulverizado, DE: Descascaramientos, ELL, EJT: Escalonamiento de juntas, LET, LEL: Levantamiento localizado, PCHA: Parches en asfalto, PCHC: Parches en concreto, CD: Cabezas Duras, HU: Hundimientos o asentamientos, FR: Fisuración por retracción o tipo malla, FT: Fisuras ligeras de aparición temprana, FD: Fisuración por durabilidad, BOT, BOL: Bombeo sobre las juntas, ON: Ondulaciones, DB: Descenso de la berma, SB: Separación entre la berma y el pavimento.

% TOTAL DE DAÑOS	0.91
AREA TOTAL DE AFECTACION m2	5.44
%TOTAL DE DAÑO RESPECTO AL AREA TOTAL DE LA VIA	3.27E-03





PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA
Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 2. RESUMEN DE DAÑOS POR SEVERIDADES

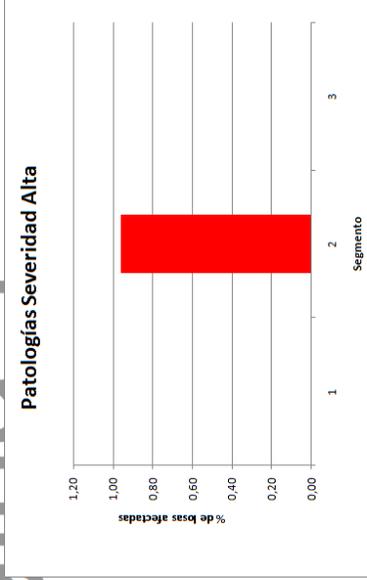
Contratista: BATEMAN INGENIERIA S.A. Corredor: ENTRE NULL Y KR 94 (11008566.11008505. No. Contrato: 1042013-FDLS
 PR: 0+000 al PR: 0+260 Fecha (a/mm/dd): 2014 04 30 Hoja: 1 de: 3

PATOLOGIAS SEVERIDAD ALTA

SEGMENTO	PR INICIAL	PR FINAL	ANCHO CALZADA (m)	LONGITUD SEGMENTO (m)	AREA SEGMENTO (m ²)	GA	GB	GE	GL	GT	DPL	DPT	DI
						AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL	AREA AFECTADA (m ²)	% FRENTE AL TOTAL
1	0+000	0+100	6.40	100.00	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0+100	0+200	6.40	100.00	640.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96
3	0+200	0+260	6.40	60.00	384.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL						0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96

CÓDIGOS: GE: Grietas de esquina, GL: Grietas Longitudinales, GP: Grietas Transversales, GT: Grietas Longitudinales, DI: Desintegración, DPT: Desportillamiento, DPL: Desportillamiento, D: Desintegración, BCH: Baches, PU: Pulimento, DE: Descascamientos, E.L, E.JT: Escalonamiento de juntas, LET, LEL: Levantamiento localizado, PCHA: Parches en asfalto, PCHC: Parches en concreto, CD: Cabezas Duras, HU: Hundimientos o asentamientos, FR: Fisuración por retracción o tipo malla, FT: Fisuras ligeras de aparición temprana, FD: Fisuración por durabilidad, BOT, BOL: Bombeo sobre las juntas, ON: Ondulaciones, DB: Descenso de la berma, SB: Separación entre la berma y el pavimento.

% TOTAL DE DAÑOS	0.96
AREA TOTAL DE AFECTACION m2	6.15
% TOTAL DE DAÑO RESPECTO AL AREA TOTAL DE LA VIA	3.70E-03



PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA
Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 3. CALCULO AFECTACIÓN EN FUNCIÓN DEL ÁREA DAÑADA

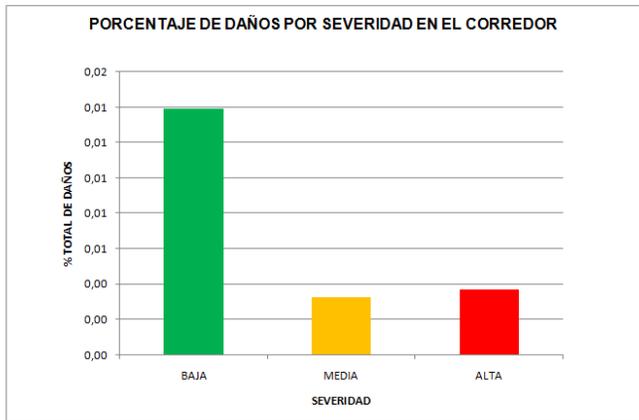


Contratista: BATEMAN INGENIERÍA S.A. Corredor: 128 B ENTRE NULL Y KR 94 (11008566, 11008505, 11008505) No. Contrato: 104/2013-FDLS
 PR: 0+000 al PR: 0+260 Fecha (aa/mm/dd): 2014 04 30 Hoja: 1 de: 1

PATOLOGÍAS	SEVERIDAD BAJA		SEVERIDAD MEDIA		SEVERIDAD ALTA	
	AREA AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE DAÑOS	AREA AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE DAÑOS	AREA AFECTADA (m ²)	% TOTAL DE DAÑOS
GE	2,00	0,001	1,10	0,001		
GL	10,20	0,006				
GT	9,00	0,005				
GP						
GB						
GA	0,48	0,000	1,22	0,001		
SJ						
DST						
DSL						
DPT			0,18	0,000		
DPL	1,44	0,001	2,94	0,002		
DI					6,15	0,004
BCH						
PU						
DE						
EJT						
EJL						
LEL						
LET						
LEL						
PCHA						
PCHC						
CD						
HU						
FR						
FT						
FD						
BOT						
BOL						
ON						
DB						
SB						
TOTAL	23,12	0,014	5,44	0,003	6,15	0,004

Página 1

CÓDIGOS: GE: Grietas de esquina, GL : Grietas Longitudinales, GT: Grietas Transversales, GP: Grietas en los extremos de los pasadores, GB: Grietas en bloque o multiples, GA: Grietas en pozos y sumideros, SJ: Separación de juntas, DST, DSL: Deficiencias de sellado, DPT, DPL: Desportillamiento, DI: Desintegración, BCH: Baches, PU: Pulimento, DE: Descascaramientos, EJT, EJT: Escalonamiento de juntas, LET, LEL: Levantamiento localizado, PCHA: Parches en asfalto, PCHC: Parches en concreto, CD: Cabezas Duras, HU: Hundimientos o asentamientos, FR : Fisuración por retracción o Tipo malla, FT: Fisuras ligeras de aparición temprana, FD: Fisuración por durabilidad, BOT, BOL: Bombeo sobre las juntas, ON: Ondulaciones, DB: Descenso de la berma, SB: Separación entre la berma y el pavimento .



PROYECTO DE ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA MALLA VIAL DE LA LOCALIDAD DE SUBA



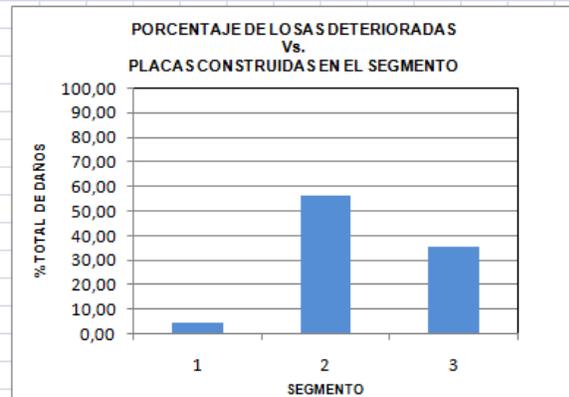
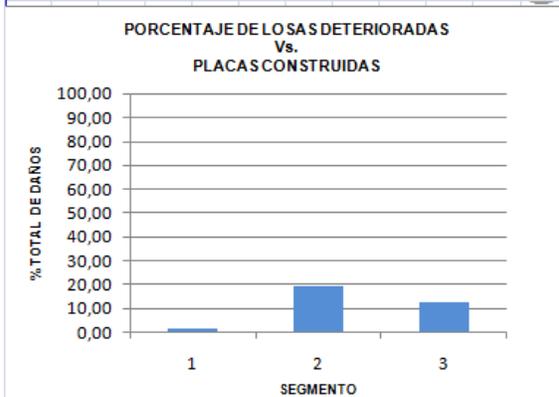
**Evaluación y Diagnóstico Superficial del Pavimento
Formato No. 4. AFECTACIÓN POR NÚMERO DE LOSAS**

Contratista: BATEMAN INGENIERÍA S.A. Corredor: TRE NULL Y KR 94 (11008566, 11008567) No. Contrato: 104/2013-FDLS

PR: 0+000 al PR: 0+260 Fecha (aa/mm/dd): 2014 04 30 Hoja: 1 de: 1

SEGMENTO	PR INICIAL	PR FINAL	No. PLACAS CONSTRUIDAS	TOTAL PLACAS AFECTADAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS	% RESPECTO AL TOTAL DE PLACAS CONSTRUIDAS EN EL SEGMENTO
1	0+000	0+100	44	2	1,43	4,55
2	0+100	0+200	48	27	19,29	56,25
3	0+200	0+260	48	17	12,14	35,42
TOTAL			140	46	32,86	

Página 1



ANEXO G
REPORTES DE CAMPO EVALUACIÓN DEFLECTOMÉTRICA
PAVIMENTO RIGIDO

CIV	Caml	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Carga Campo [kN]	Temperatura Aire [°C]	Temperatura superficie [°C]	D ₅₀ (Campo) $\mu\text{m} \cdot (l/1000 \text{ mm})$	D ₃₀ (Campo) $\mu\text{m} \cdot (l/1000 \text{ mm})$	Transferencia de carga [%]	Clasificación de la Transferencia de Carga	Observaciones
11008566	Derecho	4,7233050000	-74,0934433000	6	30/04/2014 09:21	39	20	21	253	195	77	Buena	
11008566	Derecho	4,7233050000	-74,0934433000	6	30/04/2014 09:21	39	20	21	252	194	77	Buena	
11008566	Derecho	4,7234383000	-74,0936517000	31	30/04/2014 09:23	39	20	21	353	123	35	Pobre	
11008566	Derecho	4,7234383000	-74,0936517000	31	30/04/2014 09:23	38	20	21	351	123	35	Pobre	
11008566	Derecho	4,7234633000	-74,0938467000	53	30/04/2014 09:26	41	20	20	447	151	34	Pobre	
11008566	Derecho	4,7234633000	-74,0938467000	53	30/04/2014 09:26	40	20	20	451	149	33	Pobre	
11008505	Derecho	4,7235984000	-74,0940050000	75	30/04/2014 09:29	39	20	20	448	160	36	Pobre	
11008505	Derecho	4,7235984000	-74,0940050000	75	30/04/2014 09:29	39	20	20	448	160	36	Pobre	
11008505	Derecho	4,7236917000	-74,0941367000	92	30/04/2014 09:31	42	20	22	327	231	71	Razonable	
11008505	Derecho	4,7236917000	-74,0941367000	92	30/04/2014 09:31	40	20	22	327	230	70	Razonable	
11008505	Derecho	4,7238417000	-74,0944250000	129	30/04/2014 09:34	42	20	20	211	190	90	Buena	
11008505	Izquierdo	4,7238417000	-74,0944250000	129	30/04/2014 09:34	43	20	20	210	190	91	Excelente	
11008438	Izquierdo	4,7239766000	-74,0946150000	155	30/04/2014 09:42	39	19	20	309	233	75	Buena	
11008438	Izquierdo	4,7239766000	-74,0946150000	155	30/04/2014 09:42	39	19	20	303	232	77	Buena	
11008438	Izquierdo	4,7241000000	-74,0947967000	179	30/04/2014 09:44	39	20	20	310	149	48	Pobre	
11008438	Izquierdo	4,7241000000	-74,0947967000	179	30/04/2014 09:44	39	20	20	321	146	45	Pobre	
11008438	Izquierdo	4,7243083000	-74,0951667000	227	30/04/2014 09:46	39	20	20	257	149	58	Razonable	
11008438	Izquierdo	4,7243083000	-74,0951667000	227	30/04/2014 09:46	39	20	20	260	148	57	Razonable	
11008438	Izquierdo	4,7243233000	-74,0951783000	229	30/04/2014 09:48	42	20	20	446	153	34	Pobre	
11008438	Izquierdo	4,7243233000	-74,0951783000	229	30/04/2014 09:48	41	20	20	448	153	34	Pobre	
11008438	Izquierdo	4,7243717000	-74,0952750000	241	30/04/2014 09:50	41	20	20	489	117	24	Muy Pobre	
11008438	Izquierdo	4,7243717000	-74,0952750000	241	30/04/2014 09:50	41	20	20	493	116	24	Muy Pobre	

CIV	Carril	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Abscisa	Carga (tK)	Deflexiones Corregidas por Carga (µm)								
								D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
11008566	Derecho	4.7233350000	-7.4093433000	3	30/04/2014 09:18	3	42.1	218	202	193	177	157	123	94	67	48
11008566	Derecho	4.7233350000	-7.4093433000	3	30/04/2014 09:18	3	42.7	217	199	190	175	155	122	92	66	48
11008566	Derecho	4.7234184000	-7.40936633000	31	30/04/2014 09:23	31	39.8	186	178	173	160	142	116	90	70	52
11008566	Derecho	4.7234184000	-7.40936633000	31	30/04/2014 09:23	31	39.3	188	179	174	161	143	117	93	71	53
11008566	Derecho	4.7233683000	-7.40938533000	50	30/04/2014 09:25	50	37.6	197	186	178	164	150	121	94	71	52
11008566	Derecho	4.7233683000	-7.40938533000	50	30/04/2014 09:25	50	37.1	199	188	179	165	151	121	95	72	54
11008505	Derecho	4.7235933000	-7.40939867000	73	30/04/2014 09:28	73	39.7	200	188	181	169	156	130	105	78	56
11008505	Derecho	4.7235933000	-7.40939867000	73	30/04/2014 09:28	73	39.4	203	190	183	171	157	132	106	79	57
11008505	Derecho	4.7236783000	-7.40941117000	89	30/04/2014 09:30	89	41.2	200	197	191	181	168	142	113	84	62
11008505	Derecho	4.7236783000	-7.40941117000	89	30/04/2014 09:30	89	41.7	198	193	188	177	164	138	110	82	61
11008505	Derecho	4.7237450000	-7.40942817000	110	30/04/2014 09:32	110	42.5	182	172	160	149	132	106	83	62	49
11008505	Izquierdo	4.7237450000	-7.40942817000	110	30/04/2014 09:32	110	42.4	184	171	160	148	132	105	82	62	48
11008438	Izquierdo	4.7239550000	-7.40946033000	153	30/04/2014 09:40	153	42.8	167	157	150	138	127	105	85	64	47
11008438	Izquierdo	4.7239550000	-7.40946033000	153	30/04/2014 09:40	153	43.0	167	155	149	138	126	104	84	64	47
11008438	Izquierdo	4.7240800000	-7.40947800000	176	30/04/2014 09:43	176	41.1	185	168	162	151	138	114	92	71	56
11008438	Izquierdo	4.7240800000	-7.40947800000	176	30/04/2014 09:43	176	41.2	186	166	160	149	137	113	91	70	56
11008438	Izquierdo	4.7242367000	-7.40949983000	206	30/04/2014 09:45	206	42.9	214	198	189	174	158	127	98	70	48
11008438	Izquierdo	4.7242367000	-7.40949983000	206	30/04/2014 09:45	206	42.9	211	198	189	173	158	127	98	70	48
11008438	Izquierdo	4.7243067000	-7.40951633000	227	30/04/2014 09:47	227	42.4	184	172	165	154	141	116	95	72	56
11008438	Izquierdo	4.7243067000	-7.40951633000	227	30/04/2014 09:47	227	42.0	188	172	166	155	141	116	92	72	56
11008438	Izquierdo	4.7243933000	-7.40952633000	239	30/04/2014 09:49	239	42.2	195	177	173	163	149	125	103	79	64
11008438	Izquierdo	4.7243933000	-7.40952633000	239	30/04/2014 09:49	239	42.0	195	178	174	163	150	126	103	81	66

CIV	Carril	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Abscisa	Carga (kN)	Deflexiones Medidas (µm)								
								D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
11008566	Derecho	4.7233350000	-7.40934333000	3	30/04/2014 09:18	3	42.1	230	213	203	187	166	130	99	70	51
11008566	Derecho	4.7233350000	-7.40934333000	3	30/04/2014 09:18	3	42.7	232	213	203	187	166	130	99	70	52
11008566	Derecho	4.7234184000	-7.40936633000	31	30/04/2014 09:23	31	39.8	185	177	172	159	141	115	89	69	52
11008566	Derecho	4.7234184000	-7.40936633000	31	30/04/2014 09:23	31	39.3	184	176	171	158	140	115	91	69	52
11008566	Derecho	4.7233683000	-7.40938533000	50	30/04/2014 09:25	50	37.6	185	175	167	154	141	114	88	66	49
11008566	Derecho	4.7233683000	-7.40938533000	50	30/04/2014 09:25	50	37.1	184	174	166	153	140	113	88	66	50
11008505	Derecho	4.7235933000	-7.40939867000	73	30/04/2014 09:28	73	39.7	198	187	180	168	155	130	104	78	55
11008505	Derecho	4.7235933000	-7.40939867000	73	30/04/2014 09:28	73	39.4	200	187	181	169	155	130	104	78	56
11008505	Derecho	4.7236783000	-7.4094117000	89	30/04/2014 09:30	89	41.2	206	202	197	186	172	146	117	87	64
11008505	Derecho	4.7236783000	-7.4094117000	89	30/04/2014 09:30	89	41.7	206	202	196	185	171	144	115	86	64
11008505	Derecho	4.7237450000	-7.40942817000	110	30/04/2014 09:32	110	42.5	193	183	170	158	140	113	88	66	52
11008505	Izquierdo	4.7237450000	-7.40942817000	110	30/04/2014 09:32	110	42.4	195	181	170	157	140	112	87	66	51
11008438	Izquierdo	4.7239550000	-7.40946033000	153	30/04/2014 09:40	153	42.8	178	168	161	148	136	113	91	69	50
11008438	Izquierdo	4.7239550000	-7.40946033000	153	30/04/2014 09:40	153	43.0	179	167	160	148	136	112	90	68	50
11008438	Izquierdo	4.7240800000	-7.40947800000	176	30/04/2014 09:43	176	41.1	190	172	166	155	142	117	94	73	58
11008438	Izquierdo	4.7240800000	-7.40947800000	176	30/04/2014 09:43	176	41.2	191	172	165	154	141	117	93	73	58
11008438	Izquierdo	4.7242367000	-7.4094983000	206	30/04/2014 09:45	206	42.9	229	213	203	187	170	137	105	75	51
11008438	Izquierdo	4.7242367000	-7.4094983000	206	30/04/2014 09:45	206	42.9	226	212	202	186	169	137	105	75	51
11008438	Izquierdo	4.7243067000	-7.40951633000	227	30/04/2014 09:47	227	42.4	196	182	175	164	149	123	101	77	60
11008438	Izquierdo	4.7243067000	-7.40951633000	227	30/04/2014 09:47	227	42.0	197	181	174	162	148	121	96	76	59
11008438	Izquierdo	4.7243933000	-7.40952633000	239	30/04/2014 09:49	239	42.2	206	187	183	172	158	132	109	84	68
11008438	Izquierdo	4.7243933000	-7.40952633000	239	30/04/2014 09:49	239	42.0	205	187	183	172	157	132	108	85	69

ANEXO H
CÁLCULO DE MODULO RESILIENTE
PAVIMENTO RIGIDO

CIV	Carril	Latitud	Longitud	Abscisa	Fecha - Hora	Abscisa	Carga (kN)	Dimensiones de la Losa			k Dinámico (kg/cm ² ·cm)
								Ancho (m)	Longitud (m)	Espesor (cm)	
11008566	Derecho	4,7233350000	-7,4,0934333000	3	30/04/2014 09:18	3	42,1	3,50	4,60	15	4,0
11008566	Derecho	4,7233350000	-7,4,0934333000	3	30/04/2014 09:18	3	42,7	3,50	4,60	15	4,1
11008566	Derecho	4,7234184000	-7,4,0936633000	31	30/04/2014 09:23	31	39,8	3,10	4,60	15	3,9
11008566	Derecho	4,7234184000	-7,4,0936633000	31	30/04/2014 09:23	31	39,3	3,10	4,60	15	3,9
11008566	Derecho	4,7233683000	-7,4,0938533000	50	30/04/2014 09:25	50	37,6	3,10	4,60	15	4,0
11008566	Derecho	4,7233683000	-7,4,0938533000	50	30/04/2014 09:25	50	37,1	3,10	4,60	15	3,9
11008505	Derecho	4,7235933000	-7,4,0939867000	73	30/04/2014 09:28	73	39,7	3,00	3,90	15	3,8
11008505	Derecho	4,7235933000	-7,4,0939867000	73	30/04/2014 09:28	73	39,4	3,00	3,90	15	3,8
11008505	Derecho	4,7236783000	-7,4,0941117000	89	30/04/2014 09:30	89	41,2	3,10	3,50	15	3,4
11008505	Derecho	4,7236783000	-7,4,0941117000	89	30/04/2014 09:30	89	41,7	3,10	3,50	15	3,5
11008505	Derecho	4,7237450000	-7,4,0942817000	110	30/04/2014 09:32	110	42,5	3,00	4,10	15	4,8
11008505	Izquierdo	4,7237450000	-7,4,0942817000	110	30/04/2014 09:32	110	42,4	3,00	4,10	15	5,0
11008438	Izquierdo	4,7239550000	-7,4,0946033000	153	30/04/2014 09:40	153	42,8	3,00	4,00	15	4,8
11008438	Izquierdo	4,7239550000	-7,4,0946033000	153	30/04/2014 09:40	153	43,0	3,00	4,00	15	4,9
11008438	Izquierdo	4,7240800000	-7,4,0947800000	176	30/04/2014 09:43	176	41,1	3,10	4,30	15	4,4
11008438	Izquierdo	4,7240800000	-7,4,0947800000	176	30/04/2014 09:43	176	41,2	3,10	4,30	15	4,5
11008438	Izquierdo	4,7242367000	-7,4,0949983000	206	30/04/2014 09:45	206	42,9	3,00	4,00	15	4,2
11008438	Izquierdo	4,7242367000	-7,4,0949983000	206	30/04/2014 09:45	206	42,9	3,00	4,00	15	4,1
11008438	Izquierdo	4,7243067000	-7,4,0951633000	227	30/04/2014 09:47	227	42,4	3,00	4,00	15	4,3
11008438	Izquierdo	4,7243067000	-7,4,0951633000	227	30/04/2014 09:47	227	42,0	3,00	4,00	15	4,4
11008438	Izquierdo	4,7243933000	-7,4,0952633000	239	30/04/2014 09:49	239	42,2	3,00	4,00	15	4,1
11008438	Izquierdo	4,7243933000	-7,4,0952633000	239	30/04/2014 09:49	239	42,0	3,00	4,00	15	4,0

ANEXO I
REGISTROS DE PERFORACIÓN
BARRENOS DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES
PAVIMENTO RIGIDO

BATEMAN INGENIERÍA S.A.
Ingeniería de Consulta e Interventorías
NIT. 800.081.409-1



PROYECTO: ALCALDIA DE SUBA PROFUNDIDAD (m) : 1.5
 SONDEO / APIQUE : AP - TRA179 - 3
 LOCALIZACION : Cra 1288 entre Cl 93 y Cl 95A costado sur, barrio Aurea I
 COORDENADAS :
 LATITUD: 4° 43' 25.2" LONGITUD: 74° 5' 38.5"
 MARGEN
 FECHA INICIO : 23-mar-2014 FECHA TERMINACIÓN : 23-mar-2014
 INTERESADO : BATEMAN INGENIERIA S.A. NIVEL FREÁTICO (m) : NO SE PRESENTO

Prof (m)	Nivel de Aguas	Descripción Visual	Muestras			Penetro metro PDC		PDC en base granular	
			Profundidad		Tipo	Golpes	Prof. Cm	Golpes	Prof. Cm
			De	A					
0.05									
0.10		Losa de concreto							
0.15									
0.20									
0.25									
0.30									
0.35									
0.40		Releño granular arcillo arenoso color amarillo							
0.45									
0.50									
0.55									
0.60									
0.65		Limo arcilloso color café oscuro							
0.70									
0.75									
0.80									
0.85									
0.90		Limo arcilloso color café amarillento con oxidacion							
0.95									
1.00									
1.05									
1.10									
1.15									
1.20									
1.25		limo arcilloso color café a marron con oxidacion							
1.30									
1.35									
1.40									
1.45		Limo arcilloso color café con oxidacion							
1.50									

CONVENCIONES: BB: Bolsa, B: Muestra de Bulto, CBR: Muestra Inalterada de Mide, SH: Muestra Inalterada Tubo Shelby

OBSERVACIONES:

ELABORO: LUIS FERNANDO OSORIO CORONADO Fecha: 23-marzo-2014	DIGITO: LUIS FERNANDO OSORIO CORONADO Fecha: 23-marzo-2014	REVISO: Fecha:	APROBO: Fecha:
---	--	-------------------	-------------------

BATEMAN INGENIERÍA S.A.
Ingeniería de Consulta e Interventorías
NIT. 800.061.409-1



PROYECTO: ALCALDIA DE SUBA PROFUNDIDAD (m): 1.5
 SONDEO / ANQUE: AP - TRA179 - 4
 LOCALIZACION: Cra 128B entre Cl 93 y Cl 95A costado norte, barrio Aires I
 COORDENADAS:
 LATITUD: 4° 43' 25.0" LONGITUD: 74° 5' 40.2"
 MARGEN:
 FECHA INICIO: 23-mar-2014 FECHA TERMINACIÓN: 23-mar-2014
 INTERESADO: BATEMAN INGENIERIA S.A. NIVEL FREATICO (m): NO SE PRESENTO

Prof (m)	Nivel de Agua	Descripción Visual	Muestras			Penetro metro POC		POC en base granular	
			Profundidad		Tipo	Golpes	Prof. Cm	Golpes	Prof. Cm
			De	A					
0.05		Losa en concreto							
0.10									
0.15									
0.20									
0.25									
0.30									
0.35		Releño granular areno arcilloso color café							
0.40									
0.45									
0.50									
0.55									
0.60									
0.65									
0.70									
0.75									
0.80									
0.85									
0.90									
0.95									
1.00		Releño granular arcillo arenoso color amarillo (recebo) con sobre tamaños de 5 pulgadas							
1.05									
1.10									
1.15									
1.20									
1.25									
1.30									
1.35									
1.40									
1.45									
1.50									

CONVENCIONES: BS: Bolsa, B: Muestra de Sello, CBR: Muestra Instalada de Mide, SR: Muestra Instalada Tubo Shelby
 OBSERVACIONES:

ELABORO: <u>LUIS FERNANDO OSORIO CORONADO</u> Fecha: 23-marzo-2014	DIBUJO: <u>LUIS FERNANDO OSORIO CORONADO</u> Fecha: 23-marzo-2014	REVISO: Fecha:	APROBO: Fecha:
--	---	-------------------	-------------------

BATEMAN INGENIERÍA S.A.
Ingeniería de Consulta e Interventoría
NIT. 800.081.409-1



PROYECTO: ALCALDIA DE SUBA PROFUNDIDAD (m) : 1.5
 SONDEO / APIQUE : AP - TRA179 - 5
 LOCALIZACION : Cra 128B entre Cl 93 y Cl 95A costado norte, barrio Aures I
 COORDENADAS :
 LATITUD: 4° 43' 27.8" LONGITUD: 74° 5' 42.9"
 MARGEN
 FECHA INICIO : 23-mar-2014 FECHA TERMINACIÓN : 23-mar-2014
 INTERESADO : BATEMAN INGENIERIA S.A. NIVEL FREÁTICO (m) : NO SE PRESENTO

Prof (m)	Nivel de Aguas	Descripción Visual	Muestras		Penetro metro PDC		PDC en base granular	
			Profundidad		Golpes	Prof. Cm	Golpes	Prof. Cm
			De	A				
0.05		Losa de concreto						
0.10								
0.15								
0.20								
0.25								
0.30		Relleno granular contaminado por escombros de construcción en una matriz limosa color café						
0.35								
0.40								
0.45								
0.50								
0.55								
0.60								
0.65								
0.70								
0.75								
0.80		Relleno granular (recibo) arcilloso color amarillo						
0.85								
0.90								
0.95								
1.00								
1.05								
1.10								
1.15								
1.20								
1.25								
1.30								
1.35								
1.40								
1.45								
1.50								

CONVENCIONES: BS: Bolsa, B: Muestra de Sufo, CBR: Muestra Insértada de Malla, SH: Muestra Insértada Tubo Shelby

OBSERVACIONES:

ELABORO: LUIS FERNANDO OSORIO CORONADO Fecha: 23-marzo-2014	DIBUJO: LUIS FERNANDO OSORIO CORONADO Fecha: 23-marzo-2014	REVISO: Fecha:	APROBO: Fecha:
---	--	-------------------	-------------------

ANEXO J
REGISTRO FOTOGRÁFICO
PAVIMENTO RIGIDO



FOTOGRAFIA No. 1 y 2

Estado actual de la vía



FOTOGRAFIA No. 3

Trabajo de campo