

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

1

Evaluación para la rehabilitación de la malla vial en el barrio Islandia

Wilson Daniel Cortes Perilla

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero civil



Ingeniera civil, facultad de ingenierías

Universidad la gran Colombia

Bogotá

2023

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN 6

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 7

OBJETIVOS 9

OBJETIVO GENERAL 9

OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... 9

MARCO TEÓRICO 9

METODOLOGÍA..... 13

1. ASPECTOS GEOTÉCNICOS 14

1.1 ESTADO ACTUAL DE LOS SEGMENTOS VIALES 14

1.2 CONDICIONES GEOLÓGICAS 17

1.3 APIQUES EXPLORATORIOS 18

1.4 PROCESO DE ENSAYOS DE LABORATORIO 19

1.5 REGISTRO DE PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y ENSAYOS DE LABORATORIO..... 21

2. ASPECTOS AMBIENTALES..... 22

2.1 NORMATIVIDAD APLICABLE..... 22

2.1.1 NORMATIVIDAD GENERAL 22

2.2 MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN..... 23

2.3 MANEJO DE AGUAS SUPERFICIALES Y VERTIMIENTOS..... 24

2.4 MANEJO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS..... 25

3. ASPECTO REDES HIDRÁULICAS 27

3.1 GENERALIDADES 27

3.2 USO DEL SUELO..... 27

3.3 ALCANTARILLADO SANITARIO..... 28

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

3.3.1 DENSIDAD DE POBLACIÓN	28
3.3.2 DOTACIÓN	29
3.3.3 CÁLCULO DE CAUDALES	29
3.3.4 CAUDAL MÁXIMO HORARIO	30
3.3.5 CAUDAL MEDIO DIARIO	30
3.3.6 CAUDAL POR INFILTRACIÓN	30
3.3.7 PROCESAMIENTO PARA LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA	31
3.3.8 CONSTRUCCIÓN DE MODELO HIDRÁULICO	31
3.4 ALCANTARILLADO PLUVIAL	32
3.4.1 DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE	33
3.4.2 METODOLOGÍA DE CALCULO	33
3.4.3 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	34
3.4.4 INTENSIDAD DE LLUVIAS	34
3.4.5 PARÁMETROS DE ANÁLISIS HIDRÁULICO	34
3.4.6 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	35
3.4.7 PROCESAMIENTO PARA LA EVALUACIÓN HIDRÁULICA	35
3.4.8 CONSTRUCCIÓN DE MODELO HIDRÁULICO	36
4. ASPECTOS DE PAVIMENTO Y TÉCNICOS	37
4.1 ESTADO ACTUAL DE LOS CIVS A INTERVENIR	37
4.2 ASPECTOS DEL SUBSUELO	37
4.3 SISMOS EN COLOMBIA	38
4.4 REGISTRO DE PERFORACIONES Y PERFILES ESTRATIGRÁFICOS	39
4.5 TRABAJO DE CAMPO PARA EL ESTUDIO DE TRÁNSITO	40
4.6 DISEÑO DE PAVIMENTO	40
4.7 TRATAMIENTO MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE	41

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

4

4.8 MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON RAJÓN.....	41
4.9 MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE CON GEO SINTÉTICOS	42
4.10 DISEÑO PAVIMENTOS - GUÍA "DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C."	43
4.11 DISEÑO MÉTODO AASHTO	45
4.12 NUMERO ESTRUCTURAL	45
RESULTADOS.....	46
TRAZADO DE DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL.....	47
TRAZADO DE DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL.....	47
SECCIONES TRANSVERSALES.....	47
ESPEORES DE PAVIMENTO CON LA METODOLOGÍA AASHTO	48
PUNTOS DE QUIEBRE VERTICALES.....	48
PENDIENTE LONGITUDINAL	48
RADIOS MÍNIMOS.....	49
PERALTES MÁXIMOS Y BOMBEO NORMAL	49
CONCLUSIÓN	49
LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA.....	51

Tabla de ilustraciones

Figura 1. Estado actual del segmento vial 7004364.....	9
Figura 2. Estado actual del segmento vial 7004401.....	9
Figura 3. Estado actual del segmento vial 7004494.....	9
Figura 4. Estado actual del segmento vial 7004385.....	9
Figura 5. Estado actual del segmento vial 7004389.....	9
Figura 6. Estado actual del segmento vial 7004979.....	9
Figura 7. Estado actual del segmento vial 7004371.....	10
Figura 8. Estado actual del segmento vial 7004370.....	10
Figura 9. Estado actual del segmento vial 7004382.....	10
Figura 10. Estado actual del segmento vial 7004396.....	10
Figura 11. Estado actual del segmento vial 7004408.....	10
Figura 12. Estado actual del segmento vial 7004416.....	10
Figura 13-22 Registro fotográfico de actividades en laboratorio.....	13
Figura 23. Uso predominante por el Lote catastral UPZ 84 – Bosa Occidental	23
Figura 24. Estructura interna de la tierra	32
Figura 25. Placas tectónicas.....	32
Figura 26. Zonas de amenaza sísmica en Colombia	33

Introducción

La localidad de Bosa, ubicada al suroeste de Bogotá, Colombia, se caracteriza por su compleja y extensa malla vial que desempeña un papel fundamental en la conectividad y movilidad de la zona. Esta localidad, que es una de las más grandes de la ciudad, cuenta con una red de carreteras y calles que atraviesan sus diversos barrios y sectores, facilitando el acceso de los residentes a servicios públicos, comercios, educación y empleo.

La malla vial de Bosa se ha desarrollado a lo largo de los años para adaptarse a las necesidades crecientes de la población y al aumento del tráfico vehicular.

Sin embargo, como ocurre en muchas áreas urbanas, la malla vial de Bosa también enfrenta desafíos, como el mantenimiento constante para garantizar su buen estado y seguridad para los usuarios, donde para este caso se entra a evaluar la rehabilitación de la malla vial del barrio Islandia en un periodo de ocho meses, producto de la oportunidad de realizar las pasantías académicas en la Constructora Camacon, donde con ayuda de recolección y análisis de la información suministrada por entes públicos se puede definir metodologías para determinar la rehabilitación de acuerdo a la metodología AASHTO 93, esta actividad se pudo llevar a cabo con una zona de estudio lo cual permitió realizar apiques en campo, donde se dio la oportunidad de ser llevados a laboratorios especializados, para así poder determinar las características físicas, químicas y mecánicas del suelo en estudio, todo esto con el fin de poder dar un panorama sobre el estado actual del barrio Islandia y la evaluación sobre la rehabilitación vial a realizar, como resultados se puede evidenciar los espesores de pavimento de cada uno de los Civs de la zona de estudio, sus secciones transversales, trazado geométrico, pendientes longitudinales y transversales entre otros, para así concluir en recomendaciones para la estabilización de la sub rasante, materiales expansivos de acuerdo a

los ensayos de CBR superiores al 2%, cambio de la tubería de agua potable de acuerdo al material en el que se encuentra.

Planteamiento del problema

El Instituto de Desarrollo Urbano en el año 2016, evidenció que la malla vial de Bosa presenta un atraso en ésta, donde aproximadamente 1.628 CIVs están en condiciones de afirmado respecto a un total de 9.136 segmentos viales de la Localidad de Bosa; suma que equivale al 18 % de la malla vial de la Localidad y además se resalta que el 27 % de los CIVs que están construidos se encuentra en malas condiciones de deterioro. El barrio Islandia tiene afectaciones de 12 CIVs donde esta situación afecta la movilidad tanto peatonal como vehicular, representando insuficiencias en la comunidad (Hernández, 2015). También, causa una baja calidad en el servicio de transporte público y desintegración de los modos de transporte (mayores costos de operación), dando como resultado la baja accesibilidad en el barrio y por lo tanto en la localidad de Bosa.

En las redes de alcantarillado del barrio Islandia además de los problemas mencionados anteriormente, también hay una serie de problemas relacionados con los procesos constructivos de las redes. Por ejemplo, durante la instalación de la tubería se pueden generar alineamientos defectuosos debido a falencias del personal o la instalación, en ocasiones los empaques de la tubería son mal instalados y se pueden presentar sellos rotos o deformados debido a la presión ejercida sobre la tubería. Además, la mala instalación de las acometidas ya sea por rotura o por falta de accesorios de transición adecuados, puede generar filtraciones y daños en la estructura. (EEAB,2022)

Pregunta problema

¿Cuál es el impacto que se tendrá en la sociedad al evaluar la rehabilitación de la malla vial de la localidad de Bosa – Barrio Islandia?

Justificación

El desarrollo para evaluar la rehabilitación vial en el barrio Islandia se da como inicio de un proceso con la comunidad que identifico una condición deplorable en sus vías, la cual estaba afectando la salud de las personas y el desarrollo económico de la sociedad

El barrio Islandia en su mayoría está constituido por vías terciarias, las cuales presentan afectaciones a la comunidad en su desarrollo además de afectaciones de salud debido al polvo que se genera por el tránsito de vehículos por la zona, al momento de presentarse lluvias en el sector se genera lodo, el cual afecta el tránsito peatonal, además se presenta dificultades en los predios debido a que la mayoría no cuentan con cajas de inspección o estas se encuentran dentro del predio, en este barrio se presenta un riesgo el cual es la red matriz sanitaria que se encuentra en gres la cual presenta fisuras, lo que provoca filtraciones de aguas residuales y genera malos olores en el sector, además de que esta tubería no cuenta con la resolución 0330 de 2017 la cual nos indica que toda tubería de gres debe ser cambiada por una tubería de PVC, como adicional el sector no cuenta con una red matriz de agua pluvial lo cual genera que no se esté presentando una separación adecuada del agua del hogar y sus bajantes, generando afectaciones al medio ambiente debido al proceso de reutilización del agua tratada, con la evaluación de la rehabilitación de la malla vial del Barrio Islandia, se tendrá un panorama amplio sobre los aspectos críticos de la zona y como estos pueden ser mejorados exponencialmente con el cambio de la malla vial del barrio.

Objetivos

Objetivo General

- Evaluar la rehabilitación de la malla vial de la Localidad de Bosa

Objetivos específicos

- Recolectar y analizar información de entidades públicas respecto a la zona de estudio.
- Verificar los espesores de diseño de las alternativas de estructura de pavimentos a partir de la metodología AASHTO 93.
- Realizar seguimiento a los aspectos constructivos de la malla vial en cada uno de sus aspectos.

Marco teórico

Según la Secretaria de Ambiente (2021) “los suelos de protección de Bogotá corresponden aproximadamente a 87.000 hectáreas, es decir, al 53 % del territorio. Por sus condiciones geográficas y ambientales, o localización en zonas de amenaza y riesgo no mitigable, estos espacios tienen restricciones para ser urbanizados. Los elementos que conforman la Estructura Ecológica Principal, son zonas declaradas en alto riesgo no mitigable, áreas reservadas para la construcción de las plantas de tratamiento en la desembocadura de los ríos Fucha y Tunjuelo y las 130 hectáreas para la expansión del actual del relleno sanitario de Doña Juana, estas son algunas de las zonas donde en Bogotá está prohibido usar el suelo.

Teniendo en cuenta la importancia de contar con información acerca del uso del suelo, la Secretaría de Ambiente habilitó, a través del Visor Geográfico, un espacio para que los ciudadanos puedan consultar y verificar esta información antes de realizar cualquier

intervención o construcción. Entre la información que se puede consultar en el Visor Geográfico está la clasificación del uso del suelo y la densidad poblacional. A través de esta herramienta, es posible acceder a datos básicos y temáticos elaborados por otras entidades distritales sobre la delimitación del espacio urbano, rural y de expansión, los sectores o barrios catastrales, las UPZ y localidades".

“Política de Movilidad Sostenible y Des carbonizada: Se orienta a privilegiar los desplazamientos en modos de transporte activos, de cero y bajas emisiones. El eje estructurador de la movilidad es el peatón y el desarrollo de un sistema de corredores verdes de alta y media capacidad, que cambien el modelo la movilidad urbana, des carbonicen el sistema de transporte público, conecten la ciudad con la región, soporten una ciudad de proximidad, cuidadora e incluyente, mejoren las condiciones de accesibilidad de las zonas de origen informal e incorpore el desarrollo orientado al transporte y la revitalización alrededor de las infraestructuras de movilidad. Esta Política se soporta en la construcción de cinco líneas de metro, dos registran y siete cables aéreos, que junto con la consolidación de corredores verdes y una red de infraestructura peatonal y de ciclo infraestructura buscan establecer una movilidad sostenible y segura en el marco de las des carbonización de los viajes en el distrito capital.

Política del Cuidado para el Ordenamiento Territorial: Se orienta a consolidar una Bogotá - Región cuidadora que acoge, respeta y se ocupa deliberadamente de la distribución de la prosperidad colectiva, para construir confianza entre los ciudadanos y las instituciones; ejercer libremente los derechos y cumplir los deberes; proteger a las mujeres, niñas y niños, y poblaciones con mayor vulnerabilidad y exclusión; reconocer, redistribuir y reducir el trabajo de cuidado no remunerado de las mujeres; regular la informalidad y disminuir la afectación a la convivencia ciudadana de la ilegalidad y la criminalidad. Esta Política se soporta en la consolidación de la red y las manzanas del cuidado, la generación de

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

11

espacios para el desarrollo de actividades vinculadas al Sistema del Cuidado, de Servicios Sociales, y de seguridad, convivencia y justicia, aportando a la construcción y consolidación de la ciudad de proximidad". (POT,2021)

"Para el periodo 2001-2003, estuvo en cabeza de la Alcaldía Antanas Mockus, quien, una vez adoptado el POT para el Distrito, mediante Decreto 619 de 2000, enmarcó su Plan de Desarrollo "Bogotá para vivir todos del mismo lado" en las directrices territoriales definidas por el POT; el escenario consideró un corto plazo para conseguir un desarrollo físico de la ciudad. Para ello, definió un modelo de priorización a fin de armonizar las acciones distritales con los programas que se ejecutarían. Ante la falta de recursos económicos, por el déficit que dejó durante su mandato la administración Peñalosa, Mockus, instauró un programa novedoso para el mantenimiento de la malla vial, que consistía en la inclusión de la comunidad de los barrios periféricos y marginales, a través del acompañamiento de la administración distrital. Como resultado se desarrollaron proyectos comunitarios como Tapa tu hueco, con el cual la comunidad financiaba la mejora de las calles y vías de su barrio, cancelando un valor promedio de \$50.000 por cada metro cuadrado" (Contraloría Distrital, 2005).

En este sentido, el PNUD (2003) "destacó el carácter independiente de los alcaldes Peñalosa y Mockus en el ejercicio de su liderazgo, al incorporar nuevos temas en la agenda pública de la ciudad como la política de protección de la vida, seguridad, cultura ciudadana y democrática por parte de Mockus, y el espacio público peatonal, la movilidad urbana, y la infraestructura social pública por parte de Peñalosa. Además, destacó la participación de actores como los medios de comunicación, la Cámara de Comercio de Bogotá, gremios, la Mesa de Concertación Regional Bogotá-Cundinamarca y el proyecto Bogotá, cómo vamos, como escenarios de discusión, seguimiento y veeduría de los procesos públicos de la

ciudad. Estos cambios en el ejercicio de liderazgo se manifestaron en variaciones del papel del ciudadano, la institucionalidad, y la visión del tipo de sociedad y de ciudad que se busca, dando paso a nuevas prioridades de política pública. Es en este punto, se observa que el objetivo de los gobiernos elegidos por los ciudadanos no es siempre el de introducir cambios en la forma de administrar, sino, a partir de las situaciones, mantener el estado de las cosas a fin de favorecer, en la medida de lo posible, a la ciudadanía mediante políticas públicas.”

Vías municipales o terciarias (Vt): Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas. (INVIAS, 2008)

Rehabilitación malla vial: Es la reparación y restauración de superficies de pavimentos existentes para extender su vida útil, mejorar el rendimiento y/o mejorar la durabilidad de las estructuras del pavimento.

Malla Vial Arterial Principal: Que es el soporte de la movilidad y accesibilidad metropolitana y regional.

Malla Vial Arterial Complementaria: Que articula operacionalmente los subsistemas de la Malla Vial Arterial Principal, facilita la movilidad de mediana y larga distancia como articulación a escala urbana.

Malla Vial Intermedia: Constituida por una serie de tramos viales que conectan la retícula que conforman las Mallas Arterial Principal y Complementaria sirviendo como alternativa de circulación a éstas. Permite el acceso y fluidez de la ciudad a escala zonal.

Malla Vial Local: Que establece el acceso a las unidades de vivienda. (Secretaría Tránsito y transporte, 2005)

Pendientes longitudinales: Representan la forma del terreno natural a lo largo de la ruta (sentido de circulación).

Diseño geométrico: El Diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno.

Pavimento: Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano.

Espesores de pavimento: Grosor de la capa de pavimento, la cual se puede visualizar en un corte de perfil.

Metodología

Validando la información que va hacer obtenida tanto por entidades públicas, como tomadas en campo se opta por realizar una investigación cualitativa con un enfoque descriptivo de acuerdo a que se quiere comprender contextos específicos de la naturaleza de la zona de estudio, lo cual conlleva en generar una mejor experiencia y emoción a la sociedad que es el factor fundamental de evaluación.

Se inicia con una recopilación de toda la información que se tenga de la zona de estudio en entidades públicas tales como Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el Departamento Administrativo del Espacio Público (DADEP), la Empresa de Renovación y Desarrollo Urbano de Bogotá (ERU), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) entre otras, se validó un estudio de suelos el cual va de la mano con el concepto y estado que reporte la empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá, para poder realizar dicho estudio de suelos se realizó visita a campo donde se realizó una localización de los civs de la zona de estudio, para así poder proceder a la perforación de forma manual utilizando picas palas y paladragas y se inició con el reconocimiento de los materiales que componen los estratos en sitio. En esta

actividad, se tomaron muestras por cada estrato encontrado, con el fin de la realización de los ensayos de laboratorio y caracterización de los materiales. Por otra parte, con los estratos ya identificados y las muestras extraídas, se procedió en sitio a realizar el perfil estratigráfico del apique, con lo evidenciado visualmente.

Inmediatamente terminada la exploración del sitio se procedió a tapar el apique con el mismo material extraído y se compactó con un pisón de aproximadamente 14 libras. Para esta actividad se realizó el cerramiento del área de influencia, de tal manera que se colocaron conos reflectivos, con el fin de evitar el paso de vehículos, motos y personas por el sitio en donde se realizaron los trabajos.

Las muestras que fueron tomadas en campo se llevan inmediatamente a laboratorio y se acopiaron en lugares frescos y aireados, esto, con el fin de evitar el cambio de las características naturales de los materiales, para posteriormente realizar los ensayos programados.

Con los ensayos realizados y la información obtenida por entidades públicas se inicia con el proceso de evaluación de la malla vial, lo cual es seguida bajo los parámetros de la AASHTO 93.

1. Aspectos geotécnicos

1.1 Estado actual de los segmentos viales

Se identificó que el 85% de los segmentos viales se encuentran constituidos por una superficie de tipo afirmado, los cuales se considera indispensable su diseño estructural para mejorar las condiciones de transitabilidad. Es importante resaltar que un pavimento afirmado no puede ser calificado dentro de los rangos de malo, bueno o regular, ya que este tipo de superficie será considerado para construcción.

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

Además de lo anterior, se evidenció que el 15% de los segmentos viales restantes en estudio son tipo posiblemente de estructura flexible, pero los mismos se encuentran en el rango de mal estado, debido a que presentan daños considerables y en severidades importantes en gran parte de su área, como pérdidas de materiales en su estructura (huecos y piel de cocodrilo, situación desfavorable que considera estos segmentos para construcción).

A continuación, se presenta una serie de fotografías del estado actual y generalizado de los segmentos viales del barrio Islandia

Figura 1 Estado actual del segmento vial 7004364.
Fuente. Camacon SAS.



Figura 2 Estado actual del segmento vial 7004401. Fuente. Camacon SAS.



Figura 3 Estado actual del segmento vial 7004494.
Fuente. Camacon SAS.



Figura 1.1 Estado actual del segmento vial 7004385.
Fuente. Camacon SAS.



EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

Figura 5 Estado actual del segmento vial 7004389. Fuente. Camacon SAS.



Figura 6 Estado actual del segmento vial 7004979. Fuente. Camacon SAS.



Figura 7 Estado actual del segmento vial 7004371. Fuente. Camacon SAS.



Figura 8 Estado actual del segmento vial 7004370. Fuente. Camacon SAS.



Figura 9 Estado actual del segmento vial 7004382. Fuente. Camacon SAS.



Figura 10 Estado actual del segmento vial 7004396. Fuente. Camacon SAS.



Figura 11 Estado actual del segmento vial 7004408. Fuente. Camacon SAS.



Figura 12 Estado actual del segmento vial 7004416. Fuente. Camacon SAS.



1.2 Condiciones Geológicas

La zona de estudio está ubicada al Sur Occidente de la Ciudad de Bogotá, específicamente en la localidad de Bosa. Este sector tiene una condición geológica la cual tiene la siguiente simbología:

➤ Q1-I

El 90% de los segmentos viales están ubicados en la zona geológica Q1-I, la cual se encuentra materiales de Arcillas, turbas, y arcillas arenosas con niveles delgados de gravas. Localmente, capas de depósitos de diatomeas, pertenecientes a la época Pleistoceno, que es una división de la escala temporal geológica que pertenece al período Cuaternario.

Los materiales descritos anteriormente, tienen un comportamiento geotécnico de suelos de moderada capacidad portante y compresibles, susceptibles a licuación (Consortio metro, 2018).

1.3 Apiques exploratorios

Se procedió a la perforación de forma manual utilizando picas palas y pala dragas y se inició con el reconocimiento de los materiales que componen los estratos en sitio. En esta actividad, se tomaron muestras por cada estrato encontrado, con el fin de la realización de los ensayos de laboratorio y caracterización de los materiales.

Por otra parte, con los estratos ya identificados y las muestras extraídas, se procedió en sitio a realizar el perfil estratigráfico del apique, con lo evidenciado visualmente.

Inmediatamente terminada la exploración del sitio se procedió a tapar el apique con el mismo material extraído y se compactó con un pisón de aproximadamente 14 libras.

Es importante informar, que en sitio se utilizaron los siguientes equipos:

- ✓ Moldes de CBR.
- ✓ Collarines.
- ✓ Anillo de corte.
- ✓ Eje con vástago para hincar el molde de CBR.
- ✓ Barras de acero tipo 1 (2 mts.).
- ✓ Barras de acero tipo 2 (1.20 mts.).
- ✓ Avoyadora tipo 1 (2 mts.).
- ✓ Avoyadora tipo 2 (2 mts.).
- ✓ Palas.
- ✓ Penetrómetro dinámico de Cono PDC

Para esta actividad se realizó el cerramiento del área de influencia, de tal manera que se colocaron conos refractivos, con el fin de evitar el paso de vehículos, motos y personas por el sitio en donde se realizaron los trabajos.

1.4 Proceso de ensayos de laboratorio

Las muestras que fueron tomadas en campo se llevan inmediatamente a laboratorio y se acopiaron en lugares frescos y aireados, esto, con el fin de evitar el cambio de las características naturales de los materiales, para posteriormente realizar los ensayos programados.

Los ensayos de laboratorio realizados para cada uno de los segmentos viales son los siguientes:

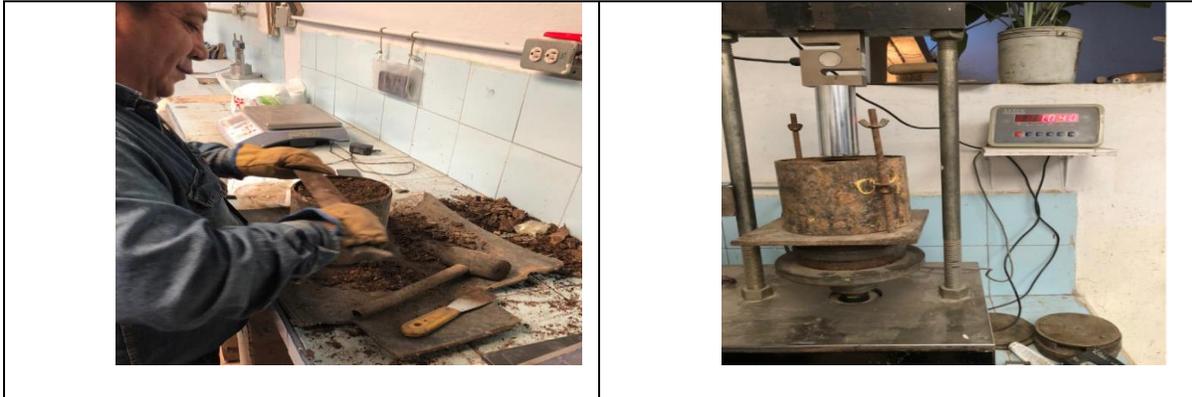
- ✓ Granulometría por tamizado con lavado (INV E-213/13).
- ✓ Límites de consistencia y humedad (INV E-125/13).
- ✓ CBR muestra inalterada con humedad natural e inmersión (INV-148/13).

Figura 13-22 Registro fotográfico de actividades en laboratorio.



EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

	
<p>Actividades de Laboratorio</p>	<p>Límites de Consistencia</p>
	
<p>Análisis Granulométrico</p>	<p>Actividad de secado</p>
	
<p>Laboratorio de CBR</p>	<p>Laboratorio de CBR</p>



Fuente. Camacon SAS.

1.5 Registro de perfiles estratigráficos y ensayos de laboratorio

Los registros de los perfiles estratigráficos y ensayos de laboratorio, incluyen la siguiente información:

- Nomenclatura del Código de Identificación Vial y su respectiva dirección (Localización en el proyecto).
- Columna estratigráfica de cada apique y características del material en cada espesor.
- Fecha de realización de la exploración geotécnica.
- Registro fotográfico del apique en el sector realizado.

Es importante informar, que, para cada segmento vial o CIV, se definió una exploración del suelo con una profundidad que van desde 0.90 a 1.50 metros, siendo esta última la profundidad de la gran mayoría de los apiques.

Los 12 CIVs del barrio Islandia tienen como similitud que la capacidad de soporte se obtuvieron valores de CBR's superiores al 2%, con un valor promedio de CBR de 2.74% para doce (12) exploraciones geotécnicas, por lo cual se aconseja una estabilización con Cal en la sub rasante, dichos CIVs pertenecen a un material de subrasante Arena arcillosa, presentando un Índice de plasticidad del 32,3% promedio.

2. Aspectos ambientales

2.1 Normatividad aplicable

2.1.1 Normatividad general

a) Ley 99 de 1993, crea el Ministerio de Medio Ambiente. Congreso de la República de Colombia: Todo vigente, excepto los arts. Derogados o tachados de inexequibles. - Arts. Derogados (10, 11 excepto parágrafo 1 por art. 20 decreto 1687/97, art. 27 literal D por ley 1150/07.

Título XI, del art. 77 al 82 por art. 32 Ley 393/97. Art 97 por art. 203 Ley 201/95. Art. 102 por art. 81 Ley 1861/17 - Arts. Inexequibles: (5 aparte 36, 31 numeral 32) (art. 25, 31, 63 parcialmente inexequibles) - Art. 36, CDS de la Sierra Nevada de Santa Marta, corporación suprimida por art. 42 Ley 344/96 - Arts. Subrogados (Título XII, del art. 83 al 86 por Ley 1333/09)

b) Ley 361 de 1997, por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones al Decreto Nacional 1538 de 2005: Todo vigente excepto art. derogado - Arts. Derogados - Art. 6 por art. 19 Ley 1145/07

c) Ley 1618 de 2013, por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones” al Decreto Nacional 1538 de 2005: Todo vigente

d) Ley 388 de 1997, Ordenamiento territorial, por la cual se modifica la Ley 9 de 1989 y la Ley 3 de 1991. - Arts. Derogados Art. 61 y 3, de la Ley 2 de 1991 Art. 28, de la Ley 3 de 1991 Art. 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 41, 44, 45, 46, 47, 52, 53, 55, 58 y 281, del Decreto 1333 de 1986 Art. 32, numeral 5 de la Ley 133 de 1994 Art. 50, 51, 52, 53, 54, 56 y 57, del Decreto Ley 2150 de 1995 - Arts. Inexequibles Art. 7

- e) Decreto Ley 2811 de 1974, Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente - Arts. Derogados: Art. 18, 27, 28, 29 por art. 118 Ley 99 de 1994 - Arts. Inexequibles: Art. 159 y 160 Art. 248, 252 C y F parcialmente inexequibles
- f) Decreto 215 de 2005, por el cual se adopta el Plan Maestro de Espacio Público para Bogotá Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones.

2.2 Manejo de materiales de construcción

- a) Ley 26 de 1989, por medio de la cual se adiciona la Ley 39 de 1987 y se dictan otras disposiciones sobre la distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo: Decreto Número 1073 26 mayo de 2015, Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía.
- b) Ley 685 de 2001, Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones. Congreso de Colombia: Todo vigente, excepto los artículos tachados de inexequibles. - Arts. Inexequibles: Art. 35 aparte "a" parcialmente inexequible Art. 36 parcialmente inexequible Art. 37 inexequible Art. 229 inexequible Art. 320 parcialmente inexequible
- c) Decreto 2222 de 1993, Por el cual se expide el Reglamento de Higiene y Seguridad en las Labores Mineras a Cielo Abierto: Vigente
- d) Decreto 1521 de 1998, por el cual se reglamenta el almacenamiento, manejo, transporte y distribución de combustibles líquidos derivados del petróleo, para estaciones de servicio - Arts. Derogados Art. 51, 52 y 53, por Decreto Nacional 4299 de 2005
- e) Decreto 442 de 2015, Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones.

Alcaldía de Bogotá: Vigente, modificado parcialmente por Decreto Distrital 265 de 2016, Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones (Ayerbe,2019).

f) Decreto 4299 de 2005, Por el cual se reglamenta el artículo 61 de la Ley 812 de 2003 y se establecen otras disposiciones. Ministerio de minas y energías: Modificado transitoriamente por el Decreto Nacional 733 de 2008, por el cual se modifican transitoriamente los Decretos 386 de 2007, 4299 de 2005 y se establecen otras disposiciones.

2.3 Manejo de aguas superficiales y vertimientos

a) Decreto 2811 de 1974, “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente: Reglamentado por el Decreto Nacional 1608 de 1978, Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre; Reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 1715 de 1978, Por el cual se reglamentan parcialmente el Decreto- Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto-Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje; Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986, Por el cual se Reglamenta Parcialmente la Ley 23 de 1973, el Decreto - Ley 2811 de 1974 y la Ley 09 de 1979, en lo Relativo al Uso, Comercialización y Aplicación del D.D.T.; Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988, Por el cual se Reglamenta parcialmente la ley 23 de 1973, el Decreto-Ley 2811 de 1974 y la Ley 09 de 1979, en lo relativo al Uso, Comercialización y Aplicación de Algunos Productos Organoclorados; Reglamentado por el Decreto Nacional 4688 de 2005, Por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección

al Medio Ambiente, la Ley 99 de 1993 y Ley 611 de 2000 en materia de caza comercial; Reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010, por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones”(Colibri Veeduría distrital,2018). b) Decreto 2858 de 1981, Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto Ley 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1524 de 1987. Presidencia de la República de Colombia: Derogado por Ley 99/93, Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones. c) Decreto 1594 de 1984, Usos del agua y residuos líquidos. Presidencia de la República de Colombia: Derogado por el art. 79 Decreto 3930/10 (excepto arts. 20 y 21) Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones (Anla,2018).

2.4 Manejo de emisiones atmosféricas

a) Ley 1801 de 2016, Por la cual se expide el Código Nacional de Seguridad y Convivencia Ciudadana: Todo vigente, excepto artículos inexecutable - Arts. Inexecutable: Art. 33 aparte “c” parcialmente inexecutable. Art. 41 párrafo 3 inexecutable. Arts. Desde el 47 al 53 inexecutable. Art. 54 condicionalmente executable. Arts. Desde el 55 al 75 Inexecutable. Art. 134 numeral primero parcialmente inexecutable. Art. 140 numeral séptimo parcialmente inexecutable. Art. 155 párrafo primero inexecutable. Art. 162 inexecutable. Art. 220 parcialmente inexecutable.

- b) Decreto 02 de 1982, Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas: Derogado por el art. 138, Decreto Nacional 948 de 1995, Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
- c) Decreto 2107 de 1995, Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995 que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire. Vigente.
- d) Decreto 959 del 2000, Por el cual se compilan los textos del Acuerdo 01 de 1998 y del Acuerdo 12 de 2000, los cuales reglamentan la publicidad Exterior Visual en el Distrito Capital de Bogotá: Compilado por acuerdo 12/00, reglamentado por el Decreto Distrital 506 de 2003, Por el cual se reglamentan los Acuerdos 01 de 1998 y 12 de 2000, compilados en el Decreto 959 de 2000.
- e) Decreto 417 del 2006, Por medio del cual se adoptan medidas para reducir la contaminación y mejorar la calidad del aire en el Distrito Capital: Parcialmente derogado por el art. 24, Decreto Distrital 623 de 2011, Por medio del cual se clasifican las áreas-fuente de contaminación ambiental Clase I, II y III de Bogotá, D.C., y se dictan otras disposiciones.
- f) Resolución 005 de 1996, Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diésel, y se definen los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y se adoptan otras disposiciones: Derogada por el art. 39, Resolución del Min. Ambiente 910 de 2008, Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 910 de 2008 y se adoptan otras disposiciones.

3. Aspecto redes hidráulicas

3.1 Generalidades

Para el barrio Islandia se realizará un análisis del estado actual de las redes hidráulicas de los sistemas de alcantarillados sanitario y pluvial como las redes de suministro de agua potable. se encontró en el estudio de Catastro realizado por la Constructora Camacon, que en la zona se cuentan con redes de acueducto y redes separadas de alcantarillado sanitario y pluvial, pero, no se observaron estructuras para el drenaje de escorrentías como sumideros o cunetas directamente sobre la zona del proyecto; sin embargo, si hay sumideros en las bocacalles perpendiculares, la zona de estudio se encuentra dentro de la localidad de Bosa en el sector occidental por lo que el estrato catalogado dentro del estudio es dos (2)

3.2 Uso del suelo

De acuerdo con el POT, según la zona de estudio se encuentra distribuida en dos UPZ 084-Bosa Occidental en este caso existe un alto porcentaje en las zonas de estudio las cuales son netamente residenciales; no se encuentran instituciones, industrias y comercio.

Figura 23. Uso predominante por el Lote catastral UPZ 84 – Bosa Occidental



Fuente: Presentación Plan de Ordenamiento Territorial UPZ 84 – Bosa Occidental, 2021

3.3 Alcantarillado Sanitario

3.3.1 Densidad de población

El flujo de demanda en el barrio Islandia se estableció que el nivel socioeconómico del sector es estrato 2; con esta información se definió el número de habitantes por vivienda existente.

Tabla 1 Ocupación por vivienda y por usuario.

ESTRATO	NÚMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA	NÚMERO DE HABITANTES POR USUARIO
1	4.1	5.5
2	3.6	4.9
3	3.4	4.5
4	2.5	3.4
5	2.8	3.7
6	2.3	3.1

Fuente: Norma EAAB NS – 031 Tabla 1, 2020

De acuerdo a información suministrada por el FONDO DE DESARROLLO LOCAL DE BOSA se da que el número de viviendas por hectárea es de 274 viviendas, una vez se encontró cual es la cantidad de viviendas por hectárea y los habitantes por usuarios en viviendas existentes de acuerdo a la Norma EAAB NS – 031, se calculó la densidad de población, el resultado es de 1343 habitantes por hectárea.

3.3.2 Dotación

La norma NS – 031 de la EAAB define la demanda bruta en el capítulo 4.7 Proyección de la Demanda de Agua, para la demanda residencial la EAAB clasifica la dotación según el estrato. En la Tabla 2, se muestra la dotación según la norma.

Tabla 2 Dotación bruta promedio

Estrato	Dotación bruta (l/hab-día)
1	110
2	115
3	115
4	150
5	155
6	215

Fuente: Norma EAAB NS – 031 Tabla 1, 2020

De acuerdo con lo manifestado por el FDLB el estrato del área de influencia de los tramos a evaluar es dos, por lo que la dotación en este estudio es de 115 L/hab – día.

3.3.3 Cálculo de caudales

El cálculo de diseño de cada tramo de la red se obtiene sumando el caudal máximo horario del día máximo (Q_{mh}), los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

3.3.4 Caudal máximo horario

El cálculo del caudal máximo horario se calcula multiplicando el Factor de maximización *
Caudal medio diario de aguas residuales (l/s)

3.3.5 Caudal medio diario

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares, por lo tanto, se define como la sumatoria de Caudal Agua Residuales Domesticas (l/s), caudal Agua Residuales Industriales, caudal Agua Residuales Comerciales, caudal Agua Residuales Institucionales (l/s).

Caudal por conexiones erradas

La norma NS-085 V.4.0 de la EAAB, estipula en el numeral 4.3.5.3.1 establece que el aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0.2 L/s- Ha.

3.3.6 Caudal por infiltración

La norma NS-085 V.4.0 de la EAAB, estipula en el numeral 4.3.5.3.1 establece que la infiltración debe ser función de factores como:

- Edad de la tubería
- Material de la tubería y tipo de juntas
- Profundidad a nivel freático

Teniendo en cuenta los factores mencionados, el valor unitario de aporte por infiltración se divide así:

- Infiltración alta: 0.20 L/s-Ha
- Infiltración baja: 0.10 L/s-Ha

3.3.7 Procesamiento para la evaluación hidráulica

Investigación del Sistema: esta etapa del proceso está representado en la recopilación de información, tanto trabajos de campo como investigación en las entidades pertinentes, en esta etapa se hicieron trabajos de investigación en entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la alcaldía local de Bosa.

“Construcción del Modelo Hidráulico: con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se define una codificación y una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM y las hojas de cálculo de simulación hidráulica. Estas se refieren a la información geométrica y de aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc).” Todo esto basado en la normatividad vigente de la EAAB.

“Evaluación Hidráulica: la etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a los caudales. La evaluación hidráulica se basa en los parámetros definidos en el capítulo “PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO”. Finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red, según los valores se comparan con los rangos permitidos en las normas de la EAAB y así se comprueba si el funcionamiento hidráulico se encuentra dentro de lo permitido para el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas” (Vargas,2020).

3.3.8 Construcción de modelo hidráulico

“El modelo hidráulico se construye a partir de la información del catastro”, la conectividad topológica de los tramos y las características de los nodos, es importante aclarar que

identificación de los pozos fue compleja debido a los rellenos realizados en la zona por los mismos miembros de la comunidad, por ende, la información faltante se complementó con los planos de obra 332 suministrados por la EAAB-ESP: 1. Topología de Tramos (Tramos): se refiere a “la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales, así como el diámetro del tramo en milímetros y pulgadas, cotas claves iniciales y finales y el material de la tubería del tramo. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo. 2. Base de Datos de Pozos (Coordenadas): es la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (Pozo)”, coordenada este y nortes de cada pozo y por último Cota Rasante del Pozo. “Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos” (Colibri Veeduría distrital,2018).

3.4 Alcantarillado pluvial

El sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias se evaluará bajo las siguientes generalidades:

- Retener el junior tiempo posible la escorrentía pluvial en su punto de origen, minimizando los problemas de inundación evitando la modificación de la infraestructura de drenaje existente.

- Permitir una evacuación de la escorrentía pluvial de las vías públicas y evitar la generación de caudales excesivos en las calzadas.
- Evitar la entrada de aguas lluvias a propiedades públicas y privadas

3.4.1 Delimitación de áreas de drenaje

Considerando las características urbanísticas de la zona, con los usos de suelo previstos en la licencia de urbanismo y las vías existentes, se realizaron los trazados de las áreas de drenaje. Las áreas de las vías fueron determinantes ya que dependían de los sentidos de escorrentía delimitados por los puntos bajos y altos y en función de los espaciamientos de los sumideros y captaciones de paso. Para determinar el drenaje del área de estudio se realizó un análisis de los puntos bajos y altos, para esto se creó una superficie con el fin de estudiar el comportamiento del flujo. Una vez determinado el sentido del flujo se trazaron las áreas aferentes a cada tramo teniendo en cuenta las estructuras de drenaje existente (sumideros). Para el sistema se evaluó las áreas aferentes de los tramos aferentes a las redes de alcantarillado pluvial pertenecientes a los CIVs del barrio Islandia.

3.4.2 Metodología de calculo

La norma NS – 085 de la EAAB citas dos métodos para el cálculo de los caudales de diseño:

- Para tramos pertenecientes a la red local y secundaria de alcantarillado se debe utilizar el Método Racional (áreas de drenaje menores a 80ha).
- Para el análisis o diseño de elementos de tramos de la red troncal de alcantarillado, se debe utilizar la Metodología del Hidrograma Unitario del Soil Conservation Service (SCS).

3.4.3 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía en el método racional se basa en el tipo de superficie de suelo del área tributaria según el grado de permeabilidad, pendiente del terreno y otros factores. En la Norma de la EAAB NS 085, el cuadro 1 “Coeficientes de escorrentía C”, del numeral 4.3.1.3.1 Método racional, especifica los valores del coeficiente de escorrentía para diferentes superficies y periodo de retorno (Torres,2020).

Tabla 3 Coeficientes de escorrentía (C) para el barrio Islandia.

SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO				
	5	10	25	50	100
Asfalto	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95
Concreto / Techo	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Cuadro 1, 2020

Para el análisis de Los CIVs, se tiene una superficie de Concreto/techo y un periodo de retorno de 5 años, lo que corresponde a un coeficiente de escorrentía de 0.80.

3.4.4 Intensidad de lluvias

La intensidad de lluvias se determina a partir del periodo de retorno, frecuencia y duración de la tormenta de diseño, los datos de los diferentes periodos de retorno fueron suministrados por la EAAB-ESP a través de datos técnicos del proyecto, a partir de los cuales se obtiene la intensidad.

3.4.5 Parámetros de análisis hidráulico

Los parámetros de diseño para sistemas de alcantarillado descritos a continuación son tomados de la norma vigente NS – 085 de la EAAB. Se comprueba la capacidad Hidráulica del sistema en Flujo Uniforme (FU) tanto con los caudales aportantes calculados según la norma

NS-085. El cálculo en Flujo Uniforme se realiza a través de hojas de cálculo debidamente programadas.

3.4.6 Coeficiente de rugosidad

De acuerdo a las características genéricas de forma y material de los conductos, se utilizó el siguiente coeficiente de rugosidad.

Tabla 4 Coeficiente de rugosidad de Manning *n*.

Característica interna del material	Material	n
Interior Liso	Tubería PVC Tubería Polietileno de Alta Densidad (PEAD) Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) Tuberías con recubrimientos epóxicos o similares	0.01
Interior Semi Rugoso	Tubería de concreto prefabricado Tubería de GRES	0.013
Interior Rugoso	Tubería de concreto fundido Tubería metálica corrugada con revestimiento en concreto	0.015

Fuente: Norma EAAB NS – 085 Tabla 3, 2020.

3.4.7 Procesamiento para la evaluación hidráulica

Investigación del Sistema: esta etapa del proceso está representado en la recopilación de información, tanto trabajos de campo como investigación en las entidades pertinentes, en esta etapa se hicieron trabajos de investigación en entidades como la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la alcaldía local de Bosa.

“Construcción del Modelo Hidráulico: con base en la información topológica y de conectividad obtenida de la investigación de redes, se define una codificación y una estructura de datos para armar el modelo hidráulico en plataforma EPASWWM y las hojas de cálculo de simulación hidráulica. Estas se refieren a la información geométrica y de

aportes de caudales, así como información cualitativa de los tramos (rugosidad, pendientes, etc). Todo esto basado en la normatividad vigente de la EAAB.

Evaluación Hidráulica: la etapa final de la evaluación hidráulica, se logra cuando al modelo construido se cargan los insumos asociados a los caudales. La evaluación hidráulica se basa en los parámetros definidos en el capítulo “PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO”. Finalmente se obtienen los resultados numéricos y calificativos de la red, según los valores se comparan con los rangos permitidos en las normas de la EAAB y así se comprueba si el funcionamiento hidráulico se encuentra dentro de lo permitido para el correcto funcionamiento de las redes hidráulicas”.

3.4.8 Construcción de modelo hidráulico

El modelo hidráulico se construye a partir de la información del catastro, la conectividad topológica de los tramos y las características de los nodos, es importante aclarar que identificación de los pozos fue compleja debido a los rellenos realizados en la zona por los mismos miembros de la comunidad, por ende, la información faltante se complementó con los planos de obra 332 suministrados por la EAAB-ESP: 1. Topología de Tramos (Tramos): se refiere a la información referente a la topología de los tramos, la cual indica cuales son los pozos iniciales y finales, así como el diámetro del tramo en milímetros y pulgadas, cotas claves iniciales y finales y el material de la tubería del tramo. Esta información constituye la geometría y parametrización de los tramos para la construcción del modelo. 2. Base de Datos de Pozos (Coordenadas): es la información geográfica de la base de pozos, que se convertirán en nodos cuando se construya el modelo hidráulico. Las características son: Numero del Pozo (Pozo), coordenada este y nortes de cada pozo y por último Cota Rasante del Pozo. Esta información es extraída de la Cartera Topográfica del Proyecto en

coordenadas del Sistema MAGNA-SIRGAS amarrada por el consultor según la metodología de bases permanentes del IGAC. Esta base de información es denominada Topología de Puntos o Nodos, y se convierte en la localización de los puntos de inicio y/o final de los tramos”(Colibri Veeduría Distrital,2018)

4. Aspectos de Pavimento y técnicos

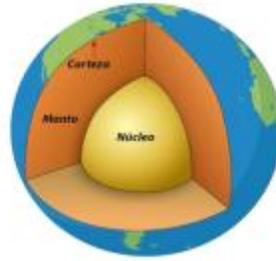
4.1 Estado actual de los CIVs a intervenir

Es importante confirmar y resaltar el estado actual de la malla vial local de Bosa, específicamente la de los segmentos viales del Barrio Islandia, donde se puede apreciar que en términos generales los segmentos viales, se encuentran en un mal estado en referencia a la estabilidad de la capa de rodadura, afectando el confort y seguridad de los usuarios, evidenciado sectores con magnitudes de deterioro importantes, donde aprecian en la mayoría de segmentos ausencia total de la carpeta asfáltica y afectación de las capas de material existente, tal cual como se puede apreciar en la figura 1 a la 12.

4.2 Aspectos del subsuelo

“Internamente el planeta se divide en tres capas concéntricas que están en constante movimiento desde hace millones de años: el núcleo, el manto y la corteza terrestre. La corteza terrestre es la capa más superficial y delgada de la Tierra y se comporta de manera similar a una cáscara sólida que flota sobre el manto. Dependiendo de su densidad se divide en corteza oceánica (más densa) y corteza continental”. (Metro de Bogotá,2021)

Figura 24. Estructura interna de la tierra.



Fuente: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

Debido al movimiento constante en el interior de la Tierra se generan fracturas en la corteza terrestre creando fragmentos conocidos como placas tectónicas que se mueven e interactúan entre sí y flotan sobre el manto en diferentes direcciones y a diferentes velocidades. Un sismo es una vibración en la superficie terrestre, causada por la liberación súbita de energía acumulada en zonas de contacto entre placas tectónicas o en fallas geológicas.

Figura 25. Placas tectónicas.



Fuente: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

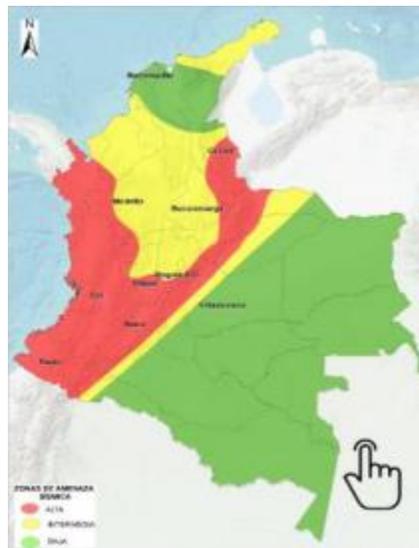
4.3 Sismos en Colombia

“Colombia es un país que se localiza dentro de una de las zonas sísmicas más activas de la Tierra, pues en la región convergen las placas tectónicas de Nazca y del Caribe contra la placa

suramericana. La interacción continua entre las placas Nazca y suramericana que se mueven y chocan entre sí, ha producido la formación de montañas, cordilleras y fallas geológicas.

En la costa pacífica se presenta un proceso de subducción en el cual la placa Nazca se introduce debajo de la placa suramericana, el material rocoso entra de nuevo en el manto, que se encuentra a altas temperaturas, y allí se funde para luego volver a salir a través de los volcanes tales como los de la Cordillera Central del territorio colombiano” (Hernandez,2015).

Figura 26. Zonas de amenaza sísmica en Colombia.



Fuente: <https://www.idiger.gov.co/rsismico>

4.4 Registro de Perforaciones y Perfiles Estratigráficos

Los registros y perfiles estratigráficos, así como las muestras obtenidas sistemáticamente incluyen la siguiente información:

- Localización del proyecto topográficamente y referencias del sitio en donde se realizó el apique, así como coordenadas a partir de GPS del punto de realización del apique.

- Columna estratigráfica de cada apique, estratos característicos con sus espesores y muestras obtenidas de la exploración.
- Fecha de realización de la exploración, al igual que la entidad contratante y el nombre del proyecto.
- Registro fotográfico con la ubicación del sondeo en el sector.

4.5 Trabajo de campo para el estudio de tránsito

Se llevaron a cabo conteos vehiculares para el estudio de tránsito mediante estaciones principales y secundarias para la determinación del tránsito de diseño en términos de ejes de 8.2 ton, sobre todo, de las vías con tránsito importante dentro de la localidad de Bosa. De igual manera se determina el tránsito de diseño para las vías peatonales con tráfico vehicular restringido. En las estaciones de conteos se determinó la cantidad de vehículos discriminados por tipo (Autos, buses y camiones). El trabajo de campo se realizó con comisiones debidamente capacitadas para tal objetivo.

4.6 Diseño de pavimento

La estructura de pavimento está constituida por un conjunto de varias capas superpuestas, con diferentes características que varían de acuerdo a sus propiedades geo mecánicas. El número de capas estructurales del pavimento varía en función de la calidad que tenga la subrasante en lo referente a su valor de soporte. Como criterio general de interacción entre el proyecto geotécnico anteriormente mencionado y de pavimento en el presente diseño se definió conservar el alineamiento en planta de la vía existente hasta donde sea posible, mantener en lo posible el

nivel de rasante existente, las alternativas de estructuras de pavimento flexible y articulado se verificarán y aprobarán bajo la metodología AASHTO 93.

4.7 Tratamiento mejoramiento de la sub rasante

Teniendo en cuenta los resultados de los ensayos de laboratorio donde se puede evidenciar unos materiales con propiedades no favorables para pavimentos, y presentando débiles capacidades de soporte y en algunos sectores condiciones expanso contráctil por parte de la capa o material denominado subrasante, se hace necesario implementar un tratamiento de mejoramiento del suelo natural con el fin de garantizar una capacidad de soporte óptima de este material, reemplazando el material existente con material seleccionado de buenas condiciones que permita ofrecer una estabilidad de soporte a las estructuras de pavimento a diseñar. Para el proyecto se evaluaron tres (3) tipos de tratamientos de mejoramiento conocidos en la actividad de ingeniería de vías y correspondiente a mejoramientos mecánicos o reemplazo de materiales tipo pedraplén o terraplén (rajón), mejoramientos con materiales alternativos tipo geoceldas o con geomallas triaxiales, los cuales a continuación se describen de forma general; sin descartar la estabilización con cal de los suelos de subrasante de naturaleza expansiva o contráctil.

4.8 Mejoramiento de sub rasante con Rajón

“El mejoramiento con reemplazo de material de rajón se ha utilizado de manera tradicional para el mejoramiento de la subrasante en Bogotá de acuerdo con lo estipulado en la Sección 321-11 de las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público, para Bogotá D.C - ET2011. La resistencia producida por el material de rajón está dada por la fricción generada entre los materiales de la misma, debido a la trabazón entre las partículas. La inclusión de esta capa dentro de la estructura permite

obtener resistencias mecánicas adecuadas para el buen desempeño de la estructura. Los valores de capacidad portante equivalente utilizando este material se determina con base en el método Ivanov el cual ha sido validado en diferentes contextos de la ingeniería nacional e internacional”(IDU,2013).

4.9 Mejoramiento de sub rasante con geo sintéticos

“Uno de los mayores campos de aplicación de los geosintéticos son las vías, donde se deben considerar varios aspectos que involucran su utilización: separación, refuerzo de capas granulares, estabilización de subrasantes, filtración y drenaje. Los estudios que se han realizado en este campo y las experiencias existentes han demostrado los grandes beneficios que aportan los geosintéticos en la construcción de vías y en su rehabilitación, mejorando el nivel de servicio y aumentando la vida útil de las mismas. En Colombia se tienen varias experiencias exitosas en este campo, sin embargo, no existen metodologías bien divulgadas que involucren la correcta utilización de los geosintéticos para la estabilización mecánica de subrasantes. El diseño de una estructura de pavimento depende de varios factores que afectarán la vía durante su vida útil, tales como el tránsito, las condiciones ambientales, las características del suelo de subrasante y de los materiales que conforman la estructura de pavimento, entre otros. Las diferentes alternativas en el diseño de pavimentos normalmente resultan al evaluar varias posibilidades con los siguientes parámetros:

- Espesores de las capas granulares.
- Propiedades mecánicas de los materiales granulares.
- Capacidad portante de la subrasante”(Buenas tareas,2013).

Para el caso del barrio Islandia donde se evidencia según los resultados de los ensayos de laboratorio a los materiales encontrados y extraídos, que la capacidad de soporte de los diferentes tipos de subrasantes son débiles, se hace necesario implementar tratamientos o

mecanismos de mejoramiento que permitan contar con una superficie o suelo de fundación de la estructura de pavimento a diseñar y construir que ofrezca estabilidad de soporte y que de forma adicional no conlleve a profundidades de excavaciones de magnitudes superiores que interfieran con las redes de servicio público existentes, especialmente con las redes húmedas de la zona. Con el tratamiento de mejoramiento, se debe garantizar un valor de CBR equivalente o módulo subrasante de diseño para cada CIV.

Se implementó la utilización de dos alternativas de geosintéticos: Geomalla triaxial o Geoceldas, con las cuales se determinaron los espesores de mejoramientos de subrasantes o suelos de fundación, espesores que se ajustan a espesores ejecutables en construcción.

4.10 Diseño pavimentos - guía “diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para bogotá d.c.”.

La GUÍA “DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO Y VÍAS LOCALES PARA BOGOTÁ D.C.”, “es una herramienta de trabajo aplicada a condiciones urbanas de estructuras de pavimentos para vías locales, que garanticen el tránsito permanente optimizando recursos técnicos y financieros. Guía tiene como fin presentar alternativas de estructuras de pavimentos sometidas a bajos niveles de tránsito para las condiciones climáticas, geotécnicas, hidráulicas y períodos de diseño para vías locales de la ciudad. Igualmente, los tipos de materiales y espesores se ajustan a los procesos constructivos comunes en las diferentes localidades de Bogotá, considerando que en algunas zonas de la ciudad los sistemas de redes de servicios públicos limitan la profundidad de las intervenciones. La Guía de diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá D.C., resume la metodología y propone alternativas de diseño de estructuras de pavimentos flexibles, rígidos y articulados para vías locales con bajos niveles de tránsito en Bogotá. Las recomendaciones

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

44

dadas en la presente Guía se complementan con las Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción, Para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público 2011, para Bogotá D.C” (IDU,2013)

Tabla 5 Tipos de Subrasante para Bogotá.

Tipo de Subrasante	CBR (%)	Módulo Resiliente (MPa)
SR1	< 1,5	< 11.25
SR2	1,5 – 2,5	11 – 19
SR3	2,5 – 3,5	19 – 26
SR4	3,5 – 4,0	26 – 40
SR5	> 4,0	> 40

Fuente: PDV-DE-003-V1 Guía diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá

Tabla 6 Capacidad Portante Equivalente para el diseño de las estructuras de pavimento.

ENSAYO	CPE			
	CPE1	CPE2	CPE3	CPE4
CBR	3 – 3.9	4 – 4.9	5 – 5.9	>6
E (MPa)	22.5 – 38.4	40 – 49	50 – 5.9	>60
K sub MPa/m	28 – 34.3	35 – 39.5	40 – 42.7	>43

Fuente: PDV-DE-003-V1 Guía diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá.

Tabla 7 Categoría de tránsito de diseño.

Denominación	Número de vehículos comerciales día	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 20 años – Pavimento rígido	NEE (Número de ejes equivalente de 8.2 T) para 10 años – Pavimento flexible y articulado
T1-1	$VDP_0 \leq 50$	$NEE \leq 2.345.000$	$NEE \leq 615.000$
T2-1	$50 < VDP_0 \leq 100$	$2.345.000 < NEE \leq 4.690.000$	$615.000 < NEE \leq 1.235.000$
T2-2	$100 < VDP_0 \leq 150$	$4.690.000 < NEE \leq 7.000.000$	$1.235.000 < NEE \leq 1.835.000$

Fuente: PDV-DE-003-V1 Guía diseño de pavimentos para bajos volúmenes de tránsito y vías locales para Bogotá.

4.11 Diseño método AASHTO

Se presenta el diseño del pavimento a partir de la metodología AASHTO-93, metodología para la cual es necesario establecer los siguientes parámetros fundamentales:

- Tránsito proyectado en el período de diseño (10 años).
- Capacidad de Soporte en Términos de CBR o Módulo Resiliente de la Subrasante.
- Características de los materiales a colocar.
- Condiciones de drenaje. → Número estructural requerido (Confiabilidad, Serviciabilidad).

4.12 Numero estructural

Para diseñar las estructuras de pavimento utilizando el método AASHTO es necesario determinar el número estructural requerido para soportar el tránsito esperado, para tal fin se despeja este valor de la siguiente fórmula:

$$\log W_{18} = z_R \times S_0 + 9.36 \log(SN + 1) + 0.2 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.2}\right)}{0.40 + \left(\frac{1.094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} + 2.32 \log M_r - 8.07$$

Para el diseño de la estructura se asumen los siguientes parámetros de diseño:

Tabla 8. Parámetros de diseño AASHTO

Confiabilidad:	80%
Zr:	-0.8
So:	0.45 (Estructura nueva)
Po:	4.2 (Índice de serviciabilidad inicial)
Pf:	2.2 (Índice de serviciabilidad final)

Coeficientes Estructurales y de Drenaje Para la determinación de los espesores de las estructuras de pavimento se manejaron los siguientes materiales con sus propiedades estructurales y de drenaje. El coeficiente estructural de la mezcla asfáltica (C.A.), en función de la temperatura promedio de la zona será conforme con lo consignado en el Manual de Diseño de Pavimentos en Vías con Medios y Altos Volúmenes de Tránsito del INVÍAS, corresponde a 0.40. El coeficiente estructural de la Base Granular es de 0.14, el cual se obtiene de la metodología AASHTO para un CBR de 100%. Debe cumplir además con las especificaciones INVIAS-2013. El coeficiente de drenaje de las capas de base granular, con base en las condiciones de la zona, corresponde a 0.9. El coeficiente estructural de la Subbase Granular es de 0.12, el cual se obtiene de la metodología AASHTO para un CBR de 40%. Debe cumplir además con las especificaciones INVIAS-2013. El coeficiente de drenaje de las capas de Subbase granular, con base en las condiciones de la zona, corresponde a 0.9.

Resultados

Después de realizar una recolección de información de las entidades tales como Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), el Departamento Administrativo del Espacio Público (DADEP), la Empresa de Renovación y Desarrollo Urbano de Bogotá (ERU), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB-ESP) entre otras, las cuales nos permitieron tener un panorama muy amplio respecto al estado actual en que se encuentra la zona de estudio, tanto en aspectos de redes secas, húmedas, planes de manejo entre otros y con ayuda de

labores realizadas en campo para la validación del estado del suelo, su estructura geotécnica y geológica, nos dieron inicio a realizar una verificación de los espesores de diseño a partir de la metodología AASHTO 93 y por consiguiente un seguimiento a los aspectos constructivos que puede tener la malla vial a intervenir, lo cual dio como resultado, aspectos mencionados a continuación.

Trazado de diseño geométrico horizontal

Los trazados geométricos están compuestos en su mayoría en tramos no mayores a 200 metros de longitud, las deflexiones entre puntos de quiebre horizontales no superan los 2º, la mayoría no presentan diseño de peralte, especialmente en los tramos vehiculares; se realizó el trazado de los bordes viales de acuerdo a los límites prediales existentes. En el caso de los tramos vehiculares se mejoraron los radios de giro de los empalmes con otras vías adyacentes.

Trazado de diseño geométrico vertical

Para las vías vehiculares se diseñaron dos puntos de quiebre para reestablecer las condiciones existentes, se encontraron pendientes máximas de 5 % predominando las pendientes menores del 1%. Se desarrollaron longitudes mínimas de curvas de 30 metros y longitudes de curva máximas de 30 metros con K de diseño mínimos de 4 y K de diseños máximos de 9. Para las vías peatonales se proyectaron pendiente entre 0.50% y 2.00 (máximo), la mayoría de los tramos el diseño vertical se ajustó al diseño vertical existente.

Secciones transversales

La sección transversal se definió de acuerdo a las respectivas adecuaciones que la vía requiere para reestablecer las condiciones existentes y a las especificaciones requeridas por la SECRETARÍA DE PLANEACIÓN DISTRITAL para el diseño de los tramos en mención. De

igual manera para este diseño, se implementaron las recomendaciones de los aspectos hidráulicos, pavimentos, ambientales y geotécnicos.

Espesores de pavimento con la metodología AASHTO

Codigo identificacion vial	Estructura	Transito de diseño	CBR PROMEDIO %	DISEÑO AASHTO		
				Concreto (cm)	SBG (cm)	Mejoramiento (cm)
7004364	ARTICULADO	615,000	2.75	18	30	50
7004401	ARTICULADO	615,000	2.86	18	30	50
7004494	ARTICULADO	615,000	2.57	18	30	60
7004385	ARTICULADO	615,000	2.68	18	30	45
7004389	ARTICULADO	615,000	3.05	18	30	60
7004370	ARTICULADO	615,000	3.20	18	30	60
7004382	ARTICULADO	615,000	3.50	18	30	50
7004396	ARTICULADO	615,000	2.98	18	30	45
7004408	ARTICULADO	615,000	2.52	18	30	45
7004416	ARTICULADO	615,000	2.02	18	30	45

Fuente: Constructora Camacon.

Puntos de quiebre verticales.

Se utilizarán puntos de quiebre verticales en los casos en los cuales se presenten PIV's con diferencia algebraica de pendientes menor a 1%, en caso contrario se localizarán curvas verticales.

Pendiente longitudinal

A partir del diseño del proyecto en planta, se extraerá un perfil figurado a partir del DTM obtenido por medio de la triangulación a partir del levantamiento topográfico, con base en este y aplicando los parámetros indicados, se trazará la rasante del proyecto la cual deberá tener

como mínimo valor el 0,50% y máximo para vías de malla vial intermedia del 10% y de malla local 12%.

Radios mínimos

Los radios mínimos dependerán de la velocidad específica requerida y las trayectorias de los vehículos en accesos y bifurcaciones; para el presente diseño los radios mínimos son de 22 m.

Peraltes máximos y bombeo normal

Para los segmentos de tramos vehiculares, se implementará peralte en el tramo de acuerdo a las condiciones iniciales encontradas; dado que el proyecto contempla en su mayoría la intervención sobre corredores construidos en Pavimento flexible y material afirmado; se mantendrá el bombeo del 2% con el cual se encuentran construidas actualmente las calzadas. Para los segmentos de tramos peatonales, no se contemplan diseño de peraltes; los bombeos viales se diseñarán con el 2% invertido hacia el eje de diseño del tramo.

Conclusión

- En términos generales, actualmente los segmentos viales del proyecto, se encuentran en un mal estado en referencia a la estabilidad de la capa de rodadura, afectando el confort y seguridad de los usuarios, evidenciado sectores con magnitudes de deterioro importantes, donde aprecian en la mayoría de segmentos ausencia total de la carpeta asfáltica y afectación de las capas de material existente.
- El sistema de alcantarillado sanitario cumple con los parámetros establecidos por la norma para diámetros mínimo y capacidad sin embargo presenta tractivas bajas que impiden un correcto auto lavado, a esto sumado el hecho de que las redes presentan edades por encima de los 20 años se recomienda una renovación de las redes.

- El sistema de alcantarillado pluvial, cumple con los parámetros de diámetros mínimos, recubrimientos mínimos y máximos, sin embargo se encontró que la fuerza tractiva de los tramos no cumple el mínimo de la norma, lo mismo sucede con las capacidad hay varios tramos que están fuera de lo establecido por la norma, es importante resaltar que el sistema de alcantarillado pluvial en algunos casos lleva en funcionamiento más de 20 años y que los sumideros existentes no tiene la capacidad adecuada para drenar el sector, por tanto se recomienda es complementar el sistema de escorrentía superficial (sumideros) y revisar si los tramos con problemas de capacidad pueden ser mejorados, para garantizar los parámetros hidráulicos adecuados.
- El sistema de acueducto existente posee en su tubería en PVC de 3", por lo que se recomienda realizar un cambio de la tubería de 3" a 4" según lo establecido en la normatividad de la EAAB.
- Dentro de los materiales existentes encontrados en la subrasante y analizando los potenciales expansivos en los ensayos de CBR, los resultados muestran que algunos presentan valores de expansión superiores al 2%.
- Los estratos o materiales existentes y ubicados en niveles superiores al de la subrasante, en su gran mayoría se describen suelos o materiales de escombros contaminados y reciclados con escombros arenoso.
- Dentro del análisis y alternativas evaluadas, se recomienda el mejoramiento de la subrasante con materiales geosintéticos (geomallas triaxiales y geoceldas) toda vez que los mismos ofrecen menores espesores de mejoramiento, mejores respuestas a los valores de capacidad de soporte equivalente, escenario favorable desde el punto de vista económico y técnico teniendo en cuenta las posibles interferencias con la presencia de redes húmedas en los segmentos viales.

- De forma adicional se realizó y verificó el diseño de pavimento por la metodología AASHTO-93, optando por esta última para la definición de las estructuras a construir.

Lista de Referencia o Bibliografía

Santos Hernández, J. J. (2015). Modelo para la rehabilitación y recuperación eficiente de la malla vial de Bogotá.

VARGAS VARÓN, D. F. (2020). IDENTIFICACIÓN DE FALENCIAS EN LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS GEOTECNICOS REALIZADOS POR CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA SAS, A PARTIR DE LO ESTABLECIDO EN LA NORMA INVIAS-2013.

Bojacá Torres, D. C. (2020). Módulo resiliente de suelos blandos de subrasante de la zona lacustre de Bogotá a partir del ensayo CBR cíclico (Doctoral dissertation, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito)

ANLA - (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales). 2018. Guía para la definición y delimitación del área de influencia.

Ayerbe F. 2019. Guía Ilustrada de la Avifauna Colombiana. Wildlife Conservation Society. Bogotá Colombia. P. 443.

Consorcio Metro Bog. Systra– Ingetec. 2018. Estructuración técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB). Estudio de impacto ambiental y social (EIAS). Línea base – medio biótico documento N° ETPLMBET19-L16.5-ITE-I001_R0. Marzo de 2018.

EVALUACION PARA LA REHABILITACION DE LA MALLA VIAL EN EL BARRIO ISLANDIA

52

Tomado en línea de: <https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/5.2.2%20%20MEDIO%20BI%20TICO.pdf#page=78&zoom=100,109,114>

Contraloría de Bogotá, (2005). Estado de la ejecución presupuestal y avance del plan de desarrollo hasta el 31 de octubre de 2005.

PNUD (2003). Informe sobre desarrollo humano 2003- Los objetivos de desarrollo del milenio: un pacto entre las naciones para eliminar la pobreza. Disponible en:

http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2003_es.pdf

EEAB (2022). por el cual se implementa, promueve y fomenta el ejercicio de la acción voluntaria y el servicio del voluntariado en Bogotá, D.C. y se dictan otras disposiciones. Disponible en: Acuerdo 841 del año 2022.

Secretaria de Ambiente (2021). Información sobre el uso del suelo en Bogotá. Disponible en: https://www.ambientebogota.gov.co/search?p_p_id=101&p_p_lifecycle=content&_101_urlTitle=informacion-sobre-el-uso-del-suelo-en-bogota-puede-ser-consultada-en-el-visor-geografico-ambiental.

