ALCALDÍA MAYOR
BOGOTÁ D.C.
Instituto
DESARROLLO URBANO

CONCURSO DE MÉRITOS

"FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE LA VÍA BOGOTÁ - LA CALERA"

CAPITULO TÉCNICO 8.2

PAVIMENTOS Y ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO

BOGOTA D. C., JUNIO DE 2018

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

CAPITULO 8.2 PAVIMENTOS 3

8.2.1 OBJETIVO 4
8.2.2 ANTECEDENTES 4
8.2.3 NORMATIVIDAD APLICABLE 4
8.2.4 PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO 5
8.2.5 ETAPA DE FACTIBILIDAD 5
8.2.5.1 ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 5
8.2.5.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 6
8.2.5.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 7
8.2.5.3.1 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS 8
8.2.5.3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE 8
8.2.5.4 DIAGNÓSTICO E INVENTARIO PRELIMINARES 8
8.2.5.5 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS 8
8.2.5.6 VARIABLE TRÁNSITO 9
8.2.5.7 GCR Y RCD 10
8.2.5.8 RIESGOS PREVISIBLES 10
8.2.5.9 CANTIDADES DE OBRA 10
8.2.5.10 MATRIZ MULTICRITERIO 10
8.2.5.11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 11
8.2.6 ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS 11
8.2.6.1 ETAPA DE DIAGNÓSTICO 12
8.2.6.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA 12
8.2.6.3 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 12
8.2.6.3.1 TRABAJOS DE CAMPO 12
8.2.6.3.2 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO 14
8.2.6.3.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS 14
8.2.6.3.4 CARACTERIZACIÓN DE LA SUBRASANTE 14
8.2.6.4 GCR Y RCD 15
8.2.6.5 VARIABLE TRÁNSITO 15
8.2.6.6 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO 15
8.2.6.6.1 PAVIMENTO RÍGIDO 17
8.2.6.6.2 PAVIMENTO FLEXIBLE 18
8.2.6.7 ANÁLISIS DE CANTERAS 20
8.2.6.8 DESCRIPCIÓN, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS 21
8.2.6.9 ESPACIO PÚBLICO 21
8.2.6.10 CANTIDADES DE OBRA 21
8.2.6.11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 21
8.2.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO 22
8.2.8 ENTREGABLES 22

CAPITULO 8.2 PAVIMENTOS

A continuación se presenta los lineamientos técnicos mínimos para el componente de pavimentos y espacio público asociado que deberán implementarse por parte del Consultor, para desarrollar la **"FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE LA VÍA BOGOTÁ - LA CALERA"**, contemplando como mínimo y sin limitarse a ello, el estudio de pre factibilidad elaborado por el IDU para el proyecto, así como la información que allí se recopila, relacionada con información geotécnica y de pavimentos de contratos anteriores.

Adicionalmente, el Consultor, a través de sus estudios y diseños, deberá lograr la integralidad y armonización con todos los proyectos que el Instituto se encuentre ejecutando ya sea a nivel de Factibilidad, Estudios y Diseños o de Construcción y entrada en operación, para lo cual deberá coordinar la entrega de información por parte del Instituto, a través del supervisor del Contrato y la Interventoría respectiva.

En este documento se presenta los aspectos relacionados con los estudios de suelos y el diseño de pavimentos, entre otras actividades, la complementación de la investigación del subsuelo, los análisis y las recomendaciones necesarias para el diseño, construcción, y conservación de las obras, de manera que se garantice un adecuado comportamiento de éstas, así como de las vías, instalaciones, predios y construcciones adyacentes al proyecto.

Considerando los resultados de la investigación geotécnica para el diseño de pavimentos y espacio público asociado, y el proceso de inventario y diagnóstico de los ejes viales respectivos, el Consultor deberá presentar el diseño de pavimento de las pacificaciones viales, pavimentos permeables SUDS, andenes, ciclorutas, alamedas, pompeyanos, y demás estructuras que se requieran, y definir la estrategia de intervención en función del tipo de superficie de las estructuras existentes, efectuando los análisis de alternativas a que haya lugar, teniendo en cuenta toda la información existente. El Consultor debe garantizar que la alternativa de diseño o intervención seleccionada es la necesaria y más beneficiosa para el proyecto y la ciudad, enmarcándose dentro del principio de economía.

Es importante anotar que los criterios presentados en los siguientes numerales, corresponden a unos criterios básicos para la elaboración de los Estudios de Suelos y Diseños de Pavimento, pero será responsabilidad del Consultor realizar las actividades y análisis que permitan elaborar un estudio confiable.

Para efectos de lo anterior, a partir de los estudios y diseños existentes y de la totalidad de los documentos relacionados en el Numeral 3 – Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE, se deberán proponer, analizar y evaluar diferentes alternativas de implantación del proyecto, y finalmente recomendar una alternativa para ser desarrollada a nivel de detalle, para lo cual, se deberá efectuar los ensayos de campo y de laboratorio faltantes o de verificación, necesarios para determinar el comportamiento físico-mecánico del suelo con el objeto de realizar la interpretación técnica que permita definir los parámetros de diseño y las recomendaciones necesarias para la construcción de las estructuras de pavimento y obras de espacio público

8.2.1 OBJETIVO

Desarrollar los productos del componente pavimentos y espacio público asociado para el proyecto "FACTIBILIDAD, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS PUNTOS INESTABLES DE LA VÍA BOGOTÁ - LA CALERA", y toda aquella infraestructura que sea requerida para la construcción y puesta en operación del proyecto.

8.2.2 ANTECEDENTES

Se deberán tener en cuenta los estudios y diseños, y demás información relacionada en el Numeral 3. ANTECEDENTES, del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

8.2.3 NORMATIVIDAD APLICABLE

Los estudios indicados en el presente capítulo deberán estar orientados de conformidad con toda la Normatividad vigente: Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C. – IDU-ET-2011. V.3, o las que se encuentren vigentes durante la ejecución de los diseños. Así mismo, deberá implementarse la Guía "Toma de información técnica de inventario, diagnóstico y ensayos para la gestión de la infraestructura vial y espacio público de Bogotá D.C." y el instructivo "Presentación de planos y archivos", en las versiones que se encuentren vigentes al acta de inicio de la ejecución de los diseños.

Como excepción al empleo de materiales reutilizados y/o reciclados, quedará restringida la aplicación de los mismos en los proyectos de puentes, pontones, pasos deprimidos, edificaciones, estructuras metálicas y obras de estabilización de taludes. El empleo de mezcla asfáltica mejorada con GCR, **se exceptúa** para actividades de mantenimiento rutinario, parcheos, bacheos, sellos de fisuras, actividades puntuales de mantenimiento en estructuras (puentes, pontones, pasos deprimidos, edificaciones y obras de estabilización de taludes) y para intervenciones puntuales en espacio público (andenes y ciclorutas).

De acuerdo con lo anterior, el Consultor debe valorar, de acuerdo con el alcance de este proyecto en cuanto al componente de pavimentos, si puede hacer uso de mezclas asfálticas mejoradas con grano de caucho reciclado de llantas usadas, de acuerdo con el Decreto 265 de 2016 en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usado para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares. Para el caso en el que el diseño prevea varias capas asfálticas, al menos una de ellas deberá contener materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas con las especificaciones técnicas que determine el IDU. Así mismo, debe verificar si con sus diseños puede implementar la Resolución No. 1115 de 2012 para el "Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)"; Resolución 932 de 2015 por la cual se "Modifica y Adiciona la Resolución 1115 de 2012 y el Decreto 586 de 2015 por medio del cual se "Adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición – RCD".

NOTA:
Así mismo, el Consultor deberá presentar el Plan de Calidad específico para el proyecto, en donde se evidencie la forma en que se dará cumplimiento a los requisitos establecidos por el Sistema de Gestión de Calidad interno del consultor, en especial, lo referente al numeral de

Equipos de Inspección, medición y ensayo, al igual que los Planes de calibración y ajuste correspondientes.

En tal sentido, los equipos utilizados para la verificación de características técnicas en las Fases de Factibilidad, Diseño y Ejecución de proyectos, deberán estar calibrados en un laboratorio acreditado para tal fin, los certificados de calibración de dichos equipos, deben ser entregados para su aprobación al Interventor, antes de que el equipo sea utilizado

Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos, éstos deberán realizarse en laboratorios acreditados por el organismo competente, como la ONAC, o laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 o ISO 9001:2008, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos objeto de evaluación. Los certificados de acreditación o de idoneidad, deberán ser entregados al interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoria tenga aprobado el laboratorio de suelos y pavimentos previo al inicio del desarrollo del proyecto.

8.2.4 PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO

Considerando que para la realización de la exploración del subsuelo se requiere interrumpir el tráfico en algunos puntos, se hace necesario que el Consultor elabore los planes de manejo de tráfico y tramite su aprobación ante la Secretaría de Movilidad a fin de minimizar el impacto a la movilidad vehicular y peatonal en la zona de estudio.

8.2.5 ETAPA DE FACTIBILIDAD

8.2.5.1 Etapa de investigación y Recopilación de información

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos principales como: antecedentes de proyectos, estudios y normatividad, en lo relacionado con estudios de suelos, evaluaciones estructurales, tránsito y, en general, todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto, con el objetivo fundamental de realizar un diagnóstico preliminar y optimizar en la medida de lo posible la exploración y ensayos a ejecutar para diseño.

Para los efectos, el Consultor deberá recopilar y analizar como mínimo, y sin limitarse a ello, la información resultante de los estudios y diseños y demás documentación relacionada en el Numeral 3 – Antecedentes del ANEXO TÉCNICO SEPARABLE.

Para el caso de las estructuras de pavimento, se deberá recopilar y estudiar la información relacionada con estudios anteriores en el área de influencia directa del proyecto, fuentes de materiales (aprobadas desde el punto de vista ambiental por el IDU), agentes estabilizantes, sub drenaje, drenaje, tránsito y características ambientales, aclarando que en todos estos casos, esta información es una primera fase del trabajo total a realizar, puesto que el Consultor tiene la obligación de efectuar los estudios relacionados, de acuerdo con lo establecido en el presente Pliego de Condiciones.

Para el diseño de los pavimentos a intervenir, al definir el tipo de estructura de pavimento a

implantar, se deberán considerar los materiales provenientes de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), ya sea in-situ, o en otros frentes de obra o contratos IDU, ya sea como capa de soporte estructural con o sin adición de materiales pétreos nuevos o convencionales, dependiendo de las características de capacidad portante de la vía, así como de las cargas de tránsito a los cuales estará sometido el proyecto. El Consultor deberá analizar las condiciones de calidad de los RCD, proponer las técnicas de estabilización física o química necesarias para adaptarlos a las especificaciones de construcción vigentes y definir el mejor uso posible de los materiales existentes, bien sea como capas estructurales, rellenos para reconformación de la subrasante o mejoramiento de ésta.

Con el propósito de establecer las características y condiciones de los segmentos viales pertenecientes al proyecto, así como también de orientar el planteamiento de intervención y diseño del pavimento y espacio público asociado, el Consultor deberá realizar la identificación, inventario y diagnóstico de las estructuras existentes de los tramos en estudio, para lo cual deberá ceñirse a lo establecido por este instituto en: El ANEXO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO PARA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ Versión 6.0 y el MANUAL DE ACTUALIZACIÓN E INVENTARIO DE LA MALLA VIAL Y DEL ESPACIO PÚBLICO y como resultado deberá producirse el respectivo inventario y diagnóstico de la infraestructura vial y espacio público.

Nota: Si al momento del inicio de la ejecución de los estudios y diseños llegaren a existir versiones actualizadas de los anteriores documentos, el Consultor deberá entonces desarrollar sus diseños ciñéndose a los lineamientos allí establecidos.

Así mismo, el Consultor deberá realizar la identificación, inventario y diagnóstico de las vías que van a ser utilizadas como desvíos, las cuales deben ser identificadas por el Consultor desde el componente de tránsito, con el objeto de definir los costos de mantenimiento de los diferentes corredores que se van a usar para tal fin.

En el caso de vías nuevas, que no tienen Código de Identificación Vial (CIV), deberá realizarse el trámite requerido para la creación del CIV y su inclusión en el Servidor de Mapas del IDU.

El Consultor deberá revisar la información existente correspondiente a la investigación del subsuelo realizada en otros contratos y que corresponda a los sectores analizados mediante este estudio, la cual puede ser consultada en el centro de Documentación del IDU, o a través del Repositorio Institucional en la página Web del IDU, y determinar las complementaciones y verificaciones que considere del caso, debidamente justificadas desde el punto de vista técnico, para efectos del planteamiento del plan de exploración geotécnico a realizarse tanto en la etapa de factibilidad como para la etapa de estudios y diseños.

8.2.5.2 Plan de Investigación Geotécnica

A partir de la información recopilada en la etapa anterior, para la etapa de Factibilidad se deberán plantear alternativas de implantación del trazado a partir de los documentos suministrados por la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, y finalmente evaluar y definir la alternativa que se llevará a nivel de diseño de detalle en la etapa de estudios y diseños.

Con base en la información geotécnica secundaria (estudios anteriores) y primaria, se deberán realizar los predimensionamientos de las estructuras de pavimento para cada una de las

alternativas de solución del proyecto, con el propósito de evaluarlas a través de una matriz multicriterio que permita definir la alternativa óptima.

Como resultado del proceso de investigación, recopilación, análisis de información y, considerando integralmente otros de los estudios requeridos en el presente Pliego de Condiciones, como por ejemplo tránsito, topografía y redes entre otros, el Consultor deberá presentar el Plan de Investigación del subsuelo a realizar para los Estudios y Diseños, correspondientes a las estructuras de pavimento y espacio público asociado.

Se precisa que a partir de la información del subsuelo existente, la exploración adicional que plantee el Consultor debe ser solamente en los puntos en que dicha información no exista, o que los parámetros geotécnicos existentes sean insuficientes para la elaboración de un estudio confiable, o en los puntos en los que se requiera corroborar información específica.

Para la obtención de información primaria de tipo geotécnico, necesaria para realizar el pre dimensionamiento de las estructuras de pavimento y espacio público asociado, se deberá elaborar un plan de investigación geotécnica que complemente la campaña de exploración geotécnica que se realizó en los estudios y diseños que se hayan realizado en el área de influencia directa del proyecto.

En todo caso, los planes complementarios de investigación del subsuelo en cada una de las etapas del proyecto, deberán estar aprobados por la Interventoría y presentarse a la Dirección Técnica de Proyectos del IDU para su revisión y concepto de recibo previo a la ejecución de los trabajos de campo, con el correspondiente cronograma de ejecución y valoración económica de los trabajos a realizar, e indicando claramente el presupuesto total para los estudios geotécnicos y de suelos. Los planes de investigación geotécnica deberán presentarse debidamente justificados desde el punto de vista técnico, soportado con el plano de localización de los sondeos y apiques que se requieran realizar junto con la información geotécnica existente de estudios y diseños anteriores que se hayan realizado en el área de influencia directa del proyecto. El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos previo a su ejecución, dado que todos los daños causados a las redes existentes durante el proceso de exploración, deberá ser asumido por el Consultor.

El plan de investigación geotécnico para la etapa de factibilidad, tiene como finalidad el permitir que el Consultor, complemente la información existente o verifique los parámetros de suelo que le permitan realizar el dimensionamiento preliminar del pavimento y el espacio público, de cada una de las alternativas de solución que se evalúen en esta etapa.

Se deberá incluir el plano de localización de sondeos, barrenos y apiques existentes y programados, exploraciones que deberán estar debidamente georreferenciados en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiere.

8.2.5.3 Caracterización geotécnica

La etapa de factibilidad comprende la complementación de la investigación geotécnica preliminar, las actividades de pre-diagnóstico de la infraestructura existente, el planteamiento, pre-dimensionamiento y evaluación de diferentes alternativas de estructuras de pavimento y espacio público asociado, y la definición de la estructura de pavimento que será desarrollada a nivel de diseño detallado en la etapa de estudios y diseños.

El Consultor deberá realizar una descripción breve del alcance del proyecto en lo referente al componente de pavimentos y espacio público asociado. Para ello, deberá efectuar una descripción detallada de cada una de las alternativas propuestas presentando la relación de los aspectos a considerarse en el análisis de cada una de ellas y que pueden influir en la ejecución de los estudios, diseños y construcción de las obras respectivas. Para tal efecto, se deberán presentar los esquemas en planta y perfil con la implantación de las alternativas que permitan facilitar el planteamiento del proyecto y recomendaciones de solución.

8.2.5.3.1 Perfiles estratigráficos

Con base en la información geotécnica primaria y secundaria para la etapa de factibilidad, se deberán realizar los predimensionamientos de estructuras de pavimentos y espacio público asociado, con el propósito de evaluarlas en una matriz multicriterio.

La información geotécnica, deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos, incluyendo las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de los estratos identificados durante los trabajos de campo.

Los resultados de los ensayos de laboratorio (nuevos y existentes) deberán consolidarse en una tabla resumen que incluya como mínimo y sin limitarse a ello, la siguiente información: abscisa, coordenadas, cotas, apique No., Nuestra No., profundidad, descripción de la muestra, clasificación USCS y AASHTO, humedad, granulometría, límites de Atterberg, CBR inalterado natural y sumergido, expansión, etc.

8.2.5.3.2 Caracterización de la subrasante

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos con respecto a la profundidad, se deberá presentar la sectorización en términos de tramos homogéneos en función de la resistencia mecánica de la subrasante. Así mismo deberán identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deban ser analizadas de manera independiente en cada caso particular.

Los análisis geotécnicos realizados, serán el soporte para los dimensionamientos preliminares de la fundación o plataforma de apoyo de las estructuras que se requieran evaluar, en cada una de las alternativas de solución que se desarrollen en la etapa de factibilidad.

8.2.5.4 Diagnóstico e inventario preliminares

El consultor deberá elaborar un inventario de la infraestructura existente y un pre-diagnóstico del estado funcional de los tramos de pavimento y espacio público a intervenir a partir de una inspección visual que deberá ser realizada con base en la metodología establecida en el MANUAL DE ACTUALIZACIÓN E INVENTARIO DE LA MALLA VIAL Y DEL ESPACIO PÚBLICO, la GUÍA DE TOMA DE INFORMACIÓN TÉCNICA DE INVENTARIO, DIAGNÓSTICO Y ENSAYOS PARA LA GESTIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL Y ESPACIO PÚBLICO DEL BOGOTÁ D.C. Versión 1.0 o aquella versión que los modifique o sustituya. La evaluación estructural se realizará para la etapa de estudios y diseños a fin de obtener el diagnóstico definitivo de la infraestructura existente.

8.2.5.5 Descripción de alternativas

A partir de información primaria y secundaria, el Consultor debe efectuar una caracterización geotécnica para pavimentos de la zona de estudio. De esta etapa deberán obtenerse aspectos como la identificación de potenciales problemas y criterios geotécnicos generales. Igualmente, deberá elaborar un pre-diagnóstico de pavimentos existentes y finalmente presentar a nivel de pre-diseño, como mínimo tres (3) alternativas de estructuras de pavimento y espacio público asociado, entendiéndose por alternativas aquellas que involucren materiales diferentes. Adicionalmente, el Consultor deberá actualizar la alternativa de pavimento definida en los estudios y diseños existentes (si es el caso), en cuanto a condiciones de diseño y normatividad vigente, e incluirla en el análisis comparativo técnico y económico con las otras tres (3) alternativas, para definir de esta manera la estructura finalmente recomendada por el Consultor, considerando aspectos como especificaciones de construcción y teniendo en cuenta además los criterios establecidos en el presente alcance y documentos complementarios, asegurándose de que se permita la aplicación de la normativa ambiental en lo referente a la utilización de RCD y GCR.

Adicionalmente, se deberá acoger la normativa existente en el IDU, en lo referente a la utilización de nuevas tecnologías y/o materiales reciclados en cada una de las alternativas que propongan, para lo cual, deberá cumplir lo establecido en el documento "CONDICIONES TECNICO-AMBIENTALES ESPECIALES" Versión: 2, o aquel que lo modifique o sustituya y que se encuentre vigente durante la ejecución de la etapa de estudios y diseños, actualizado por el IDU.

El Consultor deberá por lo tanto diseñar alternativas de estructura de pavimento por calzada, considerando estructuras de pavimento rígido o flexible, y la utilización de materiales de base y subbase granulares, base asfáltica y/o capas estabilizadas, teniendo en cuenta que la vía se puede rehabilitar o reconstruir según su estado actual y consideraciones de vida remanente. De otra parte, deberá realizar el diseño de pavimentos en sitios especiales como intersecciones, cruces férreos, pompeyanos, acceso a predios, ciclorruta, bicicarril, accesos a garajes, zonas de parqueo y demás áreas particulares de tránsito donde lo requiera el proyecto.

Para el diseño de estas alternativas se deberán tener en cuenta todas las consideraciones ambientales que puedan afectar la durabilidad de las obras, tales como climatología, precipitación, obras de drenaje y de sub-drenaje.

La alternativa finalmente seleccionada será aquella en donde el Consultor demuestre que tanto técnica como económicamente es la más conveniente, para cada tramo en particular.

Los criterios básicos de diseño para que el Consultor realice el pre-dimensionamiento de cada una de las alternativas de estructuras de pavimento y espacio público asociado que se evaluarán, deben ceñirse a lo establecido en los **Numerales 8.2.6.6 y 8.2.6.9.**

8.2.5.6 Variable Tránsito

Se deberá adjuntar el cálculo del Número de Ejes Simples Equivalentes – NESE, para el caso de pavimentos flexibles, o el número de repeticiones esperadas de carga, para el caso de pavimentos rígidos, cálculo que deberá obedecer a los resultados de la estimación del TPD para pavimentos desde el componente de tránsito, previo concepto de recibo de este último por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

Para los estudios de factibilidad, los volúmenes vehiculares, tasas de crecimiento y

proyecciones de frecuencias horarias y TPD, podrán calcularse a partir de información secundaria que sea aplicable al proyecto: estaciones maestras, actualización del estudio de tránsito de los estudios y diseños existentes, etc., para lo cual deberá adjuntar los soportes correspondientes.

8.2.5.7 GCR y RCD

En todo caso, e independientemente de la alternativa de diseño de la estructura de pavimento y espacio público que finalmente se seleccione, el Consultor deberá asegurarse de que con sus diseños se permita la implementación de la Resolución No. 1115 de 2012 para el "Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)", Resolución 932 de 2015 por la cual se "Modifica y Adiciona la Resolución 1115 de 2012, Decreto 586 de 2015 por medio del cual se "Adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición – RCD", el 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 el Decreto 265 de 2016 "Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones" para el Grano de Caucho Reciclado, o aquella normatividad ambiental que se encuentre vigente durante la ejecución de la etapa de estudios y diseños

8.2.5.8 Riesgos Previsibles

El Consultor deberá identificar y analizar los riesgos que pueden llegar a presentarse durante la ejecución de los estudios y diseños, para cada una de las alternativas que se plantean y analizan desde la factibilidad, indicando la posible solución a dichos inconvenientes.

Así mismo, deberá identificar aquellos aspectos del componente de pavimentos, que deban ser estudiados con mayor detalle y que puedan llegar a afectar el cronograma de obra que se defina para el proyecto.

8.2.5.9 Cantidades de Obra

Con el propósito de determinar el costo preliminar asociado a la implementación de las obras propuestas en cada una de las alternativas analizadas en la etapa de factibilidad para este proyecto, el Consultor deberá presentar los respectivos cuadros de estimación de cantidades de obra, los cuales deben estar soportados en las memorias de cálculo correspondientes.

8.2.5.10 Matriz Multicriterio

A continuación, se presentan los lineamientos técnicos mínimos a considerar desde el componente de pavimentos, que el Consultor deberá tener en cuenta para realizar el planteamiento y evaluación de alternativas, así como la definición de la alternativa óptima a desarrollar en la etapa de diseños:

El Consultor, de manera concertada con la Interventoría y el especialista de pavimentos de la Dirección Técnica del IDU asignada para tal fin, deberán definir los criterios y umbrales de calificación que permitan realizar una evaluación objetiva e imparcial de cada una de las alternativas por medio de la matriz multicriterio, a través de la ponderación de diferentes aspectos, tales como: dificultades durante el proceso constructivo, costo inicial de la construcción, costo asociado a la operación, riesgo asociado a la construcción, plazo de

construcción de las obras, etc. o cualquier otro aspecto que los especialistas consideren que impacten al proyecto desde estos componentes.

Como resultado de la definición de criterios y umbrales de evaluación, se deberá presentar la evaluación técnica y económica de las alternativas para cada una de las estructuras propuestas, indicando los puntajes y calificaciones obtenidas a partir de este ejercicio.

Finalmente, y después de realizarse la evaluación de las alternativas de manera conjunta con todos los demás componentes del proyecto, el Consultor deberá presentar la relación de la alternativa de solución que se definió para cada una de las estructuras a implementar y a ser desarrolladas a nivel de detalle en la etapa de estudios y diseños.

8.2.5.11 Conclusiones y Recomendaciones

El consultor deberá presentar de manera breve, los resultados de la etapa de factibilidad, así como la definición de las alternativas finalmente seleccionadas, con las justificaciones a que hubiere lugar.

Así mismo, deberá efectuar las recomendaciones en cuanto a aspectos relevantes a considerar en la etapa de estudios y diseños, que deben ser analizadas de manera específica para el proyecto desde el componente de pavimentos.

Adicionalmente, deberá presentar el plan de exploración de investigación del subsuelo complementario para ser ejecutado en la etapa de estudios y diseños.

8.2.6 ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS

La Etapa de Estudios y Diseños definitivos, comprende las actividades de evaluación y diagnóstico funcional y estructural de la infraestructura existente, complementación e implementación del plan de exploración geotécnico y de ensayos de laboratorio, aprobado por la interventoría y con concepto de recibo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, el diseño y análisis detallado de la estructura de pavimento y espacio público definidas en la etapa de factibilidad, presentando las ventajas de su implementación, considerando aspectos como especificaciones de construcción y teniendo en cuenta además los criterios establecidos en el presente alcance y documentos complementarios.

Para la etapa de Diseños, el Consultor deberá realizar los ajustes, actualizaciones, complementaciones y/o elaboración de los estudios y diseños completos y de detalle que permitan dar cumplimiento al objeto contractual de este proyecto, así como el diseño detallado de la estructura de pavimento y su espacio público asociado.

Para este componente, el Consultor deberá presentar el diseño de pavimento de las vías principales y complementarias que se requiere implementar para dar cumplimiento al objeto contractual y lograr la integralidad del proyecto respaldando la alternativa definida en los estudios de factibilidad realizados.

En forma general, la etapa de estudios y diseños definitivos, estará enfocada a definir el tipo de intervención requerida de acuerdo con las características de las estructuras existentes, realizar los estudios geotécnicos de la subrasante y demás materiales que integran la estructura de pavimento actual, elaborar de manera detallada el diseño de la estructura pavimento y espacio

público asociado, teniendo cuidado de aplicar de manera estricta, la normativa ambiental en lo referente a la utilización de RCD y GCR, de ser posible, así como también las políticas del IDU que permitieron la asignación de puntaje adicional durante la etapa precontractual. Adicionalmente, se presentan unos criterios básicos a considerar para el espacio público asociado a los segmentos viales que hacen parte del proyecto, y que deberán ser considerados en los diseños correspondientes en beneficio de la integralidad del proyecto.

8.2.6.1 Etapa de Diagnóstico

Las actividades de evaluación y diagnóstico para determinar el estado funcional y estructural de las estructuras de pavimento existentes, deberán realizarse de conformidad con lo establecido en las versiones más recientes de los documentos ANEXO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO PARA CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA BOGOTÁ, MANUAL DE ACTUALIZACIÓN E INVENTARIO DE LA MALLA VIAL Y DEL ESPACIO PÚBLICO. La evaluación estructural se realizará para la etapa de estudios y diseños a fin de obtener el diagnóstico definitivo de la infraestructura existente

La ejecución de ensayos no destructivos (georradar y deflectometría) no debe darse en segmentos cuya geometría en planta y perfil se vea drásticamente modificada e impida conservar los materiales existentes; segmentos con evidencia de presencia de escombros u otro tipo de contaminación en sus capas no deben ser objeto de ensayos no destructivos.

Antes de cualquier otra medición, se ejecutará el inventario de daños; posteriormente el interventor, con aval del IDU, definirá la necesidad de ejecutar los demás ensayos requeridos para la elaboración del diagnóstico. Segmentos con evidencia de patologías relacionadas con fallas en las redes de alcantarillado pluvial o sanitario, deben ser evaluados por el área de redes húmedas con anticipación a la ejecución de las demás etapas de diagnóstico estructural del pavimento.

8.2.6.2 Plan de Investigación Geotécnica

Para la obtención de información primaria de tipo geotécnico, necesaria para el dimensionamiento de las estructuras de pavimento y espacio público asociado, se deberá elaborar un plan de investigación geotécnica que complemente la campaña de exploración geotécnica recopilada en las fases preliminares de recopilación de información, factibilidad y/o diagnóstico.

El plan de investigación geotécnica para la etapa de estudios y diseños, debe ajustarse en su totalidad, en cuanto a cantidad y profundidad de las exploraciones y tipo de ensayos de caracterización geotécnica en los estratos identificados, a los lineamientos definidos en la normatividad técnica vigente, teniendo en cuenta para su elaboración la información que proviene de los estudios y diseños previos.

Se deberá incluir el plano de localización de sondeos, barrenos y apiques existentes y programados, exploraciones que deberán estar debidamente georreferenciados en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiere.

8.2.6.3 Caracterización geotécnica

8.2.6.3.1 Trabajos de campo

Su objetivo es la toma de muestras y la ejecución de ensayos que permitan determinar las principales características de los suelos de subrasante y de las capas que conformar la estructura del pavimento, cuando éstas existan; en caso contrario, bastará solamente con la subrasante. Así mismo incluye la determinación de condiciones de trabajo y estado general del pavimento.

Se deberán efectuar apiques, referenciados a la nomenclatura urbana, por coordenadas del levantamiento topográfico, y por abscisas, indicando también, la cota de su inicio. La profundidad de las exploraciones deberán ser de 1.50 m o hasta que se encuentre la subrasante (de acuerdo con la estratigrafía presentada y con las condiciones geotécnicas del sitio), como mínimo de 80 x 80 cm para poder tener maniobrabilidad del personal y deberán estar espaciadas como máximo cada 75 metros por calzada existente y ser ejecutadas en forma alterna (tresbolillo) dentro de ella. No obstante lo anterior, en caso de que a la fecha de acta de inicio exista un Manual, Instructivo o Guía que reemplace, modifique o sustituya los lineamientos anteriores, el Consultor, deberá ceñirse a lo establecido en dichos documentos.

Se entiende por apique una excavación cuyas dimensiones permitan la identificación y caracterización de las capas de pavimento existente y la toma de muestras para la caracterización de la subrasante, aclarando además que luego de cualquier intervención efectuada durante las actividades de campo, se deberán restituir las condiciones originales con el fin de garantizar la movilidad y seguridad en las zonas intervenidas, sin ninguna clase de costo adicional para el IDU. Será responsabilidad exclusiva del consultor los daños causados a terceros en el evento de que se presente un accidente a un vehículo o peatón por causa de la ejecución de las exploraciones anteriormente descritas. Es indispensable además presentar dentro de los informes respectivos, un cuidadoso registro fotográfico de estos trabajos, en donde se evidencie el sector de toma de exploración y cada una de las capas identificadas en el apique.

Es importante aclarar, que cuando se efectúen mediciones de campo, éstos también deberán quedar debidamente referenciados como se indicó en el párrafo anterior.

Además, para la exploración geotécnica de pavimentos, se debe tener en cuenta la base de datos que maneja la Dirección Técnica Estratégica del IDU, con la finalidad de poder utilizar la información por CIV que ya tiene registrada la Entidad de la ciudad.

Para la investigación del subsuelo, deberá tenerse en cuenta la información desarrollada durante los estudios y diseños anteriores, si la hay, y siempre y cuando esta información corresponda a información primaria y haya sido tomada en el sitio del proyecto, de tal manera que se complemente la exploración geotécnica, más no se repita en los puntos en que se realizó la factibilidad.

Adicionalmente, dependiendo de su aplicabilidad según el tipo y extensión del proyecto, dentro de las actividades de campo se estima la medición de las deflexiones mediante Deflectómetros de impacto (FWD, HWD, LWD) o Viga Benkelman, preferiblemente, como parte de los trabajos de Diagnóstico de Pavimentos a los que se hace referencia en los presentes Pliegos de Condiciones. En este sentido, y precisamente como resultado de la inspección visual, análisis de información secundaria, inventario y el diagnóstico de los segmentos viales desde el punto de vista de pavimentos, se determinarán los ensayos de laboratorio pertinentes.

Se reitera que, de acuerdo con los resultados del reconocimiento visual del sitio de los trabajos y de la recopilación y análisis de información secundaria, el Consultor, deberá someter para

aprobación de la Interventoría y concepto de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU las cantidades de apiques o sondeos y ensayos requeridos para cumplir con el alcance definido para esta

En todo caso, debe determinarse el perfil estratigráfico y con base en él, establecer las capas y los ensayos requeridos para su adecuada caracterización mecánica. Sin perjuicio de las indicaciones mencionadas anteriormente, será de completa responsabilidad del Consultor definir el número mínimo de ensayos de campo y laboratorio que permitan llevar a cabo un estudio apropiado y confiable, y de acuerdo con las características particulares del proyecto. Como se indica en la etapa de estudios y diseños se realizarán los demás ensayos que complementen la caracterización geotécnica y de pavimentos requerida para un estudio completo. Es importante aclarar que el Consultor, deberá someter para aprobación de la Interventoría y concepto de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, el plan de investigación geotécnica para pavimentos, realizando además la correspondiente valoración económica para esta actividad, y teniendo en cuenta los requerimientos de calidad y el valor total disponible para la investigación del subsuelo para todas las obras del proyecto.

8.2.6.3.2 Resultados de ensayos de laboratorio

Todos los ensayos de laboratorio se consignarán en cuadros resúmenes, para cada una de las vías o tramos estudiados, ordenados en forma consecutiva de tal manera que permitan su clasificación de acuerdo con los Métodos AASHTO y USCS.

El Consultor deberá establecer el perfil de diseño, analizando la variación con la profundidad y por tramos homogéneos de sectorización geotécnica, la dispersión de los datos de cada una de las propiedades y parámetros obtenidos de la exploración y caracterización del subsuelo

8.2.6.3.3 Perfiles estratigráficos

Con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos USCS y el criterio de la AASHTO, se condensarán en perfiles estratigráficos los resultados de la caracterización física y mecánica obtenidos por apiques debidamente referenciados con la correspondiente localización dentro del proyecto e indicando claramente la delimitación de cada estrato con sus respectivas cotas. Así mismo, deberán presentar en una tabla, los resultados de la caracterización producto de los ensayos realizados a cada una de las muestras tomadas en campo y su respectivo análisis de resultados.

8.2.6.3.4 Caracterización de la subrasante

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos con respecto a la profundidad, se deberá presentar la definición de secciones de comportamiento homogéneo e identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deben ser analizadas de manera independiente en cada caso particular.

El módulo de la subrasante característico adoptado para el diseño, podrá ser obtenido en función de las características de resistencia mecánica del suelo (relación de soporte de California, CBR).

El Consultor debe de forma coordinada con el Especialista del área hidráulica determinar los parámetros geotécnicos para diseño del drenaje subsuperficial (subdrenes), que permita mantener un adecuado comportamiento estructural de las capas del pavimento y su subrasante

durante la vida útil del proyecto.

8.2.6.4 GCR y RCD

Adicionalmente, el consultor deberá proponer el mecanismo que le permitirá implementar la utilización del GCR y RCD en todo el proyecto, con base en las resoluciones vigentes. Para tales efectos, al definir el tipo de estructura de pavimento a implementar, se deberán considerar los materiales provenientes de los RCD, ya sea in-situ, o en otros frentes de obra o contratos IDU. El Consultor deberá analizar las condiciones de calidad de los RCD, proponer las técnicas de estabilización física o química necesarias para adaptarlos a las especificaciones de construcción vigentes y definir el mejor uso posible de los materiales existentes, bien sea como capas estructurales, rellenos para reconformación de la subrasante o mejoramiento de ésta.

8.2.6.5 Variable Tránsito

Se deberá adjuntar el cálculo del Número de Ejes Simples Equivalentes – NESE, para el caso de pavimentos flexibles, o el número de repeticiones esperadas de carga, para el caso de pavimentos rígidos, cálculo que deberá obedecer a los resultados de la estimación del TPD para pavimentos desde el componente de tránsito, previo concepto de recibo de este último por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

Se precisa, que dicho documento deberá estar soportado en el estudio de tránsito que aprueba la Secretaría Distrital de Movilidad - SDM, razón por la cual se deberá adjuntar el oficio de aprobación correspondiente. De igual forma, se deberá adjuntar como soporte los oficios de respuesta de las consultas realizadas a Transmilenio S.A. en relación con el paso de rutas alimentadores y de SITP, pasos, frecuencias y localización de paraderos proyectados.

Se deberá presentar la justificación de los factores de daño o equivalencia de carga adoptados, para efectos del cálculo del número de ejes equivalentes basados en las metodologías existentes, así como en el criterio propio y experiencia del diseñador. En todo caso, los escenarios de carga utilizados para el dimensionamiento de pavimentos o flexibles deben ser coincidentes. En tal sentido, se deberá considerar dentro del análisis que se realice, el contenido del documento "EFECTO DEL TRÁNSITO EN LAS ESTRUCTURAS DEL PAVIMENTO" en el cual se presentan los factores daño calculados para la ciudad de Bogotá con base en mediciones de los espectros de carga de los vehículos pesados que transitan por vías arteriales de la ciudad de Bogotá, en el marco del Contrato Interadministrativo 020 de 2008 y el Contrato 061 de 2011, documento que se encuentra disponible en el link: https://www.idu.gov.co/sistema-de-infraestructura-vial-y-espacio-publico/innovacion/portafolio-de-productos

8.2.6.6 Consideraciones generales de diseño

Con base en la información obtenida de la investigación geotécnica y de materiales para pavimentos y espacio público asociado, la documentación técnica que soporta el presente proyecto, la magnitud y composición del tráfico resultante de los estudios de tránsito aprobados por la SDM para este proyecto, los resultados de la evaluación y diagnóstico de los segmentos viales, en donde se debe determinar cuál es la capacidad estructural y de soporte actual de la estructura de pavimento existente, así como también de la subrasante y demás capas que la integran; y a partir de la estructura de pavimento definida en la etapa de factibilidad, se deberá dimensionar y diseñar en detal e la estructura de pavimento que se implementará en etapa de obra. No obstante lo anterior, y en caso de considerarse procedente, el Consultor podrá

optimizar la alternativa de diseño ya definida, siempre y cuando demuestre técnica y económicamente las ventajas del cambio planteado para el IDU.

Adicionalmente, se deberá acoger la normativa existente en el IDU, en lo referente a la utilización de nuevas tecnologías y/o materiales reciclados en cada una de las alternativas que propongan, para lo cual, deberá cumplir lo establecido en el documento "CONDICIONES TECNICO-AMBIENTALES ESPECIALES" Versión: 2, o aquel que lo modifique o sustituya y que se encuentre vigente durante la ejecución de la etapa de estudios y diseños, actualizado por el IDU.

El diseño definitivo, deberá considerar la zonificación geotécnica establecida y esquemas. En todo caso, el Consultor deberá asegurarse de que con sus diseños se permita la implementación de la Resolución No. 1115 de 2012 para el "Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)"; Resolución 932 de 2015 por la cual se "Modifica y Adiciona la Resolución 1115 de 2012; Decreto 586 de 2015 por medio del cual se "Adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y demolición – RCD" el Decreto 442 de 2015 "Por medio del cual se cree el Programa de Aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital", y el Decreto 265 de 2016 "Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones" para el Grano de Caucho Reciclado, o aquella normatividad ambiental que se encuentre vigente durante la ejecución de la etapa de estudios y diseños.

El Consultor debe hacer uso de mezclas asfálticas mejoradas con grano de caucho reciclado de llantas usadas, de acuerdo con el Decreto 265 de 2016 en la totalidad de metros cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares. Para el caso en el que el diseño prevea varias capas asfálticas, al menos una de ellas deberá contener materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas con las especificaciones técnicas que determine el IDU.

Para efectos de optimizar los diseños, desde el punto de vista económico, estructural así como de espesores, el Consultor deberá evaluar la posibilidad de mejorar los diseños iniciales considerando para el efecto la posibilidad emplear dentro de sus diseños cualquiera de las tecnologías de materiales para pavimentos que hayan sido acogidas dentro de las especificaciones IDU, y que se encuentre vigente y publicada en la página IDU.

Para el diseño de estas alternativas se deberán tener en cuenta todas las consideraciones ambientales que puedan afectar la durabilidad de las obras, tales como climatología, precipitación, ubicación del nivel freático, obras de drenaje y de sub drenaje.

Para las Especificaciones que no se encuentren explícitas en este documento se deberá seguir lo estipulado en el documento "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES CONSTRUCCIÓN EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C. ESPECIFICACIONES – IDU ET 2011 V3." o las que se encuentren vigentes.

Para pavimentos en concreto asfáltico o hidráulico diseñados con tráficos T4-T5, se deberá proyectar desde la etapa de estudios y diseños, el tramo de experimentación o tramo de prueba en donde se definan los criterios de aceptación de materiales y procedimiento constructivo a implementarse.

Las vías que se vean afectadas por el plan de manejo de desvíos (tránsito desviado y generado

por transporte de escombros y material de construcción), deben ser analizadas de manera particular en el capítulo de pavimentos por medio de un diagnóstico y evaluación deflectométrica para asegurar que al final de la etapa de construcción de corredor estudiado, presenten igual o mejor condición funcional y estructural que el presentado inicialmente.

A continuación se presentan los criterios generales establecidos para la elaboración del diseño de pavimento, sin que con esto se exima al Consultor de elaborar un estudio apropiado y confiable y acorde con las necesidades del proyecto.

8.2.6.6.1 Pavimento rígido

Ítem	Consideración de Diseño
Concepto	Capa de rodadura en losa de concreto sobre estructura nueva o estructura existente mejorada mediante técnicas convencionales o especiales.
Método de diseño	Método contractual para pavimento rígido PCA 1984. Se deberá efectuar un análisis mecanicista de las respuestas críticas (esfuerzos, deformaciones, deflexiones) del pavimento y relacionarlas mediante el uso de modelos empíricos (se sugiere las leyes formuladas por PCA, 1984) con las repeticiones admisibles. La relación entre las repeticiones de diseño y las admisibles, deberá ser inferior a uno (1).
Elementos de diseño	☑ Periodo de diseño: 20 años ☑ Consumo de fatiga máximo: 100% ☑ Consumo máximo de erosión: 100%
	Factor de seguridad de carga (FSC) 1.2 para Calzada Transmilenio; 1.0 para calzadas mixtas, teniendo en cuenta que estas últimas suelen ser diseñadas para las cargas máximas legales (Mintransporte, Resolución 4100 de 2004). Factor de seguridad por repeticiones de carga (FSRC): 1.1
	Módulo de rotura del concreto (MR): Se debe definir con base en lo establecido en la Sección 600 de las especificaciones IDU-ET-2011 V.3.0 o el que se encuentre vigente.
Distribución de cargas por eje	La relación largo/ancho de las losas deberá obedecer a los criterios ya definidos en los métodos de diseño, incluyendo la verificación por alabeo. El Consultor deberá seleccionar la Distribución de cargas por eje de los vehículos, según las características de tránsito urbano obtenidas por medio de los estudios de tránsito aprobados por la SDM. Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.
TPD de diseño	Por medio de los Estudios de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicios descritos en el Capítulo 6 de los presentes Pliegos de Condiciones. Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.
Factores de crecimiento de tránsito	De acuerdo con el Estudio de Tránsito elaborado por el Consultor previsto en el Capítulo de tránsito de los presentes Pliegos de Condiciones Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.
Especificaciones de Referencia	Especificaciones Técnicas de materiales y construcción para proyectos en infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C., - Especificaciones "IDU ET–2011 V.3.0 las que se encuentren vigentes".

Sumado a lo anterior, las consideraciones que se presentan a continuación aplican indistintamente para las calzadas TransMilenio (si aplica) y Mixtas:

- ☑ La modulación de las losas con relaciones de esbeltez mayor a 1.25 o aquellas con interferencia de pozos, alcantarillados o cajas de servicios públicos deberán aparecer en un capítulo independiente dentro de las Memorias de Cálculo donde se especifiquen las consideraciones de diseño y los detalles constructivos (planos y esquemas)

- ☑ Losas de concreto en zonas de intersecciones viales a nivel o bajo consideraciones especiales (zonas de estaciones y parqueos), deberán diseñarse teniendo en cuenta la variable tránsito (diferente al resto del corredor vial) y detalles particulares de juntas (construcción, contracción y de expansión, entre otras).

- ☑ Las juntas deberán diseñarse tomando en consideración la modulación de las losas, las características del concreto a emplear y las condiciones ambientales específicas del área del proyecto.

- ☑ Se realizará el diseño de las barras de amarre y de transferencia para los pavimentos rígidos de manera que garanticen un adecuado desempeño estructural.

- ☑ Consideraciones especiales sobre el efecto liga de las diferentes capas que componen la estructura de pavimento deben ser analizadas y detallar cómo se logra el efecto durante los diferentes procesos constructivos.

- ☑ El diseño de la modulación de las losas debe estar en total acuerdo con los análisis de esfuerzos y deformaciones causados por gradientes térmicos en cuanto a fenómenos de alabeo. Se deberá presentar un capítulo especial con el análisis de alabeo de las losas en función de la separación de las juntas y la modulación de las losas.

- ☑ En el caso de efectuarse el diseño con efecto berma, el Consultor debe garantizar el mecanismo. Estos mecanismos deberán estar soportados de forma técnica, mediante modelos de transferencia y disipación de esfuerzos en el borde de las losas.

- ☑ Adicional a los espesores de las diferentes capas que componen la estructura de pavimento, el Especialista en Pavimentos, en coordinación con el Especialista Hidráulico, debe presentar los diseños de drenajes subsuperficiales y superficiales que permitan mantener un adecuado comportamiento estructural y funcional del corredor vial durante la vida útil del proyecto, de tal manera que la estructura de pavimento tenga un comportamiento adecuado frente a procesos de erosión de los materiales ubicados bajo la losa.

- ☑ La proyección de mezclas asfálticas bajo la losa de concreto hidráulico, no deberán ser consideradas como efecto estructural, y que afecte directamente el espesor de la misma, estas deberán ser tenidas en cuenta como capa de nivelación y anti-erosión.

- ☑ El pavimento proyectado en concreto hidráulico deberá ser recibido bajo los parámetros de recibo establecidos en las especificaciones de construcción vigentes para Bogotá.

8.2.6.6.2 Pavimento flexible

Ítem	Consideración de Diseño

Ítem	Consideración de Diseño
Concepto	Capa de rodadura en mezclas asfálticas que cumplan con la normativa del IDU incluyendo la utilización de nuevas tecnologías
Métodos de diseño	Los módulos de las capas estructurales utilizados para el diseño, deberán estar soportados en ensayos dinámicos de laboratorio (módulo resiliente o dinámico) o, en el caso de capas intermedias ligadas o no ligadas, ser el resultado de correlaciones en función de las características de resistencia mecánica (relación de soporte de California, resistencia a la compresión simple y/o a resistencia a la tracción indirecta, en concordancia con los requisitos mínimos de las IDU ET vigentes). Se efectuará un dimensionamiento previo de las capas aplicando el método empírico (Guía AASHTO 1993, Parte II, Figura 3.2), garantizando que el espesor de cada capa sea igual que el requerido sobre el módulo de la subyacente y que el número estructural total sea mayor que el requerido sobre la subrasante. Los coeficientes de aporte estructural deberán ser obtenidos con la utilización de las Figuras 2.5 a 2.9, Parte II de la Guía AASHTO 1993, en función del módulo adoptado para cada material. Consultor e interventor deberán concertar la metodología para obtención del coeficiente de aporte de las mezclas asfálticas, cuyo módulo en Bogotá supera los 3,000 MPa de la Figura II-2.5 de dicho método. Para tal fin, deben ser consultados los documentos Report 09 03 (NCAT, 2009) y Pavement analysis (Ullidtz, Per. 1987). En ausencia de modelos constitutivos (según norma INV E-156 13) el módulo de los materiales de base y subbase deberá ser calculado en función de su espesor y del módulo de la capa subyacente, no exclusivamente en función del CBR mínimo de especificación. Los espesores y módulos resultantes del dimensionamiento previo deberán ser evaluados bajo la teoría lineal elástica para determinar las respuestas críticas (esfuerzos, deformaciones, deflexiones) y relacionarlas mediante el uso de modelos empíricos (funciones de transferencia) con las reacciones admisibles; dicho análisis mecanicista deberá efectuarse en función de repeticiones, no de deformaciones. La estructura propuesta deberá garantizar que la relación entre las repeticiones de diseño y las admisibles sea menor que 1.0 y mayor que 0.85, dependiendo del criterio de desempeño que gobierne el diseño. Los espesores de las capas intermedias (ligadas o no ligadas) deberán ser redondeados al múltiplo superior de 0.05 m sin ello implicar que se incurra en sobredimensionamientos, ya que su efecto, al influir sobre el módulo, puede ser compensado en las capas asfálticas.
Elementos de diseño	Período de diseño: 10 años. Para poder comparar económicamente la estructura flexible contra la estructura en rígido, es necesario que el Consultor valore y cuantifique de manera aproximada las actividades de mantenimiento necesarias para poder extender el ciclo de vida del pavimento flexible hasta los 20 años. Tener en cuenta, los períodos para los diferentes tipos de actividades de mantenimiento y conservación, conforme a lo establecido en el Anexo Técnico de Diagnóstico para Conservación de Infraestructura Vial para Bogotá, o el documento que lo modifique o sustituya. Ejes Equivalentes: 8.2 toneladas Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.

Ítem	Consideración de Diseño
Distribución de cargas por eje	El Consultor deberá seleccionar la magnitud y configuración de las cargas de los vehículos según las características de tránsito urbano obtenidos por medio de los estudios de tránsito y debe ser puesto a consideración y concepto de viabilidad por parte del IDU. Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.
TPD de diseño	Por medio de los Estudios de Tránsito, Capacidad y Niveles de Servicios descritos en el capítulo de transito de los presentes Pliegos de Condiciones elaborados por el Consultor. Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.
Factores de crecimiento de tránsito	De acuerdo con el Estudio de Tránsito. Para la calzada Transmilenio, debe ser consultado a Transmilenio S.A.
Especificaciones de Referencia	Especificaciones Técnicas de materiales construcción para proyectos en infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C. - Especificaciones "IDU ET - 2011 V.3, o las que se encuentren vigentes".

A lo anterior, debe agregarse, en el caso de pavimentos asfálticos:

- ☑ El periodo de diseño será siempre de 10 años, sin embargo el Consultor deberá valorar y cuantificar de manera aproximada las actividades de mantenimiento necesarias para poder extender el ciclo de vida del pavimento flexible hasta los 20 años, con el propósito de poder comparar desde el punto de vista técnico, económico y funcional, el diseño de pavimento flexible contra el de pavimento rígido para recomendar la alternativa a implementar en la etapa de obra. Para ello, se deberán programar las actividades de mantenimiento y conservación, atendiendo los lineamientos establecidos en el Anexo Técnico de Diagnóstico para Conservación de Infraestructura Vial para Bogotá, o el documento que lo modifique o sustituya.

- ☑ Cuando el tránsito sea de nivel T4 o T5 será obligatoria la ejecución de ensayos de Módulo Resiliente a la capa de subrasante o apoyo de la estructura de pavimento. No obstante lo anterior, se deberá acoger en lo referente a la caracterización de la subrasante, lo establecido en las Especificaciones IDU ET 2011 V.3 o las que se encuentren vigentes.

8.2.6.7 Análisis de canteras

El Consultor deberá garantizar que los parámetros mecánicos de cada uno de los materiales empleados en el diseño de pavimentos, cumplan con lo establecido en las Especificaciones Técnicas IDU-ET-2011 V3.0 o vigente, para la modelación de la estructura de pavimento y puedan ser suministrados por los proveedores adscritos en la base de datos vigente en la página web del IDU, para lo cual, deberá realizarse el correspondiente análisis de fuentes de suministro de materiales y mezclas asfálticas o hidráulicas (dependiendo de la tipología de pavimento proyectado), con las cuales se pretende cumplir con el diseño recomendado.

En tal sentido, el Consultor, deberá presentar las posibles fuentes de suministro de materiales y mezclas para el proyecto, de tal manera que para la etapa de construcción, se tenga definida la planta de agregados, planta de asfalto y planta de concreto hidráulico, que le permita cumplir con las Especificaciones IDU-ET-2011 V.3.0, secciones 300, 400, 500 y 600. Adicionalmente se deberán realizar las respectivas verificaciones respecto al cumplimiento de la normativa ambiental (licencias y permisos de la Autoridad Ambiental) y realizar el análisis económico, que

evalúe aspectos como distancias al sitio de la obra, precios unitarios, entre otras, para la selección del proveedor más adecuado.

El Consultor deberá efectuar un análisis de las fuentes de materiales disponibles en la zona, que permitan evidenciar la posibilidad de asegurar el suministro de los materiales propuestos en el diseño definitivo, de manera tal que se verifique que sus propiedades y características corresponden a los criterios de diseño. Para ello, es importante definir la planta de agregados con sus respectivas caracterizaciones, planta de asfalto (con la respectiva caracterización de los agregados que conformaran las mezclas asfálticas, características del bitumen, leyes de fatiga), planta de concreto hidráulico (caracterización por separado de los agregados que forman parte de la mezcla en concreto hidráulico, así como de las mezclas en concreto hidráulico) y todos los demás requisitos que contemplan las especificaciones IDU-ET-2011 V.3.0 o aquellas que se encuentren vigentes a la ejecución de los estudios y diseños.

8.2.6.8 Descripción, análisis y selección de alternativas

El Consultor deberá presentar una descripción detallada de las actividades desarrolladas en la etapa de factibilidad, relacionadas con el planteamiento y evaluación de alternativas de diseño de estructuras de pavimento y espacio público asociado, y la justificación de la selección de la alternativa que finalmente se diseñó en la etapa de estudios y diseños. Para los efectos, deberá presentar los criterios de evaluación, calificaciones obtenidas, así como también las ventajas y desventajas, de cada una de las alternativas evaluadas.

8.2.6.9 Espacio público

Además deberán determinarse las condiciones de carga particulares o condiciones especiales del proyecto que requieran diseños y recomendaciones geotécnicas adicionales como accesos a predios residenciales o comerciales, pompeyanos, ciclorutas, etc.

Para las actividades de espacio público asociado, en donde se lleven acciones de MEJORAMIENTO, no es necesario realizar exploración geotécnica. Los materiales empleados para espacio público asociado, deberán cumplir con los parámetros indicados en las Especificaciones IDU-ET-2011 vigentes.

8.2.6.10 Cantidades de Obra

Con el propósito de determinar el costo preliminar asociado a la implementación de las obras propuestas en cada una de las alternativas analizadas en la etapa de factibilidad para este proyecto, el Consultor deberá presentar los respectivos cuadros de estimación de cantidades de obra, los cuales deben estar soportados en las memorias de cálculo correspondientes.

8.2.6.11 Conclusiones y Recomendaciones

El consultor deberá presentar de manera breve, los resultados de la etapa de diseño, así como la definición de las alternativas finalmente seleccionadas, con las justificaciones a que hubiere lugar.

Así mismo, deberá efectuar las recomendaciones en cuanto a aspectos relevantes a considerar en la etapa de construcción.

Con base en los resultados de la investigación geotécnica realizada para el diseño de

pavimentos, el Consultor deberá identificar y diagnosticar posibles condiciones especiales del subsuelo como suelos colapsables, expansivos, fisurados o dispersivos, así como los posibles efectos de la vegetación que puedan afectar las estructuras de espacio público asociado a las vías.

Adicionalmente, deberá presentar el plan de ensayos para diseño de mezclas, control de calidad de materiales y/o sobre el producto terminado, en concordancia con los artículos de la Especificación IDU E.T. vigente que corresponden a las actividades de obra relacionadas con la alternativa de pavimento recomendada.

8.2.7 PARTICULARIDADES Y LINEAMIENTOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO

En el caso de los estudios y ensayos debe considerarse que la intervención corresponde a una construcción nueva, de modo que, es posible aludir la etapa de diagnóstico. En su lugar, es necesario un estudio geotécnico enfocado a conocer las características de la subrasante y los espesores y características de los materiales existentes para establecer la posibilidad de reutilización de estos últimos.

En concordancia con las políticas ambientales del Distrito Capital, el Consultor deberá analizar las condiciones de calidad de los RCD, proponer las técnicas de estabilización física o química necesarias para adaptarlos a las especificaciones de construcción vigentes y definir el mejor uso posible de los materiales existentes, bien sea como capas estructurales, rellenos para reconformación de la subrasante o mejoramiento de ésta.

También sobre la utilización de RCD en la construcción de las obras, se requiere prever la adecuación de áreas aledañas al proyecto para el acopio temporal de las excavaciones para su posterior reciclaje o reutilización. En caso contrario, de no ser posible el acopio temporal, los presupuestos de obra deben considerar la influencia del transporte de los materiales del sitio para su estabilización química o mecánica en planta.

8.2.8 ENTREGABLES

El Consultor deberá entregar al inicio del contrato un cronograma de entrega de productos, dentro del plazo del contrato, teniendo en cuenta como mínimo los siguientes entregables para el componente de pavimentos, los cuales deberán contar con la respectiva aprobación de la Interventoría y concepto de recibo del IDU:

PRODUCTO (Informe, planos y medio magnético)
ETAPA DE INVESTIGACIÓN Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN
Cronograma. Informe que contenga: a) el resultado de la investigación y recopilación de información; b) el plan de exploración y ensayos propuesto, aprobado con base en la información recopilada y; c) detalle de la metodología de diseño propuesta (criterios y parámetros de diseño a utilizar). La metodología debe incluir los criterios de diseño (confiabilidad, características de resistencia de los materiales; funciones de transferencia, etc.; ver numerales 8.2.5.7.1 y 8.2.5.7.2) y debe contar con la no objeción del IDU con anticipación a la elaboración de los diseños.
ETAPA DE FACTIBILIDAD
En un único documento se incluirá: **Plan de exploración del subsuelo para pavimentos y espacio público asociado.** Planos de localización e implantación del proyecto, planteamiento de alternativas de solución, ubicación de apiques y barrenos (nuevos y

PRODUCTO (Informe, planos y medio magnético)
materiales) protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras, balance financiero del programa de exploración geotécnica y de ensayos de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, relación de personal de campo avalado por componente SST.
Plan de inventario y prediagnóstico de la infraestructura existente: Descripción de actividades para realizar la inspección visual y levantamiento del estado funcional del pavimento y espacio público, planos de vías principales objeto de inventario y pre-diagnóstico, equipos a utilizar, certificados de calibración de equipos, cronograma detallado de trabajos de campo y procesamiento de información, relación de personal de campo avalado por componente SST.
Informe de avance: Localización del proyecto, resultados del inventario y pre diagnóstico de la infraestructura existente, resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio nuevos y existentes, perfiles estratigráficos, definición de parámetros de diseño geotécnico para pavimentos y espacio público asociado, definición de criterios y umbrales de evaluación para selección de alternativa óptima de diseño.
Diseño preliminar de pavimento y espacio público asociado: Consolidación del informe de avance ajustado de acuerdo con las observaciones previas, estimación de cantidades de obra, riesgos previsibles, conclusiones y recomendaciones, volúmenes vehiculares, proyecciones de tránsito, cálculo de número de ejes equivalentes, pre-dimensionamiento y modelación de alternativas de diseño de pavimentos y espacio público, análisis comparativo técnico y económico de alternativas, definición de alternativa óptima para diseño.
ETAPA DE ESTUDIOS Y DISEÑOS
En un único documento, se incluirá:
Plan de exploración del subsuelo para pavimentos y espacio público asociado: Planos de ubicación de apiques y barrenos (nuevos y existentes), protocolo del laboratorio para toma, transporte, conservación y ensayo de muestras, balance financiero del programa de exploración geotécnica y de ensayos de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, relación de personal de campo avalado por componente SST, copia del PMT específico aprobado por la SDM.
Plan de inventario y diagnóstico de la infraestructura existente. Descripción de actividades que se llevarán a cabo para realizar el levantamiento de la información, planos de vías objeto de inventario y diagnóstico (principales y complementarias y de desvío), equipos a utilizar, certificados de calibración de equipos, cronograma detallado de trabajos de campo y procesamiento de información, relación de personal de campo avalado por componente SST, copia del PMT específico aprobado por la SDM. De acuerdo con el ANEXO TÉCNICO DE DIAGNÓSTICO DE CONSERVACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Versión 8.0, o el que se encuentre vigente.
Informe de avance 1: Localización y descripción del alcance del proyecto, marco teórico de las metodologías de diseño a emplear, resultados del inventario y diagnóstico de la infraestructura existente, resultados de exploración y ensayos de laboratorio, registros fotográficos, cuadro consolidado de ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos, definición de parámetros de diseño geotécnico para pavimentos y espacio público asociado.
Informe de avance 2: Volúmenes vehiculares, proyecciones de tránsito, cálculo del número de ejes equivalentes, dimensionamiento y modulación de la alternativa de diseño de pavimentos y espacio público ya definida (tanto para vías principales, como secundarias y de desvíos).
Estudios y diseños de pavimentos y espacio público asociado definitivos: Consolidación de informe de investigación y recopilación de información e informes de avance 1 y 2 ajustados de acuerdo con las observaciones previas, diseño de las estructuras de pavimento y espacio público asociado para la alternativa definitiva, diseño de ciclovías, rampas de acceso a predios, pompeyanas, consideraciones de manejo de drenaje, memorias de cálculo, planos, especificaciones generales y particulares, procesos constructivos, cantidades de obra y análisis de canteras.
Plan de ensayos para diseño de mezclas, control de calidad de materiales y/o sobre el producto terminado, en concordancia con los artículos de la Especificación IDU ET vigente que corresponden a las actividades de obra relacionadas con la alternativa de pavimento recomendada.
Recomendaciones de actividades de mantenimiento necesarias para cumplir con la vida útil contemplada en el diseño.

Notas:

1. El presente cronograma de entrega de productos no podrá ser modificado sin el concepto previo de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.
2. Los productos parciales relacionados en la tabla anterior, deberán ser remitidos para concepto de recibo de productos por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, una vez los mismos cuenten con aprobación de la interventoría, conforme al cronograma antes mencionado.
3. Los diseños de pavimentos deben contar con concepto de recibo de producto por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU, previa aprobación de la interventoría, como requisito indispensable para el inicio de las obras (en caso que aplique).
4. Para el pago de los análisis de precios unitarios correspondientes a las exploraciones geotécnicas y ensayos de laboratorio, se deberá presentar un informe que contenga cuadro resumen de cantidades ejecutadas y precios contractuales, reporte de los trabajos de campo realizados, reportes de ensayos de laboratorio firmados por el laboratorista y jefe de laboratorio, certificados de calibración de equipos de laboratorio, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras de campo y registro fotográfico y comunicación de concepto de conformidad del Plan de Exploración del Subsuelo por parte de la Dirección Técnica de Proyectos del IDU.

CONTENIDO BASICO DEL INFORME FINAL

A continuación se presenta el contenido mínimo recomendado del Informe Final:

1. Alcance del proyecto y de los componentes
2. Inventario y diagnóstico de la infraestructura existente
3. Resumen de la etapa de recopilación y análisis de información secundaria
4. Caracterización de la localización del proyecto.
5. Plan de exploración geotécnica (plano de localización de apiques y sondeos, discriminando espacio público y pavimentos, incluir abscisado del proyecto, límite de intervención y georreferenciación)
6. Plan de inventario y diagnóstico vial (plano de vías objeto de inventario y diagnóstico, equipos utilizados, certificados de calibración de equipos)
7. Resultados de ensayos consolidados (incluyo los reportes de campo, protocolo de manejo, transporte, ensayo y conservación de muestras, certificados de calibración de equipos, reportes de ensayos firmados por laboratorista e ingeniero de laboratorio, registro fotográfico de muestras y trabajos de campo).
8. Resultados del inventario y diagnóstico vial (incluye procesamiento de información, análisis de información, cálculos y retrocálculos, recomendaciones).
9. Procesamiento de ensayos de laboratorio (tablas consolidadas de resultados, análisis de variabilidad de cada una de las propiedades físicas y mecánicas con respecto a la profundidad, seccionalizaciones, planos en planta, perfil de perfiles estratigráficos consolidando información de laboratorio e implantación de la infraestructura proyectada).
10. Definición de perfil geotécnico de diseño y parámetros de diseño.
11. Cálculo de repeticiones acumuladas por eje y de eje de referencia.
12. Marco teórico de las metodologías y criterios de diseño a emplear
13. Memorias de cálculo, modulaciones y verificaciones de los diseños.
14. Análisis comparativo técnico y económico de alternativas (en caso que aplique)
15. Planos de modulación de losas de concreto hidráulico, y demás detalles de índole constructivo.
16. Cuadro de cantidades de obra y memorias de cálculo discriminadas por componentes (espacio público, pavimentos, plan de manejo de tráfico y redes).
17. Análisis de canteras
18. Especificaciones generales y particulares de construcción
19. Plan de contingencias y análisis de riesgos
20. Riesgos previsibles
21. Recomendaciones y Conclusiones
22. Informe final con sus respectivos anexos en medio magnético (*.xlsx, *.docx, *.dwg, anudos de memorias de cálculo y memorias)
23. Plan de ensayos para diseño de mezclas, control de calidad de materiales y sobre el producto terminado

Ing. **Didier Alexis Bellon**
Especialista en Pavimentos
Dirección Técnica de Proyectos
Instituto de Desarrollo Urbano