



INSTITUTO DE
DESARROLLO URBANO



LICITACIÓN PÚBLICA

EJECUTAR A PRECIOS UNITARIOS LAS OBRAS Y ACTIVIDADES NECESARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPACIO PÚBLICO Y LA CICLOINFRAESTRUCTURA EN BOGOTÁ D.C. GRUPO 1, GRUPO 2, GRUPO 3, GRUPO 4, GRUPO 5, GRUPO 6.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN PROGRAMADA DE LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.

BOGOTÁ D. C., 2025

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	DOCUMENTOS TÉCNICOS O NORMAS DE REFERENCIA	1
3	CRITERIOS TÉCNICO-AMBIENTALES	2
4	PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO PARA EXPLORACIONES Y ENSAYOS	2
5	CALIBRACIÓN Y PATRONAMIENTO DE EQUIPOS	2
6	ANÁLISIS INTERDISCIPLINARIOS PREVIOS.....	2
7.	DEFINICIÓN DE LA INTERVENCIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL ESPACIO PÚBLICO (PARA EL USO DE PEATONES Y BICIUSUARIOS).....	3
7.1	INVESTIGACIÓN, RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE 4	
7.1.1	INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	4
7.1.2	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS Y ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO 10	
7.1.3	SECTORES HOMOGÉNEOS DE DISEÑO	13
7.1.4	LINEAMIENTOS GENERALES PARA DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ESPACIO PÚBLICO (PARA EL USO DE PEATONES Y BICIUSUARIOS)	13
8.	DEFINICIÓN DE LA INTERVENCIÓN PARA ESTRUCTURAS DE CICLORRUTA SOBRE.....	15
	CALZADA (CARRIL EXCLUSIVO Y CARRIL COMPARTIDO).....	15
8.1	ANÁLISIS DE LAS CARGAS DEL TRÁNSITO	15
8.1.1	TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO.....	15
8.1.2	CONFIGURACIÓN VEHICULAR.....	15
8.1.3	FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJE Y VEHÍCULO	16
8.1.4	COEFICIENTES DE AGRESIVIDAD POR EJE Y VEHÍCULO	17
8.1.5	INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA BUSES Y CAMIONES PEQUEÑOS...	17
8.2	CONFIABILIDAD Y PERIODOS DE DISEÑO.....	18
8.2.1	CONFIABILIDAD	18
8.2.2	PERIODO DE ANÁLISIS PARA DIAGNÓSTICO.....	18
8.2.3	PERIODO DE ANÁLISIS PARA REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN	18
8.3	DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES	19
8.3.1	CONDICIÓN SUPERFICIAL.....	19
8.3.2	CONDICIÓN ESTRUCTURAL.....	20
8.3.3	CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO	25
8.3.4	ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN.....	26
8.3.5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES	29
8.4	DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.....	30
8.4.1	METODOLOGÍA DE MEDICIÓN	30

	8.4.2 CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO	30
	8.4.3 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN	30
	8.4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES	32
8.5	DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS EN AFIRMADO	33
	8.5.1 CONDICIÓN SUPERFICIAL.....	33
	8.5.2 CONDICIÓN DE SOPORTE.....	34
	8.5.3 CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO	35
	8.5.4 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN	36
	8.5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES	40
8.6	DISPOSICIONES PARTICULARES EN INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO	42
	8.6.1 PAVIMENTO FLEXIBLE.....	42
	8.6.2 PAVIMENTO RÍGIDO.....	42
8.7	DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	43
	8.7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO PARA ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN	43
	8.7.2 SECTORES HOMOGÉNEOS DE DISEÑO	44
	8.7.3 INFORMACIÓN CLIMÁTICA.....	44
	8.7.4 ANÁLISIS DE LAS CARGAS DEL TRÁNSITO	44
	8.7.5 MÓDULOS DE LAS CAPAS EXISTENTES.....	44
	8.7.6 CÁLCULO DE LA VIDA RESIDUAL	46
	8.7.7 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS para conservación	46
	8.7.8 SUBRASANTE	46
	8.7.9 RIGIDEZ DE LOS MATERIALES	48
	8.7.10 PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	51
8.8	DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS	53
	8.8.1 DISEÑO DE REHABILITACIÓN para conservación.	53
	8.8.2 DISEÑO DE RECONSTRUCCIÓN para conservación	54
9	RUTAS DE DESVÍO DEL TRÁNSITO.....	56
9.1	MALLA VIAL Y ESTRUCTURAS DE CICLORRUTA SOBRE CALZADA.....	56
9.2	INFRAESTRUCTURA DEL ESPACIO PÚBLICO (PARA EL USO DE PEATONES Y BICIUSUARIOS)	56
10	FUENTES Y PLANTAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES Y MEZCLAS DE MATERIALES	57
11	ENTREGABLES	57
12	REPORTE DE INFORMACIÓN.....	60

1 INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo establecer los lineamientos para realizar el diagnóstico de pavimentos y el diseño de su eventual intervención, así como las obligaciones específicas del contratista y de la interventoría en concordancia con las necesidades de conservación de la infraestructura existente y el desarrollo sostenible.

El Contratista, a través de sus diseños de la intervención, deberá lograr la integralidad y armonización con todos los proyectos que el Instituto se encuentre ejecutando, ya sea a nivel de factibilidad, estudios, 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.

2 DOCUMENTOS TÉCNICOS O NORMAS DE REFERENCIA

Los estudios indicados en el presente capítulo deberán estar orientados de conformidad con la normatividad relacionada a continuación:

- 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”.
- Decreto 265 de 2016 “Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 442 de 2015 y se adoptan otras disposiciones”.
- Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, *“Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones.”*
- Resolución 4100 de 2004 del Ministerio de Transporte, “Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional”.
- Decreto 507 de 2023 “Por el cual se adopta el modelo y los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición - RCD- en Bogotá D.C., y se dictan otras disposiciones”.
- Documento ET-IC-01 “Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C.” del Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.
- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Normas de Ensayo para Materiales de Carreteras (INVIAS, 2022), específicamente la normatividad para ejecución de ensayos de campo y laboratorio (INVIAS, 2013).
- Apéndice A “Especificaciones Técnicas Particulares de Materiales y Construcción”.
- Todos aquellos documentos relacionados en el Apéndice B *“Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción”* que sean aplicables.
- Apéndice F “Especificaciones del Plan de Manejo de Tránsito, Señalización y Desvíos”.
- Apéndice J *“Uso de Alternativas Innovadoras y Materiales Sostenibles”*.

Del mismo modo, los estudios indicados en el presente capítulo deberán ser elaborados de conformidad con los documentos técnicos relacionados enseguida:

- Guía GU-IC-06 “Entrega de productos en formato digital de proyectos realizados en la infraestructura de los sistemas de movilidad y espacio público”, que dispone el IDU en su versión

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

vigente.

- Manual de Espacio Público de Bogotá D.C., Actualización 2023

3 CRITERIOS TÉCNICO-AMBIENTALES

Los lineamientos establecidos para la ejecución de los programas de conservación en lo referente a los criterios técnico-ambientales se encuentran definidas en el Apéndice J “*Uso de Alternativas Innovadoras y Materiales Sostenibles*” y los demás documentos que hacen parte integral del contrato, así como los procedimientos establecidos por la Entidad.

4 PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO PARA EXPLORACIONES Y ENSAYOS

A fin de minimizar el impacto a la movilidad en la zona del proyecto para la ejecución de la exploración geotécnica y de los ensayos no destructivos para diagnóstico y diseño de la intervención, es necesario que el contratista elabore los planes de manejo de tránsito necesarios, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Apéndice F “Especificaciones del Plan de Manejo de Tránsito, Señalización y Desvíos”, los demás documentos que hacen parte integral del contrato y los procedimientos establecidos por la Entidad.

5 CALIBRACIÓN Y PATRONAMIENTO DE EQUIPOS

Según aplique, previo a la ejecución del diagnóstico se debe realizar la actividad de calibración y patronamiento de equipos conforme a lo dispuesto por la Guía GU-IC-13 “*Diagnóstico de Pavimentos de la Malla Vial Urbana y Rural de Bogotá D.C.*” que dispone el IDU en su versión vigente, con el acompañamiento de la Dirección Técnica de Inteligencia de Negocio e Innovación-DTINI del IDU.

El IDU definirá el lugar, día y la hora para el patronamiento de los equipos que intervendrán en el proyecto. Durante la ejecución del proyecto solamente se aceptará información proveniente de los equipos que asistieron a la actividad.

En caso de requerirse la inclusión de un equipo adicional que no participó en las actividades iniciales de calibración y patronamiento, el Contratista debe informar a la Interventoría para gestionar ante la Entidad la definición del lugar día y hora del desarrollo de esta actividad.

6 ANÁLISIS INTERDISCIPLINARIOS PREVIOS

Se debe realizar una visita para inspección visual a cada tramo que hace parte del alcance del contrato, previo a iniciar las actividades de diagnóstico. Como resultado de la visita se debe entregar un informe que contenga:

- Identificación de los tramos en los que se evidencien que los deterioros existentes pueden ser atribuibles al estado de las redes, fallas geológicas, puntos inestables y/o individuos arbóreos (potencial de cambio volumétrico de los suelos y la succión de la vegetación).
- Análisis de los alineamientos en planta y perfil del proyecto, a partir de los cuales debe definirse la posibilidad de aprovechamiento de la infraestructura existente.
- Descripción en detalle del alcance urbanístico de los proyectos y su relación con el componente de pavimentos.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

- Así mismo, debe presentarse un informe resultado de visitas de campo que incluya el registro fotográfico.

En caso de presentarse una situación como la descrita anteriormente, el contratista presentará el informe a la interventoría para definir la excepción de los tramos de ejecución de ensayos no destructivos para diagnóstico, y de esta forma dar traslado para que se inicien las actividades de diseño de las alternativas de intervención para la conservación de pavimentos. Dicho informe deberá contener los conceptos técnicos de los profesionales de las diferentes especialidades involucradas con el fin de que sea revisado y aprobado por la interventoría. Dicho informe deberá ser aprobado y enviado por la interventoría para conocimiento del IDU.

Para estos casos, el Contratista debe presentar al Interventor para su aprobación, y este a su vez al IDU para su recibo, la metodología de caracterización de materiales de la zona en caso que aplique, el diseño de las intervenciones necesarias, las actividades de conservación y sus respectivas especificaciones técnicas generales o particulares a aplicar según corresponda. Las soluciones propuestas deberán ser trabajadas entre los componentes involucrados.

Por último, el contratista debe considerar en el diseño de la intervención de la conservación que, en ningún caso, la profundidad de intervención o la protección de las redes será una variable para la selección de la alternativa de diseño de pavimentos o para la sobre dimensión de las capas estructurales. Con anticipación a la ejecución de la intervención de conservación, el contratista deberá realizar las reparaciones necesarias sobre las redes en caso de requerirse o cuando éstas afecten la estructura de pavimento, dando cumplimiento a los lineamientos técnicos contenidos en el capítulo respectivo y a los convenios interinstitucionales vigentes.

7. DEFINICIÓN DE LA INTERVENCIÓN PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL ESPACIO PÚBLICO (PARA EL USO DE PEATONES Y BICIUSUARIOS)

La etapa de diseños de la intervención, comprende las actividades de complementación e implementación del plan de exploración geotécnico y de ensayos de laboratorio, aprobado por la interventoría, de acuerdo con las especificaciones de construcción IDU aplicables y dando estricto cumplimiento a las consideraciones generales establecidas en el presente capítulo.

Para la etapa de diseños, el Contratista 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 infraestructura de espacio público asociada.

En forma general, la etapa de diseños de la intervención definitivos, estará enfocada a definir el tipo de intervención requerida (para el caso de rehabilitación y reconstrucción) 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 en caso de ser necesario, elaborar de manera detallada los diseños para la infraestructura de espacio público asociada.

Deberán determinarse las condiciones de carga o condiciones especiales del proyecto que requieran diseños y/o recomendaciones particulares (accesos a predios comerciales, pompeyanos, intersecciones, intercambiadores, orejas, conectantes, orejas manzana, paraderos de transporte público, etc.) y dimensionar las intervenciones necesarias.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

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 sumatoria de los volúmenes vehiculares y detalles particulares de juntas (construcción, contracción y de expansión, entre otras).

En el caso de construcción de infraestructura de espacio público nueva, que no tiene Código de Identificación Vial (CIV) o Código del elemento (PK_ID), deberá realizarse el trámite requerido para la creación e inclusión en el Servidor de Mapas del IDU del CIV y PK_ID.

7.1 INVESTIGACIÓN, RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Se debe tener en cuenta la información y anexos disponibles del Documento Técnico de Soporte - DTS denominado "PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE CICLOINFRAESTRUCTURA PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ – VIGENCIA 2025-2027", elaborado por la Dirección Técnica de Conservación de la Infraestructura – DTCl, del Instituto de Desarrollo Urbano.

La búsqueda, recopilación y análisis de información secundaria, deberá contemplar aspectos como: antecedentes de estudios de suelos, evaluaciones y diagnósticos de pavimentos, tránsito y en general todos aquellos aspectos que permitan tener un adecuado conocimiento del proyecto, con el propósito de optimizar en la medida de lo posible la exploración y ensayos a ejecutar.

El Contratista deberá revisar la información existente correspondiente a la investigación del subsuelo recopilada 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 o verificaciones que resulten necesarias, a efectos del planteamiento del plan de exploración geotécnico a ser ejecutado.

La información primaria incluye aquella específica del sitio, no solo del contrato en ejecución. Los estudios y diseños existentes deben ser utilizados y como máximo verificados

7.1.1 INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En caso que el Instituto entregue información relacionada con el diagnóstico del espacio público y red de ciclorrutas, el contratista deberá verificar dicha información mediante visitas de campo que incluyan el registro fotográfico y la descripción de los deterioros existentes. Dado que la intervención planteada por el proyecto consiste en mantenimiento de zonas de espacio público, no se programarán ensayos no destructivos (deflectómetro, georradar e índice de condición PCI). Así mismo, al no ser de utilidad para este proyecto en particular, su costo no será reconocido por la Entidad. En remplazo de los ensayos no destructivos, se ejecutará un estudio geotécnico enfocado a conocer los espesores y características de los materiales existentes para establecer la posibilidad de su reutilización.

El inventario y diagnóstico de la infraestructura del espacio público, deberá ser ejecutada mediante la inspección visual para obtener un inventario de fallas y de mobiliario urbano que permitan evaluar su estado ponderado y estrategia de conservación.

La Alcaldía Mayor de Bogotá, expidió el Decreto 555 del 29 de diciembre de 2021 "Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.", documento a partir del cual se definen la estructura de los sistemas de movilidad vehicular y peatonal de la ciudad

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

De conformidad con el Decreto, la ciudad se ordena en torno a cuatro Estructuras Territoriales, que establecen las pautas y orientan la actuación del suelo urbano y rural, con el fin cumplir los objetivos y estrategias planteadas en éste:

1. Estructura Ecológica Principal.
2. Estructura Integradora de los Patrimonios.
3. Estructura Funcional y del Cuidado.
4. Estructura Socioeconómica, Creativa y de Innovación.

Conforme con lo anterior, el espacio público se relaciona con todas las estructuras. Y hace parte de la Ecológica Principal y Funcional y del cuidado.

“Artículo 92. Sistema de Movilidad. Es el conjunto de bienes, infraestructuras, redes y mecanismos tecnológicos que dan soporte territorial a la libre circulación de los habitantes, la prestación efectiva de los servicios de transporte público, y al desplazamiento de mercancías. Se debe desarrollar y consolidar a partir de criterios de sostenibilidad, calidad, eficiencia y seguridad vial y humana, equidad, inclusión y accesibilidad universal en el Distrito Capital, y dar prioridad de circulación a los modos de transporte limpios y sostenibles.

El sistema de movilidad se organiza a partir de los siguientes componentes:

1. **Espacio Público para la Movilidad.** Es el conjunto de vías que permiten la conectividad física y digital de cada uno de los modos de transporte que circulan por el área urbana y rural del Distrito Capital. Está conformado por las calles y los corredores por donde se desplazan peatones, ciclistas, vehículos particulares, transporte público de pasajeros urbano, rural y regional, y la carga. En el espacio público para la movilidad tienen prelación la circulación peatonal, las personas con discapacidad, los ciclistas y usuarios de transporte de micromovilidad. Las intervenciones que se realicen deben embellecer el entorno, mejorar la calidad del paisaje y generar sentido de pertenencia.

Está conformado por: 1) red de infraestructura peatonal, 2) la red de cicloinfraestructura y 3) la red vial, que incluye la malla arterial de integración regional, arterial, intermedia, local y las vías rurales.

(...)”

(...) Sistema de espacio público peatonal y para el encuentro.

Constituido por áreas destinadas al uso, goce y disfrute colectivo localizados en suelo urbano y rural, cuyo propósito es el recorrido, esparcimiento, inclusión, encuentro social, recreación, deporte, cultura, contemplación y contacto con la naturaleza.

Está compuesto por franjas de circulación peatonal, franjas de paisajismo y calidad urbana, parques, plazas, plazoletas, zonas verdes, espacios públicos de encuentro rural, espacios privados afectos al uso público y elementos complementarios como la señalización(...).

De igual manera se define la red de cicloinfraestructura de la siguiente manera:

Artículo 151. Red de cicloinfraestructura. Está conformada por las franjas de cicloinfraestructura por donde circulan bicicletas, patinetas o vehículos de micromovilidad y las áreas de servicios complementarios a estos vehículos. En esta red está prohibida la circulación

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

de motocicletas y vehículos automotores. La infraestructura de soporte de esta red se rige bajo el Decreto Único Reglamentario 1079 de 2015, Código Nacional de Tránsito, Resolución 160 de 2017 y 3258 de 2018 o las normas que los adicionen, modifiquen o sustituyan.

Y se determinan los lineamientos para el desarrollo y conservación de la infraestructura lo siguiente:

Artículo 154. Estrategia de Calles Completas y franjas funcionales de la Red Vial. La red vial debe consolidarse como una red de calles completas a partir de la intervención integral de todas las franjas funcionales de paramento a paramento, que permitan la cualificación del espacio público para la movilidad, mejoren la seguridad vial para peatones y ciclistas, reverdezan la ciudad, mejoren su capacidad de respuesta y resiliencia frente a la emergencia climática y permitan el movimiento de todas las personas especialmente las personas mayores, personas con discapacidad, mujeres, niñas, niños y animales. Las intervenciones de calles completas deberán orientarse hacia una distribución modal sostenible del perfil vial, garantizando la consolidación de todas las franjas y cumpliendo con las siguientes condiciones generales:

1. **Franjas de circulación peatonal.** Son áreas continuas que permiten exclusivamente el desplazamiento peatonal y el acceso a los sistemas de transporte público, e incorporan elementos para la circulación segura de personas con movilidad reducida.
 - a. Deben cumplir con las características de accesibilidad, seguridad, dirección, conexión y calidad urbana, establecidas para la red de infraestructura peatonal.
 - b. Deben generarse y cualificarse en todos los proyectos y es la franja base para la conformación del andén.
 - c. Deben ser continuas en su trazado, niveles y superficies o garantizar una transición que facilite la circulación.
 - d. Deben contar con suficiente iluminación en horarios nocturnos que brinden condiciones adecuadas de visibilidad y seguridad.
 - e. Las tapas de las cajas de servicios públicos no deben interferir con la circulación peatonal ni interrumpir la señalización podotáctil. Su ubicación tanto en la franja como en los elementos de conexión tipo vados debe adaptarse para permitir la correcta circulación y continuidad en el trazado peatonal.
2. **Franjas de cicloinfraestructura.** Son áreas continuas que permiten la circulación de bicicletas, patinetas u otros vehículos de micromovilidad. En condiciones especiales y bajo justificación técnica se podrá considerar una velocidad de hasta 25 km/h, cuando las condiciones de la cicloinfraestructura, seguridad vial y de las zonas adyacentes sean adecuadas. En esta franja está prohibido el tránsito de motocicletas y vehículos automotores.
 - a. Debe estar ubicada en calzada y demarcada o segregada con el fin de proteger al peatón, ciclista y usuarios de micromovilidad y minimizar los conflictos con otras personas usuarias de la calle.
 - b. Debe procurar un recorrido seguro para los ciclistas teniendo en cuenta criterios para la reducción de la interacción con vehículos motorizados, en especial vehículos de gran tamaño, generar cruces y conexiones seguras de prelación, en intersecciones complejas disponer de conexiones que disuadan a los ciclistas de no usar la infraestructura vehicular (como intercambiadores, orejas y conectantes a desnivel, entre otros), generar áreas de acumulación segura y medidas que promuevan una velocidad segura.
 - c. Puede ubicarse de manera excepcional a nivel del andén cuando sea posible segregarla por medio de una Franja de paisajismo y para la resiliencia Urbana, o en aquellos tramos y

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

recorridos existentes, o que se enmarquen en licencias urbanísticas aprobadas y vigentes, o cuenten con diseños definitivos aprobados previo a la entrada en vigencia del presente plan. (...)"

7.1.1.1 Estrategias para el mantenimiento de la Infraestructura de espacio público y red de ciclorrutas.

Con base en las patologías encontradas y sus posibles causas, se clasifican las fallas recurrentes en las diferentes estructuras de pavimento para determinar el posible tipo de actividades a realizar:

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	CODIGO FALLA	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	UNIDAD	ELEMENTOS AFECTADOS	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN
Pavimento Rígido	F-01	Deterioro de Juntas	Perdida de las juntas en bordillos, pompeyanos o placas de pavimento rígido.	m2	Acabado Superficial	Mantenimiento Rutinario
Pavimento Articulado	F-02	Deterioro del sello de arena	Pérdida del sello de arena entre elementos contiguos, lo cual causa el mal funcionamiento del pavimento como estrato continuo y consistente, y facilita la acción del agua en las capas estructurales inferiores.	m2	Acabado Superficial	Mantenimiento Rutinario
Pavimento Flexible	F-03	Deterioro de Juntas en pavimentos flexible	Perdida de adherencia del material aglutinante, aparición de fisuras en la capa de rodadura.	m2	Acabado Superficial	Mantenimiento Rutinario
Pavimento Articulado	F-04	Presencia de malezas	Aparición de malezas entre las juntas de adoquines, losetas y bordillos que conllevan al deterioro del sello de arena.	m2	Acabado Superficial	Mantenimiento Rutinario
Pavimento Articulado	F-05	Asentamientos. Hundimientos	Es la pérdida de nivel del área donde se apoyan los distintos elementos construidos causado por defectos de las capas subyacentes como mala compactación, presencia de agua o nivelación.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte	Mantenimiento Periódico
Pavimento Flexible	F-06	Fisuras. Piel de Cocodrilo	Grietas interconectadas originado por la fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de cargas de tránsito y/o cristalización del asfalto.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte	Mantenimiento Periódico
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-07	Deterioro de los elementos confinamiento	Destrucción progresiva de los bordes del pavimento (sardineles, bordillos).	ml	Acabado Superficial, capa de soporte	Mantenimiento Periódico

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	CODIGO FALLA	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	UNIDAD	ELEMENTOS AFECTADOS	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN
Pavimento Rígido	F-01	Deterioro de Juntas	Perdida de las juntas en bordillos, pompeyanos o placas de pavimento rígido.	m2	Acabado Superficial	Mantenimiento Rutinario
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-08	Perdida del acabado superficial	Ausencia de elementos en el acabado superficial, dejando expuesta la capa de soporte.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte	Mantenimiento Periódico
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-09	Falta de pendiente longitudinal y transversal	Deficiencia en las pendientes de escorrentia sobre el acabado superficial ocasionando empozamientos que ponen en riesgo la estabilidad de la capa de soporte y la capa granular de la estructura.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular	Rehabilitación
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-10	Obstaculización, abultamiento	Resaltos que son generados por afectaciones en la infraestructura de las redes de servicios públicos o raíces de individuos arbóreos, deteriorando la estructura de pavimento.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular	Rehabilitación
Pavimento rígido, pavimento flexible.	F-11	Grietas	Abertura longitudinal incontrolada de un elemento que afecta todo el espesor de la estructura de pavimento. Entre sus causas se encuentra el exceso de carga actuante o esfuerzos de retracción y temperatura. La severidad siempre es alta ya que la grieta involucra riesgo latente de colapso y por lo tanto reemplazo inmediato.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular	Rehabilitación
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-12	Perdida o colapso de los elementos de confinamiento	Es causado por acciones mecánicas como el desplazamiento o la ausencia parcial o total de los elementos de confinamiento como bordillos o sardineles.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular	Rehabilitación
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-13	Perdida de capa granular	Daño secuencial en el acabado superficial, capa de soporte y capa granular dejando expuesta la subrasante.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular, subrasante	Reconstrucción

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	CODIGO FALLA	TIPO DE FALLA	DESCRIPCIÓN DE FALLA	UNIDAD	ELEMENTOS AFECTADOS	ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN
Pavimento Rígido	F-01	Deterioro de Juntas	Perdida de las juntas en bordillos, pompeyanos o placas de pavimento rígido.	m2	Acabado Superficial	Mantenimiento Rutinario
Pavimento Rígido.	F-14	Ausencia de estructura de pavimentos o modificación de la misma (Adecuación)	Se considera este tipo de falla cuando las condiciones de la infraestructura urbana existente no son adecuadas para el tránsito seguro y continuo de peatones y ciclistas lo cual hace necesario proponer elementos tales como pasos texturizados sobre calzada, pompeyanos.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular, subrasante	Reconstrucción
Pavimento rígido, pavimento articulado.	F-15	Actualización de rampas	Se considera este tipo de falla cuando las condiciones de la infraestructura urbana existente no son adecuadas para el tránsito seguro y continuo de peatones y ciclistas lo cual hace necesario proponer elementos tales como rampas peatonales.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular, subrasante	Reconstrucción
Pavimento rígido, pavimento articulado, pavimento flexible, pavimento permeable.	F-16	Estabilización del suelo	Se considera cuando la condición de la infraestructura urbana existente es afectada por fallas en el suelo que requieren su mejoramiento para el buen comportamiento de la estructura de pavimento, considerando entre otras acciones tales como: confinamiento de la subrasante, estabilización de taludes, implementación de filtros, alcorques inundables, estructuras de conducción de aguas superficiales y subsuperficiales.	m2	Acabado Superficial, capa de soporte, capa granular, subrasante	Reconstrucción
<p>Estructuras de Pavimentos. Una estructura de pavimento está conformada por diferentes capas de materiales que garantizan el nivel de servicio de la misma ante la solicitud de cargas y de los efectos ambientales, durante el periodo de diseño, de tal manera que no se ponga en riesgo la seguridad y comodidad de los usuarios. (Fuente: Cartilla de Andenes. Decreto 308 de 2018 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. Adopta la Cartilla de Andenes de Bogotá D.C. Pagina 79).</p>						

7.1.1.2 Mantenimiento Rutinario

Se define como el conjunto de actividades tendientes a lograr el cumplimiento de la vida útil contemplada en el diseño de la estructura, constituyéndose en una práctica preventiva.

Incluye el barrido de pisos, el deshierbe de la estructura sobre superficie y juntas (Podas), resello en arena, sello de juntas (Ciclorrutas y Pompeyanos), Limpieza del mobiliario urbano (lavado), Pintura de superficie, etc.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

7.1.1.3 Mantenimiento periódico

Se define como el conjunto de actividades ejecutadas a nivel superficial y que por lo tanto no comprometen masivamente la estructura, tendientes a lograr que se alcance el período de diseño o vida útil, conservando su condición de servicio, constituyéndose así en una práctica preventiva o correctiva.

7.1.1.4 Rehabilitación

Actividad definida como el conjunto de medidas que se aplican con el fin de recuperar la capacidad de una estructura. Algunas implican el retiro o el mejoramiento de parte de la estructura existente para colocar posteriormente un refuerzo. Normalmente, los procesos de rehabilitación van asociados a la ampliación de los períodos de vida útil.

7.1.1.5 Reconstrucción

Se define como el retiro y reemplazo total de la estructura para generar una nueva. La generación de una nueva estructura puede considerar la reutilización total o parcial de los materiales existentes en función de sus características.

Nota: El contratista deberá acogerse al documento ET-IC-01, Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público para Bogotá D.C. o la que se encuentre vigente citado en los apéndices A y B del proceso licitatorio.

Como producto de la inspección visual se elaboran planos de diagnóstico donde se identifican los polígonos de las fallas asociadas a las estrategias de conservación, al igual que la señalización y el inventario de mobiliario urbano que debe ser recuperado para el óptimo funcionamiento de la infraestructura urbana.

En el caso que los diagnósticos sean aportados por el IDU, el contratista deberá analizar la información de los planos y presupuestos; en el caso en que considere actualización de los productos referidos deberá reportarlo a la Subdirección Técnica de Seguimiento a Estudios y Diseños – STED y al área ejecutora del IDU previo al inicio de la ejecución de las obras.

7.1.2 ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA PAVIMENTOS Y ESPACIO PÚBLICO ASOCIADO

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 conforman la estructura del pavimento, cuando éstas existan; en caso contrario, bastará solamente con la subrasante.

7.1.2.1 Plan de investigación geotécnica complementaria

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 ya se realizó.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Con base en el diagnóstico preliminar y la información recopilada en estudios existentes, para la etapa de diseño se deberá proyectar un plan de exploración complementario.

A partir de la información de los estudios y diseños existentes, así como de las etapas previas del proyecto, se deberá establecer una sectorización con respecto a potencial de expansión “Alto” a “Muy alto”, con base en análisis cualitativos en función de los límites, expansión en ensayo CBR y de la humedad de equilibrio.

La exploración adicional que plantee el Contratista únicamente será ejecutada en sitios donde no exista información primaria, donde esta sea insuficiente o se requiera corroborar información específica.

Con anticipación a la ejecución de los trabajos de campo, los planes complementarios de investigación del subsuelo deberán ser aprobados por la interventoría.

Los planes de investigación geotécnica deberán presentarse debidamente justificados desde el punto de vista técnico, soportado con el plano de localización de apiques existentes y adicionales, información que deberá ser referenciada en cuanto a coordenadas, cotas y abscisado se refiere. El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos, dado que todos los daños causados durante el proceso de exploración deberán ser asumidos por el Contratista.

En caso que el Contratista considere necesarios exploraciones o ensayos adicionales a los establecidos en el numeral 8.1.2.3, deberá someterlos a aprobación de la interventoría con anticipación a su ejecución. En caso de ejecutarse exploración o ensayos sin sustento técnico, o en caso que se repitan los existentes en estudios previos, el Contratista asumirá su costo.

7.1.2.2 Frecuencia de exploración

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 Contratista los daños causados a terceros en el evento de que se presenta 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.

El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos, y en caso de presentarse daños redes, debidos a la exploración, éstos deberán ser asumidos por el contratista.

El plan de exploración deberá considerar los espaciamientos de apiques establecidos en la especificación 400-18 de las ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C., como se describe en la siguiente tabla y los demás aspectos que relaciona la especificación, en aras de ejecutar la exploración estrictamente necesaria y, con base en ella, particularizar análisis complementarios

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Pavimentos peatonales existentes		
Espaciamiento máximo de exploración	Longitud vía <100 m (2 exploraciones como mínimo)	
	Longitud vía >100 m aplicar: # Exploraciones=	Longitud vía * 2 exploraciones 100 m
Profundidad mínima	Hasta la cota de apoyo de la intervención	

Según especificación IDU 400-18 de ET-IC-01

Nota: Las exploraciones son aplicables para actividades de rehabilitación o reconstrucción de infraestructura de espacio público existente.

7.1.2.3 Ensayos a ejecutar

En caso de no contar con la totalidad de información primaria de los ensayos de campo y laboratorio que se relacionan en la Tabla 1, se debe complementar o ejecutar el plan de exploración geotécnica conforme a los ensayos que se presentan a continuación:

Dependiendo del tipo de apique, se recuperarán muestras para la ejecución de los siguientes ensayos:

Tabla 1. Ensayos mínimos a ejecutar para la campaña de exploración para el diseño de la intervención

Norma INVIAS	Ensayo	Aplicable a
E-122	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado	Por capa/estrato
E-125	Determinación del límite líquido de los suelos	Por capa/estrato
E-126	Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	Por capa/estrato
E-213	Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	Por capa/estrato (granulares)
E-180	Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	Por capa/estrato
E-123	Determinación del tamaño de las partículas de los suelos	Subrasante
E-148	CBR de los suelos compactados en laboratorio	Por capa/estrato
E-148	CBR de los suelos sobre muestra inalterada	Subrasante
E-132	Determinación de suelos expansivos	Subrasante
E-120	Determinación del potencial de cambio volumétrico de un suelo empleando el aparato de Lambe	Subrasante
E-121	Determinación del contenido orgánico de un suelo mediante el ensayo de pérdida por ignición	Subrasante

Nota: Los ensayos a ejecutar son aplicables para actividades de rehabilitación o reconstrucción de infraestructura de espacio público existente

Para la evaluación de pavimentos en servicio, la ejecución de ensayos de capacidad de soporte en capas granulares estará sujeta a los resultados de los ensayos de granulometría y plasticidad. En caso que, con base en la clasificación de los materiales, concluya el Contratista que las capas estructurales

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

no pueden ser reutilizadas, recicladas o estabilizadas, dichas pruebas no serán ejecutadas ni su costo reconocido.

De llegar a encontrarse suelos de subrasante tipo arena o grava, en los cuales no sea posible hincar el molde para ensayo inalterado, se procederá con muestra compactada en laboratorio para los niveles de densidad del ensayo Proctor; el CBR de diseño será establecido para la humedad de equilibrio del suelo. Con independencia del tipo de muestra, la interventoría verificará que el periodo de inmersión en agua no supere las 96 horas (ver INV E 148-13).

El contratista 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 contratista, 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 geotécnicas en etapa de diseño, 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.

La información geotécnica deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos, incluyendo las propiedades físicas y mecánicas de cada uno de las capas/estratos identificados durante los trabajos de campo. Los resultados de los ensayos de laboratorio deberán consolidarse en una tabla resumen que incluya, como mínimo y sin limitarse a ello: número de apique y muestra, abscisa, coordenadas, profundidad, descripción, clasificación (AASHTO), humedad, granulometría, límites de Atterberg, CBR inalterado natural y sumergido, expansión, etc.

Es obligación de la interventoría y del contratista dar cumplimiento a los lineamientos para la selección, validación y seguimiento de los laboratorios de ensayos, según Documento ET-IC-01, Especificación 103-18.

7.1.3 SECTORES HOMOGÉNEOS DE DISEÑO

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos de la subrasante, tránsito, sección transversal, etc., se deberá presentar la definición de secciones de comportamiento homogéneo e identificarse las condiciones especiales del subsuelo que deban ser analizadas de manera independiente en cada caso particular.

Secciones homogéneas compuestas por más de un segmento, deberán ser justificadas por el método de las diferencias sucesivas acumuladas (AASHTO, 1993).

7.1.4 LINEAMIENTOS GENERALES PARA DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DEL ESPACIO PÚBLICO (PARA EL USO DE PEATONES Y BICIUSUARIOS)

Las estructuras para espacio público, por encontrarse definidas en la Cartilla de Andenes de Bogotá (SDP, 2018) el Manual del buen ciclista (SDP, versión vigente), no serán objeto de análisis de alternativas. Al respecto, deberá darse estricto cumplimiento a los criterios y conclusiones de dicha Cartilla y al tipo de mejoramiento a implementar (en función de la compresibilidad de la subrasante). En cuanto a las ciclorrutas, la capa de rodadura deberá respetar también la Cartilla, específicamente el menor de los tamaños máximos de las mezclas asfálticas densas incluidas en el Documento ET-IC-01 y el máximo espesor a compactar en una capa que la especificación establece para dicha mezcla.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Dentro de los lineamientos generales del diseño se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- La campaña de exploración para definición de la resistencia mecánica de la subrasante deberá enfocarse bajo el criterio de unidad o eje vial de diseño, no al de segmento vial (CIV) y mucho menos ejecutarse por costado de un mismo eje.
- Cuando no exista estructura o se encuentre en muy mal estado, bastará con caracterizar mecánicamente la subrasante.
- Aquellas calzadas vehiculares cuya intervención consista en la pacificación y texturizado superficial, no se ejecutará diagnóstico de pavimentos. Considerando que dicha intervención se encuentra definida por el componente de urbanismo y es ajena al de pavimentos, el remplazo de al menos la superficie de rodadura conlleva una rehabilitación con independencia del estado superficial actual, motivo por el cual, es innecesaria la ejecución del inventario de deterioros del pavimento.
- En el caso de los pompeyanos y las rampas de acceso a predios comerciales, deberá analizarse el número diario de vehículos pesados. En caso de ser superado el número de camiones considerado por la Cartilla de Andenes, deberá realizarse el diseño con base los criterios del numeral 9.8.
- El Contratista deberá proponer técnicas de reutilización y estabilización de materiales de común aplicación en el medio local.
- Para el diseño de estas alternativas se deberán tener en cuenta todas las variables hidráulicas que puedan afectar la durabilidad de las obras, tales como precipitación, ubicación del nivel freático, obras de drenaje y de sub-drenaje.
- El Contratista deberá identificar sectores con presencia de suelos orgánicos y/o rellenos antrópicos con presencia de escombros y/o basuras, a fin de establecer el tratamiento puntual para los mismos. Así mismo, donde aplique, deberá comprobar que el potencial de cambio volumétrico de los suelos puede presentarse incluso con la aplicación de las recomendaciones de drenaje, mejoramiento y/o remplazo formuladas. Para tal fin, deberá respetarse lo estipulado en la Especificación 300-18 del Documento ET-IC-01.
- Los materiales considerados en los diseños de pavimentos y espacio público asociado, deberán acogerse en su totalidad al Documento ET-IC-01. En caso contrario, será obligación del Contratista elaborar las especificaciones particulares a que haya lugar con fundamento en ensayos de laboratorio, diseño de mezclas y comprobación de la fórmula de trabajo mediante ensayos de desempeño.

El Contratista estará en obligación de cuantificar las actividades y cantidades de conservación, desde el año de recibo de la obra hasta el final de la etapa de mantenimiento, periodos a definir por el IDU para cada contrato.

8. DEFINICIÓN DE LA INTERVENCIÓN PARA ESTRUCTURAS DE CICLORRUTA SOBRE CALZADA (CARRIL EXCLUSIVO Y CARRIL COMPARTIDO)

8.1 ANÁLISIS DE LAS CARGAS DEL TRÁNSITO

8.1.1 TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO

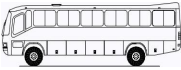
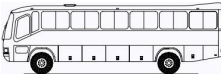
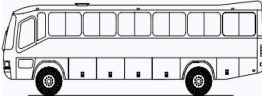
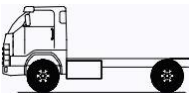
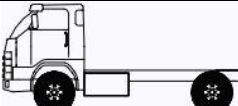
El tránsito promedio diario por tipo de vehículo y la proyección anual del mismo deben ser el resultado del estudio de tránsito específico del proyecto, cuyas aprobaciones por parte de la interventoría y de la Secretaría Distrital de Movilidad (si aplica) deben ser incluidas en el anexo de tránsito del capítulo de diseño de las alternativas para la conservación de pavimentos. En el caso de proyectos que involucren buses Transmilenio o del SITP, se debe incluir la comunicación a partir de la cual se determinan y proyectan las frecuencias y tipo de buses del sistema.

Se deberá entregar el cálculo del Número de Ejes Simples Equivalentes (NESE), para el caso de pavimentos flexibles y en afirmado, 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 tránsito promedio diario (TPD) y su proyección durante el periodo de diseño. La configuración y pesos por eje de la flota vehicular para diagnóstico, evaluación y diseño de las alternativas para la conservación serán los establecidos en los numerales siguientes.

8.1.2 CONFIGURACIÓN VEHICULAR

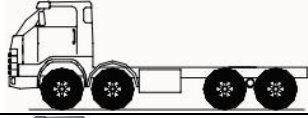
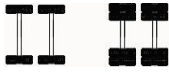
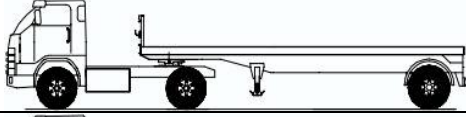
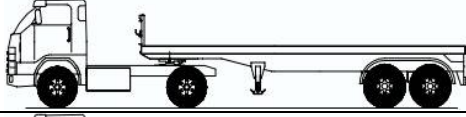
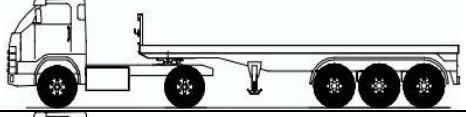
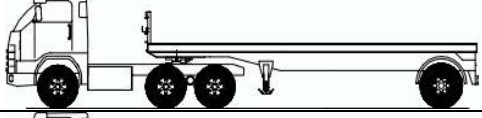
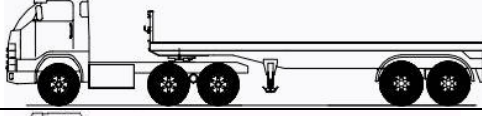
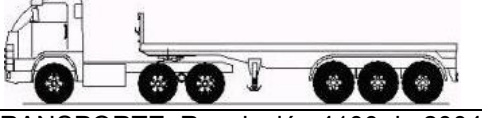
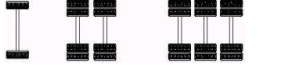
La configuración a utilizar para el diseño de las alternativas para la conservación y evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, será la ilustrada en la Tabla 1, la cual es coherente con la normatividad legal vigente en el país.

Tabla 1 Configuración vehicular a utilizar para diagnóstico y diseño

Configuración			Peso Máximo por eje (ton)			Peso Máximo Bruto (ton)
			1	2	3	
Colectivo y Buseta (C, BT)			2.5	5		-
Bus especial e inter/pal (B, ESP, INT)			3.5	7.5		-
Alimentador, Padrón (AL)			6	11		-
2P			2.5	6		-
2G			5	11		16

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Configuración			Peso Máximo por eje (ton)			Peso Máximo Bruto (ton)
			1	2	3	
C3			6	22		28
4			14	22		36
2-S1			5	11	11	27
2-S2			5	10	17	32
2-S3			6	11	23.5	40.5
3-S1			5	14	10	29
3-S2			5	21.5	21.5	48
3-S3			6	22	24	52

Fuente: MINTRANSPORTE, Resolución 4100 de 2004.

En el caso de los buses del sistema de transporte masivo, se utilizarán las cargas máximas establecidas en la norma técnica colombiana NTC 4901-1.

8.1.3 FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA POR EJE Y VEHÍCULO

Los factores de equivalencia de cargas a utilizar por el contratista, para diseño y evaluación de pavimentos flexibles y rígidos, en términos del eje estándar de 8.2 t, serán los establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2 Factores de equivalencia de carga para diagnóstico y diseño

Tipo	Peso, Pi (t)	Carga de referencia, Pr (t)		Factor de equivalencia, FEC		Configuración del vehículo												
		Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	C, BT	B ESP INT	AL	2P	2G	3	4	2-S1	2-S2	2-S3	3-S1	3-S2	3-S3
1.1	2.5	6.6	6.6	0.02	0.01	1			1									
1.1	3.5	6.6	6.6	0.08	0.06		1											
1.1	5	6.6	6.6	0.33	0.29					1			1	1		1	1	
1.1	6	6.6	6.6	0.68	0.65			1			1				1			1

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tipo	Peso, Pi (t)	Carga de referencia, Pr (t)		Factor de equivalencia, FEC		Configuración del vehículo												
		Flexible	Rígido	Flexible	Rígido	C, BT	B ESP INT	AL	2P	2G	3	4	2-S1	2-S2	2-S3	3-S1	3-S2	3-S3
1.2	5	8.2	8.2	0.14	0.11	1												
1.2	6	8.2	8.2	0.29	0.25				1									
1.2	7.5	8.2	8.2	0.7	0.67		1											
1.2	10	8.2	8.2	2.21	2.44									1		1		
1.2	11	8.2	8.2	3.24	3.75			1		1			2		1			
1.2	12.5	8.2	8.2	5.4	6.67													
2	14	15	13.6	0.76	1.14							1				1		
2	17	15	13.6	1.65	2.73									1				
2	21.5	15	13.6	4.22	7.85												2	
2	22	15	13.6	4.63	8.71						1	1						1
3	23.5	23	18.2	1.09	3.16										1			
3	24	23	18.2	1.19	3.47													1
Σ FEC				Flexible		0.16	0.78	3.92	0.31	3.57	5.31	5.39	6.81	4.19	5.01	3.3	8.77	6.5
				Rígido		0.12	0.73	4.4	0.26	4.04	9.36	9.85	7.79	5.46	7.56	3.87	16	12.8

Fuente: Elaboración propia.

8.1.4 COEFICIENTES DE AGRESIVIDAD POR EJE Y VEHÍCULO

Para la verificación mecánico-empírica de los pavimentos rígidos (ver numeral 8.8.2.5), el contratista deberá utilizar los coeficientes de agresividad de la Tabla 3, a fines de establecer las repeticiones equivalentes para el eje de 13 toneladas.

Tabla 3 Coeficientes de agresividad para verificación del diseño de pavimentos rígidos.

n	k	Pi (t)	p (t)	A	Configuración del vehículo												
					C, BT	B ESP INT	AL	2P	2G	3	4	2-S1	2-S2	2-S3	3-S1	3-S2	3-S3
1	1	2.5	2.5	0	1			1									
1	1	3.5	3.5	0		1											
1	1	5	5	0					1			1	1		1	1	
1	1	6	6	0			1			1				1			1
1	1	5	5	0	1												
1	1	6	6	0				1									
1	1	7.5	7.5	0.001		1											
1	1	10	10	0.043									1		1		
1	1	11	11	0.135			1		1			2		1			
1	1	12.5	12.5	0.625													
2	12	14	7	0.014							1				1		
2	12	17	8.5	0.147									1				
2	12	21.5	10.75	2.454												2	
2	12	22	11	3.233						1	1						1
3	113	23.5	7.83	0.773										1			
3	113	24	8	1													1
$A = n \cdot k(p/13)^{12}$				ΣA	0	0	0.14	0	0.14	3.23	3.25	0.27	0.19	0.91	0.06	4.91	4.23

Fuente: Elaboración propia.

8.1.5 INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA BUSES Y CAMIONES PEQUEÑOS

Los pesos por eje adoptados para los buses y camiones se encuentran fundamentados en la información de referencia incluida en la Tabla 4.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tabla 4 Información de referencia para buses y camiones pequeños.

Marca	Peso bruto máx. (t)	Peso por eje máx. (t)			FEC	
		Simple rueda simple	Simple rueda doble	Tándem	Flexible	Rígido
Busetas entre 5.5 y 8.5 t						
CHEVROLET NKR EURO IV	5.6	2.1	3.5	-	0.04	0.03
HYUNDAI COUNTY	6.7	2.6	4.1	-	0.09	0.06
JAC HK 6750	6.8	2.4	4.4	-	0.1	0.07
CHEVROLET NPR	7.5	2.4	5.1	-	0.17	0.13
JAC HK 6756	7.8	2.7	5.1	-	0.18	0.14
Buses de 2 ejes entre 8 y 11 t						
CHEVROLET NQR EURO IV	8.5	2.7	5.8	-	0.28	0.23
MERCEDES BENZ LO 910	9.1	3.2	5.9	-	0.32	0.27
JAC 6900	9.5	3.2	6.3	-	0.4	0.34
CHEVROLET FRR	10.4	3.3	7.1	-	0.62	0.57
SCANIA TRANSCARIBE	11	3.5	7.5	-	0.78	0.73
Buses de 2 ejes entre 12 y 14.5 t						
MERCEDES BENZ ALIMENTADOR TRANSMILENIO	12.4	4.3	8.1	-	1.13	1.09
YUTONG ZK6858H9	13.7	4.2	9.5	-	1.97	2.07
JAC 6108	14.5	5.0	9.5	-	2.13	2.23
Buses de 3 ejes entre 17.5 y 20.5 t						
MERCEDES BENZ BUSSCAR 360	17.8	6.2	-	11.6	1.14	1.07
SCANIA 410 IB	19	5.7	-	13.3	1.17	1.1
Camiones pequeños de 2 ejes entre 5.5 y 8.5 t						
CHEVROLET NMR	5.6	2.1	3.5	-	0.04	0.03
FOTON AUMARK BJ1049	6	2.3	3.7	-	0.06	0.04
CHEVROLET NNR	6.3	2.3	4.0	-	0.07	0.05
HYUNDAI HD65	6.5	2.3	4.2	-	0.08	0.06
FOTON AUMARK BJ1051	7.4	2.6	4.8	-	0.14	0.1
CHEVROLET NPR	7.5	2.5	5.0	-	0.16	0.12
FORD CARGO 318	7.7	2.5	5.2	-	0.18	0.14
HYUNDAI HD 78	7.8	2.6	5.2	-	0.19	0.14
CHEVROLET NQR	8.5	2.5	6.0	-	0.31	0.26

Fuente: Elaboración propia.

8.2 CONFIABILIDAD Y PERIODOS DE DISEÑO

8.2.1 CONFIABILIDAD

La confiabilidad (R) a utilizar para diagnóstico y diseño de alternativas de intervención para la conservación, serán:

- Troncales: 95 %
- Malla vial arterial: 90 %
- Malla vial intermedia: 85 %
- Malla vial local: 80 %
- Malla vial rural: 85 %

8.2.2 PERIODO DE ANÁLISIS PARA DIAGNÓSTICO

Sin lugar a modificación, para diagnóstico de pavimentos flexibles, deberá ser utilizado un periodo de evaluación de 3 años.

8.2.3 PERIODO DE ANÁLISIS PARA REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN

El periodo de diseño a considerar para diseño de alternativas de intervención para la conservación, en función del tipo de superficie, debe ser:

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

- Pavimentos rígidos: 20 años
- Pavimentos flexibles: 10 años

8.3 DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

El deterioro en los pavimentos obedece a factores como; el tráfico, el clima, procesos constructivos, calidad de los materiales, entre otros, por lo cual, es necesario establecer procedimientos estandarizados que permitan conocer con precisión el estado actual de la vía, para posteriormente proponer el tipo de intervención requerido, esto con la finalidad de mantener en buenas condiciones la Infraestructura de la Ciudad. La falta de mantenimiento vial oportuno se traduce en el deterioro prematuro de los pavimentos, que conlleva a mayores inversiones.

Este documento fue elaborado única y exclusivamente para la ejecución del proyecto del cual hace parte como anexo.

8.3.1 CONDICIÓN SUPERFICIAL

8.3.1.1 Metodología de Medición

La metodología que se debe seguir para realizar el diagnóstico y establecer la condición superficial del pavimento, se documenta detalladamente en la Guía GU-IC-13 “*Diagnóstico de Pavimentos de la Malla Vial Urbana y Rural de Bogotá D.C*” que dispone el IDU en su versión vigente, la cual incluye parámetros para evaluación en vías con superficie en concreto asfáltico, concreto hidráulico, adoquín y afirmado, en este último caso solo se aplica para calzadas ubicadas en la malla vial rural.

En caso de utilizar software para el cálculo del Índice de Condición del Pavimento - PCI, es obligación entregar los reportes correspondientes. Será obligación de la interventoría, verificar que no se presenten errores de procesamiento por densidades que superan el rango de las curvas del método, así como la correcta aplicación de las severidades a los deterioros según corresponda.

Previo a la ejecución del diagnóstico se debe realizar la actividad de calibración y patronamiento de equipos conforme a lo dispuesto en el numeral 5 del presente documento.

8.3.1.2 Clasificación por Condición Superficial

La clasificación por condición superficial, para un Código de Identificación Vial – CIV asociado a cada PK_ID, será la siguiente:

Tabla 5 Rangos del PCI y códigos para preclasificación superficial.

PCI	0-25	26-55	56-85	86-100
Preclasificación	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Código	D	C	B	A

Antes de proceder con la evaluación estructural, se deberá presentar la preclasificación del PCI. Segmentos clasificados “Verde” o “A”, no serán objeto de mediciones de deflexión, toda vez que los mismos clasifican directamente para actividades de mantenimiento rutinario.

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

8.3.2 CONDICIÓN ESTRUCTURAL

8.3.2.1 Exploración Destructiva – Apiques

La exploración destructiva y evaluación estructural únicamente serán llevadas a efecto para los segmentos clasificados por condición superficial como “Amarillo”, “Naranja” o “Rojo”, en concordancia con lo establecido en el numeral 8.3.1.2.

Se entiende por apique una excavación cuyas dimensiones permitan la identificación de las capas de pavimento existente y su caracterización mediante la toma de muestras de material por capa/estrato incluido el suelo de 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 Contratista los daños causados a terceros en el evento de que se presenta 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.

El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos, y en caso de presentarse daños, debidos a la exploración, éstos deberán ser asumidos por el contratista.

Es obligación ejecutar la exploración destructiva mediante apiques para diagnóstico, con una separación máxima de 75 m por calzada. Como mínimo, en cada apique serán recuperadas muestras para la ejecución de los siguientes ensayos:

Tabla 6 Ensayos mínimos a ejecutar para diagnóstico.

Norma INVIAS	Ensayo	Aplicable a
E-122	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado	Por capa/estrato
E-125	Determinación del límite líquido de los suelos	Por capa/estrato
E-126	Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	Por capa/estrato
E-213	Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	Por capa/estrato (granulares)
E-180	Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	Por capa/estrato
E-181	Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	Por capa/estrato
E-123	Determinación del tamaño de las partículas de los suelos	Subrasante
E-148	CBR de los suelos sobre muestra inalterada	Subrasante

De llegar a encontrarse suelos de subrasante tipo arena o grava, en los cuales no sea posible hincar el molde para ensayo inalterado, se extraerá muestra suelta a ser compactada en el laboratorio mediante el ensayo de Proctor para CBR; el CBR de diseño será establecido para la humedad de equilibrio del suelo. Independiente del tipo de muestra, la interventoría verificará que el periodo de inmersión en agua no supere las 96 horas (ver INV E 148-13).

La información geotécnica deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos, incluyendo las propiedades físicas y mecánicas de cada una de las capas/estratos identificados durante los trabajos de campo. Los resultados de los ensayos de laboratorio deberán consolidarse en una tabla resumen

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

que incluya, como mínimo y sin limitarse a ello: número de apique y muestra, abscisa, coordenadas, profundidad, descripción, clasificación (USCS y AASHTO), humedad, granulometría, límites de Atterberg, CBR inalterado natural y sumergido, expansión, etc.

Para la evaluación estructural deberán ser considerados como materiales granulares aquellos cuya clasificación por sistema AASHTO coincidan con los relacionados en la Tabla 7.

Tabla 7 Valores típicos de referencia de módulos para granulares en función de la clasificación AASHTO.

Clasificación	Rango Mr (psi)	Mr Típico (psi)
A-1-a	38,500 - 42,000	40,000
A-1-b	35,500 - 40,000	38,000
A-2-4	28,000 - 37,500	32,000
A-2-5	24,000 - 33,000	28,000
A-2-6	21,500 - 31,000	26,000
A-2-7	21,500 - 28,000	24,000
A-3	24,500 - 35,500	29,000
A-4	21,500 - 29,000	24,000
A-5	17,000 - 25,500	20,000

Fuente: *Geotechnical aspects of pavements* (FHWA NHI-05-037).

Materiales existentes con módulos calculados a partir de relaciones con el valor de CBR o retro cálculo a partir de deflectometría, cuyos valores se encuentren entre 7000 y 17000 PSI (50 a 100 MPa), deberán ser considerados como mejoramiento de la subrasante.

Son obligaciones del contratista y la interventoría dar cumplimiento a los lineamientos para la selección, validación y seguimiento de los laboratorios de ensayos, según Documento ET-IC-01, Especificación 103-18.

8.3.2.2 Evaluación Estructural

Para diagnóstico, la evaluación estructural se llevará a efecto con base en los parámetros estructurales del método AASHTO-93.

8.3.2.2.1 Método de Medición

Son aplicables los lineamientos de la Guía GU-IC-13 en el numeral 7.3.1.1, en lo referente a superficie flexible, para medir deflexiones mediante deflectómetro de impacto, con una magnitud de carga de 40 kN. Como mínimo, serán ejecutadas tres repeticiones de carga por cada punto de medición; el interventor verificará que la diferencia entre mediciones no supere el 3 %. Es obligación del contratista reportar las mediciones de las temperaturas del aire, superficie y pavimento.

Las medidas de deflexión se realizarán sobre la huella exterior para pavimentos flexibles. En la Tabla 8 se indica el número de ensayos de deflexión a ejecutar por segmento.

Tabla 8 Numero de ensayos de deflexión a ejecutar por segmento.

Longitud del segmento (m)	<50	50-100	100-150	150-200	200-250	>250
Número de Ensayos	1	2	3	4	5	1 cada 50m

8.3.2.2.2 Procesamiento de la Información

Para el procesamiento, las deflexiones serán normalizadas por carga a 40 kN. Adicionalmente, se debe normalizar por temperatura la deflexión máxima, en función de la temperatura medida en el pavimento, según el procedimiento establecido en las páginas III-99 y III-100 de la Guía AASHTO 1993.

Para la corrección por temperatura de las deflexiones, se utilizará la temperatura del pavimento (no la de superficie); en caso de que el contratista no mida la temperatura del pavimento, es deber de la interventoría verificar la aplicación del método de BELLS (FHWA-RD-98-085), también descrito en la norma INVIAS E 788-07.

Es obligación de la interventoría verificar que la corrección de deflexiones por temperatura se realice con base en la temperatura del pavimento.

8.3.2.2.3 Módulo Resiliente de la Subrasante

El módulo resiliente de la subrasante será calculado de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Mr = C * \frac{0.24P}{D_r \cdot r}$$

Donde:

C : Factor de Ajuste.

P : carga aplicada, libras

Dr : deflexión medida a una distancia r del centro del plato de carga, pulgadas

r : distancia desde el centro del plato de carga, pulgadas

De acuerdo con lo propuesto por Darter, la deflexión empleada para el retro cálculo del módulo de la subrasante, la deflexión debe ser medida a una distancia lo suficientemente cerca del plato de carga de tal modo que la deflexión no sea muy pequeña e impida una medición precisa.

Se debe calcular la mínima distancia, por medio de la siguiente relación:

$$r \geq 0.7a_e$$

Donde:

$$a_e = \sqrt{a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{E_p}{Mr}} \right)^2}$$

Donde:

a_e : radio del bulbo de esfuerzos en la interface pavimento-subrasante, pulgadas

a : radio del plato de carga del deflectómetro, pulgadas

D : espesor total de las capas del pavimento sobre la subrasante, pulgadas

E_p : módulo efectivo de todas las capas del pavimento sobre la subrasante, PSI

Mr : módulo resiliente de la subrasante, PSI

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

El módulo resiliente de la subrasante, obtenido a partir de las deflexiones, debe ser ajustado para efectos del diseño de las alternativas de intervención para la conservación. Los coeficientes de variación de la Tabla No. 9 indican que las investigaciones realizadas para diferentes tipos de fundación no son contundentes; por lo tanto, los módulos de subrasante serán ajustados con el factor establecido en AASHTO 1993 (C= 0.33).

En caso de que el espesor total de la estructura sea limitado para el cálculo de los parámetros estructurales (es común que se haga a 0.7m u 0.8 m), se debe considerar el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como mejoramiento. En ese caso, debe utilizarse un factor de ajuste (C) del módulo resiliente de la subrasante mayor que el utilizado para los suelos finos (C= 0.5).

Tabla 9 Relaciones promedio entre módulos retrocalculados y de laboratorio.

Ubicación	Relación Módulo por Retrocálculo / Módulo de Laboratorio	Coefficiente de variación (%)
Terraplén o suelo de subrasante bajo una capa de subbase estabilizada o suelo estabilizado.	0.75	80
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido sin una capa de base o subbase granular.	0.52	37
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido con una capa de base o subbase granular.	0.35	49

Fuente: ME-PDG (AASHTO, 2008)

8.3.2.2.4 Módulo Ponderado del Pavimento

La expresión desarrollada por AASHTO para el cálculo de este parámetro, es la siguiente:

$$d_0 = 1.5P \cdot a \left(\frac{1}{Mr \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{Mr}} \right)^2}} + \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}}}{E_p} \right)$$

Donde:

do: deflexión central

P: presión del plato de carga, psi. En este caso 82.3 PSI= 5.76 kg/cm²

a: radio del plato de carga, pulgadas (5.9 pulgadas = 15cm)

D: espesor total de las capas del pavimento sobre la subrasante, pulgadas

Mr: módulo resiliente de la subrasante, PSI

Ep: módulo ponderado de las capas que conforman el pavimento, PSI

8.3.2.2.5 Número Estructural Efectivo

Este parámetro debe ser calculado a partir de mediciones de deflexión, con la siguiente ecuación:

$$SN_{eff} = 0.0045 D \cdot \sqrt[3]{E_p}$$

Donde:

SN_{eff}: número estructural efectivo del pavimento

Ep: módulo ponderado de las capas que conforman el pavimento, PSI

D : espesor total de las capas del pavimento sobre la subrasante, pulgadas

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

En vista de la subjetividad del método de los componentes, este no será admitido como indicador de la capacidad estructural del pavimento.

8.3.2.3 Clasificación por Condición Estructural

Los parámetros estructurales característicos para el diseño de las intervenciones serán calculados como el promedio de las muestras recopiladas a lo largo de cada sector homogéneo de acuerdo a lo definido en el numeral 8.7.2 Es obligación de la interventoría verificar el cumplimiento de lo anterior.

8.3.2.3.1 Número Estructural Requerido

La ecuación para determinar la capacidad estructural requerida es la siguiente:

$$\log W_{18} = Z_R \cdot S_o + 9.36 \log(SN+1) - 0.20 + \frac{\log \frac{\Delta PSI}{4.2-2.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

Donde:

W_{18} : número de ejes equivalentes

Z_R : desviación normal estándar

S_o : error estándar combinado

ΔPSI : diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P_o) y el final (P_t)

Mr : módulo resiliente de la subrasante, PSI

SN : número estructural requerido

Para el cálculo de la capacidad estructural requerida, serán utilizadas las constantes estadísticas y de serviciabilidad definidas en la Tabla 10.

Tabla 10 Constantes estadísticas y de serviciabilidad para Pavimento Flexible.

Confiabilidad	Índice de Servicio Inicial	Índice de Servicio Final	Error estándar combinado
R	P_o	P_t	S_o
Ver numeral 8.2.1.	4.2	2.5	0.49

Fuente: *Guide for design of pavement structures* (AASHTO, 1993)

8.3.2.3.2 Índice Estructural

El índice estructural de cada segmento vial será redondeado al múltiplo inferior de una décima y calculado como sigue:

$$I_e = \frac{SN_{eff}}{SN}$$

En forma similar a la condición superficial, el I_e permite identificar, en función de la posible vida remanente del pavimento, una preclasificación estructural, como se muestra en la Tabla 11.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tabla 11 Rangos del Índice estructural (I_e) y códigos para preclasificación estructural.

Índice Estructural	$I_e < 0.7$	$0.7 \leq I_e < 0.9$	$0.9 \leq I_e < 1.0$	$I_e \geq 1.0$
Código	4	3	2	1

El análisis anterior permite establecer una preclasificación estructural, de la misma manera como se hace con la preclasificación superficial, como se ilustra en la Figura 1.

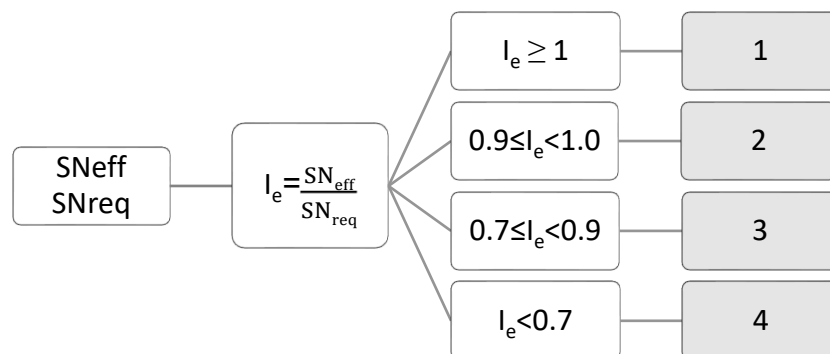


Figura 1. Rangos del Índice estructural (I_e) y códigos para preclasificación estructural

8.3.3 CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO

Partiendo de las preclasificaciones establecidas anteriormente; (por superficie y por capacidad estructural), se define una clasificación denominada “clase”, como el resultado de la interacción entre la condición estructural y la condición superficial, usando los códigos definidos anteriormente para los rangos del I_e y PCI y posteriormente se relacionarán con un tipo de intervención determinado, ya sea mantenimiento (periódico o rutinario), rehabilitación o reconstrucción. La determinación de la condición del pavimento, en función de las posibles combinaciones, se resume en la *Tabla 12*.

Los segmentos objeto de estudio, que se definan como rehabilitación o reconstrucción, deberán establecer las actividades pertinentes de acuerdo con los parámetros definidos en el capítulo 8.7.

En el capítulo 8.6 se encuentran las condiciones particulares a considerar para mantenimiento periódico.

Tabla 12 Matriz para clasificación de la condición de pavimentos flexibles.

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango	Código	PCI	Código			
$I_e < 0.7$	4	0-25	D	4D	Rojo	Reconstrucción
		26-55	C	4C	Rojo	
		56-85	B	4B	Rojo	
		86-100	A	4A	Verde	Postergar la intervención
$0.7 \leq I_e < 0.9$	3	0-25	D	3D	Naranja	Rehabilitación
		26-55	C	3C	Naranja	
		56-85	B	3B	Naranja	
		86-100	A	3A	Verde	Postergar la intervención
$0.9 \leq I_e < 1.0$	2	0-25	D	2D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-55	C	2C	Amarillo	
		56-85	B	2B	Amarillo	
		86-100	A	2A	Verde	Mantenimiento Rutinario
$I_e \geq 1.0$	1	0-25	D	1D	Amarillo	Mantenimiento Periódico

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Estructural		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango	Código	PCI	Código			
		26-55	C	1C	Amarillo	
		56-85	B	1B	Amarillo	
		86-100	A	1A	Verde	Mantenimiento Rutinario

Es importante anotar que, existen combinaciones o clases que se consideran poco probables, para las cuales se procederá como sigue:

- Clases 4A y 3A: prima la condición superficial y por tanto se postergará la intervención.
- Clases 4B y 3B: prima la condición estructural y se procede al diseño de intervención.

8.3.4 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

En la Tabla 13 se encuentra la matriz que indica el tipo de intervención para pavimentos flexibles. La Intervención definitiva deberá corresponder a la propuesta por el contratista y aprobada por la interventoría, con la debida justificación técnica y en concordancia con el diagnóstico de la condición superficial y estructural del pavimento.

Tabla 13. Intervenciones posibles para la conservación de pavimentos flexibles

Código de clase	Mantenimiento												Rehabilitación	Reconstrucción
	Rutinario		Periódico											
	Limpieza de drenajes, pozos, alcantarillas, sumideros	Sello de fisuras y grietas, parcheo	Lechadas asfálticas y microaglomerado en frío (No estructural)	Sello de arena asfalto (No estructural)	Tratamiento superficial simple (No estructural)	Microaglomerado en caliente (No estructural)	Sobrecapa delgada	Reparación profunda (bacheo)	Mezcla drenante	Fresado y reposición de carpeta asfáltica	Cape Seal	White topping		
1 A	X	X												
1 B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1 C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
1 D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2 A	X	X												
2 B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2 C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2 D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
3 A			Postergar la intervención											
3 B	X	X											X	
3 C	X	X											X	
3 D	X	X											X	
4 A			Postergar la intervención											
4 B	X	X												X
4 C	X	X												X
4 D	X	X												X

Dentro de las intervenciones propuestas para segmentos clasificados en amarillo de la tabla anterior, se pueden considerar adicional a las correspondientes, actividades clasificadas como mantenimiento rutinario.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Las intervenciones propuestas para segmentos clasificados como naranjas deben corresponder a la determinación de un refuerzo, mejoramiento o reemplazo de la estructura existente, mejorando las capas inferiores y remplazando las superficiales. Los segmentos objeto de estudio, que se definan como rehabilitación o reconstrucción, deberán establecer las actividades pertinentes de acuerdo con los parámetros definidos en el capítulo 8.7.

La selección de la técnica de conservación implicará ahorro en la inversión y conservación del patrimonio. El desarrollo de estrategias de conservación, pueden llegar a plantear una optimización presupuestal de los proyectos, en donde, debido a las características técnicas inherentes de cada contrato, el tipo de intervención a desarrollar deba ser ajustado, respecto a los requerimientos indicados en el presente documento y en lo que refiere a los procedimientos de intervención que se deberían ejecutar. Las estrategias de conservación son; mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción.

En función del tipo de estrategia propuesta, se establecen las intervenciones predominantes, no obstante, es posible que dentro de una estrategia se requieran adelantar intervenciones que la complementen, sin constituirse en una práctica recurrente.

8.3.4.1 Mantenimiento Rutinario

Conjunto de técnicas (acciones de obra) que se ejecutan para reparar la capa de rodadura, cuando ocurra la aparición de los primeros deterioros a nivel superficial (valor estimativo aproximado, hasta un 15% de área afectada en la calzada, en severidades baja o media); la aplicación de estas técnicas permite retardar el desarrollo acelerado de deterioros de mayor afectación al pavimento y mantener los niveles de servicio para los que fue diseñado, constituyéndose así en una práctica preventiva y/o correctiva.

Tabla 14. Especificaciones Técnicas Aplicables por Tipo de Intervención Rutinario.

Actividad	Especificación técnica*
Limpieza de drenajes, pozos, alcantarillas, sumideros	Las que apliquen conforme a las intervenciones: INV 1410, INV 1420 e INV 1430
Sello de fisuras y grietas	Apéndice A para Conservación Programada.
Parcheo	Apéndice A para Conservación Programada.

*Nota:

- Las Especificaciones técnicas INV relacionadas, corresponden al Volumen 2. Especificaciones Generales de Mantenimiento de carreteras del Manual de mantenimiento de carreteras del - INVIA.
- Las Especificaciones técnicas IDU relacionadas, corresponden a las contenidas en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente.

8.3.4.2 Mantenimiento Periódico

Conjunto de técnicas (acciones de obra) que se ejecutan para reparar la capa de rodadura, cuando los deterioros existentes han presentado una propagación de más del 15% (valor estimativo aproximado) del área de la calzada, principalmente en severidades media o alta, afectando en algunos casos capas inferiores de la estructura de tal forma que pueda requerirse intervenciones puntuales; la aplicación de estas técnicas permite que por lo menos se alcance el período de diseño, manteniendo los niveles de servicio para los que fue diseñado, y se constituye como una práctica preventiva y/o correctiva.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tabla 15. Especificaciones Técnicas Aplicables por Tipo de Intervención Periódico.

Actividad	Especificación técnica*
Bacheo	Apéndice A para Conservación Programada.
Sello de arena-asfalto (no estructural)	IDU 731-18
Tratamiento superficial simple	IDU 732-18
Lechada asfáltica y microaglomerado en frío (no estructural)	INV 1224
Tratamiento superficial múltiple (Cape seal)	IDU 732-18 y IDU 730-18
Sobrecapa delgada	INV 1227
Mezcla drenante	IDU 622-18
Fresado y reposición de carpeta asfáltica	Apéndice A para Conservación Programada.
White topping	IDU 750-18

*Nota:

- Las Especificaciones técnicas INV relacionadas, corresponden al Volumen 2. Especificaciones Generales de Mantenimiento de carreteras del Manual de mantenimiento de carreteras del - INVIAS.
- Las Especificaciones técnicas IDU relacionadas, corresponden a las contenidas en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente.

* Nota: Cuando se ejecuten actividades de parcheo, se deberá tener en cuenta la especificación técnica relacionada en el numeral 9.3.4.1.

En el numeral 8.3.2.1 de este documento, con base en la clasificación AASHTO, se definió la rigidez mínima para que las capas identificadas mediante exploración destructiva (apiques) puedan ser consideradas como capas estructurales en el diagnóstico.

Tanto la degradación por tránsito y clima, como el hecho de que las estructuras hubiesen sido construidas con especificaciones no vigentes, no deben ser argumentos para un eventual cambio de intervención de mantenimiento periódico a rehabilitación o reconstrucción.

8.3.4.3 Rehabilitación

Conjunto de técnicas (acciones de obra) que se ejecutan para mejorar o recuperar la condición superficial, funcional y estructural del pavimento, cuando los deterioros existentes han presentado una propagación de más del 50% (valor estimativo aproximado) del área de la calzada, y compromete las capas inferiores de la estructura del pavimento; la aplicación de estas técnicas permite prolongar la vida útil del mismo por un mayor tiempo que el de su periodo de diseño, manteniendo los niveles de servicio, a partir del diseño de la intervención a ejecutar sobre el perfil transversal de la calzada existente.

En el numeral 8.3.2.1 de este documento, con base en la clasificación AASHTO, se definió la rigidez mínima para que las capas identificadas mediante exploración destructiva (apiques) puedan ser consideradas como capas estructurales en diagnóstico. En virtud de ello, el contratista estará en obligación de conservar los granulares existentes más profundos y mejorar los superficiales como parte del diseño de rehabilitación a su cargo, dando así cumplimiento a las obligaciones técnico-ambientales establecidas en el capítulo 3 del presente documento.

Tanto la degradación por tránsito y clima, como el hecho de que las estructuras hubiesen sido construidas con especificaciones no vigentes, no deben ser argumentos para un eventual cambio de intervención de rehabilitación a reconstrucción, a menos que se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.25 m.**
- El contratista comprueba, por medio de ensayos de módulo resiliente, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no son competentes en términos de rigidez con respecto a los mínimos referenciados en la Tabla 7.**

En ningún caso se permitirá la reconstrucción del pavimento en segmentos cuyo módulo de la subrasante de diseño, medido con ensayos de deflectometría, sea mayor que 30 MPa.

8.3.4.4 Reconstrucción

Consiste en la demolición total de la estructura de pavimento existente, una vez que esta ha perdido la totalidad de su capacidad estructural, para ser reemplazada por una nueva estructura a partir de un nuevo diseño, a ejecutar sobre el perfil transversal de la calzada existente.

Este tipo de intervención únicamente será implementada en caso de que se cumpla alguna de las siguientes condiciones; en caso contrario, se procederá al diseño de rehabilitación del pavimento existente:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.25 m.**
- El contratista comprueba, por medio de ensayos de módulo resiliente, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no son competentes en términos de rigidez con respecto a los mínimos referenciados en la Tabla 7**
Valores típicos de referencia de módulos para granulares en función de la clasificación AASHTO. .

En ningún caso se permitirá la reconstrucción del pavimento en segmentos cuyo módulo de la subrasante de diseño, medido con ensayos de deflectometría, sea mayor que 30 MPa.

Lo anterior no excluye la obligación del contratista de dar cumplimiento a las obligaciones técnico-ambientales establecidas en el capítulo 3 del presente documento.

8.3.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES

Los materiales, actividades de obra y procedimientos constructivos necesarios para llevar a cabo las correspondientes alternativas de intervención para rehabilitación y reconstrucción de pavimentos flexibles deben cumplir con los lineamientos y requerimientos definidos en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente, que se encuentra listado en el Apéndice B (Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción) y para alternativas de intervención relacionada a mantenimiento rutinario y periódico en pavimentos flexibles deben cumplir con los lineamientos y requerimientos definidos en el Apéndice A (Especificaciones

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

técnicas particulares de materiales y construcción), de no presentarse la actividad en el mismo, remitirse a lo establecido en el Apéndice B.

En caso de que el contratista contemple el uso de algún material, actividad de obra o procedimiento constructivo diferente a los que se encuentran dispuestos en las citadas especificaciones técnicas generales, se debe generar para aprobación del interventor la correspondiente especificación técnica particular conforme a lo dispuesto en el Apéndice A. (Especificaciones técnicas particulares de materiales y construcción) y la GU-IC-09 (Guía Presentación y Reporte de Especificaciones Técnicas Particulares).

8.4 DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

8.4.1 METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

La metodología que se debe seguir para realizar el diagnóstico y establecer la condición superficial del pavimento, se documenta detalladamente en la Guía GU-IC-13 *“Diagnóstico de Pavimentos de la Malla Vial Urbana y Rural de Bogotá D.C.”* que dispone el IDU en su versión vigente, la cual incluye parámetros para evaluación en vías con superficie en concreto asfáltico, concreto hidráulico, adoquín y afirmado, en este último caso solo se aplica para calzadas ubicadas en la Malla Vial Rural.

En caso de utilizar software para el cálculo del Índice de Condición del Pavimento - PCI, es obligación entregar los reportes correspondientes. Será obligación de la interventoría, verificar que no se presenten errores de procesamiento por densidades que superan el rango de las curvas del método, así como la correcta aplicación de las severidades a los deterioros según corresponda.

Previo a la ejecución del diagnóstico se debe realizar la actividad de calibración y patronamiento de equipos conforme a lo dispuesto en el numeral 5 del presente documento.

8.4.2 CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO

Para pavimentos rígidos, se clasificará únicamente, a través del estado superficial (PCI). La clasificación global, en función de la condición superficial, para un CIV (Código de Identificación Vial), asociado a cada PK_ID será la siguiente:

Tabla 16. Rangos del PCI y códigos para preclasificación superficial.

PCI	0-25	26-55	56-85	86-100
Preclasificación	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Código	D	C	B	A

8.4.3 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

Para la intervención de los segmentos cuya clasificación corresponda a “Verde” o “Amarillo”, se tendrá en cuenta los deterioros observados y sus causas probables (ver Tabla 17 y Tabla 18). En el caso de las clasificaciones “Naranja” y “Rojo”, se procederá según los numerales 8.8.1 y 8.8.2, respectivamente.

Tabla 17. Deterioros comunes y causas probables en pavimentos rígidos

Tipo de deterioro	Causa probable
Estallamiento de losa	Espacio insuficiente para expansión
Grieta de esquina	Cargas y pérdida de soporte

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tipo de deterioro	Causa probable
Losa dividida	Exceso de cargas y soporte inadecuado
Grietas de durabilidad	Expansión de agregado grueso
Escalonamiento	Suelos de fundación blandos, bombeo
Daño en sello de junta	Filtraciones de material incompresible
Desnivel carril/berma	Procesos constructivos
Grieta longitudinal y/o transversal	Cargas, humedad
Parche grande/acometidas de servicios	Necesidad externa
Parche pequeño	Necesidad externa
Pulimento de agregados	Cargas
Pérdida de agregado grueso	Cambios de temperatura, agregados expansivos
Bombeo	Filtraciones de agua, cargas
Losa dividida localizada	Exceso de cargas, espesor insuficiente, pérdida de soporte, procesos constructivos
Cruce de vía férrea	Necesidad externa
Pérdida de pasta de superficie/mapeo de grietas	Procesos constructivos, calidad de los materiales
Grietas de retracción	Proceso de fraguado
Descascaramiento de esquina	Esfuerzos excesivos en las juntas por cargas o filtración de material incompresible
Descascaramiento de junta	Esfuerzos excesivos en las juntas por cargas o filtración de material incompresible

Las actividades de intervención están ligadas al nivel de severidad de los deterioros que se observen en la calzada objeto de estudio, para tal fin se sugiere lo siguiente, sin limitarse a ello:

Tabla 18. Intervenciones posibles para la conservación de pavimentos rígidos

Tipo de deterioro	Nivel de severidad	Actividad de intervención
Estallamiento de losa	Bajo	Reemplazo de losas total o parcial
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Grieta de esquina	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Losa dividida	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Grietas de durabilidad	-	Cepillado de la superficie
Escalonamiento	Bajo	Cepillado de la superficie
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Daño en sello de junta	Bajo	Limpieza y sello de juntas
	Medio	Limpieza y sello de juntas
	Alto	Limpieza y sello de juntas
Desnivel carril/berma	Alto	Renivelación de berma
Grieta longitudinal y/o transversal	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Sello de grietas
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Bombeo	-	Inyección y restauración de la transferencia
Losa dividida localizada	Bajo	Sello de grietas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento/ Mapeo de grietas	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
Descascaramiento de esquina	Medio	Reemplazo de losas total o parcial

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tipo de deterioro	Nivel de severidad	Actividad de intervención
Descascaramiento de junta	Alto	Reemplazo de losas total o parcial
	Bajo	Limpieza y sello de juntas
	Medio	Reemplazo de losas total o parcial
	Alto	Reemplazo de losas total o parcial

Notas:

- Si se establece que el daño del pavimento obedece a una humedad excesiva del suelo de soporte, antes de proceder a la reparación de las capas granulares, las actividades de mantenimiento deberán incluir en primer lugar la reparación de las estructuras de drenaje que se encuentran en mal estado de acuerdo con alguno de los procedimientos descritos en el Capítulo 5 “Drenaje Subsuperficial” del Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías.
- Para el caso de daños en los cuales su causa probable es carga o pérdida de soporte, y las actividades de intervención corresponden al reemplazo de losas total o parcial, el Contratista deberá garantizar que las capas subyacentes están en condición adecuada para el soporte y emplazamiento de la nueva losa que garantice la correcta operación.
- El Contratista de Obra propondrá la intervención que demuestre que técnica y económicamente es la más conveniente dentro del alcance establecido en los documentos contractuales, de manera que las actividades a realizar correspondan a aquellas de mantenimiento periódico en pavimentos rígidos y se garantice que la intervención cumplirá como mínimo con los tiempos de estabilidad y calidad de las obras según las garantías exigidas.

Dicha propuesta de intervención deberá estar debidamente aprobada por interventoría antes de realizar las actividades de obra. La Entidad no aceptará actividades de intervención consistentes en el reemplazo de losas de concreto hidráulico por mezcla asfáltica, excepto si en el Anexo 1 - Anexo Técnico o el Documento Técnico de Soporte - DTS del presente proceso licitatorio se indique expresamente lo contrario.

Tabla 19. Especificaciones Técnicas aplicables por Tipo de Intervención Rígido.

Actividad	Especificación técnica*
Cepillado de la superficie	INV 1243
Inyección y restauración de la transferencia	INV 1246 (proceso de estabilización) e IDU 900-18 numeral 910.4.3 (restauración de la transferencia)
Limpieza y sello de juntas	IDU 800-18 numeral 800.5.19 e IDU 900-18 numeral 910.4.5
Reemplazo de losas total o parcial	IDU 910-18
Renivelación de berma	INV 1232
Sello de grietas	IDU 900-18

*Nota:

- Las Especificaciones técnicas INV relacionadas, corresponden al Volumen 2. Especificaciones Generales de Mantenimiento de carreteras del Manual de mantenimiento de carreteras del - INVIAS.
- Las Especificaciones técnicas IDU relacionadas, corresponden a las contenidas en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente.

8.4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES

Los materiales, actividades de obra y procedimientos constructivos necesarios para llevar a cabo las correspondientes alternativas de intervención para el mantenimiento, rehabilitación y reconstrucción de

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

pavimentos rígidos deben cumplir con los lineamientos y requerimientos definidos en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente, que se encuentra listado en el Apéndice B (Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción).

En caso de que el contratista contemple el uso de algún material, actividad de obra o procedimiento constructivo diferente a los que se encuentran dispuestos en las citadas especificaciones técnicas generales, se debe generar para aprobación del interventor la correspondiente especificación técnica particular conforme a lo dispuesto en el Apéndice A. (Especificaciones técnicas particulares de materiales y construcción) y la GU-IC-09 (Guía Presentación y Reporte de Especificaciones Técnicas Particulares).

8.5 DIAGNÓSTICO DE PAVIMENTOS EN AFIRMADO

Para vías donde la superficie del pavimento corresponda a un afirmado con materiales de agregados natural, provenientes de Residuos de Construcción y Demolición - RCD, Material Bituminoso Reciclado – MBR/RAP, Tratamientos Superficiales o con riegos asfálticos, el diagnóstico se centra en establecer la condición superficial y de soporte de la vía como se describe en los siguientes numerales.

Adicionalmente, se debe evaluar el estado de las estructuras hidráulicas, para lo cual se deberá seguir lo indicado en el “*Manual para la inspección visual de estructuras de drenaje*” del INVIAS.

8.5.1 CONDICIÓN SUPERFICIAL

8.5.1.1 Metodología de Medición

La metodología que se debe seguir para realizar el diagnóstico y establecer la condición superficial del pavimento, se documenta detalladamente en la Guía GU-IC-13 “*Diagnóstico de Pavimentos de la Malla Vial Urbana y Rural de Bogotá D.C.*” que dispone el IDU en su versión vigente, la cual incluye parámetros para evaluación en vías con superficie en concreto asfáltico, concreto hidráulico, adoquín y afirmado, en este último caso solo se aplica para calzadas ubicadas en la Malla Vial Rural.

En caso de utilizar software para el cálculo del Índice de Condición de Vías Sin Superficie - URCI, es obligación entregar los reportes correspondientes. Será obligación de la interventoría, verificar la correcta aplicación de la metodología establecida con el fin de que no se presenten errores de procesamiento de la información levantada.

Previo a la ejecución del diagnóstico se debe realizar la actividad de calibración y patronamiento de equipos conforme a lo dispuesto en el numeral 5 del presente documento.

8.5.1.2 Clasificación por Condición Superficial

La clasificación por condición superficial, para un CIV (Código de Identificación Vial), asociado a cada PK_ID, será la siguiente:

Tabla 20. Rangos del URCI y códigos para preclasificación superficial.

URCI	0-25	26-39	40-69	70-100
Preclasificación	Rojo	Naranja	Amarillo	Verde
Código	D	C	B	A

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

8.5.2 CONDICIÓN DE SOPORTE

La condición de soporte en vías en afirmado se determina con la información obtenida del CBR de la plataforma (se entenderá únicamente para este caso como plataforma el material que se encuentre como afirmado), mediante el procedimiento descrito en la norma INV E-169-13o aquella que la sustituya.

La capacidad de soporte de la plataforma se determinará mediante ensayo de CBR, prueba realizada In situ, la cual tendrá una frecuencia de cada 250 m en tres bolillos, no obstante, se deben evaluar las condiciones propias del segmento diagnosticado, con el fin de definir sus características de soporte, garantizando al menos la ejecución de un ensayo sobre el área a intervenir.

Tabla 21. Rangos de la condición de soporte (CBR) y códigos para preclasificación estructural

Condición de soporte, (%)	CBR<7	7≤CBR<12	12≤CBR<15	CBR≥15
Código	4	3	2	1

8.5.2.1 Exploración Destructiva – Apiques

La exploración destructiva únicamente será aplicable para los segmentos clasificados por condición superficial como, “Naranja” o “Rojo”, en concordancia con lo establecido en el numeral 8.5.1.

Se entiende por apique una excavación cuyas dimensiones permitan la identificación de las capas de pavimento existente y su caracterización mediante la toma de muestras de material por capa/estrato incluido el suelo de 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 Contratista los daños causados a terceros en el evento de que se presenta 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.

El plan de exploración del subsuelo deberá tener en cuenta la información de redes existentes de las empresas de servicios públicos, y en caso de presentarse daños, debidos a la exploración, éstos deberán ser asumidos por el contratista (en caso de que esta condición se presente).

Es obligación ejecutar exploración destructiva mediante apiques para diagnóstico, con una separación máxima de 75 m por calzada. Como mínimo, en cada apique serán recuperadas muestras para la ejecución de los siguientes ensayos:

Tabla 22. Ensayos mínimos a ejecutar para diagnóstico.

Norma INVIAS	Ensayo	Aplicable a
E-122	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) de suelo, roca y mezclas de suelo-agregado	Por capa/estrato
E-125	Determinación del límite líquido de los suelos	Por capa/estrato
E-126	Límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	Por capa/estrato
E-213	Análisis granulométrico de los agregados grueso y fino	Por capa/estrato (granulares)

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Norma INVIAS	Ensayo	Aplicable a
E-180	Clasificación de suelos y de mezclas de suelos y agregados con fines de construcción de carreteras (Sistema AASHTO)	Por capa/estrato
E-181	Sistema unificado de clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	Por capa/estrato
E-123	Determinación del tamaño de las partículas de los suelos	Subrasante
E-148	CBR de los suelos sobre muestra inalterada	Subrasante

De llegar a encontrarse suelos de subrasante tipo arena o grava, en los cuales no sea posible hincar el molde para ensayo inalterado, se extraerá muestra suelta a ser compactada en el laboratorio mediante el ensayo de Proctor para CBR; el CBR de diseño será establecido para la humedad de equilibrio del suelo. Con independencia del tipo de muestra, la interventoría verificará que el periodo de inmersión en agua no supere las 96 horas (ver INV E 148-13).

La información geotécnica deberá ser consolidada en perfiles estratigráficos, incluyendo las propiedades físicas y mecánicas de cada una de las capas/estratos identificados durante los trabajos de campo. Los resultados de los ensayos de laboratorio deberán consolidarse en una tabla resumen que incluya, como mínimo y sin limitarse a ello: número de apique y muestra, abscisa, coordenadas, profundidad, descripción, clasificación (USCS y AASHTO), humedad, granulometría, límites de Atterberg, CBR inalterado natural y sumergido, expansión, etc, adicionalmente diligenciar el formato FO-IC-40 (Recopilación Resultados Ensayos de Exploración Geotécnica de Pavimentos).

8.5.3 CONDICIÓN GLOBAL DEL PAVIMENTO

Partiendo de las preclasificaciones establecidas anteriormente; (por condición superficial y de soporte), se define una clasificación denominada “clase”, como el resultado de la interacción entre la condición superficial y la condición de soporte, usando los códigos definidos anteriormente para los rangos del URCl y CBR y posteriormente se relacionarán con un tipo de intervención determinado, ya sea mantenimiento (periódico o rutinario), rehabilitación o reconstrucción. La determinación de la condición del pavimento, en función de las posibles combinaciones, se resume en la *Tabla 23*.

Los segmentos objeto de estudio, que se definan como rehabilitación o reconstrucción, el contratista deberá presentar las alternativas de intervención soportadas con los diseños correspondientes. En el capítulo 8.6 se encuentran las condiciones particulares a considerar para mantenimiento periódico.

Tabla 23. Matriz para calificación de la condición de pavimentos en afirmado

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Soporte		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango (%)	Código	URCl	Código			
CBR < 7	4	0-25	D	4D	Rojo	Reconstrucción
		26-39	C	4C	Rojo	
		40-69	B	4B	Rojo	
		70-100	A	4A	Rojo	
7 ≤ CBR < 12	3	0-25	D	3D	Naranja	Rehabilitación
		26-39	C	3C	Naranja	
		40-69	B	3B	Naranja	
		70-100	A	3A	Naranja	
12 ≤ CBR < 15	2	0-25	D	2D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-39	C	2C	Amarillo	
		40-69	B	2B	Amarillo	
		70-100	A	2A	Verde	Mantenimiento Rutinario

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Preclasificación				Calificación de la Condición		
Soporte		Superficial		Clase	Color	Estrategia de Conservación
Rango (%)	Código	URCI	Código			
CBR ≥ 15	1	0-25	D	1D	Amarillo	Mantenimiento Periódico
		26-39	C	1C	Amarillo	
		40-69	B	1B	Amarillo	
		70-100	A	1A	Verde	Mantenimiento Rutinario

Es importante anotar que, en las combinaciones 3A y 4A, a pesar de que se presenta una condición superficial favorable, se evidencia baja capacidad de soporte, por lo cual, prima esta última condición y se procede al diseño de la intervención.

8.5.4 ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

En la Tabla 24 se encuentra la matriz que indica el tipo de intervención para pavimentos en afirmado. La Intervención definitiva deberá corresponder a la propuesta por el contratista y aprobada por la interventoría, con la debida justificación técnica y en concordancia con el diagnóstico de la condición superficial y de soporte del pavimento.

Tabla 24. Intervenciones posibles para la conservación de pavimentos en afirmado.

Código de clase	Mantenimiento								Rehabilitación	Reconstrucción
	Rutinario				Periódico					
	Rocería y desmonte, retiro de material, limpieza de drenaje	Tratamiento de polvo	Bacheo	Perfilado ligero, Tratamiento con rastras	Perfilado pesado	Recarga de gravas	Tratamientos superficiales (lechadas asfálticas, arena-asfalto, simples, dobles, triples)	Reciclado de afirmado		
	Reposición de material de afirmado	Conformación de Calzada Existente								
1 A	X	X	X	X						
1 B	X	X			X	X	X	X		
1 C	X	X			X	X	X	X		
1 D	X	X			X	X	X	X		
2 A	X	X	X	X						
2 B	X	X			X	X	X	X		
2 C	X	X			X	X	X	X		
2 D	X	X			X	X	X	X		
3 A.	X	X							X	

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Código de clase	Mantenimiento								Rehabilitación	Reconstrucción
	Rutinario				Periódico					
	Rocería y desmonte, retiro de material, limpieza de drenaje	Tratamiento de polvo	Bacheo	Perfilado ligero, Tratamiento con rastras	Perfilado pesado	Recarga de gravas	Tratamientos superficiales (lechadas asfálticas, arena-asfalto, simples, dobles, triples)	Reciclado de afirmado	Reposición de material de afirmado	Conformación de Calzada Existente
3 B	X	X							X	
3 C	X	X							X	
3 D	X	X							X	
4 A	X	X								X
4 B	X	X								X
4 C	X	X								X
4 D	X	X								X

Notas:

- Para vías donde la superficie de afirmado contenga tratamientos superficiales, se debe evaluar la intervención a realizar bien sea mediante el mejoramiento o el reemplazo del tratamiento superficial a partir de la metodología de diagnóstico definida por el Contratista.
- Si la vía en malla vial rural no tiene estructuras de drenaje o éstas se encuentran en mal estado y fuera de servicio, las actividades de mantenimiento deberán incluir en primer lugar la reparación de las estructuras de drenaje, conformación o de ser necesario la construcción de cunetas, alcantarillas, box culvert, entre otras.
- Esta tabla establece las posibles actividades a ejecutar, sin embargo, es importante definir al momento de la selección de la intervención, las actividades necesarias para el desarrollo de los trabajos de acuerdo con el estado y las características propias de la calzada.

Para pavimentos que en su capa de rodadura estén conformados por materiales diferentes a los definidos en este capítulo y que no tengan definida metodología para llevar a cabo las actividades de diagnóstico y conservación, el Contratista debe presentar al Interventor para su aprobación, y este a su vez al IDU para su recibo, la metodología para realizar el diagnóstico, el diseño de las intervenciones necesarias, las actividades de intervención de conservación y sus respectivas especificaciones técnicas particulares a aplicar.

Las intervenciones propuestas para segmentos clasificados como rehabilitación y reconstrucción deben corresponder a la determinación de un refuerzo o mejoramiento de la estructura existente o su

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

reconstrucción. Para estos segmentos, el contratista deberá presentar los diseños de las alternativas de intervención para la conservación del pavimento, en donde se incluyan las condiciones de tránsito actuales (TPD), mediante el desarrollo de aforos que permitan identificar claramente este parámetro.

La selección de la técnica de conservación a ejecutar implicará ahorro en la inversión y conservación del patrimonio. El desarrollo de estrategias de conservación, puede llegar a plantear una optimización presupuestal de los proyectos, en donde, debido a las características técnicas existentes en las zonas, el tipo de intervención a desarrollar, deba ser ajustado respecto a los requerimientos indicados en el presente documento y en lo que refiere a los procedimientos de intervención que se deberían ejecutar. Las actividades de conservación son; mantenimiento rutinario, mantenimiento periódico, rehabilitación y reconstrucción.

En función del tipo de estrategia propuesta, se establecen las intervenciones predominantes, no obstante, es posible que dentro de una estrategia se requieran adelantar intervenciones que la complementen, sin constituirse en una práctica recurrente.

8.5.4.1 Mantenimiento Rutinario

Conjunto de técnicas (acciones de obra) que se ejecutan para reparar la capa de rodadura, cuando ocurra la aparición de los primeros deterioros a nivel superficial; la aplicación de estas técnicas permite retardar el desarrollo acelerado de deterioros de mayor afectación al pavimento y mantener los niveles de servicio para los que fue diseñado, constituyéndose así en una práctica preventiva y/o correctiva tales como:

- Rocería y desmonte, retiro de material, limpieza de drenajes, tratamiento de polvo, bacheo, perfilado ligero, tratamiento con rastras.
- Los ensayos mínimos de verificación de capa terminada para materiales de base granular referentes a compactación, planicidad y espesor se realizarán según cantidad y frecuencia establecida en el Apéndice A - numeral 3.6.5 condiciones de entrega para el recibo del trabajo tanto para el contratista de obra como la interventoría (Especificación técnica parcheo y bacheo con mezcla asfáltica para actividades de conservación programada).

8.5.4.2 Mantenimiento Periódico

Conjunto de técnicas (acciones de obra) que se ejecutan para reparar la capa de rodadura, principalmente en severidades media o alta, afectando en algunos casos capas inferiores de la estructura de tal forma que pueda requerirse intervenciones puntuales; la aplicación de estas técnicas permite que por lo menos se conserve los niveles de servicio para los que fue diseñado, y se constituye como una práctica preventiva y/o correctiva, técnicas como:

- Perfilado pesado, recarga de gravas, tratamientos superficiales (lechadas asfálticas, arena-asfalto, simple, dobles, triples), reciclado de afirmado.
- Los ensayos mínimos de verificación de capa terminada para materiales de base granular referentes a compactación, planicidad y espesor se realizarán según cantidad y frecuencia establecida en el Apéndice A - numeral 3.6.5 condiciones de entrega para el recibo del trabajo tanto para el contratista de obra como la interventoría (Especificación técnica parcheo y bacheo con mezcla asfáltica para actividades de conservación programada). Si la intervención a realizar corresponde a tratamientos superficiales se deberá cumplir lo establecido en la Especificación 732 del documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU.

8.5.4.3 Rehabilitación

Conjunto de técnicas (acciones de obra) que se ejecutan para mejorar o recuperar la condición superficial, funcional y de soporte del pavimento, comprometiendo las capas inferiores de la estructura del pavimento; la aplicación de estas técnicas permite prolongar la vida útil del mismo por un mayor tiempo que el de su periodo de diseño, manteniendo los niveles de servicio, a partir del diseño de la intervención a ejecutar sobre el perfil transversal de la calzada existente.

- Reposición de material de afirmado.

Tanto la degradación por tránsito y clima, como el hecho de que las estructuras hubiesen sido construidas con especificaciones no vigentes, no deben ser argumentos para un eventual cambio de intervención de rehabilitación a reconstrucción, a menos que se cumpla la siguiente condición:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.15 m.

-El contratista comprueba, por medio de ensayos de CBR, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no son competentes en términos de capacidad portante.

En caso de que se proponga el cambio de superficie de rodadura de afirmado por mezcla asfáltica se deberá acoger a lo establecido en los numerales 7.1 y 7.2 de este documento.

Los ensayos mínimos de verificación de capa terminada para materiales de base granular referentes a compactación, planicidad y espesor se realizarán según cantidad y frecuencia establecida en el Apéndice A - numeral 3.6.5 condiciones de entrega para el recibo del trabajo tanto para el contratista de obra como la interventoría (Especificación técnica parcheo y bacheo con mezcla asfáltica para actividades de conservación programada).

8.5.4.4 Reconstrucción

Consiste en el retiro y sustitución total de la estructura de pavimento existente, una vez que esta ha perdido su capacidad estructural será reemplazada por una nueva estructura que conserve los espesores requeridos sobre el perfil transversal de la calzada existente.

Este tipo de intervención únicamente será implementada en caso de que se cumpla alguna de las siguientes condiciones; en caso contrario, se procederá al diseño de rehabilitación del pavimento existente:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.15 m.

- El contratista comprueba, por medio de ensayos de CBR, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no son competentes en términos de capacidad portante.

En caso de que se proponga el cambio de superficie de rodadura de afirmado por mezcla asfáltica se deberá acoger a lo establecido en los numerales 7.1 y 7.2 de este documento.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Lo anterior no excluye la obligación del contratista de dar cumplimiento a las obligaciones técnico-ambientales establecidas en el capítulo 3 del presente documento.

Los ensayos mínimos de verificación de capa terminada para materiales de base granular referentes a compactación, planicidad y espesor se realizarán según cantidad y frecuencia establecida en el Apéndice A - numeral 3.6.5 condiciones de entrega para el recibo del trabajo tanto para el contratista de obra como la interventoría (Especificación técnica parcheo y bacheo con mezcla asfáltica para actividades de conservación programada).

8.5.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS APLICABLES

Los materiales y actividades de obra necesarios para llevar a cabo las correspondientes alternativas de intervención para el mantenimiento y la rehabilitación de pavimentos en afirmado deben cumplir con los lineamientos y requerimientos definidos en las especificaciones técnicas generales que se listan en los siguientes numerales. Así mismo las actividades para el mantenimiento de estructuras de drenaje deben ser ejecutadas conforme a las Especificaciones Generales de Mantenimiento de Carreteras - del INVIAS.

Por su parte los materiales y procedimientos constructivos para llevar a cabo la reconstrucción de pavimentos en afirmado deben cumplir con los lineamientos y requerimientos definidos en el documento ET-IC-01 Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción del IDU vigente. Aquellos materiales o procedimientos constructivos que no sean contemplados dentro de este documento deben cumplir con las disposiciones de las Especificaciones Generales de Construcción para Carreteras – 2013 del INVIAS o las Especificaciones Generales de Mantenimiento de carreteras del Manual de mantenimiento de carreteras del INVIAS.

En caso de que el contratista contemple el uso de algún material, actividad de obra o procedimiento constructivo diferente a los que se encuentran dispuestos en las citadas especificaciones técnicas generales, se debe generar para aprobación del interventor la correspondiente especificación técnica particular conforme a lo dispuesto en el Apéndice A. (Especificaciones técnicas particulares de materiales y construcción) y la GU-IC-09 (Guía Presentación y Reporte de Especificaciones Técnicas Particulares).

8.5.5.1 Mantenimiento rutinario

Tabla 25. Especificaciones Técnicas aplicable por tipo de intervención Rutinario Afirmado.

Actividad	Especificación técnica*
Rocería y desmonte	INV 1111
Retiro de material	Las que apliquen conforme a la intervención: INV 1120
Limpieza de obras de drenaje	Las que apliquen conforme a las intervenciones: INV 1410, INV 1420 e INV 1430
Bacheo en afirmado	INV 1311
Perfilado ligero de afirmado	INV 1312
Tratamiento de polvo en afirmado	INV 1313
Tratamiento de afirmado con rastras	INV 1314

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

*Nota:

- Las Especificaciones técnicas INV relacionadas, corresponden al Volumen 2. Especificaciones Generales de Mantenimiento de carreteras del Manual de mantenimiento de carreteras del - INVIAS.
- Las Especificaciones técnicas IDU relacionadas, corresponden a las contenidas en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente.

8.5.5.2 Mantenimiento periódico

Tabla 26. Especificaciones Técnicas aplicable por tipo de intervención Periódico Afirmado.

Actividad	Especificación técnica*
Perfilado pesado de afirmado	INV 1321
Recarga de gravas en afirmado	INV 1322
Lechadas asfálticas	IDU 730-18
Tratamiento arena-asfalto	IDU 731-18
Tratamientos superficiales simple, doble y triple	IDU 732-18
Reciclado de afirmado	INV 1323

*Nota:

- Las Especificaciones técnicas INV relacionadas, corresponden al Volumen 2. Especificaciones Generales de Mantenimiento de carreteras del Manual de mantenimiento de carreteras del INVIAS.
- Las Especificaciones técnicas IDU relacionadas, corresponden a las contenidas en el documento ET-IC-01 Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción del IDU vigente.

Por su parte el uso de materiales granulares estabilizados o mejorados con material bituminoso reciclado – MBR (fresado de pavimento asfáltico) para el mantenimiento de pavimentos en afirmado debe ser objeto de una especificación técnica particular siguiendo las disposiciones del Apéndice A (Especificaciones Técnicas Particulares de Materiales y Construcción).

8.5.5.3 Rehabilitación

Tabla 27. Especificaciones Técnicas aplicable por tipo de intervención Rehabilitación Afirmado.

Actividad	Especificación técnica*
Reposición de material de afirmado	Artículo INV 311-22

*Nota:

- Las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras INVIAS relacionadas, – .

8.5.5.4 Reconstrucción *

Tabla 28. Especificaciones Técnicas aplicable por tipo de intervención Reconstrucción Afirmado.

Actividad	Especificación técnica*
Conformación de Calzada Existente	Artículo INV 310-22

*Nota:

- Las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras INVIAS relacionadas.

8.6 DISPOSICIONES PARTICULARES EN INTERVENCIONES DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO

8.6.1 PAVIMENTO FLEXIBLE

8.6.1.1 Clasificaciones 1B, 1C y 1D

De acuerdo con los parámetros fijados para diagnóstico, los segmentos con esta clasificación cuentan con materiales granulares competentes, capacidad estructural mayor que la requerida en función del tránsito proyectado durante los 3 años posteriores y condición superficial, en términos de PCI, menores que 86, parámetros que encaminan la intervención a la restauración superficial. Por lo tanto, el contratista, con evaluación, análisis y aprobación de la interventoría, tendrán en cuenta los siguientes criterios para establecer la intervención:

- **Área afectada (%) con agrietamientos y/o deformaciones ≤ 20 %:** Parcheo.
- **Área afectada (%) con agrietamientos y/o deformaciones > 20 %, sin evidencia de agrietamientos que comprometen todo el espesor de la carpeta o de desprendimiento entre capas asfálticas:** fresado parcial y reposición con mezcla asfáltica.
- **Área afectada (%) con agrietamientos y/o deformaciones > 20 %, con evidencia de agrietamientos que comprometen todo el espesor de la carpeta o de desprendimiento entre capas asfálticas:** fresado total y reposición con mezcla asfáltica o máximo de 0.2 m.

Se requiere verificar la existencia de remanentes asfálticos (después del fresado) de 0.05 m mínimo; en su defecto, se ejecutará fresado total. En el caso de capas asfálticas existentes de máximo 0.2 m de espesor y en caso de que sean consideradas necesarias técnicas antirreflejo de fisuras (geosintéticos, geocompuestos, mezclas SAMI, etc.), la interventoría solicitará al contratista la evaluación técnica y económica de alternativas.

8.6.1.2 Clasificaciones 2B, 2C y 2D

De acuerdo con los parámetros fijados para diagnóstico, los segmentos con clasificación 2B, 2C o 2D, cuentan con materiales granulares competentes, índice estructural entre 0.9 y 1 y PCI menor que 86. En estos casos, el contratista complementará la evaluación estructural con el cálculo de vida residual descrito en el numeral 8.7.6 y procederá según lo siguiente:

- Si la vida residual, en términos de años y según método mecánico-empírico, es mayor o igual que 3 años, se procederá según numeral 8.6.1.1.
- Si la vida residual, en términos de años y según método mecánico-empírico, es menor que 3 años, se procederá al diseño de rehabilitación, de acuerdo con los criterios del capítulo 8.7 del presente documento.

8.6.2 PAVIMENTO RÍGIDO

Será obligación del contratista, analizar técnicas de reparación de pavimentos rígidos, tales como, la renivelación o inyección de losas, la restauración de la transferencia de cargas y la reposición total o parcial de losas (ver IDU 910-18 Reposición Total o Parcial de Losas de Concreto), entre otras.

En el caso de la rehabilitación de pavimentos rígidos, se debe presentar la clasificación en función del PCI por unidad de muestreo (20 ± 8 losas), de modo que se establezca la posibilidad de remplazo puntual de losas o en algunas unidades particulares.

8.7 DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Con base en la exploración, condición estructural y características de las capas estructurales y de la subrasante, establecidas en el diagnóstico, el tránsito promedio diario resultante del estudio correspondiente y las características de los materiales a utilizar en obra, el contratista dimensionará la intervención para la rehabilitación del pavimento.

Como se indicó en el capítulo 3, son obligaciones del contratista, 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 u otra particular 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 teniendo en cuenta las disposiciones de las ET-IC-01 según aplique.

Como se estableció en los numerales 8.3.4.3 y 8.3.4.4, los segmentos clasificados en el diagnóstico como “Naranja” o “Rojo”, serán objeto de diseño de rehabilitación del pavimento existente, a menos que se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

- El espesor de granulares remanentes, ubicados bajo una eventual capa granular o mejorada de refuerzo y sobre la subrasante natural, es menor que 0.25 m.

- El contratista comprueba, por medio de ensayos de módulo resiliente, ejecutados para la humedad óptima y la densidad máxima, que los materiales granulares existentes no son competentes en términos de rigidez con respecto a los mínimos referenciados en la Tabla 7 Valores típicos de referencia de módulos para granulares en función de la clasificación AASHTO. .

En ningún caso se permitirá la reconstrucción del pavimento en segmentos cuyo módulo de la subrasante de diseño, medido con ensayos de deflectometría, sea mayor que 30 MPa.

A continuación, se presentan las consideraciones generales establecidas para la elaboración del diseño de la alternativa de intervención de conservación, sin que con esto se exima al contratista de elaborar un estudio apropiado y confiable y acorde con las necesidades del proyecto.

8.7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO PARA ALTERNATIVAS DE CONSERVACIÓN

Como se encuentra establecido en el numeral 8.3.2.1, el estudio geotécnico para evaluación de la calidad de los materiales y de la subrasante, debe ser ejecutado para diagnóstico, exclusivamente para los segmentos clasificados por condición superficial (ver numeral 8.3.1.2) como “Amarillo” (ver numeral 8.6.1), “Naranja” o “Rojo”.

Por lo tanto, para diseño de la intervención de conservación, únicamente serán necesarios ensayos complementarios para ahondar en condiciones particulares identificadas durante el diagnóstico, los cuales serán propuestos por el contratista y aprobados por la interventoría. La exploración adicional que plantee el contratista únicamente será ejecutada en sitios donde no exista información primaria, donde esta sea insuficiente o se requiera corroborar información específica.

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

8.7.2 SECTORES HOMOGÉNEOS DE DISEÑO

Con base en el análisis de variabilidad de los parámetros físicos y mecánicos de la subrasante, tránsito, sección transversal, etc., se deberá presentar la definición de secciones de comportamiento homogéneo.

Secciones homogéneas compuestas por más de un segmento, deberán ser justificadas por el método de las diferencias sucesivas acumuladas (AASHTO, 1993) y un coeficiente de variación en la deflexión máxima y los parámetros estructurales de máximo 30 %, aspectos a ser verificados por el interventor.

8.7.3 INFORMACIÓN CLIMÁTICA

El contratista está en la obligación de consultar ante el IDEAM, como mínimo, datos históricos de temperatura y precipitación. En el primer caso, se determinará la temperatura media ponderada del aire y, en función de ella, la temperatura de trabajo de la mezcla. La precipitación media anual será utilizada para determinar los coeficientes de drenaje del método AASHTO.

8.7.4 ANÁLISIS DE LAS CARGAS DEL TRÁNSITO

Aplica en su totalidad lo establecido en el Numeral 8.1 del presente documento.

8.7.5 MÓDULOS DE LAS CAPAS EXISTENTES

Teniendo en cuenta que el número estructural (SN, por sus siglas en inglés) es un buen indicador de la suficiencia del conjunto de las capas para controlar la deformación permanente en la subrasante, pero también se requiere evaluar criterios como el agrietamiento por fatiga o la deformación permanente, se debe complementar la evaluación estructural con métodos de cálculo directo y/o inverso, que permitan establecer los módulos de las capas asfálticas y de los granulares por separado.

Los módulos característicos de cada sección de diseño para conservación deberán ser validados calculando en función de ellos el módulo ponderado (E_p) y el número estructural (SN), resultados que deberán coincidir en orden de magnitud con los obtenidos al aplicar los numerales 8.3.2.2.3 a 8.3.2.2.5. Dicho procedimiento deberá ser verificado por el interventor junto con la comparación de la deflexión máxima característica medida con respecto a la teórica calculada en función de la carga de referencia ($P= 40 \text{ kN}$, $a= 0.15 \text{ m}$) y los módulos adoptados por el contratista.

Los módulos característicos, serán calculados como el promedio de la muestra recopilada a lo largo de cada CIV. Es obligación de la interventoría verificar el cumplimiento de lo anterior.

8.7.5.1 Cálculo Inverso de Módulos

El contratista, basado en la interpretación del cuenco de deflexiones y los espesores de las capas, deberá efectuar el proceso de cálculo inverso del módulo de las capas del pavimento y de la subrasante. La interventoría solicitará las memorias del programa utilizado para dicho propósito (EVERCALC, BAKFAA, MODULUS, ELMOD, RUBICON, etc.) y verificará que la raíz del error medio cuadrático (RMS) no supere 11 micras cuando sean modeladas dos capas, de 5 cuando sean modeladas tres capas (ver *Design Manual for Roads and Bridges*, DMRB HD29/08) o máximo de 2 % (ver *Using Falling Weight Deflectometer Data with Mechanistic-Empirical Design and Analysis*, FHWA-HRT-16-011).

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

8.7.5.2 Cálculo Directo de Módulos

Como alternativa al cálculo inverso, el contratista podrá utilizar ecuaciones de regresión para calcular los módulos en función de las deflexiones medidas. Para tal fin, se sugiere *EVERSERIES User's Guide* (WSDOT, 1995) y *Guidelines for Review and Evaluation of Backcalculation Results* (FHWA-HRT-05-152, 2006).

8.7.5.3 Factores de Ajuste de los Módulos

Una vez obtenidos los módulos de las capas asfálticas en función de las deflexiones medidas, es necesario realizar la corrección por temperatura para las capas asfálticas; para tal fin, se sugiere:

$$FA = 10^{-0.0195(Tr-Tm)}$$

Donde:

FA: factor de ajuste del módulo del concreto asfáltico por temperatura

Tr: temperatura de trabajo de la mezcla, 20 °C en Bogotá

Tm: temperatura del pavimento durante el ensayo, °C

El módulo resiliente de la subrasante, obtenido a partir de las deflexiones, debe ser ajustado para efectos de diseño. Los coeficientes de variación de la Tabla 29 indican que las investigaciones realizadas para diferentes tipos de fundación y granulares no son contundentes; por lo tanto, los módulos de subrasante serán ajustados con el factor establecido en AASHTO 1993 (C= 0.33), mientras que los granulares únicamente serán ajustados en caso de que excedan los valores típicos de la Tabla 29 luego de aplicar el factor correspondiente.

Tabla 29. Relaciones promedio entre módulos retrocalculados y de laboratorio

Ubicación	Relación Módulo por Retrocálculo / Módulo de Laboratorio	Coeficiente de variación (%)
Materiales de base/subbase no ligados		
Base o subbase granular bajo una superficie de concreto de cemento Portland	1.32	74
Base o subbase granular bajo una superficie o base de concreto asfáltico	0.62	44
Base o subbase granular entre un material estabilizado y superficie o base de concreto asfáltico	1.43	80
Materiales de terraplén o subrasante		
Terraplén o suelo de subrasante bajo una capa de subbase estabilizada o suelo estabilizado.	0.75	80
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido sin una capa de base o subbase granular.	0.52	37
Terraplén o suelo de subrasante bajo un pavimento flexible o rígido con una capa de base o subbase granular.	0.35	49

Fuente: ME-PDG (AASHTO, 2008)

En caso de que el espesor total de la estructura sea limitado para el cálculo de los parámetros estructurales (es común que se haga a 0.7 u 0.8 m), se debe considerar el efecto del granular existente a partir de dicha profundidad como mejoramiento. En ese caso, debe utilizarse un factor de ajuste (C) del módulo resiliente de la subrasante mayor que el utilizado para los suelos finos (C= 0.5).

8.7.6 CÁLCULO DE LA VIDA RESIDUAL

Es obligación del contratista complementar la evaluación estructural calculando la vida residual del pavimento en términos de años (con respecto a la proyección del tránsito), y a partir del desempeño, esto es, con el uso de funciones de transferencia que relacionen las deformaciones críticas con las repeticiones admisibles.

El cálculo de vida residual por método empírico–mecanicista deberá llevarse a efecto aplicando los lineamientos definidos en los numerales 8.7.10.2 y 8.7.10.3, en este último caso, en términos de ejes simples equivalentes de 8.2 t.

Con la vida residual y los módulos de las capas como criterios de evaluación y análisis, el contratista, con revisión y aprobación de la interventoría, identificará la debilidad estructural del pavimento y justificará las estrategias o alternativas de rehabilitación para conservación objeto de diseño.

8.7.7 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA CONSERVACIÓN

Se entiende por alternativas para conservación aquellas que involucran materiales diferentes en términos de rigidez, diseño de mezcla o técnica de estabilización. La alternativa seleccionada será aquella que se demuestre técnica y económicamente es la más conveniente.

El contratista deberá analizar como mínimo tres alternativas, al menos una de ellas con pavimento de concreto, y hacerlo en todos los casos con el mismo periodo de análisis: 20 años.

Tanto para pavimentos flexibles como rígidos, debe evaluarse la posibilidad de aplicar sobrecapas como estrategia de refuerzo. En caso de que dicha técnica sea inviable por las consecuencias de elevar la rasante, nivelar pozos y sumideros en vías urbanas, aquella no será considerada como alternativa de diseño válida.

En caso de pavimentos en afirmado, deberá analizar como mínimo 2 alternativas según las necesidades ambientales, sociales, técnicas de la zona de intervención.

8.7.8 SUBRASANTE

Este numeral solo es aplicable en los casos en que la intervención establecida en el numeral 8.3.3 sea “Naranja” o “Rojo” y el módulo de la subrasante, medido con FWD durante el diagnóstico, sea menor que 30 MPa.

La siguiente tabla relaciona los métodos más utilizados para el cálculo del módulo equivalente por efecto de rellenos, granulares existentes o mejoramientos sobre subrasantes blandas. Teniendo en cuenta las diferencias conceptuales entre métodos, únicamente serán aceptados aquellos desarrollados para vías con estructuras de pavimento flexibles y cuyo resultado sea el módulo equivalente.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tabla 30. Métodos más utilizados en el medio para el cálculo de mejoramientos

Método	Parámetros de entrada	Parámetro de salida
Ivanov (1962)	Módulos de subrasante y mejoramiento, dimensiones de carga.	Módulo equivalente
Giroud y Han (2004)	Ahuellamiento admisible, CBR de subrasante y mejoramiento, dimensiones de carga, parámetros de capacidad portante y rigidez.	Espesor de granular
Británico (DMRB, HD25/95)	CBR de la subrasante y combinación de materiales (relleno, subbase o ambos).	Módulo equivalente (50 MPa sobre relleno, 100 MPa sobre relleno y subbase)

En función del número de ejes simples equivalentes se determinará el módulo resiliente mínimo de la subrasante mejorada, dando cumplimiento al siguiente criterio de la Tabla 31.

Tabla 31. Módulo resiliente mínimo para diseño de reconstrucciones para conservación

Ejes simples equivalentes (NESE)	Módulo resiliente de la subrasante mejorada
$\leq 1 \times 10^7$	≥ 30 MPa
$> 1 \times 10^7$	≥ 50 MPa

8.7.8.1 Refuerzo de subrasantes con geosintéticos

Propuestas de refuerzo de subrasantes con productos geosintéticos, deberán tener en cuenta el estado del arte; en particular: i) que el método original fue desarrollado para refuerzos planares con geotextiles o geomallas (Giroud y Han, 2004)); ii) que la posterior calibración para refuerzos tridimensionales (Pokharel, 2010) únicamente es válida para geoceldas de neopreno y; iii) que, según dichas fuentes, el espesor de relleno es equivalente al utilizar geotextiles o geoceldas y mayor con esta última que con geomallas (ver Figura 2).

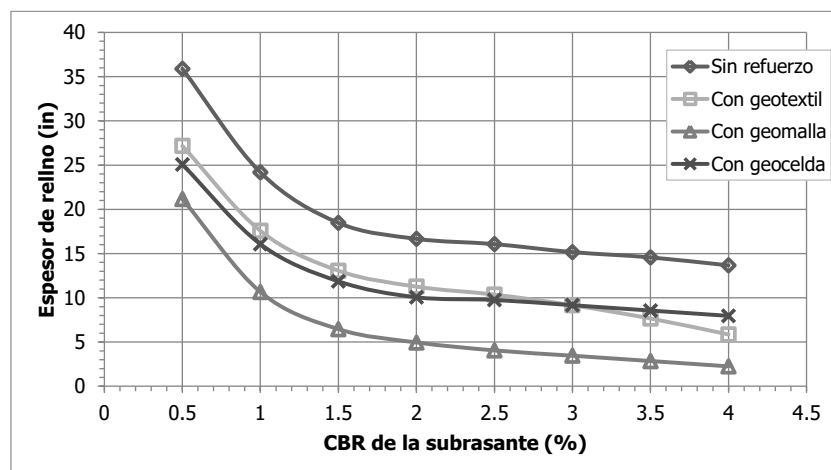


Figura 2. Espesores de relleno sobre productos geosintéticos para refuerzo de subrasantes

Fuentes: Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads. I. Development of Design Method (J. P. Giroud, and Jie Han, 2004); Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads. II. Calibration and Applications (J. P. Giroud, and Jie Han, 2004); Experimental Study on Geocell-Reinforced Bases under Static and Dynamic Loading (Sanat Kumar Pokharel, 2010).

8.7.8.2 Suelos expansivos, orgánicos y/o rellenos antrópicos

Este aparte del documento aplica exclusivamente para diseño de reconstrucción, cuyas condiciones se encuentran definidas en el numeral 8.3.4.4.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Es obligación del contratista analizar el potencial de cambio volumétrico de la subrasante. Para tal fin, deberá ajustarse al siguiente procedimiento:

- a. Determinar en forma indirecta el potencial expansivo de los suelos, según criterios establecidos en la norma INV E-132-13 Determinación de Suelos Expansivos.
- b. Complementar lo anterior con el análisis de la expansión lineal en ensayo CBR (INV E-148-13).
- c. Identificar sectores con potencial expansivo alto o muy alto y valores de expansión libre del ensayo de CBR superiores a 2%, en los cuales se ejecutará al menos un barreno de máximo 5 m de profundidad. En cada barreno se efectuará como mínimo un ensayo de análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad por estrato, y al menos dos ensayos para determinar la magnitud de la expansión, según norma de ensayo ASTM D4546-14e1 (Standard Test Methods for One-Dimensional Swell or Collapse of Soils). Con respecto al ensayo para determinar la magnitud de la expansión, se deberá seleccionar el método a llevar a cabo (A, B o C) y se deberá ejecutar en su totalidad, efectuando las correcciones de los parámetros obtenidos a que haya lugar, tal como lo establece la norma de ensayo.
- d. Los sectores con potencial expansivo alto o muy alto y estratos o zonas activas que no superen 1.5 m de profundidad con respecto al nivel de la rasante, deberán ser resueltos por el componente de pavimentos, mediante la formulación de técnicas de estabilización química o mecánica. Sectores con potencial expansivo alto o muy alto, y estratos o zonas activas cuyo espesor sea mayor que 1.5 m, deberán ser analizados en conjunto con el componente de geotecnia.
- e. Dependiendo de la solución propuesta, es obligación del contratista realizar el diseño de la mezcla suelo-estabilizante.
- f. En aquellos proyectos, en los cuales el componente de geotecnia formule medidas de estabilización de la fundación, cuyo efecto conlleve también mejoramiento en la capacidad de soporte, o en aquellos donde las características orgánicas y/o de cambio volumétrico obliguen al remplazo de espesores mayores que el requerido para alcanzar el módulo de la subrasante mejorada, se tomará como valor de diseño aquel que resulte de las recomendaciones del componente geotécnico.
- g. Con base en el análisis interdisciplinario (capítulo 6) se deberá proponer la alternativa de tratamiento recomendada, con el propósito de ser cuantificada e incluida en el presupuesto. Es obligación del contratista sustentar su propuesta en los literales anteriores, fuentes bibliográficas y modelos numéricos cuyo resultado valide el efecto de solución recomendada.

El contratista deberá identificar sectores con presencia de suelos orgánicos y/o rellenos antrópicos con presencia de escombros y/o basuras, a fin de establecer el tratamiento puntual para los mismos. Así mismo, donde aplique, deberá comprobar que el potencial de cambio volumétrico de los suelos puede presentarse incluso con la aplicación de las recomendaciones de drenaje, mejoramiento y/o remplazo formuladas. Para tal fin, deberá respetarse lo estipulado en la Especificación 300-18 del Documento ET-IC-01.

8.7.9 RIGIDEZ DE LOS MATERIALES

Los materiales considerados en los diseños de pavimentos y espacio público asociado deberán acogerse en su totalidad al documento ET-IC-01. En caso de que un material no cuente con especificación general, el contratista deberá elaborar la especificación particular respectiva, de acuerdo con el procedimiento definido en la Guía GU-IC-09 “Presentación y reporte de especificaciones técnicas particulares”.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

En contratos de conservación, es obligación elaborar sus diseños con información primaria, esto es, caracterización dinámica de laboratorio obtenida sobre los materiales a utilizar para la construcción.

Como alternativa, se deberá consultar información que permita determinar el módulo resiliente de las mezclas asfálticas para las condiciones de frecuencia y temperatura del proyecto con el método de ensayo de la norma INV E-749-13, como mínimo con tres temperaturas (5, 20 y 35 °C) y tres frecuencias de cargas (1, 5 y 10 Hz).

En caso de ser necesario, el contratista elaborará la curva maestra del módulo dinámico de los materiales ligados con cemento asfáltico en caliente con base en los resultados de laboratorio, en aras de establecer la rigidez del material para las condiciones de operación del proyecto. Cualquier predicción debe realizarse con un método que involucre la viscosidad, parámetro mejor relacionado con el desempeño que la penetración.

Los módulos dinámicos de las mezclas asfálticas y los materiales ligados con asfalto en caliente deberán ser seleccionados para la frecuencia acorde con la velocidad de operación específica del proyecto y la temperatura de trabajo calculada en función de la media ponderada del ambiente en Bogotá. En caso de que el contratista justifique utilizar parámetros diferentes a los mencionados, deberá proponer diseños específicos sectorizando en función de la velocidad y variaciones de los parámetros climáticos en periodos de tiempo inferiores al de diseño (anual, mensual u horario), según sea el caso.

En el caso de los materiales estabilizados con asfalto en caliente, cuya mezcla debe ser diseñada por método Marshall, según Documento ET-IC-01, el módulo dinámico debe ser analizado con las mismas condiciones de ensayo de las mezclas asfálticas.

En ausencia de módulos dinámicos de laboratorio para los materiales estabilizados con asfalto en frío (emulsión o asfalto espumado) o con cemento hidráulico, la rigidez a considerar en el diseño podrá ser obtenida de una o de las dos alternativas descritas a continuación:

- Mediante correlaciones con las resistencias a la tracción indirecta
- El valor de la compresión simple mínimo establecido en las especificaciones ET-IC-01 vigentes.

En el Capítulo 2 se encuentran relacionados documentos técnicos IDU que pueden servir como fuente de consulta en la selección de los valores de rigidez de los materiales reciclados y/o estabilizados.

En cuanto a las bases y subbases granulares naturales sin mejorar, debe darse cumplimiento al Documento ET-IC-01, con la medición del módulo resiliente según norma INV E-156-13, para las bases y subbases granulares con RCD, se realiza el reporte del módulo resiliente, en ambos casos en condiciones de humedad óptima y densidad máxima. En ausencia de ensayo de laboratorio, no se aceptará correlación entre el CBR mínimo de especificación y el módulo resiliente, el módulo de la capa puede ser estimado mediante correlaciones en función de su espesor y del módulo de la subyacente, para tal fin se sugiere *Dormon & Metcalf (1965)*, *Izatt, Lettier, y Taylor (1967)* o *ME-PDG (AASHTO, 2008)*.

Los coeficientes de aporte estructural para dimensionamiento por método empírico (AASHTO, 1993), deberán ser obtenidos con la utilización de las figuras relacionadas a continuación, en función del módulo adoptado para cada material (no al contrario).

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tabla 32. Criterios para obtención de los coeficientes de aporte.

Material	Especificación ET-IC-01	Figura Guía AASHTO 1993
Materiales granulares (no ligados)		
Base granular para vías vehiculares	510-18	2.6 pág. II-19
Base granular para vías vehiculares con agregados reciclados	511-18	
Base granular para vías vehiculares peatonales y ciclorutas con MBR	514-18	
Subbase granular para vías vehiculares	510-18	2.7 pág. II-21
Subbase granular para vías vehiculares con agregados reciclados	511-18	
Subbase granular para vías peatonales y ciclorutas con agregados naturales	512-18	
Subbase granular para vías peatonales y ciclorutas con agregados reciclados obtenidos de residuos de construcción y demolición RCD.	513-18	
Subbase granular para vías vehiculares peatonales y ciclorutas con MBR	514-18	
Materiales granulares ligados		
Base granular mejorada con cemento hidráulico	520-18	2.8 pág. II-23
Subbase granular mejorada con cemento hidráulico		
Base granular mejorada con emulsión asfáltica	521-18	Ver nota
Subbase granular mejorada con emulsión asfáltica		
Base granular mejorada con cemento asfáltico	522-18	2.5 pág. II-18
Subbase granular mejorada con cemento asfáltico		
Materiales granulares reciclados y ligados		
Base granular mejorada con MBR y cemento asfáltico	530-18	2.5 pág. II-18
Subbase granular mejorada con MBR y cemento asfáltico		
Base granular mejorada con MBR y emulsión asfáltica en planta o en sitio	531-18	Ver nota 1
Subbase granular mejorada con MBR y emulsión asfáltica en planta o en sitio		
Base granular mejorada con MBR y asfalto espumado	532-18	Ver nota 1
Subbase granular mejorada con MBR y asfalto espumado		
Base granular mejorada con MBR y cemento hidráulico en planta o en sitio	533-18	2.8 pág. II-23
Subbase granular mejorada con MBR y cemento hidráulico en planta o en sitio		
Mesclas asfálticas		
Mezclas asfálticas en caliente densa, semidensa y gruesa	620-18	2.5 pág. II-18
Mezclas asfálticas en caliente de alto modulo	621-18	Ver nota 2
Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía húmeda	625-18	2.5 pág. II-18
Mezcla asfáltica en caliente con asfalto modificado con caucho por vía seca	626-18	Ver nota 3
Materiales granulares remanentes (del sitio, no mejorados)	No aplica	2.7 pág. II-21

Notas:

1. Para granulares estabilizados con asfalto en frío (emulsión o espumado), contratista e interventor definirán el uso de la Figura 2.5 o la 2.9 de la guía AASHTO/1993.
2. El contratista e interventor deberán concertar la metodología para la obtención del coeficiente de aporte de las mezclas asfálticas, cuyo módulo en Bogotá supera el máximo de 3,000 MPa de la Figura II-2.5 de la guía AASHTO 1993. Para tal fin, deben ser consultados los documentos Guide for design of pavement structures, Volume 2, Appendix GG (AASHTO, 1993), Recalibration of the asphalt layer coefficient (NCAT Report 09-03, 2009) y Pavement analysis (Ullidtz, Per, 1987).

8.7.10 PAVIMENTOS FLEXIBLES

La interventoría debe asegurarse que el contratista efectúe el diseño de las alternativas de intervención para conservación, con base en los módulos obtenidos del procedimiento establecido en el numeral 8.7.5 y, en función de ello, dimensione el refuerzo estructural, buscando aprovechar al máximo la estructura existente. Por tratarse de un contrato de conservación, deberán ser evitadas las reconstrucciones o remplazo total de los pavimentos, a menos que existan argumentos técnicos irrefutables.

8.7.10.1 Dimensionamiento Preliminar

Se efectuará un dimensionamiento preliminar del pavimento aplicando el método empírico (*Guide for design of pavement structures AASHTO 1993, Parte II, Figura 3.2*), garantizando que el espesor de cada capa sea igual que el mínimo requerido sobre el módulo de la subyacente y que el número estructural total sea mayor que el requerido sobre la subrasante.

Para la definición del coeficiente de drenaje de los granulares no ligados, se utilizará la tabla 8.2 del Manual de diseño de pavimentos para vías con medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS, 1998), o versión vigente, en función de la precipitación.

8.7.10.2 Funciones de Transferencia o Leyes de Fatiga

En vista de la ausencia de calibración local de modelos de agrietamiento por fatiga en las capas asfálticas para la determinación de los factores de desplazamiento campo/laboratorio, para fines de diseño estructural únicamente se utilizará alguna de las leyes desarrolladas por organismos internacionales relacionadas a continuación, sin combinar métodos para evaluar los criterios de desempeño en un mismo diseño. Las constantes para los modelos $N_{fat}=a*\epsilon t^{-b}*E^{-c}$ y $N_{def}=a*\epsilon z^{-b}$, son:

Tabla 33. Funciones de transferencia a considerar para el diseño de pavimentos flexibles.

Fuente	Agrietamiento por fatiga en las capas asfálticas	Deformación vertical permanente en la subrasante
Shell Bitumen	$N = (0.856*V_b + 1.08)^5 * (10^6 * E)^{-1.8} * \epsilon t^5$	$N = 1.94 * 10^{-7} * \epsilon z^{-4} \text{ (R=85)}$ $N = 1.05 * 10^{-7} * \epsilon z^{-4} \text{ (R=95)}$
Instituto del Asfalto	$N = C * 6.167 * 10^{-5} * \epsilon t^{3.291} * E^{-0.854}$ $C = 10^M$ $M = 4.84 * (V_b / (V_a + V_b) - 0.69)$	$N = 1.365 * 10^{-9} * \epsilon z^{-4.477}$
TRRL	$N = 1.66 * 10^{-10} * \epsilon t^{4.32} \text{ (R=85)}$	$N = 6.18 * 10^{-8} * \epsilon z^{-3.95} \text{ (R=85)}$
Universidad de Nottingham	$N = 8.888 * 10^{-13} * \epsilon t^{4.902}$	$N = 1.126 * 10^{-6} * \epsilon z^{-3.571}$

Entre los métodos antes descritos, únicamente se conoce factor de desplazamiento campo/laboratorio para los dos primeros: 10 para Shell (confiabilidad R= 50 %) y 18.4 para el del Instituto Norteamericano del Asfalto. En caso de utilizar el primero de ellos, deberá aplicarse la actualización que para la confiabilidad se encuentra en AUSTROADS (*Technical basis of Austroads pavement design guide*, Publication No. AP-T33/04, 2004).

En el caso de las bases estabilizadas con asfalto en frío, en caliente o con cemento, para diseño, el contratista deberá presentar el cálculo o predicción de la falla por fatiga. Para tal fin, se sugiere AUSTROADS (*Technical basis of Austroads pavement design guide*, Publication No. AP-T33/04, 2004), SAPEM (Chapter 10, Pavement Design) y ME-PDG (AASHTO, 2008).

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

En caso de que las funciones de transferencia adoptadas involucren confiabilidad, se utilizará la establecida en el numeral 8.2.1.

El porcentaje de asfalto en volumen (Vb) deberá fundamentarse en los resultados del entregable de que trata el Capítulo 10.

8.7.10.3 Diseño Mecánico–Empírico

Los espesores y módulos resultantes del dimensionamiento preliminar deberán ser evaluados y ajustados según criterios mecanicistas para calcular la respuesta, relacionarla mediante el uso de modelos empíricos (funciones de transferencia) con las repeticiones admisibles y establecer el daño relativo acumulado al final del periodo de diseño.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Cálculo de esfuerzos y deformaciones críticas (máximos entre los obtenidos en medio de las ruedas, bajo una rueda o en el borde de ella) según teoría lineal elástica. Para tal fin se utilizará una presión de inflado de 690 kPa (100 psi), cada uno de los pesos por eje que componen los vehículos pesados y el eje de referencia (simple de rueda doble y 8.2 t de peso).
- Cálculo de las repeticiones admisibles (Nadm) por fatiga en las capas asfálticas, en las bases estabilizadas con asfalto en caliente y/o en las capas ligadas con cemento, en función de los esfuerzos o deformaciones críticos calculados para cada uno de los ejes del espectro y para el eje de referencia.
- Cálculo de las repeticiones admisibles (Nadm) por deformación permanente en la subrasante, en función de los esfuerzos o deformaciones críticos calculados para cada uno de los ejes del espectro y para el eje de referencia.
- Cálculo del daño relativo acumulado ($D_r = N_{dis}/N_{adm}$) o sumatoria de los daños individuales producidos por cada eje y por el eje de referencia. Es decir, relación entre las repeticiones por eje de diseño (N_{dis}) y el Nadm correspondiente a cada eje y criterio de diseño (agrietamiento o ahuellamiento).

Para el análisis de los ejes tandem y tridem, se debe aplicar el método incluido en Pavement Design and Analysis (Huang, 2004, p. 97).

Como parte de las memorias de cálculo establecidas en el capítulo 11, el contratista deberá incluir un resumen de resultados que contenga las respuestas críticas, repeticiones admisibles y proyectadas, cálculo del daño relativo individual y acumulado.

8.7.10.4 Espesores Finales de Diseño para la Conservación

Los espesores finales de diseño deben garantizar un índice estructural ($I_e = SN \text{ efectivo} / SN \text{ requerido}$) mayor que 1 y menor que 1.15 ($1 < I_e \leq 1.15$) y un daño relativo acumulado para el criterio de fatiga en las capas asfálticas, bases estabilizadas con asfalto en frío, en caliente o con cemento mayor que 0.75 y menor que 1 ($0.75 < D_r \leq 1$). Dicho daño relativo debe ser calculado con la sumatoria de los individuales obtenidos para cada uno de los ejes (eje por eje) y para el eje de referencia (ejes equivalentes).

En función del número de ejes simples equivalentes, acumulado al final del periodo de diseño de cada sector, se establecerá el criterio de análisis del daño relativo (eje por eje o por ejes equivalentes) con base en el cual determinar los espesores finales de diseño, dando cumplimiento a lo siguiente:

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Tabla 34. Criterio de análisis del daño relativo para pavimentos flexibles

Ejes simples equivalentes (NESE)	Criterio de análisis del daño relativo para selección de los espesores de diseño
$\leq 1 \times 10^7$	Ejes equivalentes
$> 1 \times 10^7$	Eje por eje

8.8 DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS

8.8.1 DISEÑO DE REHABILITACIÓN PARA CONSERVACIÓN.

Este numeral es aplicable a segmentos clasificados en el diagnóstico como “Naranja” cuyo refuerzo estructural puede ser logrado con sobrecapas.

8.8.1.1 Estudios Complementarios

La información requerida para diseñar el refuerzo de pavimentos rígidos, después de su clasificación como segmentos “Naranja”, se basa en la toma de deflexiones y en la determinación de espesores de losa existente, para la toma de deflexiones se deberá garantizar que se realice el ensayo sobre losas en buen estado.

Las medidas de deflexión se realizarán en el centro de la losa y en su última junta transversal en sentido del tráfico, con el propósito de obtener el módulo de reacción dinámico y la eficiencia en la transferencia de carga, respectivamente (ver Guía GU-IC-13 para medir deflexiones mediante Deflectómetro de Impacto). En la Tabla 35 se indica el número de ensayos de deflexión a ejecutar por segmento.

Tabla 35. Número de ensayos de deflexión a ejecutar por segmento – Pavimentos rígidos

Longitud del segmento (m)	<50	50-100	100-150	150-200	200-250	>250
Número de losas a evaluar	1 losa	2 losas	3 losas	4 losas	5 losas	Cada 50 metros sobre la losa que corresponda

La interventoría supervisará que los ensayos de transferencia sean ejecutados en horas del día que no afecten sustancialmente el resultado por efecto temperatura.

Como resultado, el contratista deberá calcular el módulo de reacción y el módulo de elasticidad, utilizando para tal fin *Supplement to the AASHTO Guide for Design of Pavement Structures* (AASHTO, 1998) y *Guidelines for Review and Evaluation of Backcalculation Results* (FHWA-HRT-05-152, 2006), respectivamente.

Si bien, mediante el empleo de la deflectometría es posible obtener el módulo de elasticidad del concreto, para su verificación se deben recuperar testigos del pavimento de 6 pulgadas y posteriormente ejecutar el ensayo de resistencia a compresión (norma INV E 418-13), para que a través de correlaciones sea estimado el módulo de elasticidad. Los núcleos deberán ser recuperados cada 75 m o uno por segmento.

El contratista debe evaluar específicamente los casos en que no sea posible construir sobrecapas, con el fin de determinar y presentar a la interventoría la intervención a realizar.

8.8.1.2 Sectores Homogéneos de Diseño

Aplica en su totalidad lo establecido en el numeral 8.7.2 del presente documento.

8.8.1.3 Análisis de las Cargas del Tránsito

Aplica en su totalidad lo establecido en el numeral 7.1 del presente documento.

8.8.1.4 Metodología de Diseño

Para el diseño de sobrecapas de refuerzo, se utilizará la Parte III de *Guide for Design of Pavement Structures* (AASHTO, 1993), entre cuyas opciones se encuentran:

- Concreto asfáltico (AC) sobre losas fracturadas.
- Concreto asfáltico (AC) sobre JPCP, JRCP y CRCP.
- Concreto asfáltico (AC) sobre AC/JPCP, AC/JRCP y AC/CRCP.
- Concreto hidráulico ligado sobre JPCP, JRCP y CRCP.
- JPCP, JRCP o CRCP no ligado sobre JPCP, JRCP, CRCP y AC/PCC.
- JPCP, JRCP o CRCP sobre concreto asfáltico (AC).

8.8.2 DISEÑO DE RECONSTRUCCIÓN PARA CONSERVACIÓN

8.8.2.1 Estudio Geotécnico Complementario

Aplica en su totalidad lo establecido en el numeral 8.7.1 del presente documento.

8.8.2.2 Sectores Homogéneos de Diseño

Aplica en su totalidad lo establecido en el numeral 8.7.2 del presente documento.

8.8.2.3 Análisis de las Cargas del Tránsito

Aplica en su totalidad lo establecido en el numeral 8.1 del presente documento.

8.8.2.4 Metodología de Diseño

La metodología para diseño de pavimentos rígidos es la incluida en el *documento Thickness design for concrete highway and street pavements (PCA, 1984)*.

El módulo de rotura del concreto hidráulico será seleccionado de acuerdo con los criterios establecidos en el Documento ET-IC-01 Especificación 800-18 – Pavimentos de Concreto Hidráulico.

De acuerdo con las metodologías de diseño, las capas intermedias en pavimentos rígidos únicamente buscan proveer un soporte homogéneo para las losas de concreto y pueden, en algunos casos, ser construidas en espesores mínimos. Por lo tanto, el contratista deberá presentar un análisis de sensibilidad del espesor de la losa de concreto en función del espesor de las capas intermedias y un comparativo económico resultante de incrementar estas últimas para reducir el espesor de las primeras.

Los consumos por fatiga y erosión máximos serán del 100 %.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Factor de seguridad de carga (FSC): 1.2 para calzada Transmilenio; 1 para calzadas mixtas, teniendo en cuenta que estas últimas se encuentran diseñadas para las cargas máximas legales. No se aceptará aplicación de factor de seguridad por repeticiones de carga, criterio no considerado por la metodología.

En el caso de efectuarse el diseño con efecto berma, el contratista 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.

Las dovelas, la trabazón de agregados y la presencia de bermas de concreto, todos tienen efecto sobre la transferencia de cargas. Por tal razón, el uso de pasadores en las juntas transversales de pavimentos de bajo tráfico únicamente será recomendado en caso que influya sobre el espesor de la losa, aspecto a sustentar mediante análisis de sensibilidad.

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).

8.8.2.5 Verificación Mecánico-Empírica

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.

Adicionalmente, el contratista deberá verificar que la relación entre el esfuerzo por tensión en la base de las losas –calculadas éstas con el método PCA– y el esfuerzo admisible, no supere el valor de 1.15. Para tal fin, serán utilizados el método mecánico-empírico descrito en Diseño Racional de Pavimentos (Reyes F., 2003), la confiabilidad definida en el numeral 8.2.1, la teoría lineal elástica y los coeficientes de agresividad para cálculo de ejes equivalentes de 13 t definidos en el numeral 8.1.4.

8.8.2.6 Módulo de Reacción de Diseño

Con el módulo de reacción de la subrasante, definido en función del módulo de diseño (ver numeral 8.7.8), se calculará el módulo de reacción combinado o de diseño. En caso que la base sea granular o estabilizada con cemento, se utilizarán las tablas 1 y 2 del documento *Thickness design for concrete highway and street pavements (PCA, 1984)*; en caso de considerar granulares estabilizados con asfalto en frío o en caliente, se utilizará la Figura 3.3, Parte II de la Guía AASHTO 1993; en caso de utilizar dos o más materiales, se utilizará también el método AASHTO 1993 con un módulo ponderado de las capas intermedias o la aplicación disponible en <http://apps.acpa.org/applibrary/KValue/>.

8.8.2.7 Capas Anti-Erosión

A menos que el contratista compruebe objetivamente, con modelos numéricos, que existe potencial de falla por erosión en las juntas transversales, no se aceptará el uso de capas anti-erosión.

Para tránsitos T2 y T3, se recomienda utilizar materiales estabilizados o mezclas asfálticas para control de erosión, según lo establecido en los documentos del diseño.

La recomendación de mezclas asfálticas bajo las losas de concreto hidráulico, no deberá ser considerada con efecto estructural, sino únicamente como capa anti-erosión. En consecuencia, no serán aceptadas mezclas asfálticas con gránulo de caucho para este propósito.

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Las capas anti-erosión no superarán el espesor de 0.06 m definido en la Especificación 620-18, tabla 620.5, y serán construidas con mezcla densa en caliente tamaño máximo 19 mm (MD19).

En caso de proponer granulares estabilizados en caliente con cemento asfáltico, como capa intermedia en los pavimentos rígidos, no será necesario incluir mezcla densa en caliente como capa anti-erosión.

8.8.2.8 Diseño de Juntas y Refuerzo

La modulación de las losas con relaciones de esbeltez mayor a 1.3 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). También deberán ser verificadas las dimensiones de las losas en función de la rigidez del apoyo, controlando que la longitud no supere 5 veces el radio de rigidez relativa.

Las juntas deberán diseñarse tomando en consideración la modulación de las losas, las características del concreto a emplear y las condiciones climáticas 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.

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.

Serán incluidas las recomendaciones para transición entre pavimentos de diferente rigidez, tanto en juntas longitudinales como transversales.

9 RUTAS DE DESVÍO DEL TRÁNSITO

9.1 MALLA VIAL Y ESTRUCTURAS DE CICLORRUTA SOBRE CALZADA

Para las rutas establecidas como desvío del tránsito en la ejecución de programas de conservación que requieran ser adecuadas para garantizar una condición de movilidad segura, se ejecutarán las actividades de obra definidas en el APÉNDICE A *“ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN”* del pliego de condiciones, las cuales, para esta condición específica, se establecen como actividades de conservación por reacción.

La conservación por reacción hace referencia a la ejecución de actividades puntuales tendientes a reparar la superficie del pavimento, y que son necesarias para devolver a la calzada un nivel de servicio mínimo necesario para su operación cuando se presentan situaciones o deterioros en el pavimento que afectan la movilidad, comodidad y seguridad al transitar.

9.2 INFRAESTRUCTURA DEL ESPACIO PÚBLICO (PARA EL USO DE PEATONES Y BICIUSUARIOS)

Debido a que las intervenciones sobre esta infraestructura generarán rutas alternas o paralelas para el paso seguro de peatones y biciusuarios, los desvíos se regirán de acuerdo a lo establecido en los

APÉNDICE I

DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, **EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

Planes de Manejo de Tránsito (PMT) aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad para cada una de las actividades de obra que se realicen en la ejecución del contrato.

10 FUENTES Y PLANTAS DE SUMINISTRO DE MATERIALES Y MEZCLAS DE MATERIALES

El contratista deberá garantizar los parámetros de calidad de cada uno de los materiales empleados conforme a las disposiciones del documento ET-IC-01 “Especificaciones Técnicas Generales de Materiales y Construcción para Proyectos de Infraestructura Vial y de Espacio Público en Bogotá D.C.” del IDU o a las Especificaciones Técnicas Particulares generadas, para las técnicas de intervención y diseño de alternativas de intervención por conservación, y así mismo puedan ser suministrados por los proveedores, para lo cual, deberá realizarse el correspondiente análisis de fuentes y plantas de suministro de materiales y mezclas de materiales, así como de las distancias máximas de sus ubicaciones respecto a los frentes de obra, que garanticen las condiciones mínimas de calidad para su recibo y debida colocación.

El análisis de fuentes y plantas de materiales debe incluir la totalidad de los parámetros de diseño de los materiales a utilizar para el dimensionamiento.

11 ENTREGABLES

Será obligación del interventor revisar, verificar y aprobar la lista de entregables de la Tabla 36, tanto en los informes como en sus anexos en conformidad con los documentos que hacen parte integral del contrato, así como los procedimientos establecidos por la Entidad.

Tabla 36. Entregables mínimos del diagnóstico y diseño de intervenciones para conservación.

No.	Descripción del entregable	Malla vial	EP y CR
1	Información previa al diagnóstico		
1.1	Informe de calibración y patronamiento de equipos. Debe contener como mínimo: introducción, objetivos, antecedentes, desarrollo de la actividad, definición de las pistas de patronamiento, condiciones y ejecución de los ensayos y equipo empleado, resultados y análisis por cada ensayo ejecutado de acuerdo con la metodología de cada uno, conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas, anexos: acta de reunión de la actividad, certificados de calibración. Este informe debe entregarse al IDU posterior a la finalización de la actividad y previo al inicio de la toma de información de diagnóstico.	X	X
1.2	Informe del resultado de los análisis interdisciplinarios previos , conforme a lo dispuesto en el numeral 6 del presente documento.	X	X
1,3	Informe de recopilación y análisis de información existente.	X	X

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

No.	Descripción del entregable	Malla vial	EP y CR
2	Información del Diagnóstico		
2.1	Informe de diagnóstico. Debe contener como mínimo la información relacionada en los siguientes numerales.		
2.1.1	Inventario de deterioros, procesamiento y cálculo del PCI/URCI a nivel de calzada y unidad de muestra conforme a lo dispuesto en la guía GU-IC-13. Se debe incluir los archivos de entrada y salidas del programa u hoja de cálculo utilizados.	X	
2.1.2	Resultados de ensayos de deflectometría (segmento, abscisa, coordenadas, deflexiones, carga, temperaturas del aire, superficie y pavimento, normalización de deflexiones por carga y temperatura y cálculo de los parámetros estructurales (o condición de soporte para afirmado) por segmento.	X	
2.1.3	Reporte de resultados de la exploración geotécnica (registros de campo, registro fotográfico, resultados de ensayos de laboratorio firmados, cuadro consolidado, perfiles estratigráficos, planos de localización y georreferenciación).	X	X
2.1.4	Reporte de resultados de ensayos de campo y laboratorio para la condición superficial, y estructural del pavimento, así como de caracterización de los materiales y exploración geotécnica (conforme a la guía GU-IC-10), discriminado por corredor vial.	X	X
3.	Información del diseño de las alternativas de intervenciones para conservación		
3.1	Informe de tránsito. Debe contener como mínimo: aforo, volúmenes vehiculares proyectados, cálculo de repeticiones por eje, cálculo de ejes equivalentes de 8.2 t y cálculo de ejes equivalentes de 13 t	X	
3.2	Informe de diseño de las alternativas de intervenciones para conservación. Debe contener como mínimo la información relacionada en los siguientes numerales, soportada con sus memorias de cálculos, así como los anexos correspondientes en medio magnético y hoja de firmas, control de cambios y revisiones.	X	X
3.2.1	Definición de sectores homogéneos de diseño para intervención por conservación.	X	X
3.2.2	Memorias del cálculo inverso y directo de módulos con base en las deflexiones medidas para diagnóstico.	X	
3.2.3	Cálculo de la vida residual del pavimento para las secciones homogéneas de diseño con base en el cálculo inverso y/o directo de módulos.	X	
3.2.4	Análisis de la subrasante (resistencia mecánica, módulo resiliente, mejoramientos, potencial de expansión, recomendaciones de estabilización, diseño de mezclas para estabilización química).	X	X
3.2.5	Definición de módulos dinámicos/resilientes de los materiales propuestos (conforme a lo dispuesto en el numeral 10 del presente documento).	X	
3.2.6	Dimensionamiento preliminar de pavimentos flexibles (Método AASHTO/1993).	X	
3.2.7	Diseño de pavimentos asociados al espacio público en caso de que aplique.		X
3.2.8	Diseño de los elementos de la infraestructura del espacio público (para el uso de peatones y bicicuarios). Conforme a Cartilla de Andenes y Manual del buen ciclista y demás documentos que apliquen.		X
3.2.9	Diseño empírico-mecanicista de pavimentos flexibles (Cálculo de respuestas críticas, repeticiones admisibles y del daño relativo acumulado).	X	
3.2.10	Diseño de pavimentos rígidos (Método PCA/1984).	X	

APÉNDICE I

**DIAGNÓSTICO, DETERMINACIÓN Y DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE
LOS PAVIMENTOS DE LA MALLA VIAL, EL ESPACIO PÚBLICO Y LA RED DE
CICLORRUTAS DE BOGOTÁ, D.C.**

No.	Descripción del entregable	Malla vial	EP y CR
3.2.11	Verificación mecánico-empírica de pavimentos rígidos.	X	
3.2.12	Cálculo de esfuerzos y deflexiones en pavimentos rígidos.	X	
3.2.13	Diseño de juntas, modulación de losas y detalles constructivos.	X	
3.2.14	Evaluación de alternativas de intervención por conservación. (Comparación técnica y económica que involucre costos de mantenimiento y definición de la recomendada).	X	X
3.2.15*	Plano de localización de los sectores de diseño definidos en el alcance.	X	X
3.2.16	Identificación y selección de tramos testigo (conforme a lo dispuesto en el apéndice J).	X	X
3.2.17	Cantidades de obra para la alternativa recomendada. (En función de las áreas de espacio público y diseño geométrico)	X	X
3.2.18	Inventario y cálculo de cantidades para adecuación de las rutas de desvío del tránsito.	X	
3.2.19	Análisis de fuentes y plantas de suministro de materiales y mezclas de materiales. (conforme a lo dispuesto en el numeral 11 del presente documento).	X	X
3.2.20	Recomendaciones técnicas y constructivas.	X	X
3.2.21	Concepto técnico que contenga el análisis del potencial de reutilización de materiales reciclados y recomendaciones de implementación de residuos de construcción y demolición (ver obligaciones del capítulo 3).	X	X
3.2.22	Especificaciones técnicas particulares generadas (conforme a la guía GU-IC-09).	X	X
3.2.23	Conclusiones.	X	X
4.	Información durante la ejecución de la intervención		
4.1	Reporte de resultados de ensayos de campo de caracterización de los materiales (conforme a la guía GU-IC-10).	X	X
5.	Información posterior a la intervención		
5.1	Reporte de resultados de ensayos de campo de la capa terminada (conforme a la guía GU-IC-10).	X	X
5.2	Reporte del inventario de deterioros, procesamiento y cálculo del PCI/URCI a nivel de calzada y unidad de muestra conforme a lo dispuesto en la guía GU-IC-13 posterior a la intervención. Se debe incluir los archivos de entrada y salidas del programa u hoja de cálculo utilizados.	X	
5.3	Cartilla para el mantenimiento de la infraestructura	X	X
5.4	Recomendaciones de manejo de drenaje superficial y subsuperficial.	X	X
5.5	Análisis de riesgos.	X	X

12 REPORTE DE INFORMACIÓN

La información obtenida producto de la aplicación de este apéndice se debe entregar al IDU teniendo en cuenta lo establecidos en los documentos que hacen parte integral del contrato, así como los procedimientos establecidos por la Entidad.

Con respecto al plan de ensayos presentado para la ejecución del contrato, en caso de existir la necesidad de su actualización producto de la aplicación del presente apéndice, en lo referente con el control de calidad de materiales, diseño de mezclas de materiales y sobre el producto terminado, esta actualización será entregada conforme a lo establecido en los documentos que hacen parte integral del contrato, así como los procedimientos establecidos por la Entidad.

NOTA GENERAL: La participación de cada área se realiza de acuerdo con su competencia, conforme las funciones definidas en el Acuerdo 004 de 2025 del IDU.

DTINI

Sully Magalis Rojas Bayona – D/T de Inteligencia de Negocio e Innovación

Stefania Olivera Ríos – Contratista DTINI

Ana María Ramírez Preciado - Contratista DTINI

Jonathan Christian Sánchez Ávila – Contratista DTINI

DTCI

Luis Fernando Quesada Saltaín– D/T de Conservación de la Infraestructura

María Angélica Salamanca - Contratista DTCI

Jorge Armando Calderón - Contratista DTCI

Fabian Alonso Sarmiento Valdés- Contratista DTCI