PC-MT-CMA-008-2025

ANEXO 1— ANEXO TÉCNICO CONSULTORÍA

ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA PAVIMENTACIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR VIAL ESTRATÉGICO PUENTE LA BALSA – ALTO DE AYALAS, EN EL MUNICIPIO DE TIBASOSA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ, AÑO 2025

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA:

El presente proyecto de consultoría tiene por objeto la elaboración de los estudios y diseños fase III, requeridos para la pavimentación, mejoramiento, rehabilitación y reconstrucción del tramo de la red vial regional, específicamente del corredor vial D1580602, perteneciente a la red vial terciaria del departamento, localizado en las veredas Ayalas y Centro del municipio de Tibasosa. El tramo vial objeto del presente proceso comprende específicamente los puntos denominados Puente La Balsa **(5.765298°, -73.047368°)** y Alto de Ayalas **(5.758393°; -73.013624°)**. El alcance geográfico estimado de la presente consultoría se encuentra entre dichas coordenadas y cuenta comuna longitud estimada de 4,97 km.

En concordancia con el principio de cooperación interinstitucional y con base en las mesas de trabajo concertadas, así como las visitas conjuntas realizadas con la Gobernación de Boyacá, el municipio de Tibasosa adelanta el presente proceso contractual con el propósito de estructurar técnica y normativamente el proyecto del tramo mencionado. Este proceso tiene como finalidad permitir que el proyecto sea sometido a revisión, aprobación y posterior viabilización para su financiación con cargo a los recursos del Sistema General de Regalías (SGR).

En este sentido, los entregables derivados de la consultoría deberán cumplir integralmente con los requisitos establecidos en la normativa vigente del SGR, particularmente lo dispuesto en el capítulo 1, título 4 del Acuerdo 03 del 8 de abril de 2021, adicionado por el Acuerdo 04 del 14 de octubre de 2021, emitidos por la Comisión Rectora del Sistema General de Regalías. Así mismo, deberán observar lo señalado en los artículos 1.2.1.2.3, 1.2.1.2.5 y 1.2.1.2.8 del Decreto 1821 de 2020, así como lo estipulado en el ítem 1, numeral 6.3 "Requisitos generales para proyectos de inversión - Fase III" del documento "Orientaciones Transitorias para la Gestión de Proyectos de Inversión" emitido por el Departamento Nacional de Planeación. En especial, se deberá dar estricto cumplimiento a los requerimientos establecidos en el Acuerdo 12 del 21 de octubre de 2024 de la Comisión Rectora del SGR.

Teniendo en cuenta que el presente proceso se deriva del convenio interadministrativo No. C-MT-CD-CI-007-2025, cuyo objeto es "CONVENIO INTERADMINISTRATIVO ENTRE EL MUNICIPIO DE TIBASOSA Y EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS CON EL FIN DE REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA PAVIMENTACIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR VIAL ESTRATÉGICO PUENTE LA BALSA – ALTO DE AYALAS, EN EL MUNICIPIO DE TIBASOSA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.", la totalidad de componentes producto de la consultoría, deberán dar cabal cumplimiento a lo contenido en el denominado ANEXO: DOCUMENTO TÉCNICO – COMPONENTES MÍNIMOS PARA CONSULTORÍA DE VÍAS, de la Gobernación de Boyacá.

1.1. Alcance

Dentro del alcance del presente proceso se encuentra la elaboración, presentación y eventual subsanación de al menos los siguientes componentes:

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1.	DIAGNOSTICO VIAL	GBL	1,00
2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DETALLADO	GBL	1,00
3.	ESTUDIO DE SUELOS	GBL	1,00
4.	ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA	GBL	1,00
5.	ESTUDIO DE TRANSITO	GBL	1,00
6.	ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS	GBL	1,00
7.	DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	GBL	1,00
8.	DISEÑO GEOMÉTRICO	GBL	1,00
9.	DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN	GBL	1,00
10.	DISEÑO ESTRUCTURAL	GBL	1,00
11.	GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA (MODO CARRETERO)	GBL	1,00
12.	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO	GBL	1,00
13.	ANÁLISIS DE RIESGOS DE DESASTRES DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 38 DE LA LEY 1523 DE 2012, DE ACUERDO CON LA ESCALA DE DISEÑO DEL PROYECTO.	GBL	1,00
14.	COMPONENTE FINANCIERO	GBL	1,00
15.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	GBL	1,00
16.	PROCESO CONSTRUCTIVO	GBL	1,00

A continuación, se detallan objetivos y alcance, requerimientos técnicos, productos entregables mínimos y conclusiones y recomendaciones para cada uno de los 16 ítems que componen el alcance técnico de la presente consultoría.

I. DIAGNOSTICO VIAL

Objetivos y Alcance

Se realizará el diagnostico vial para cada uno de los tramos viales existentes, el cual deberá proporcionar una evaluación completa y detallada de las condiciones actuales de la infraestructura vial e infraestructura de servicios y telecomunicaciones, determinando la condición física de las carreteras, intersecciones y otros elementos viales, pavimento, señalización, drenaje, entre otros elementos. Asimismo, se deberá describir el funcionamiento vial, su flujo de tráfico, los patrones de movimiento, la seguridad vial y otros aspectos relacionados con la operación y el desempeño de la red vial que identifiquen deficiencias, puntos críticos, cuellos de botella, riesgos de seguridad y otras áreas de mejora en la infraestructura vial existente.

El diagnostico vial deberá abarcar la descripción del área de estudio, contexto actual y antecedentes, inventario de infraestructura vial, evaluación de la infraestructura vial existente, antecedentes de seguridad vial, conclusiones y recomendaciones.

Requerimientos técnicos

El diagnostico vial deberá contener como mínimo los siguientes lineamientos técnicos:

- **Descripción del área de estudio:** Incluir la ubicación geográfica, el tamaño del área y cualquier característica relevante del entorno, como terrenos montañosos, zonas urbanas densamente pobladas y caracterización de las jurisdicciones viales.
- **Contexto actual y antecedentes:** Describir el corredor vial, su ubicación, categoría de vía, incluir: código de vía, ente competente, origen (nombre -PR), destino (nombre -PR), longitud y su estado actual. Adicionalmente, efectuar un análisis preliminar de los proyectos vigentes que involucren inversiones iniciales en los corredores viales a intervenir, integrando esta información dentro del contexto actual de la vía.
- **Historial de tráfico**: Reportar datos históricos sobre el volumen de tráfico, patrones de viaje, congestión, accidentes y cualquier otro factor relevante para entender la situación actual de la vía.
- **Inventario de infraestructura vial:** Incluir una lista detallada de todas las carreteras, calles, caminos, intersecciones, puentes y otros elementos de infraestructura vial en el área de estudio.
- **Evaluación del estado de la infraestructura existente**: Describir de manera detallada el estado físico de las carreteras y estructuras, incluyendo el pavimento, señalización, iluminación, drenaje, etc.
- **Antecedentes de seguridad vial**: Análisis de accidentes históricos y factores de riesgo, identificación de puntos críticos de seguridad y recomendaciones para mejorar la seguridad vial.
- **Recomendaciones y conclusiones**: Basado en el análisis realizado, se deben proporcionar recomendaciones específicas para mejorar la infraestructura vial, junto con una conclusión general sobre la viabilidad y la importancia del proyecto.

Productos Entregables Mínimos

Los entregables mínimos del diagnóstico vial deben incluir como mínimo:

A. Informe de técnico
B. Planos generales de localización de la vía
C. Anexos
Registro fotográfico
Referencias de información primaria y secundaria

Conclusiones y recomendaciones

- Es importante consultar la normatividad específica colombiana vigente, como las disposiciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y el Ministerio de Transporte, para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales y técnicos
- Se sugiere efectuar un análisis preliminar de los proyectos vigentes que involucren inversiones iniciales en los corredores viales a intervenir, integrando esta información dentro del contexto del diagnóstico vial.

II. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DETALLADO

Objetivos y alcances

Se llevarán a cabo estudios topográficos detallados para los corredores viales existentes, siguiendo criterios geométricos establecidos. Se considerarán aspectos técnicos de diversas especialidades, como geotecnia, geología, medio ambiente, aspectos sociales e hidráulica.

Una vez identificado el corredor vial o los sectores a intervenir, se determinará la franja requerida para los estudios topográficos. El consultor definirá y avalará la metodología a utilizar, asegurando su conformidad con los requerimientos técnicos. Se realizará el estudio topográfico del corredor seleccionado, estableciendo georreferenciación y detalles del terreno, con la materialización de vértices de amarre horizontal y vertical en zonas estables, garantizando su perdurabilidad como base para estudios, diseños y labores de replanteo durante la construcción.

El informe resultante abarcará objetivos, alcances, descripción y ubicación del proyecto, detallando la metodología, adopción de datum horizontal y vertical, y prestando especial atención a la georreferenciación. Incluirá trazado de poligonales, memorias de cálculo, coordenadas finales ajustadas, con secciones dedicadas a conclusiones y recomendaciones.

Además, se procederá a elaborar y entregar planos detallados del levantamiento topográfico. Estos planos, esenciales para el diseño y construcción, contendrán información precisa sobre la georreferenciación, detalles topográficos y ubicación de vértices, cumpliendo con estándares técnicos y facilitando decisiones informadas para el éxito del proyecto.

Requerimientos técnicos

Las actividades topográficas deben regirse por las directrices establecidas en la Norma Técnica Colombiana para Estudios Topográficos NTC-6271. Este enfoque garantiza el cumplimiento de los criterios técnicos especificados en el presente documento, asegurando la calidad del resultado obtenido.

La ejecución de cualquier estudio topográfico debe estar a cargo de un tecnólogo o técnico profesional en topografía con licencia emitida por el Concejo Profesional de Topografía (CPNT), cumpliendo con los requisitos estipulados en la Ley 70 de 1979. Alternativamente, puede ser realizado por un Ingeniero Topográfico con matrícula profesional vigente expedida por el Consejo Profesional de Ingeniería (COPNIA), cumpliendo con los requisitos de la Ley 842 de 2003 o sus modificaciones.

i. Datum horizontal y vertical

Los estudios topográficos serán referenciados al marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS [Resolución 068, enero 28 de 2005] como datum horizontal oficial, utilizando la época de referencia 2018.0 o la época oficial vigente. El modelo de geoide adoptado será el GEOCOL 2004 o el más reciente, y el datum vertical para la referencia de alturas sobre el nivel del mar será BUENAVENTURA.

De acuerdo con la Resolución IGAC 370 de 2021, que establece el sistema de proyección cartográfica oficial para Colombia, se empleará la proyección cartográfica "Transverse Mercator" como sistema oficial de coordenadas planas. Este sistema tiene un único origen denominado "Origen

Nacional", referido al Marco Geocéntrico Nacional de Referencia, también conocido como MAGNA-SIRGAS así:

Tabla 1 Parámetros de la Proyección Origen Único Nacional

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5.000.000
Falso Norte	2.000.000
Unidades	Metros
Factor de escala	0.9992

Fuente: Resolución IGAC No. 370 DE 2021

ii. Planos topográficos locales

Para contrarrestar las deformaciones en proyectos lineales, se proponen Planos Topográficos Locales (PTL) con el objetivo de representar con precisión los valores del terreno en áreas afectadas por distorsiones. La definición de un PTL considerará una cota media y un rango de trabajo de ±250 m en altura, con una longitud máxima de 20 km de radio.

Los PTL se calcularán a la altura media del terreno, configurando el plano horizontal local para reducir distorsiones. Estos parámetros pueden ajustarse según el relieve del terreno, estableciendo sistemas topográficos locales consecutivos con distintos orígenes conectados mediante puntos comunes y coordenadas geodésicas conocidas.

Para el trazado de poligonales bases, se utilizarán pares de puntos GNSS ubicados cada tres (3) km a lo largo del corredor, referenciados al mismo PTL. El uso obligatorio de PTL se enfatiza, y todas las coordenadas y cálculos se realizarán a partir de estos planos. Se entregará el plano del proyecto en "Origen Único Nacional" únicamente para cumplir con la resolución IGAC 370 de 2021, mientras que los cálculos y modelos se referirán a los PTL.

iii. Georreferenciación

La georreferenciación del proyecto se debe trasladar a puntos de amarre materializados cada tres (3) kilómetros, con coordenadas referidas al sistema de referencia oficial para Colombia Magna Sirgas, en época de referencia 2018.0 o la época oficial vigente.

La materialización de pares de puntos de GNSS se realizará con mojones en concreto con placa de bronce o aluminio en zonas blandas y con placa incrustada en zonas duras. Estas placas estarán marcadas con el punto guía para el centrado y armado instrumental, entidad contratante, número de contrato, año, nomenclatura del punto y consultor. Se debe garantizar la perdurabilidad, un horizonte despejado, la intervisibilidad, estabilidad y accesibilidad.

La materialización de pares de vértices GNSS se realizará con una distancia máxima entre ellos de 3 km a lo largo de todo el proyecto. La distancia entre el par de mojones estará ligada a la configuración topográfica del sitio, en zonas libres de obstáculos al zenit y que la distancia mínima entre vértices sea mayor a 100 m.

Estos vértices podrán ser materializados con placa incrustada en sardineles, obras, zonas duras o cualquier otro lugar que garantice su permanencia o fundidos en campo con mojones fabricados en concreto con las siguientes dimensiones: 20 cm x 20 cm, profundidad mínima de 40 cm, deberán sobresalir del terreno mínimo 20 cm, y deben ser fundidos en forma de pata de elefante.

La red de mojones ubicada a lo largo del proyecto deberá ser posicionada con equipos GNSS doble frecuencia de última generación, creando una red geodésica de alta precisión con el método estático diferencial con doble determinación, posicionando en paralelo las dos placas que conforman las parejas de vértices. Los vértices deberán ser determinados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

En lugares con cobertura limitada de las bases de rastreo continuo, se podrá realizar traslado de coordenadas, amarrándose a vértices de la red pasiva del IGAC; el consultor debe verificar el estado y la estabilidad del vértice, comprobando que sea un punto apto para realizar amarres topográficos, teniendo en cuenta el tiempo mínimo de rastreo.

iv. Trazado de poligonales

Los vértices de la poligonal se materializarán mediante mojones de concreto denominados Deltas-BMs, numerados consecutivamente como D-BM-# y de dimensiones 10cmx10cm o cilíndricos de 4" de diámetro y 30 cm de profundidad. Estos puntos, identificados en bajo relieve, servirán para amarre horizontal y vertical. En zonas abiertas sin elementos cercanos, se instalará una estaca testigo marcada con el número correspondiente del D-BM-#.

Al llevar a cabo poligonales, es crucial considerar errores que afectan la precisión: naturales (climáticos), instrumentales y aleatorios. Los naturales incluyen variaciones de viento, temperatura, humedad y refracción, especialmente en zonas de baja altura. Los instrumentales se refieren al margen de error de los equipos, incluso certificados. Los aleatorios provienen de factores como falta de agudeza visual y procedimientos no definidos.

Para el trazado de poligonales se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las distancias entre los deltas de la poligonal deben medirse electrónicamente, en lecturas atrás y adelante, de acuerdo con el número de series angulares establecido en la NTC-6271.
- Las mediciones angulares de los vértices deben realizarse en posición directa e inversa para eliminar posibles errores (Regla de Bessel), registrándose en la memoria de la estación total.
- La precisión de las poligonales debe ser igual o superior a 1:20.000.
- Es necesario utilizar trípode para los bastones. Para distancias menores a 100 metros, se requiere plomada en las lecturas de ángulo horizontal.
- Los equipos deben estar bien calibrados y contar con el certificado de calibración con vigencia mínima de seis (6) meses.
- Se recomienda procesar la información en software especializado de topografía que admita y procese la iteración de ángulos y distancias, así como que realice cálculos proporcionales a las proyecciones o por mínimos cuadrados.
- En la memoria de la estación total deben almacenarse todos los datos crudos de los deltas de la poligonal (Ángulo Horizontal, Ángulo Vertical, Distancia Inclinada, Distancia Horizontal, Azimut, Coordenada Norte y Coordenada Este).

- Se exceptúa el uso de poligonales solo cuando el trabajo requiera el método de radiación topográfica desde vértices previamente posicionados, calculados y ajustados.

v. Poligonales RTK (Real Time Kinematic)

La determinación de poligonales mediante equipos GNSS RTK es viable, siempre y cuando se satisfagan las siguientes consideraciones:

- La determinación de la poligonal base se llevará a cabo a partir de vértices GNSS que cumplan con los lineamientos de georreferenciación establecidos en este documento.
- Los vértices designados como deltas se materializarán en áreas despejadas, asegurando la intervisibilidad con el punto anterior y el siguiente, para garantizar su utilización con estación total.
- La antena base debe colocarse nivelada y centrada sobre el punto GNSS con un trípode, mientras que la antena Rover se posicionará sobre los puntos a determinar mediante bípodes o trípodes para garantizar precisión.
- Es esencial que las poligonales definidas por este sistema se ubiquen en zonas abiertas, sin vegetación alta u obstáculos que puedan afectar la recepción adecuada de la señal de los satélites.
- Los equipos GNSS RTK ofrecen tres tipos de soluciones: fijo, flotante y autónomo. Solo se aceptará la solución FIJO con una precisión de un (1) cm en horizontal y dos (2) cm en vertical para la determinación de poligonales. El punto solo será almacenado cuando el equipo indique que se ha establecido esta solución.
- La poligonal base partirá de un punto de la primera pareja de vértices GNSS en el inicio de cada tramo. Se instalará el equipo base, y con el equipo Rover, se determinarán los deltas de la poligonal hasta aproximadamente 1.5 km. Luego, se montará el equipo base en la siguiente pareja de puntos GNSS y se determinarán los deltas restantes de la poligonal, es decir, 1.5 km hacia atrás. Durante la determinación de las coordenadas y cotas de cada poligonal, se deben definir dos vértices en común levantados desde las dos bases para comparar y establecer las diferencias en coordenadas y cotas. Las diferencias obtenidas no deben exceder los 4 cm, y se debe suministrar un cuadro comparativo de los deltas levantados desde las dos bases.
- Se entregará el archivo crudo con la información registrada y el cuadro de coordenadas y cotas de los deltas BMs de la poligonal.

Nota: Las poligonales realizadas con sistemas GNSS RTK deben ser verificadas con el mismo sistema, ya que los resultados son absolutos. Los chequeos con estación total pueden variar en función de los ángulos y distancias. La verificación con estación total se debe realizar en la totalidad de la poligonal, iniciando desde una pareja GNSS y cerrando en la siguiente pareja GNSS.

vi. Altimetría

Para realizar el amarre vertical, se identificarán los niveles de precisión (NPs) del IGAC disponibles a lo largo del proyecto. A partir de estos, se establecerá la metodología para corregir el error vertical de las nivelaciones.

Red de Nivelación Geodésica Nacional, se podrá transferir la cota a los vértices GNSS mediante el proceso de posicionamiento. Esto se realizará calculando la cota ortométrica, respaldados por el modelo geoidal GEOCOL 2004 o la versión más reciente disponible.

Se realizará el amarre vertical a los vértices GNSS y deltas de poligonal, mediante nivelación geométrica de precisión, con su correspondiente contra nivelación, realizando los cierres a los NPs del IGAC o a las cotas ortométricas de los puntos GNSS.

Todos los circuitos de nivelación deben ser cerrados con contra nivelación y el error máximo admisible en metros corresponde a ±0.008 por kilómetro. Debe tenerse en cuenta la siguiente fórmula:

Error máximo en metros= ±0.008 m√((D)) Donde D es la distancia en km.*

Es esencial determinar el error de cierre en los puntos de Niveles de Precisión (NPs) del IGAC o en los puntos GNSS. Se ajustarán las cotas en los puntos que cumplan con el error de cierre, descartando aquellos que no cumplan hasta el siguiente punto que lo haga.

En el caso de utilizar nivel electrónico, se deberán proporcionar los archivos crudos derivados de la nivelación. Estos archivos incluirán detalles como la marca, modelo, número de serie del equipo, así como observaciones (lecturas) vista atrás, vistas al frente e intermedias.

Con respecto a la determinación de las poligonales, se calcularán cotas trigonométricas (ET) o cotas ortométricas (RTK). Para control de calidad, se compararán con las cotas geométricas, y se presentarán los resultados en un cuadro detallado.

vii. Levantamiento Topográfico

Los levantamientos topográficos se llevarán a cabo utilizando topografía convencional, ya sea con Estación total o RTK. El consultor tiene la flexibilidad de elegir la metodología de captura de información, siempre y cuando los resultados aseguren una precisión para una escala de 1:1.000 y permitan obtener curvas de nivel con una separación igual o menor a un metro, previa aprobación de la interventoría.

Una vez que el posicionamiento GNSS sea aprobado por la interventoría, y la poligonal esté debidamente ajustada y verificada en sus componentes X, Y, y la nivelación con cota geométrica, se procederá a la toma de detalles en el área de influencia. Esta captura abarcará todos los elementos necesarios para el desarrollo del proyecto y cada una de las especialidades requeridas, utilizando el proceso de radiación simple con estación total o sistema GNSS RTK.

Cada elemento en el área de influencia del proyecto contendrá información detallada, incluyendo punto, nomenclatura del punto, descriptor, bloque del punto (si es necesario) y componente espacial X, Y, Z. Con el respaldo de la poligonal base, se llevará a cabo el levantamiento topográfico de cada tramo.

En el caso de tramos urbanos (y aquellos aplicables para la zona rural), se definirán detalladamente las características de la infraestructura, tales como líneas de paramento, antejardines, silueta de andenes, separadores, sardineles, accesos a garajes, bermas, bordes y ejes de vía, cuerpos de agua (quebradas y ríos), cercas, torres de energía, accesorios sobre líneas matrices de redes de

distribución, postes, hidrantes, cajas, válvulas, bancas, cunetas, alcantarillas, señales de tránsito, semáforos, armarios y otros detalles relevantes dentro de la zona de influencia para el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente, se deberán tomar puntos del terreno en forma de secciones transversales cada 10 metros, tanto en tangentes como en curvas. Estas secciones complementarán la información y junto con los puntos o breaklines de los detalles principales, alimentarán el modelo digital del terreno.

La cartera de campo detallará gráficamente el área de trabajo, anotando direcciones de sardinel, paramentos, curvas, separadores, nombres de predios, nomenclatura, cercas, postes, accesos a predios, cultivos, encoles, descoles, obras de drenaje, muros y su descripción, superficies de taludes y demás infraestructura. Estas carteras de topografía contendrán información detallada del terreno para orientar adecuadamente los trabajos de oficina. Se tomarán secciones en todos los cruces de agua importantes, donde se definan obras de alcantarillas y puentes, y en otros puntos relevantes para el trazado, para definir soluciones convenientes.

Las secciones se llevarán a cabo en coordinación con el especialista hidráulico y la interventoría. Además, se localizarán por coordenadas los cruces de fauna en el corredor del proyecto vial, según el estudio ambiental, para tener la información necesaria para proteger los flujos transversales y conservar los recursos naturales mediante la construcción de obras requeridas.

Es importante tener en cuenta que la tecnología RTK tiene limitaciones en zonas con vegetación densa, paramentos u otros obstáculos que puedan afectar la señal de los satélites. Por lo tanto, el uso de estos equipos se restringe a zonas despejadas. La captura de puntos se aceptará solo con la solución FIJO, con una precisión de un (1) cm horizontal y dos (2) cm vertical. En áreas donde RTK presente limitaciones, la información se complementará con estación total.

viii. Modelo digital de terreno

Un modelo digital del terreno (MDT) constituye una representación simplificada de la topografía de una región, capturando las alturas sobre el nivel del mar. Este modelo considera las elevaciones como una superficie tridimensional ondulada, donde las dimensiones X e Y se relacionan con ejes ortogonales, mientras que la dimensión Z indica la altura. Aunque se refiere comúnmente a representaciones gráficas bidimensionales, el MDT abarcará las componentes (X, Y, Z) en las zonas levantadas.

El producto digital de las áreas levantadas contendrá información detallada, incluyendo coordenadas X, Y, Z, que facilitará la generación de un modelo digital del terreno. Este modelo se construirá considerando todos los puntos levantados en la superficie, así como elementos como bordes, ejes de vía, sardineles, separadores, canales, cunetas, corona y pata de taludes, entre otros, que se incorporarán como líneas de quiebre (breaklines).

El MDT debe ofrecer información suficiente para generar perfiles longitudinales y secciones transversales del terreno, siendo necesario realizar estas representaciones al menos cada diez metros.

Planos

Los planos topográficos del proyecto deberán incluir la representación detallada de todos los elementos dentro del polígono de estudio. Las coordenadas X, Y y Z alturas derivadas de la nivelación geométrica de control serán representadas a la escala y con la separación de curvas de nivel aprobadas por la interventoría. Para trazar las líneas continuas, como andenes, bordes de vía, ejes y paramentos, se utilizará el comando 3Dpoly. Estos elementos estarán debidamente georreferenciados y con las alturas correspondientes. Las curvas de nivel serán procesadas utilizando información directamente tomada del terreno, nube de puntos y el modelo TIN o modelo digital de terreno, todo presentado en formato digital DWG.

El consultor deberá elaborar los planos requeridos para el proyecto, considerando como mínimo lo siguiente:

Planos en planta-perfil

- Trazado de Poligonal.
- Ubicación de Deltas-BMs.
- Cuadro de Coordenadas y cotas corregidas de cada vértice.
- Puntos Levantados: Representación de cada uno de los puntos levantados a lo largo del proyecto.
- Acotaciones y nomenclaturas.
- Escala gráfica.
- Escala numérica.
- Grilla.
- Fecha de elaboración.
- Tabla de modificaciones.
- Cuadro de convenciones.
- Norte geográfico.
- Título de proyecto y contenido.
- Especialistas de interventoría, consultoría y entidad contratante.
- Curvas de nivel con separación máxima de 1 metro.
- Perfiles longitudinales del corredor vial con su respectiva pendiente.

Se presentarán planos en planta de acuerdo con las condiciones topográficas del proyecto, en físico en formato PDF con firma del profesional y en archivo magnético en formato .dwg o compatible.

Planos de secciones transversales

Se presentarán planos de las secciones transversales de la vía cada 10 metros y en donde se encuentren cruces mayores y menores de agua de las áreas definidas por la especialidad de hidráulica en archivo magnético en formato .dwg o compatible.

El consultor deberá elaborar los planos, considerando como mínimo lo siguiente:

- Secciones transversales a escala detallada.
- Título de proyecto y contenido.
- Cuadro de modificaciones.
- Especialistas de interventoría y consultoría y entidad contratante.
- Escala numérica.

- Grilla
- Fecha de elaboración

Productos Entregables Mínimos

Los entregables del componente topográfico deben incluir como mínimo:

- Informe de levantamiento topográfico
- Planos topográficos (Incluye planos planta-perfil a escala 1:1000 o menor, donde se evidencie el trazado de la poligonal, ubicación de deltas, cuadros de coordenadas, acotaciones y nomenclaturas, escala gráfica, escala numérica, grilla de coordenadas, cuadro de convenciones, norte geográfico y curvas de nivel con separación máxima de 1 metro, por otra parte, se presentarán planos con las secciones transversales a escala adecuada.
- Anexos (Incluyen carteras topográficas, archivos rinex del posicionamiento y todo lo relacionado con la georreferenciación, cálculos del postproceso, certificado de calibración de los equipos utilizados, cálculo de detalles de poligonales y registro fotográfico).
- Documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad) Todo estudio topográfico debe ser ejecutado por tecnólogo o técnico profesional en topografía, con licencia expedida por el concejo profesional de topografía – CPNT, cumpliendo los requisitos establecidos en la ley 70 de 1979, o Ingeniero topográfico, con matrícula profesional vigente, expedida por el consejo profesional de ingeniería-COPNIA, cumpliendo los requisitos establecidos en la ley 842 de 2003 o aquella que derogue o modifique.

Conclusiones y recomendaciones

Es imperativo que el consultor elabore y presente a la interventoría un documento detallado de la metodología a seguir en los estudios topográficos, asegurándose de obtener su aprobación antes de iniciar el proyecto.

- Los levantamientos topográficos deben cumplir rigurosamente con las precisiones y requisitos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 6271, garantizando así la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.
- Independientemente de la tecnología utilizada, tanto el plano como el modelo digital de terreno y otros entregables deben cumplir con los estrictos requisitos de precisión definidos en este documento. Esto incluye la precisión de los vértices GNSS, la poligonal, el marco de referencia, la nivelación, los detalles y otros subproductos.
- La incorporación de nuevas tecnologías en proyectos topográficos es valiosa, siempre y cuando se entienda su campo de aplicación y se establezca un control efectivo. Se resalta la importancia de adaptar las tecnologías a las necesidades específicas del proyecto.
- Se reconoce la posibilidad de combinar diferentes tecnologías y metodologías para optimizar el rendimiento en diversas zonas. Es esencial evaluar las fortalezas y limitaciones de cada equipo, considerando las condiciones específicas del entorno de trabajo. La combinación adecuada puede asegurar la entrega de un producto final de alta calidad.

III. ESTUDIO DE SUELOS

Objetivos y alcances

El propósito del estudio geotécnico para el diseño de pavimentos es determinar las propiedades de la subrasante que actuará como soporte o base para las estructuras de pavimento, tanto en términos de diseño (capacidad y rendimiento a lo largo de la vida útil del pavimento) como de construcción. Este estudio abarca el análisis de los suelos extraídos de cortes y préstamos, que pueden emplearse en la construcción de subrasantes en terraplén, así como en mejoras de subrasantes con o sin estabilización. Además, considera la posibilidad de utilizar estos suelos para la construcción de capas estabilizadas dentro de la estructura del pavimento.

El análisis de suelos necesario para obtener una caracterización precisa de los suelos que conformarán, total o parcialmente, la subrasante del pavimento generalmente se lleva a cabo de la siguiente manera:

Deberán ejecutarse exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, como se describe a continuación:

- Describir la estratigrafía de los suelos a lo largo del tramo vial y detallar las características individuales de cada estrato, tales como humedad, clasificación y capacidad de soporte.
- Establecer la profundidad del nivel freático en el área de estudio.
- Identificar suelos con propiedades mecánicas y de estabilidad volumétrica no deseables que puedan impedir su uso como subrasante para la estructura del pavimento.
- Reconocer suelos que puedan ocasionar contratiempos durante la fase de construcción.
- Delimitar tramos con características homogéneas de suelos.
- Determinar el comportamiento mecánico característico de cada tramo homogéneo con respecto al nivel de confianza establecido.
- Evaluar la capacidad de soporte de la subrasante para el nivel de confianza establecido en el proyecto.

Requerimientos técnicos

a) Trabajos de campo

La exploración de la subrasante se realiza mediante apiques con profundidad mínima de 1.5 a 2.0 metros desde la cota de subrasante.

El espacio y la profundidad de las exploraciones varían según el tipo de proyecto y las características del suelo en cada ubicación, por lo que no se pueden establecer reglas fijas para todos los casos.

Sin embargo, en la siguiente tabla se proporcionan valores sugeridos para el espaciado de las exploraciones en función de la categoría de tránsito del corredor vial, los cuales pueden ajustarse según las necesidades específicas de cada proyecto.

Tabla 1 – Espaciamiento de las exploraciones

CATEGORÍA DE TRÁNSITO	ESPACIAMIENTO LONGITUDINAL MÁXIMO, m
NT1	500
NT2	250
NT3	200

Fuente: INVIAS

Además de la investigación sistemática mencionada, se debe realizar una investigación adicional a una profundidad de hasta 6.0 metros por cada kilómetro para:

Además de la investigación sistemática mencionada en los sitios que se considere necesario se debe realizar una investigación adicional a una profundidad de hasta 6.0 metros por cada kilómetro para:

- Verificar la ausencia de suelos inadecuados a mayores profundidades.
- Identificar las condiciones del agua subterránea.
- Localizar la presencia de roca en la zona de estudio.

En áreas donde se sospeche la existencia de estratos con problemas de comportamiento mecánico (como suelos con alto contenido de materia orgánica y suelos blandos), de estabilidad volumétrica (suelos expansivos o susceptibles a cambios volumétricos importantes, suelos colapsables), de asentamientos, de drenaje y áreas con suelos saturados, se debe incrementar la profundidad de las perforaciones según criterios geotécnicos. Además, se deben realizar exploraciones más cercanas para definir la extensión del área de la vía que presenta suelos problemáticos.

b) Toma de muestras

De cada exploración, se obtendrán muestras alteradas e inalteradas con una frecuencia suficiente (al menos una muestra por tipo de suelo y/o con una separación máxima de 50 cm) utilizando herramientas que garanticen la preservación de la estratigrafía y el contenido de humedad, conforme a las normas INV E-105, E-109 y E-112. Las muestras deberán ser adecuadamente embaladas, selladas, etiquetadas y almacenadas para evitar cambios en la humedad y facilitar la organización de los procesos de laboratorio, todo ello de acuerdo con lo establecido en la norma INV E-103.

c) Ensayos de campo

En áreas donde las cotas de subrasante son relativamente poco profundas, se deben llevar a cabo pruebas de penetrómetro dinámico de cono (PDC) de acuerdo con la norma INV E-172, iniciando desde la cota de subrasante y alcanzando una profundidad mínima de 1.0 metro. Los sondeos deben realizarse con un diámetro adecuado que permita la manipulación del equipo y la realización cómoda de la prueba.

Además, en los apiques, se pueden realizar ensayos utilizando el deflectómetro de impacto liviano (LWD) de acuerdo con la norma ASTM E2583 "Método de prueba estándar para medir deflexiones con un deflectómetro de impacto liviano (LWD)", con el fin de evaluar la respuesta dinámica de los suelos de subrasante y determinar su módulo resiliente.

d) Ensayos de laboratorio

Los ensayos esenciales incluyen aquellos necesarios para clasificar los suelos, como la determinación de la humedad natural, los límites líquido y plástico, la granulometría y/o contenido de finos. Además, se debe llevar a cabo la medición de uno de los índices que permiten identificar de manera precisa el potencial de cambio volumétrico del suelo, siguiendo los criterios establecidos en la norma INV E-132.

La investigación de laboratorio comprende todos los ensayos requeridos para una identificación precisa de las condiciones del suelo a lo largo del tramo del proyecto y para el estudio de los materiales presentes en la vía, incluyendo los mejoramientos y afirmados.

Los ensayos deben ser realizados de acuerdo con las normas vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por estas normas, se aplicarán los estándares de ICONTEC, ASTM, AASHTO o UNE, en ese orden, según lo acordado con el Interventor.

e) Registros de campo de las exploraciones

De cada exploración realizada se entregará un registro de campo que contenga, como mínimo, la siguiente información:

- Localización (coordenadas, abscisas según levantamiento topográfico, costado de la via entre otras)
- Perfil estratigráfico, con la descripción e identificación visual de los suelos encontrados, según la norma de ensayo INV E-102.
- Profundidad y tipo de las muestras tomadas.
- Registro de ensayos de campo.
- Registro fotográfico, en el cual se pueda observar fecha, muestras, localización, número de la exploración.

A continuación, se presentan los ensayos mínimos que se deben realizar en la exploración general de la subrasante en suelos de subrasante natural y su respectiva especificación de acuerdo al instituto nacional de vías:

- Gravedad específica (E-128, 222 o 223)
- Humedad natural (E-122)
- Límite líquido (E-125)
- Límite plástico (E-126)
- Granulometría (E-123)
- %Pasa tamiz de 75µm (Tamiz No 200) (E-214)
- Contenido de materia orgánica (E-121 o UNE-103204)
- CBR de laboratorio, con % de expansión (E-148)
- Cambio volumétrico potencial (CVP) (E-120)
- Relaciones de humedad – Peso unitario seco en los suelos (E – 141 o E – 142)

En el caso de terraplenes los ensayos mínimos que se deben realizar en la exploración son los siguientes:

- Límite líquido (E-125)
- Límite plástico (E-126)
- Granulometría (E-123)
- %Pasa tamiz de 75µm (Tamiz No 200) (E-21)
- Contenido de materia orgánica (E-121 o UNE-103204)

- Relaciones de humedad – Peso unitario seco en los suelos (E – 141 o E – 142)
- CBR de laboratorio, con % de expansión (E-148)
- Índice de Colapso (E-157)
- Contenido de sales solubles (E-158)

Se deben realizar ensayos químicos en los suelos de subrasante y en los suelos destinados a terraplenes, especialmente cuando se estudian procesos de estabilización con cemento hidráulico, cal o cenizas. Estos análisis químicos son fundamentales para evaluar la composición del agua presente en los suelos y su influencia en los procesos de estabilización. Un ensayo importante en este contexto es la determinación cuantitativa del contenido de sulfatos solubles en agua que hay en un suelo, conforme a la norma UNE 103201.
Las muestras de suelos se clasificarán utilizando según los sistemas SUCS (INV E-181) y AASHTO (INV E-180).

f) Perfiles estratigráficos y resumen de resultados de ensayos

Con el objetivo de abarcar toda la extensión del proyecto, se llevará a cabo la elaboración de perfiles estratigráficos mediante apiques o sondeos, utilizando los datos recopilados en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio. Estos perfiles estarán debidamente referenciados e incluirán una descripción detallada de los suelos encontrados, incluyendo su descripción y clasificación, presencia de sobre tamaños, materia orgánica, color, resistencias in situ, entre otros parámetros relevantes. Se hará mención explícita de la presencia o ausencia del nivel freático.

Además, se generará una tabla resumen que condense la información obtenida en los ensayos y la clasificación de suelos, facilitando así la caracterización geotécnica.

Se proporcionará una ubicación georreferenciada de la exploración geotécnica, preferiblemente con coordenadas y abscisas, así como puntos de referencia (PR) o señales de localización, si están disponibles. Se incluirán detalles adicionales relevantes, como la presencia de poblaciones, puntos de interés, construcciones, accidentes geográficos notables y características particulares de la vegetación.

Para cada exploración realizada, se adjuntará un registro fotográfico que incluirá el número de exploración, la ubicación, la fecha de ejecución y las muestras tomadas.

g) Definición de tramos homogéneos por características de la subrasante

La vía deberá ser dividida en tramos homogéneos según las características de los suelos de subrasante, basándose en los resultados del estudio general. La identificación de estos tramos homogéneos se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos:

Condición general de la subrasante:

- Subrasante conformada por el suelo natural.
- Subrasante conformada por el suelo natural mejorado mediante compactación o adición de estabilizantes.
- Remoción parcial del suelo natural para conformar una capa de subrasante con material de préstamo y/o granular, opción que puede combinarse con la utilización de geo sintéticos.

- Subrasante correspondiente a la corona de terraplenes.
- Subrasante obtenida por mejoramientos complejos, cuando el espesor del suelo natural es inadecuado e importante, y no se puede colocar suelo importado directamente sobre él.

Además, se considerarán los siguientes factores:

- Perfil estratigráfico.
- Perfil de resistencia.
- Perfil de índice de consistencia y su variación en la profundidad.

Se recomienda la elaboración de diagramas que muestren los perfiles de las propiedades evaluadas, facilitando la observación de cambios significativos que justifiquen la demarcación de fronteras entre los diferentes tramos homogéneos.

Asimismo, se sugiere utilizar el método de las diferencias acumuladas para definir los tramos homogéneos (INV E - 821).

Si en un determinado tramo se presenta gran heterogeneidad en los suelos de subrasante que no permitan la determinación de uno de ellos como predominante, el diseño se basará en el más desfavorable que se encuentre.

Dentro del estudio se debe:

- Aclarar cualquier incertidumbre relacionada con la división de los tramos homogéneos y definir claramente sus límites.
- Determinar, para cada tramo homogéneo, el comportamiento mecánico característico, con el nivel de confianza establecido.
- Evaluar la capacidad de soporte de la subrasante según el nivel de confianza establecido en el proyecto.

Se establece un número mínimo total de ensayos de capacidad de soporte de la subrasante para cada tramo homogéneo, tal como se indica en la siguiente tabla. En función de la dispersión de los resultados de estos ensayos dentro de cada tramo, podría ser necesario llevar a cabo ensayos adicionales para alcanzar el nivel de confianza especificado en el proyecto.

Ensayos mínimos para determinar la capacidad de soporte de la subrasante para diseño por tramo homogéneo

ENSAYO	Norma INV	Número mínimo de ensayos		
		NT1	NT2	NT3
CBR	E-148 o É-169	3	4	4
Módulo Resiliente	E-156	-	1	2

Fuente: INVIAS

Productos Entregables Mínimos

Los entregables mínimos del estudio de suelos son:

- Informe de estudio de suelos que incluya (Objetivos y alcances, metodología, trabajos de campo, resumen de exploraciones, toma de muestras, ensayos de campo, niveles freáticos, ensayos de laboratorio, resumen de resultados de ensayo de laboratorio, descripción de tramos homogéneos por las características de la subrasante, CBR de diseño, conclusiones y recomendaciones)
- Anexos (registros de campo de las exploraciones, perfiles estratigráficos (DWG y PDF) y resumen de los ensayos de laboratorio, plano georreferenciado con la ubicación de las exploraciones (DWG y PDF)).
- Documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad) Ingeniero civil y/o a fin especialista en áreas relacionadas con geotecnia vial.

Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo el consultor se presentará las conclusiones derivadas del estudio realizado, así como las recomendaciones pertinentes para su consideración tanto antes, durante la construcción, como durante la etapa de operación del proyecto.

El estudio permitirá identificar con precisión las características de los suelos de subrasante presentes en el proyecto, estableciendo tramos homogéneos definidos.

Las conclusiones principales incluyen:

- Descripción detallada de los suelos de subrasante para cada tramo homogéneo, destacando sus propiedades y comportamiento esperado incluyendo el CBR de diseño.
- Recomendaciones específicas para el manejo adecuado de la subrasante durante la fase de construcción.
- Identificación de los ensayos y pruebas necesarios para verificar la capacidad de la subrasante durante el proceso constructivo.

Las recomendaciones formuladas se centran en los siguientes aspectos relacionados con la subrasante:

- Manejo adecuado de la subrasante durante la construcción, con énfasis en los métodos de compactación y las técnicas de mejoramiento necesarias.
- Especificaciones detalladas sobre los requisitos de compactación para la subrasante, incluyendo el espesor requerido y los ensayos de referencia (INV E-141 o E-142).
- En caso de incluir mejoramiento de la subrasante, se sugiere describir claramente los criterios y justificaciones para dicho mejoramiento, así como las actividades y ensayos necesarios para verificar la capacidad de la subrasante mejorada durante la construcción.
- Estas recomendaciones se elaboran con el objetivo de garantizar la adecuada preparación y manejo de la subrasante, contribuyendo así a la eficiencia y durabilidad del proyecto en su conjunto.

IV. ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA

Objetivos y alcances

El objetivo es proporcionar información detallada para los estudios y diseños de geología para ingeniería necesarios destinados al mejoramiento vial. Esto se logrará a través de la caracterización geológica y geomorfológica específica para la ingeniería de la zona del proyecto. Se realizará una descripción minuciosa de los afloramientos, elementos geomorfológicos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca obtenidos de las perforaciones. Se llevará a cabo la identificación de sitios recomendados para el suministro de materiales de construcción y sitios recomendados para la disposición de materiales sobrantes.

En términos de alcance, el análisis y evaluación detallados, a escala 1:2.000 o 1:1.000, deberán abordar los aspectos geológicos más relevantes de las áreas donde se realizará el mejoramiento de la vía. Esto incluirá la clasificación de excavaciones para pago, la identificación de sitios para el suministro de materiales de construcción y la disposición de materiales sobrantes.

Es fundamental que los estudios geológicos, geomorfológicos realizados estén sujetos a posibles ajustes a la entrega de los estudios y estos deben ser avalados por interventoría y supervisión en donde se debe tener en cuenta los futuros relacionados con cambios en la normatividad técnica aplicable o modificaciones en las condiciones físicas del corredor geotécnico, ya sea debido a fenómenos naturales como sismos o fuertes periodos de lluvias, que podrían desencadenar respuestas en los suelos y rocas, requiriendo actualizaciones en la información. Además, se considerarán cambios relacionados con actividades antrópicas que demanden evaluación.

En esta etapa, el objetivo es proporcionar datos suficientes para lograr un nivel de detalle del 100%. Esto implica la realización de un informe sobre el marco geológico-estructural, hidrogeológico, geomorfológico del corredor geotécnico. Se utilizarán datos de estudios anteriores e integración en la etapa de campo, empleando fotointerpretación, análisis de sensores remotos, exploración geotécnica y geofísica. Además, se llevará a cabo el análisis de unidades de geología para la ingeniería (UGI) y unidades hidrogeológicas, considerando su homogeneidad, propiedades físicas y mecánicas, espesores de suelos y caracterización del macizo rocoso, así como las características del relieve y los procesos geodinámicos actuales en el corredor geotécnico.

Se espera que la información entregada incluya una identificación de los puntos críticos del orden geológico y recomendaciones generales para el tratamiento de estos.

Se incluirán estudios para las zonas de disposición de materiales sobrantes y su manejo de acuerdo con lo establecido en el Guía de manejo ambiental para proyectos de infraestructura modo carretero, estimando los costos asociados a los movimientos de tierras en colaboración con el geotecnista y el diseñador geométrico.

El consultor o la entidad describirán la metodología empleada en los estudios, la cual deberá estar alineada con el objetivo de mejorar la vía existente.

En el estudio se considerarán las condiciones geológicas, hidrogeológicas y estratigráficas a lo largo de los tramos en el corredor geotécnico del proyecto.

Para las actividades en curso, se seguirá la siguiente metodología:

Reconocimiento inicial: Se examinará la vía actual y los mejoramientos al diseño geométrico que se tendrán en cuenta para su mejora.

Recopilación de información secundaria: Se realizará la recopilación de información secundaria para identificar rasgos litológicos, geomorfológicos y estructurales. Esto se utilizará en el análisis regional y en la búsqueda de datos asociados al mejoramiento vial

Fotointerpretación: Se realizará la fotointerpretación de imágenes a nivel regional, identificando trazados potenciales para evaluación. Se reconocerán elementos geomorfológicos y se utilizarán sensores remotos y modelos digitales de elevación para delimitar áreas con características homogéneas. Se creará un mapa de cobertura de la tierra para el análisis de amenazas geológicas. **Etapa de campo:** Se verificarán en campo los rasgos geológico-estructurales observados en la fase anterior. Se delimitarán zonas homogéneas y se producirán mapas a nivel regional y de detalle. Esto incluirá la determinación litológica en afloramientos seleccionados y la verificación y mapeo de elementos geomorfológicos.

Verificación en campo de sitios críticos: Durante la etapa de campo, se verificarán los sitios críticos definidos durante la fotointerpretación. Se consolidará un catálogo histórico y un registro de los movimientos actuales mediante información levantada en campo y el uso de imágenes de sensores remotos.

Elaboración de mapas: Se elaborarán mapas utilizando la cartografía básica, modelos digitales de elevación, sensores remotos y datos recolectados sistemáticamente en campo.

Síntesis de resultados: Finalmente, se preparará una síntesis de los resultados o un informe geológico, acompañado de documentos de trabajo, cartografía interpretada y fotografías.

Requerimientos técnicos

Para la realización del estudio geológico para ingeniería, es esencial considerar los siguientes recursos para llevar a cabo el estudio:

i. Imágenes de satélite (como Lidar, RapidEye, entre otras).
ii. Fotografías tomadas desde el aire.
iii. Investigación de campo.
iv. Datos geofísicos.
v. Imágenes Landsat de las versiones más recientes
vi. Imágenes SPOT de las últimas versiones
vii. Utilización de la plataforma EROS.

a) Recopilación de Información Secundaria

Esta etapa implica recabar información de diversas fuentes como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el IDEAM, el IGAC, las Corporaciones Autónomas, universidades y otras entidades relevantes. Estos datos son fundamentales para alimentar un análisis a nivel regional.

b) Fotointerpretación y Procesamiento de Imágenes Satelitales (Geomática)

La aplicación de esta herramienta facilita la selección de rutas alternativas, la identificación de recursos para la construcción, y la localización de áreas de interés que requieren verificación en

campo. Es especialmente crucial en áreas de acceso limitado, ya que permite identificar zonas de interés clave.

Es necesario generar modelos digitales del terreno y de elevación utilizando información de altitudes respecto al nivel del mar para caracterizar el relieve y los elementos presentes en él. Además, se debe elaborar un mapa fotogeológico del corredor geotécnico con unidades litológicas, elementos geomorfológicos, estructuras, cobertura del suelo y áreas críticas.

c) Estudio del corredor geotécnico

El ingeniero geólogo determinará el área de estudio del corredor geotécnico, sin utilizar un buffer, considerando la variabilidad en la extensión de los tramos a mejorar en la vía. Este enfoque permite realizar análisis separados según la geomorfología, pendientes, tipo de suelo o roca, entre otros aspectos.
El corredor geotécnico, conforme al enfoque, se define como la unidad de análisis del riesgo para la infraestructura de transporte. La coordinación interinstitucional con autoridades locales, departamentales y regionales adquiere gran importancia. Se basa en instrumentos de planificación, sistemas de información y mecanismos de financiación para garantizar la armonía entre la infraestructura de transporte y el territorio, incluyendo la gestión del riesgo de manera gradual según la política pública.

Es necesario elaborar un mapa geológico y geomorfológico a escala 1:2000 utilizando datos de afloramientos, mapas topográficos y estaciones geológicas. Se llevarán a cabo apiques, trincheras, sondeos eléctricos verticales. Se realizarán descripciones geológicas detalladas y cortes geológicos transversales y longitudinales a escala 1:2000.

Se clasificarán las muestras de suelo según el Sistema de Clasificación de Suelos (USC) y se describirán las rocas, incluyendo su identificación y grado de fracturamiento, para condensar esta información en perfiles estratigráficos. Se determinará la resistencia de suelos mediante pruebas in situ y ensayos de laboratorio, y la de las rocas mediante métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, el GSI y el Q de Barton.

Los datos de campo se recopilarán de manera organizada y georreferenciada de acuerdo con la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Posteriormente, se definirán zonas homogéneas a lo largo de los corredores para desarrollar modelos geológico-geotécnicos preliminares a escala 1:2000.

Los mapas de Unidades de Geología para la Ingeniería (UGI) se caracterizarán con información detallada sobre materiales, estructuras, características físicas y mecánicas, e hidrología. Se recomienda utilizar los formatos del Servicio Geológico Colombiano. Se identificarán situaciones especiales del suelo y se proporcionarán recomendaciones específicas para su tratamiento con el fin de mitigar riesgos.

Se elaborarán perfiles estratigráficos de las principales unidades presentes en el corredor geotécnico utilizando información recopilada en campo y mediante sondajes.

d) Estudio Geológico de Fuentes de Materiales

Este capítulo aborda la localización de las posibles fuentes de materiales debidamente legalizadas para pavimentos, agregados para concretos, materiales granulares como afirmado base y subbase, pedraplenes y todos aquellos necesarios que se consideren para el proyecto. Para cada una de las fuentes estudiadas se debe realizar el cálculo de distancia de estas al punto medio del corredor vial y como anexo se deben tener en cuenta todos los documentos técnicos como laboratorios de los materiales con el cumplimiento de las normas INVIAS y documentos legales tales como licencia ambiental, registro minero y aquellos que se consideren esenciales para el proyecto, en concordancia con lo que se relacione en el plan de adaptación de la guía ambiental del proyecto.

e) Estudio de las Zonas de Disposición de Sobrantes

Se llevará a cabo un estudio geológico a escala 1:1.000 de cada zona identificada para la disposición de sobrantes, con el objetivo de determinar su viabilidad y estimar su volumen preliminar. Este estudio incluirá la elaboración de un plano detallado con la ubicación de las zonas, su distancia al proyecto y una estimación inicial de su capacidad de almacenamiento.

Serán necesarias visitas de campo a los sitios identificados en la fotointerpretación como zonas de disposición de sobrantes. Con base en información secundaria y recolección de datos de campo, se realizará un análisis para seleccionar y clasificar las zonas de disposición de sobrantes, considerando criterios técnicos, ambientales, hidráulicos y geotécnicos.

Se identificarán las zonas de disposición de sobrantes y se evaluara la necesidad de diseñar estructuras en caso de requerirse, especificando detalles como nombre del predio, propietario, área del predio e ubicación. Además, se definirán aspectos importantes como el acceso a las zonas, características del terreno y distancia por carretera al sitio.

La información obtenida en esta etapa será incluida en los volúmenes correspondientes del estudio, así como en la estimación de costos y el presupuesto del proyecto.

f) Estudio de las Amenazas Geológicas del Corredor Geotécnico

Este capítulo se enfoca en recopilar información secundaria sobre posibles amenazas geológicas en el área del corredor geotécnico, como inundaciones, incendios, sismicidad y movimientos en masa. Esta información se complementará con datos primarios obtenidos durante la fotointerpretación y el trabajo de campo, permitiendo realizar un análisis detallado de las amenazas y su zonificación en el área de estudio.

Los estudios se basarán en información científica existente, como mapas geológicos, geomorfológicos, de cobertura de la tierra, datos climáticos e hidrológicos, mapas topográficos, mapas de susceptibilidad existentes. Para el caso de las amenazas por movimientos en masa, se seguirá la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano en su Guía metodológica de 2016 y/o la versión vigente a la fecha de elaboración de los estudios.

La información obtenida en esta etapa será incluida en el volumen de Geología para ingeniería y servirá como insumo para los capítulos de análisis de riesgos.

g) Hidrogeología

Se realizará la verificación de los rasgos hidrogeológicos y de las unidades hidrogeológicas, así como la producción de mapas correspondientes. Este proceso se llevará a cabo mediante la observación de afloramientos, exploraciones realizadas y el análisis de las unidades geológicas encontradas dentro del corredor vial

Productos Entregables Mínimos

Se debe organizar toda la información producida en formato digital y referenciar adecuadamente la información secundaria utilizada. Asimismo, se requiere clasificarla de manera que sea fácilmente accesible para el interventor, la supervisión y cualquier otra persona interesada en consultarla.

El consultor debe elaborar planos a las escalas indicadas e informes necesarios para el proyecto, incluyendo al menos los siguientes:

APARTADO	Mejoramiento
GEOLOGÍA GENERAL	1: 2000
GEOMORFOLOGÍA GENERAL	1: 2000
UNIDADES DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA	1: 1000
ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES	1: 1000
CORTES GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	1: 1000, 1: 2000
ESTUDIO DE AMENAZA	1: 2000

Productos generados para el corredor geotécnico:

- Informe Geológico para Ingeniería:
- Mapa fotogeológico regional
- Mapa geológico estructural y geomorfológico regional
- Mapa hidrogeológico regional
- Perfil geológico y geomorfológico
- Mapa geológico local con representación de fallas, diaclasas y otras estructuras importantes (1:2000)
- Modelo digital de terreno (MDT) y modelo digital de elevación (DEM) (1:2000)
- Mapa de cobertura de la tierra
- Mapa de localización de investigaciones geofísicas y del subsuelo
- Mapa con la ubicación de las posibles fuentes de materiales y sus distancia al proyecto.
- Registro de investigaciones realizadas
- Mapa Geotécnico de Unidades geológicas para ingeniería (1:2000)
- Caracterización de materiales
- Conclusiones y recomendaciones

Productos generados para las zonas de disposición de sobrantes:

- Informe Geológico para zonas de disposición de sobrantes
- Mapa geológico y geomorfológico de zonas de disposición de sobrantes (1:1000)
- Mapa de zonas de disposición de sobrantes (1:1000)
- Conclusiones y recomendaciones Productos generados para amenazas geológicas:

- Informe Geológico para Amenazas Geológicas
- Mapa de cobertura de la tierra
- Mapas de amenazas geológicas del corredor geotécnico (1:2000)
- Conclusiones y recomendaciones

Documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad) Todo estudio de geología para ingeniería debe ser firmado por un ingeniero geólogo.

Conclusiones y recomendaciones

i. El Consultor deberá formular conclusiones que se relacionen con los objetivos enunciados, la base teórica y el diagnóstico. En este apartado se busca sintetizar brevemente los puntos más relevantes:
ii. Conocer las condiciones geológicas estructurales a nivel de afloramiento, definir la información extraída del modelo digital de elevación (DEM), el modelo digital de terreno (MDT) y del procesamiento de las imágenes.
iii. Delimitar los componentes geomorfológicos usados para la homogenización de las unidades.
iv. Complementar el estudio geológico para las fuentes de materiales de construcción.
v. Recopilar y revisar la información del subsuelo.
vi. Definir las condiciones de los taludes que se hayan estimado necesarios para las explanaciones, fundación de los terraplenes y la estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo.
vii. Ser un insumo fundamental para la actuación de otros especialistas indispensables en los estudios y diseños requeridos para el mejoramiento proyecto vial.

V. ESTUDIO DE TRANSITO

Objetivos y alcance

El tránsito vehicular es una de las variables que se consideran para el análisis estructural y diseño de las estructuras de pavimento. Su estimación adecuada resulta fundamental para poder concebir estructuras que sean capaces de ofrecer niveles de desempeño acordes con la durabilidad prevista por el diseñador.

Para el cálculo del tránsito de diseño se tendrán en cuenta los diferentes aspectos necesarios para su cuantificación, entre los cuales se destacan principalmente:

i. El tránsito promedio diario (TPD),
ii. La clasificación de los vehículos,
iii. La configuración y las cargas máximas legales de los vehículos comerciales,
iv. Los factores de equivalencia de carga para cada tipo de vehículo,
v. La distribución direccional y por carril de los vehículos comerciales,
vi. Las series históricas del tránsito,
vii. Las tendencias de crecimiento del tránsito,
viii. Información de pesajes de vehículos comerciales.

El cálculo del tránsito de diseño tiene como objetivo la cuantificación del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas (N) que circulan por el carril de diseño durante un periodo de diseño, normalmente oscila de diez (10) a quince (15) años depende del criterio del Ingeniero diseñador.

El Consultor deberá definir la Metodología para el desarrollo del Estudio, documento que se deberá entregar al inicio del Estudio a la Interventoría para su aprobación; y en el cual, se detalla la información secundaria y/o primaria con que se realizará el estudio y los trabajos de campo.

En este capítulo se debe describir la metodología empleada para la recopilación y análisis de información secundaria, y para la toma de información de campo. Así mismo, se deben presentar los principales análisis de resultados: volúmenes vehiculares por días de la semana, distribución por tipo de vehículo, distribución direccional y comportamiento horario del tránsito, entre otros, para los aforos vehiculares, según sea el caso se debe incluir: tipo de vehículo, tipo y número de ejes del camión, tipo de carga de los camiones por sentido de circulación.

Requerimientos técnicos

a) Recopilación de información secundaria y primaria

En cuanto al marco normativo, es imperativo que el Consultor evalúe exhaustivamente todas las normativas, leyes y manuales aplicables a proyectos similares en Colombia. Específicamente, aunque no de forma exclusiva, se deben tener en cuenta los siguientes documentos:

- Ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito.
- Ley 1383 de 2010 – Por la cual se reforma la ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.
- Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008.
- Criterios para los diseños específicos para los pasos urbanos definidos en el decreto 2976 de 2010.
- Manual de diseño geométrico para carreteras, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009.
- Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con medios y altos volúmenes de tránsito 2015, adoptado mediante Resolución No.002857 del 6 de julio de 1999.
- Manual de diseño de pavimentos asfálticos en vías con bajos volúmenes de tránsito adoptado mediante Resolución No. 003482 de 2007.
- Manual de capacidad y niveles de servicio para vías multicarril - Primera Versión., INVÍAS, 2020.
- Manual de capacidad y niveles de servicio para carreteras de dos carriles - Primera Versión. INVÍAS, 2020.
- Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos.

El Consultor deberá consultar la información de tránsito promedio diario disponible en el INVÍAS u otras entidades pertinentes que hayan realizado estudios de tránsito del corredor vial, como punto de partida para analizar el Tráfico Promedio Diario (TPD) del proyecto. La información secundaria obtenida para el desarrollo del estudio será sometida a un riguroso proceso de revisión, selección, clasificación, análisis y ajuste previo a su utilización por parte del Consultor.

Cabe destacar que el informe resultante será debidamente referenciado, y en caso necesario, se obtendrán las autorizaciones pertinentes para su empleo. Asimismo, toda la información secundaria será objeto de estudio y validación en consenso con la Interventoría del contrato.

Basándose en los datos recopilados de la información existente sobre series históricas, el Consultor complementará los estudios con datos primarios de campo. Para mejorar el estándar de la vía, la información preexistente sobre el tránsito promedio diario será complementada con aforos vehiculares adicionales, se debe realizar un conteo representativo de tránsito durante un periodo mínimo de una semana, se deberán realizar en intervalos de 16 horas consecutivas. Sin embargo, se contemplará al menos una estación maestra de 24 horas consecutivas para facilitar la expansión y asignación de los demás volúmenes de tránsito, posteriormente establecer una tasa de crecimiento representativa del tránsito para el proyecto, y consecuentemente estimar el tránsito equivalente en el periodo de diseño considerado. Para pronosticar el número de ejes equivalentes acumulados en el periodo de diseño como simple expansión del número de ejes equivalentes en el año base, se emplean fórmulas simples, las cuales para su aplicación requieren conocer el tránsito promedio diario, el porcentaje de vehículos comerciales y el factor daño de cada vehículo o factor daño global y el valor de la tasa de crecimiento del tránsito.

Los datos de campo obtenidos durante los aforos serán registrados en formatos de una hora de duración, clasificándolos según el tipo de vehículo (ligeros, buses y camiones, motocicletas, peatones, bicicletas, etc.). Teniendo en cuenta la configuración de vehículos pesados en las resoluciones No. 4100 del 28 de diciembre de 2004 y No. 1782 del 8 de mayo de 2009.

b) Proyecciones de tránsito

Para proyectar el número de ejes equivalentes acumulados en el periodo de diseño como simple expansión del número de ejes equivalentes en el año base, se debe realizar mediante fórmulas que permitan conocer; el transito promedio diario, el porcentaje de vehículos comerciales, el factor de equivalencia de carga global para el año inicial del proyecto y la definición de la tasa de crecimiento.

La selección y adopción de modelos de proyección se realizará tras evaluar exhaustivamente la situación específica del proyecto. Se recomienda generar al menos dos escenarios de crecimiento (optimista y moderado) y realizar un análisis de sensibilidad ante cambios en las variables clave que afectan el pronóstico del tráfico tales como tránsito relativo, tránsito atraído, tránsito generado y la tasa de crecimiento.

Las proyecciones se realizarán para el año base y para períodos futuros de 5, 10, 15 y 20 años, considerando tanto los datos históricos como los indicadores económicos mencionados anteriormente. Esta información será fundamental para determinar el "número de ejes equivalentes" y la distribución de vehículos pesados, lo que influirá en la estructura del pavimento para el mejoramiento vial.

c) Anexos de los estudios

La información secundaria y primaria utilizada en la elaboración de este estudio deberá ser presentada y organizada en formato digital. De igual manera, se deberá clasificar de manera que sea de fácil acceso y consulta, tanto para el Interventor y/o el supervisor, como para cualquier otra persona interesada en acceder a estos datos.

Productos Entregables Mínimos

Los entregables mínimos del estudio de tránsito son:

- Informe de estudio de tránsito que incluya (Introducción, objetivos y alcances, localización del proyecto, metodología, recopilación y análisis de información secundaria y primaria), puntos de aforos, estimación del tránsito promedio diario, proyecciones del tránsito, cálculo del tránsito de diseño número de ejes equivalentes para el periodo de diseño, conclusiones y recomendaciones.
- Anexos (Aforos en digital), información secundaria recopilada y toda aquellos que de sustento técnico al estudio.
- Documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad) Ingeniero civil especialista en áreas relacionadas con infraestructura vial y/o ingeniero de vías y transporte y/o carreras afines

Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones específicas del estudio de tránsito para el mejoramiento de vías son:

i. Recopilar series históricas obtenidos del procesamiento estadístico de la información recopilada de las oficinas del Instituto Nacional de Vías – (INVIAS), de las Concesiones Viales y de la Agencia Nacional de Infraestructura – (ANI).
ii. Complementar la información secundaria existente con aforos en campo son los puntos de toma de información que el ingeniero diseñador defina
iii. Utilizar los resultados del Tránsito Promedio Diario (TPD) y las proyecciones de tráfico como base para los cálculos y diseño del pavimento, detallados en los correspondientes volúmenes técnicos entregando el número de ejes equivalentes que transcurren por el tramo vial entregando el tránsito de diseño.
iv. Realizar el cálculo del tránsito de diseño teniendo en cuenta el transito promedio diario, el porcentaje de vehículos comerciales, el factor de equivalencia de carga global para el año inicial del proyecto y la definición de la tasa de crecimiento.
v. Finalmente, se deben tener en cuenta las correcciones por el tránsito generado y atraído por la nueva carretera o pavimentación. En muchos casos, la corrección por este tipo de tránsito es igual o superior al tránsito observado en la carretera, siendo mayor la incidencia cuanto menor sea el tránsito observado

VI. ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS

Objetivo y alcances

El Consultor llevará a cabo los análisis pertinentes de hidrología, hidráulica y socavación, imprescindibles para la planificación de las obras de drenaje, así como para determinar las estructuras de subdrenaje requeridas para el proyecto vial tales como alcantarillas (circulares y cuadradas o tipo box), cunetas y demás estructuras complementarias (como canales, filtros, estructuras de disipación o escalinatas, zanjas de coronación, etc.).
Además de realizar los diseños detallados correspondientes, se procederá a actualizar la información hidrológica y realizar cualquier análisis adicional que sea necesario en este contexto.

El Consultor se encargará de evaluar tanto las obras de drenaje existentes, tanto mayores como menores, así como los sistemas de subdrenaje ya establecidos. Además, se encargará de diseñar las estructuras necesarias, ya sea para reemplazar las existentes, establecer nuevas o complementarlas, todo ello de acuerdo con las especificaciones y requisitos finales del proyecto vial.

Los estudios y diseños de hidráulica, hidrología y socavación tienen como objetivo establecer un adecuado funcionamiento hidráulico que permita el diseño de obras de drenaje capaces de controlar y eliminar el exceso de agua superficial y subterránea que afecta la infraestructura vial.

Esto se realiza de manera que no comprometa la estabilidad de la estructura, cumpliendo con las exigencias hidrológicas y geomorfológicas del área de estudio. Además, se asegura que el drenaje natural de la zona y las propiedades adyacentes no se vean afectados negativamente.

Actualizar las especificaciones técnicas iniciales de las estructuras de drenaje existentes, ampliándolas si es necesario y construyendo nuevas obras de drenaje y subdrenaje, así como completando aquellas que estén faltantes.

Evaluar la capacidad hidráulica de las estructuras existentes para determinar su eficacia y si requieren mejoras o reemplazos.

Identificar la ubicación óptima para las nuevas estructuras de drenaje o aquellas que se necesiten para reemplazar las existentes, considerando factores como la topografía y el flujo de agua.

Para lo anterior, deberá contemplar como mínimo los siguientes alcances:

- Ubicación óptima de las estructuras.
- Determinación del caudal máximo de diseño para el periodo de retorno que corresponda en función de la magnitud de la estructura y el riesgo que pueda contemplar.
- Análisis del comportamiento hidráulico y geo morfodinámico del flujo superficial, cauce o río, en el sitio seleccionado de cruce. Análisis de velocidades máximas alcanzadas, para prevenir erosión y en puentes, la evaluación de socavación local y general.
- Diseño de las obras hidráulicas y complementarias o de protección que se requieran.

Requerimientos técnicos

Para la incorporación del criterio de análisis de Cambio Climático, el Consultor propondrá la metodología a emplear, acorde a los avances en la materia a nivel nacional y al MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios. Dicha metodología deberá ser aprobada por las entidades correspondientes.

Estudios hidrológicos

a) Antecedentes

Inspección de campo

- Se evaluará el sitio de implantación de las estructuras hidráulicas existentes y a contemplar en el proyecto, para la recopilación y análisis de la información secundaria.
- Se efectuará recorrido por el sector a intervenir y las áreas de aportación o cuencas, así como el sitio seleccionado de cruce, con el fin de verificar la veracidad de la cartografía, ortofotos existentes y sus características de suelos y coberturas vegetales.
- Se evaluará la presencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del sitio de implantación de las estructuras, que pueda afectar las características hidráulicas de las corrientes de agua a evaluar, así como los encoles y descoles (existencia de obras, taludes de interés, viviendas en el sector, etc.).

i. Análisis y recopilación de la información existente

El Consultor presentará una investigación en relación con la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos que aporten un conocimiento del clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras existentes y próximas que se estén proyectando en cercanías de la estructura, etc., incluido lo consignado en los estudios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR´s), el Instituto de Estudios Ambientales, IDEAM), cartográfica y de suelos (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) y en el POT de la zona de influencia de las obras.

ii. Cartografía

Para el desarrollo del estudio, la información cartográfica es fundamental, por lo tanto, en el volumen referido a esta área se presentará el resumen del procesamiento de dicha información plasmada en mapas de adecuada escala dependiendo de la magnitud y complejidad del proyecto de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras. El Consultor deberá utilizar la cartografía oficial del IGAC o SHAPES de la red hidrográfica disponibles a escala 1:10.000, 1:25.000 o 1:100.000 para definir las cuencas y los parámetros morfométricos de las corrientes que atraviesan el corredor, calcular las áreas, longitud y pendiente del cauce principal.

Adicionalmente el Consultor podrá utilizar aerofotografías, imágenes satelitales, Cartografía Aérea Digital y modelos de elevación digital (DEM). Sin embargo, bajo ambiente ARC GIS o similar, estos últimos (DEM) se podrán utilizar como complemento a la cartografía IGAC, siempre y cuando la resolución (píxeles) del dato ráster sea lo suficientemente fino (igual o inferior a 12.5 x 12.5 m) para definir la red de corrientes que atraviesa el corredor.

iii. Geomática

Se deben consultar las mayores fuentes de datos posibles como el IDEAM, IGAC, NASA, SGC, etc. para realizar análisis multitemporales; las imágenes y/o fotografías aéreas deben corresponder a periodos de tiempo de treinta años o más, que faciliten el monitoreo, análisis y evaluación de los cambios que se han presentado en el territorio, mediante técnicas de procesamiento digital de imágenes y fotointerpretación.

iv. Registros Hidroclimatológicos

Se obtendrán los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto, completos, sin limitarse a los últimos años. En todo caso el Consultor debe asegurar que la serie

histórica analizada presente registros de los años en que se haya presentado las mayores olas invernales en el país por los fenómenos inducidos por el cambio climático.

v. Suelos y cobertura vegetal

En caso de que el Consultor emplee métodos lluvia-escorrentía en la obtención de caudales máximos, deberá realizar la caracterización de los suelos y coberturas vegetales de las cuencas, de manera que se justifiquen los coeficientes de pérdidas de precipitación asignados.

b) Metodología

El Consultor deberá presentar la metodología y las ecuaciones para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios.

La metodología debe contener como mínimo los siguientes aspectos:

- Análisis climatológicos de la zona, considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.
- Evaluar la localización de las estructuras hidráulicas, como resultado del análisis de las condiciones topográficas, geomorfológicas, hidráulicas, de diseño geométrico y de las visitas realizadas del corredor o sector vial.
- La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores, menores y complementarias de existir, deberán presentarse en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.
- Con estos estudios se determinarán las cuencas de drenaje que cruzan el proyecto, analizando las características de cuenca como son área, longitud y pendiente del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros.
- Así mismo, si se emplea un método lluvia-escorrentía, se definirán las curvas intensidad duración frecuencia (IDF) aplicables a las cuencas y se calcularán los caudales hasta el sitio de cruce, con los cuales se diseñarán las obras de drenaje asociadas, así como las obras de protección necesarias para el proyecto.

Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales y que son aplicables en gran parte dependiendo del criterio del ingeniero, el Consultor deberá justificar las ecuaciones utilizadas estableciendo sus ventajas y criterios de selección.

Se presentarán los resultados intermedios y finales de las metodologías de cálculo empleadas en los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, etc., indicando finalmente el método de predicción y valores adoptados. Esta labor es de importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

c) Análisis de lluvias y climatológico

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, CIOH, CCCP, ECOPETROL, FEDERACIÓN DE CAFETEROS, CAR´S, EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS (ESP´s), EMPRESAS DE ENERGÍA, o en otra entidad, el Consultor procederá a incluir en el estudio

un análisis de los registros de cantidad e intensidad de precipitación en la zona que permitan dar valores de tipo local y regional, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno.

De la misma manera deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, entre otros; temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

El Consultor deberá realizar el análisis de frecuencias hidrológicas donde deberá estimar la frecuencia o probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo los valores máximos de precipitación y caudal. Para tal efecto el Consultor deberá realizar análisis estadístico de datos hidrológicos y utilizar las distribuciones de probabilidad que más se ajusten a la información obtenida, entre otras podrá utilizar la de tipo Gumbel y Log- Pearson Tipo III, que para el caso de valores extremos que son las distribuciones más utilizadas en el ámbito hidrológico.

El Consultor deberá calcular la Curva Intensidad – Duración – Frecuencia para la aplicación del método racional cuyo uso está limitado a cuencas con área de drenaje hasta de 2.5 Km2. Estas se pueden deducir para diferentes periodos de retorno ya sea por el método simplificado establecido en el MANUAL DE DRENAJE DE CARRETERAS del INVÍAS vigente a la fecha de los estudios, o a partir de los registros pluviográfica (pluviogramas) de la estación pluviográfica representativa del proyecto.

La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular las estructuras está en función del tipo de estructura, el nivel de riesgo (o antecedentes del sector), según criterio hidráulico y nunca menores a lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios.

d) Hidrología para sostenibilidad

Adicionalmente, el Consultor evaluará los aspectos hidrológicos que proporcionen información referente a cambio climático y eventos extremos, en el marco de los estudios de sostenibilidad. UPTC SIGUIERE SUPRIMIR ESTE PARRAFO.

e) Estimación de caudales máximos

En el caso que la corriente a analizar disponga de una estación hidrométrica con registros históricos de caudales máximos instantáneos, el Consultor deberá realizar el análisis de frecuencias o probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo los valores máximos de caudal para diferentes periodos de retorno. Para tal efecto se debe realizar el análisis estadístico de datos hidrológicos y utilizar las distribuciones de probabilidad que más se ajusten a la información. Podrá utilizar entre otras, la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III, las cuales son las más utilizadas en el ámbito hidrológico para valores extremos.

En aquellos casos donde la estación hidrométrica sobre la corriente de agua que cruza la vía que se estudia no se encuentre en el sitio de cruce, sino en la misma hoya hidrográfica, en otra ubicación, el Consultor podrá realizar transposición de datos de caudal mediante relaciones de áreas de drenaje. Esta metodología tendrá validez toda vez que las áreas de drenaje no sean muy diferentes y que esta diferencia no sea mayor o menor al 50 % del valor original del área de drenaje. La misma metodología se podrá aplicar para cuencas hidrográficas que sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

Además, se realizarán recorridos por las cuencas y microcuencas para verificar la precisión de la cartografía y las ortofotos existentes, así como para evaluar las características de los suelos y las coberturas vegetales en la zona. Se llevará a cabo una evaluación de la existencia de proyectos en el área directamente influenciada por el proyecto, con el fin de determinar si estos afectan las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesan el corredor vial.

En cuanto a la cartografía, se utilizará información oficial del IGAC o SHAPES de la red hidrográfica a escala 1:25.000 o 1:100.000 para definir las cuencas y los parámetros morfométricos de las corrientes del corredor vial. Además, se podrán emplear aerofotografías, imágenes satelitales, cartografía aérea digital y modelos de elevación digital (DEM), siempre y cuando estos últimos se utilicen como complemento a la cartografía oficial y cumplan con la resolución necesaria para definir la red de corrientes.

Cuando la estación hidrométrica ubicada en la corriente de interés posea registros históricos de caudales máximos instantáneos, el Consultor deberá llevar a cabo un análisis de frecuencias para determinar la probabilidad de ocurrencia de eventos, obteniendo así los valores máximos de caudal para distintos periodos de retorno. Este análisis implica el uso de distribuciones de probabilidad como la de Gumbel y Log-Pearson Tipo III, reconocidas en el ámbito hidrológico por su aplicación en eventos extremos.

En situaciones donde la estación hidrométrica se encuentre en la misma hoya hidrográfica pero no en el sitio de cruce de la vía, el Consultor podrá emplear la transposición de datos de caudal mediante relaciones de áreas de drenaje. Esta técnica es válida siempre que las diferencias en las áreas de drenaje no excedan el 50 % del valor original y que las cuencas sean hidrológica y climatológicamente homogéneas.

Se proporcionarán relaciones lluvia-caudal, si están disponibles, para determinar coeficientes de escorrentía. En ausencia de registros de caudales en las corrientes atravesadas por la vía, los caudales de diseño se obtendrán mediante modelos lluvia-escorrentía y análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales, utilizando metodologías debidamente respaldadas y que aprovechen al máximo los parámetros físico-climáticos de la región.

f) Diseños hidráulicos

Las estructuras de drenaje se analizarán bajo el criterio de establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial, que permitan definir o verificar las dimensiones y ubicación de los elementos, en función de la seguridad, amenaza y posible vulnerabilidad de la estructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones.

Por otra parte, el Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y, niveles máximos de agua, niveles mínimos del flujo para box coulverts , las profundidades de socavación, profundidad mínima recomendable para la ubicación de la cimentación y recomendaciones de obras de protección necesarias, para ser desarrolladas en el capítulo estructural.

Los análisis hidráulicos y de socavación deberán realizarse para los caudales de diseño y verificación establecidos respectivamente en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, 2009

y la Norma Colombiana de diseño de Puentes CCP 14, o sus equivalentes que se encuentren vigentes al momento de los estudios.

g) Criterios para obras complementarias

En caso de requerirse, deberán verificarse o proyectarse las obras de drenaje menor y complementarias que sean necesarias, para manejo de flujo superficial y subsuperficial para el mejoramiento de vías existentes, según aplique.

h) Análisis hidráulico

Los análisis hidráulicos de las obras mayores y menores y/o complementarias, se realizarán de acuerdo con lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a drenaje.

El Consultor con sus especialistas evaluará y justificará la localización de las estructuras, igualmente cuantificará los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizará los levantamientos topográficos, los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la cual se determinará la rugosidad de la corriente en caso de box culvert y el diámetro representativo del material de lecho, con el cual se calculará la socavación general y local, las distribuciones del flujo y velocidad cuantificando la socavación potencial (general más local) y definiendo el nivel de cimentación de la infraestructura; modelarán las crecientes definidas para los diferentes periodos de retorno mediante la utilización de software tipo HEC- RAS o similar, para determinar los niveles máximos esperados en el cauce o por la planicie de inundación cuando la corriente no presente la capacidad hidráulica suficiente para transitar la creciente que se adopte de diseño.

En caso de existir o de requerirse, se deben analizar las estructuras de alivio y de protección complementarias.
Para su análisis el Consultor utilizará como documento guía el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, que se encuentre vigente, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio.

El Consultor deberá garantizar la evacuación rápida y eficiente del agua que cae sobre ella, con el fin de brindar seguridad y comodidad a los conductores.

Además, se deben establecer criterios para manejar zonas inundables, determinando niveles máximos y definiendo alturas de terraplenes para la vía en áreas cercanas a cuerpos de agua.

El inventario detallado de obras hidráulicas es fundamental para evaluar el estado y la funcionalidad de las estructuras a lo largo de la vía. Este inventario incluirá datos como coordenadas, dimensiones, estado estructural y fotografías, proporcionando una visión completa de las condiciones de cada obra.

El Consultor llevará a cabo una exhaustiva verificación de la capacidad hidráulica de las obras existentes para los caudales de diseño, evaluando la necesidad de su reemplazo, traslado o prolongación según corresponda. Este proceso incluirá la determinación de las características geométricas de las nuevas obras transversales o su complementación, como la sección, pendiente, longitud y posición con respecto al proyecto vial, además de su tipo de funcionamiento hidráulico,

considerando criterios establecidos en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS vigente.

Además, el Consultor estará a cargo de verificar y rediseñar, cuando sea necesario, todas las estructuras hidráulicas existentes, como alcantarillas, cunetas, zanjas de coronación y canales, plasmando los diseños específicos de cada sitio particular con sus respectivas cotas y coordenadas.

i) Productos entregables mínimos

El Consultor deberá presentar un resumen sucinto de todos los resultados encontrados a través del estudio, principalmente aquellos que requieran de su utilización en otras especialidades o que generen conclusiones inmediatas.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará los registros del IDEAM o entidad que suministre la información hidro climatológica, los planos del IGAC, imágenes de satélite, aerofotografías y anexos que se utilicen para la comprobación de los resultados obtenidos.

Se hará entrega de toda referencia bibliográfica a que se haga mención en el estudio. Esta debe ser clara y precisa y, en los casos que se requiera, se adjuntarán los capítulos o análisis teórico- técnicos de una o alguna de las referencias en particular que permitan dar un concepto sobre un punto específico.

Los documentos por entregar se deben entregar firmados por el diseñador responsable de los mismos, los cuales se presentan a continuación:

- Informe con todos los criterios empleados en el estudio.
- Anexos con la información que soporta el estudio, conteniendo los cálculos, los modelos empleados y los listados de obra.
- Soporte de inventarios e inspecciones realizadas a las obras existentes en el tramo a intervenir.
- Chequeo hidráulico de todas las obras existentes.
- Planos.

Los planos esenciales adjuntos al estudio serán los siguientes:

- Planos con la localización de las cuencas, microcuencas y/o áreas aferentes delimitadas. Escala 1:25.000
- Planos con la cobertura de la tierra y suelos característicos de las cuencas, microcuencas y/o áreas aferentes delimitadas. Escala 1:25.000
- Planos con la localización de las estaciones hidroclimatológicas empleadas en el estudio y polígonos de Thiessen o isoyetas si se aplica esta metodología. Escala 1:25.000
- Planos en planta y perfil concordantes con el diseño geométrico final, donde se vean implantadas las estructuras hidráulicas (con las anotaciones de demolición, estructura nueva o para mantenimiento) y se corroboren los niveles de entrega del flujo.
- Planos en planta y perfil que se requieran de estructuras hidráulicas complementarias.
- De requerirse, planos de obras de protección proyectadas. Escala 1:100 o mayor.

- Planos de detalle de las estructuras diseñadas (donde queden representados los dimensionamientos propuestos en diseños y sean concordantes con diseños estructurales) y planta-perfil por obra transversal en aproches para puentes o vías a intervenir en el proyecto. Escala 1:100 o mayor.
- Anexo o capítulo incluido en informe, con el resumen de obras proyectadas a intervenir, que contenga como mínimo las abscisas de referencia, sus dimensionamientos y las observaciones pertinentes (como demolición, mantenimiento, obra nueva, etc.).
- Memorias de Cantidades representadas en el presupuesto, referentes al componente Hidrológico, Hidráulico y de Socavación.
- Copia de matrícula profesional y certificado de vigencia del profesional que realiza el estudio. (Ingeniero civil o de transporte y vías especialista en áreas de hidrología e hidráulica)

Conclusiones y recomendaciones

El Consultor debe presentar en forma clara las conclusiones y recomendaciones del estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias, aportes y recomendaciones que genera el estudio para ser tenidas en cuenta en sinergia con los demás componentes, antes, durante la construcción, y durante la etapa de operación.

Se presentarán las relaciones lluvia- caudal en el supuesto que existan registros para determinar coeficientes de escorrentía.

En ausencia de registros de caudales en la corriente cruzada por puente, los caudales de diseño para los diferentes periodos de recurrencia se obtendrán a partir de modelos lluvia – escorrentía, análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales aplicando metodologías debidamente soportadas y que utilicen al máximo parámetros físico-climáticos de la región.

La aplicación de cualquiera de las anteriores metodologías para el diseño de estructuras de drenaje debe reflejar los criterios de cambio climático considerados por el Consultor.

El Consultor además de utilizar como documento guía el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVÍAS, que se encuentre vigente en el momento de los estudios, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HDS - 2- Highway Hydrology de la FHWA, Model Drainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

VII. DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Objetivo y alcances

Determinar las soluciones de pavimentos más adecuadas para las intervenciones estructurales de los pavimentos nuevos para los diferentes corredores viales y para la rodadura, si se requiere, teniendo en cuenta:

i. Las características y condiciones de las estructuras de pavimento existentes.
ii. Las características y condiciones de la subrasante.
iii. La disponibilidad de materiales en la zona y sus características.
iv. El máximo aprovechamiento de los materiales existentes en la vía.

v. Los factores climáticos.

Se debe Identificar y caracterizar los materiales que constituyen la subrasante a lo largo de todo el proyecto mediante técnicas de exploración y muestreo.

Determinar y describir, a través de ensayos de laboratorio, las propiedades físicas y mecánicas más relevantes de los suelos representativos de la subrasante, así como de los suelos presentes en cortes y áreas de préstamo que puedan ser utilizados para formar la subrasante.

Establecer zonas homogéneas para el diseño de la estructura del pavimento.

Realizar una caracterización geotécnica de los materiales que integran la estructura del pavimento, con especial atención en el material de rodadura y las capas granulares y estabilizadas, según corresponda.

Evaluar diversas alternativas de estructuras de pavimento que sean viables para las condiciones del proyecto, destacando la optimización de los materiales disponibles.

Proponer, entre las alternativas analizadas, las estructuras de pavimento más adecuadas para el proyecto, especificando los espesores y los materiales de cada capa.

Identificar las fuentes de materiales para la construcción de los pavimentos del proyecto.

Presentar recomendaciones técnicas relacionadas con la construcción que contribuyan durante el proceso de obra para evitar interpretaciones erróneas del diseño o prácticas de ingeniería inadecuadas que puedan reducir la vida útil del pavimento.

Requerimientos técnicos

En la recopilación de información deberá incluir una compilación y evaluación exhaustiva de toda la información relevante para el proyecto.

La información consultada abordará principalmente los siguientes aspectos: geología, topografía, geotecnia y fuentes de materiales, drenaje y subdrenaje, tráfico, factores ambientales, diseño de mezclas y diseño de pavimentos.

Para el diseño de pavimentos, es fundamental contar con información sobre los módulos dinámicos de los materiales, las leyes de fatiga de las mezclas asfálticas y algunos ensayos de caracterización de materiales granulares que se utilizarán en el proyecto. Esta información será crucial para el diseño y se ajustará a las condiciones reales del proyecto.

La estimación del parámetro de tránsito de diseño se basará en las proyecciones de vehículos proporcionadas por el Estudio de Tránsito, junto con la estimación del tránsito de diseño o construcción.

El tránsito de construcción puede ser crítico, especialmente en carreteras con bajos niveles de tráfico, y puede llegar a ser incluso más significativo que otros componentes del tránsito.

Se debe ajustar el plan de construcción de la vía para minimizar el tránsito de construcción sobre los tramos en proceso de terminación, cuando sea posible.

Dependiendo de los métodos de análisis de pavimentos, el parámetro de tránsito puede ser el número acumulado de ejes equivalentes o el espectro de cargas.

Se debe investigar la existencia de pesajes de vehículos de carga en la zona o histórico, y si están disponibles, utilizar esta información para estimar los espectros de cargas y los factores de daño de los vehículos comerciales. La determinación de los factores de daño (FDV) para el cálculo de los ejes equivalentes debe seguir las formulaciones incluidas en los respectivos manuales de pavimentos del INVÍAS.

El consultor debe realizar 3 diseños de pavimentos los cuales deben ser evaluados, con la evaluación realizada se debe tomar el más optimo y el mejor técnicamente viable dependiendo de los tramos homogéneos estimados.

El período de diseño debe elegirse siguiendo las indicaciones de los manuales de pavimentos del INVÍAS.

El consultor debe realizar la evaluación de los pavimentos existentes que formarán parte del proyecto para esto se debe realizar un análisis integral de su estado actual. Esto incluye la evaluación de la condición funcional de los pavimentos mediante la medición de aspectos como la rugosidad, textura y fricción superficial, así como la identificación de posibles problemas de resistencia al deslizamiento.

Además, se busca obtener un conocimiento detallado de las estructuras de pavimento, mediante la medición de los espesores de las diferentes capas y la caracterización de los materiales que las conforman. Asimismo, se pretende identificar los tipos de deterioros presentes en los pavimentos y sus posibles causas, con el fin de establecer estrategias efectivas de rehabilitación.

El Consultor del proyecto deberá llevar a cabo un minucioso inventario de las fallas presentes en el pavimento del corredor, identificando los diferentes tipos de deterioro, evaluando su gravedad y determinando su extensión. Para esto, se emplearán normativas específicas según el tipo de pavimento: INV E-813 para pavimentos flexibles, ASTM D6433 para pavimentos rígidos y ASTM E2840 para pavimentos articulados como los adoquines.

En el caso de los pavimentos flexibles, se tendrán en cuenta también los criterios establecidos en la "Guía Metodológica para el Diseño de Obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras" del INVÍAS.
El planteamiento de soluciones básicas de pavimentos incluirá un estudio exhaustivo y un análisis detallado de al menos tres alternativas estructurales, las cuales serán definidas siguiendo las metodologías establecidas en los manuales y guías de diseño de pavimentos vigentes del INVÍAS.
Estos análisis se deberán tener en cuenta:

La Optimización de los recursos al utilizar los materiales de mejor calidad disponibles en la zona (materiales que cumplan con las especificaciones establecidas por el INVÍAS, según lo indicado en el Artículo 220), con el fin de fortalecer la capacidad de carga de la subrasante y disminuir los espesores requeridos para las capas estructurales.

Maximización del aprovechamiento de los materiales presentes en la subrasante y otros disponibles en el área, mediante procesos de estabilización, con el propósito de incrementar la resistencia de la subrasante y reducir los espesores necesarios para las capas estructurales.

j) Las tres alternativas se deben evaluar técnica, y financieramente.

Optimización de los materiales de mayor calidad hallados en el corredor mediante técnicas de estabilización, con el objetivo de utilizarlos en la construcción de algunas capas estructurales del pavimento (como la base y/o sub-base), logrando así un uso más eficiente de los recursos disponibles.

En situaciones donde los estudios indiquen escasez de agregados de buena calidad en la zona para la construcción de bases y subbases granulares, las soluciones básicas deberán contemplar alternativas que incluyan bases y/o sub-bases estabilizadas.

El informe debe contener planos detallados de las secciones típicas que representen las diversas configuraciones del pavimento, como el corte en cajón, el corte a media ladera y terraplén.

Estos planos deben destacar las características esenciales de cada sección y abordar situaciones particulares que puedan surgir durante la construcción. Los dibujos pueden presentarse a escala o con dimensiones claras de todos los elementos de la sección transversal correspondiente.

En el caso de proyectos que involucren pavimento rígido, el informe también debe incluir planos de modulación de losas y juntas para facilitar las actividades de construcción. Además, se requiere que el diseño y los detalles del refuerzo para las losas irregulares se presenten claramente en estos planos.

Es esencial que las secciones transversales incluyan, según sea necesario, los sistemas de drenaje y subdrenaje para garantizar un funcionamiento adecuado del pavimento a lo largo del tiempo.

Productos Entregables Mínimos

Los entregables mínimos del componente de diseño de estructura de pavimento deben incluir como mínimo:

A. Informe de diseño de estructura de pavimento el cual debe incluir:

- Introducción el cual establezca el desarrollo del diseño, metodología, objetivos, alcance y localización del proyecto.
- Exploración de campo (estudio de suelos) por medio de apiques de acuerdo con lo establecido en el estudio de suelos o lo recomendado por normativa nacional. Geología regional, geomorfología, entre otros aspectos relevantes para el estudio. Ensayos de propiedades índice o caracterización como límites de consistencia, granulometría, humedad natural, peso específico, gravedad especifica, entre otros. Ensayos de resistencia relacionados con pavimentos como CBR o modulo resiliente con muestras inalterada y sumergidas.
- Determinación del tránsito de diseño.

- Zonificación de tramos homogéneos y determinación del CBR o modulo resiliente para cada unidad homogénea basado en las exploraciones y en el estudio de tránsito.
- Diseño de la mezcla asfáltica y determinación de módulos de elasticidad para cada capa estructural.
- Desarrollo de diseño mecanicista y racional de acuerdo a metodologías de diseño de pavimentos.
- Diseño del pavimento con al menos 3 propuestas diferentes que cumplan técnica y económicamente.
- Propuesta definitiva a desarrollar.
- Conclusiones y recomendaciones.

B. Planos.

- Plano de secciones típicas – secciones transversales.
- Planos tipológicos estructurales con formato para sectorización. Se recomiendan las siguientes escalas para los planos:
  - Planos de planta: 1/1000.
  - Perfiles estratigráficos: 1/1000H y 1/100V.
  - Secciones típicas de pavimento: 1/50.
  - Detalles: 1/20.

C. Anexos

- Resultados de ensayos de laboratorio.
- Perfil estratigráfico en toda la longitud del proyecto.
- Memorias de cálculo.

D. Documentos del profesional Ingeniero de transporte y vías y o ingeniero civil especialista en pavimentos y/o afines fin (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad)

Conclusiones y recomendaciones

El estudio deberá suministrar resultados y recomendaciones que permitan como mínimo:

i. Presentar de manera precisa las conclusiones derivadas del estudio, destacando las especificidades y contribuciones que este ofrece.
ii. Identificar los criterios y parámetros de las diferentes opciones de diseño de la estructura del pavimento sugeridas para el área en cuestión, así como de la alternativa preferida.
iii. Se debe dar recomendaciones para pavimentos flexibles, de realizar inspecciones adicionales durante la fabricación de la mezcla, en caso necesario. También se deben llevar a cabo pruebas de laboratorio para controlar la calidad de la mezcla producida, así como ensayos para verificar la calidad de los materiales granulares.
iv. Se debe dar recomendaciones para el uso de equipos específicos y la implementación de medidas especiales en condiciones ambientales desfavorables.
v. Se debe dar recomendaciones para pavimentos rígidos, implementar inspecciones especiales durante la elaboración de la mezcla de concreto, si es necesario.

vi. Se debe dar recomendaciones para llevar a cabo pruebas de laboratorio para controlar la calidad de la mezcla producida y realizar ensayos de control sobre los materiales granulares utilizados.
vii. Se debe dar recomendaciones para el uso de equipos específicos para la colocación del concreto y la adopción de medidas especiales en condiciones ambientales desfavorables.
viii. Se debe dar recomendaciones para establecer criterios y determinar los límites de corte de las losas y ofrecer recomendaciones sobre su disposición de acuerdo con su modularidad. Para las losas irregulares, se debe proporcionar el diseño y los detalles del refuerzo, así como sugerencias para su instalación. Además, se deben especificar las características mínimas de las formas utilizadas.

VIII. DISEÑO GEOMÉTRICO

Objetivo y alcances

El propósito de este estudio es establecer el trazado y diseño geométrico de la carretera con el fin de mejorar las condiciones técnicas de la vía actual. Esto se logrará cumpliendo con los criterios y parámetros técnicos definidos en el Manual de Diseño Geométrico.

Dichos criterios abarcan la definición de tramos homogéneos, longitud, velocidad de diseño, radios de curvatura, pendientes máximas y mínimas, así como otros elementos geométricos necesarios para garantizar una vía segura, con tiempos de viaje reducidos y costos de operación mínimos para los usuarios.

Además, se tiene como objetivo considerar estudios de tráfico, geología, geotecnia, propiedad y aspectos ambientales para garantizar la operación, estabilidad y sostenibilidad del corredor, manteniendo capacidades y niveles de servicio adecuados.

La fase actual busca diseñar el proyecto de forma integral, mejorando la infraestructura vial existente y llevando a cabo el proyecto final aprobado por la Interventoría mediante la determinación precisa de puntos de referencia en el eje vial, altitudes de trabajo y bordes de carretera.

Dentro de los alcances del estudio de diseño geométrico para el corredor vial podemos encontrar:

i. Recopilación de información geográfica georreferenciada con un nivel de detalle que represente fielmente el terreno en escala de 1:1000, utilizando tecnologías disponibles en el mercado.
ii. Definición y optimización del diseño geométrico sobre la base de los criterios del Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS vigente.
iii. Uso de herramientas de modelación especializadas para trazar la vía, permitiendo una visualización simultánea en planta, perfil y sección transversal, así como la implementación de cambios necesarios de manera eficiente.
iv. Realización de un estudio de seguridad vial para identificar puntos críticos en la vía y posibles causas de accidentes relacionadas con la geometría de esta, basándose en datos primarios del estudio de tránsito.
v. Análisis del funcionamiento de las intersecciones actuales y realización de ajustes necesarios para garantizar un óptimo desempeño.

vi. Verificación en campo del trazado del eje vial y de la consistencia geométrica del diseño con los contornos topográficos y la infraestructura vial existente, según lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS. Además, se verificarán las altitudes reales de trabajo en comparación con las establecidas en el proyecto.

El Consultor deberá definir la Metodología a emplear en el desarrollo del estudio, documento que se deberá entregar a la interventoría para su aprobación y en el cual, se detallará la información secundaria y primaria a emplear en el estudio, así como los trabajos de campo.

Es importante tener en cuenta que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales imponen la necesidad de efectuar retroalimentaciones permanentes entre los distintos campos y especialidades de la ingeniería y de otras disciplinas, que intervienen en el diseño integral de un proyecto. Solo esta intercomunicación oportuna durante el período de análisis permite la validación y consistencia de los parámetros que se adoptan en el diseño y del conjunto de variables que se derivan.

Se deberá realizar visitas de campo del personal de ingenieros encargados de la elaboración del trazado y diseño geométrico, con los expertos en geología, geotecnia y demás áreas afines, con el fin de verificar la información recibida en mapas geológicos, conocer y cuantificar los posibles riesgos geológicos y establecer condiciones reales que permitan un manejo adecuado del proyecto y poder optimizar los recursos.

El consultor tiene la responsabilidad de definir la metodología a utilizar en el desarrollo del estudio, el cual debe ser presentado a la Interventoría para su aprobación. Este documento detallará tanto la información secundaria como primaria a emplear en el estudio, así como los procedimientos de trabajo de campo.

Es crucial considerar que las metodologías para estudios y diseños de proyectos viales requieren una retroalimentación constante entre diversas áreas de la ingeniería y otras disciplinas relacionadas que participan en el diseño integral de un proyecto. Solo a través de esta comunicación continua durante el análisis se logra validar y garantizar la consistencia de los parámetros adoptados en el diseño y del conjunto de variables implicadas.

Será necesario llevar a cabo visitas de campo con el personal de ingeniería a cargo del trazado y diseño geométrico, en conjunto con expertos en geología, geotecnia y áreas afines. Esto con el objetivo de verificar la información proporcionada en los mapas geológicos, identificar y evaluar los posibles riesgos geológicos, y establecer condiciones reales que permitan una gestión adecuada del proyecto y la optimización de los recursos disponibles.

Requerimientos técnicos

Tomando en cuenta las directrices establecidas en el Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVÍAS y el criterio experto del consultor, se debe proceder con la conceptualización del proyecto. Este proceso implica definir los criterios, objetivos, y características deseadas del proyecto, así como identificar los condicionantes específicos, amenazas, y la interacción con otras disciplinas. También se deben considerar los lineamientos de infraestructura verde vial, sostenibilidad, análisis de riesgos, entre otros aspectos. El propósito es establecer con anticipación la dirección del proyecto y el tipo de carretera deseado.

a) Criterios Generales

Se presentan a continuación los criterios generales a tener en cuenta en las actividades de mejoramiento de corredores viales existentes, con el objetivo de optimizar varios aspectos simultáneamente:

Funcionalidad: Adaptar la vía y sus características geométricas al tipo de tráfico y volumen, garantizando una movilidad adecuada.

Seguridad Vial: Priorizar la seguridad en cualquier diseño vial.

Comodidad y Estética: Considerar la percepción de armonía y estética para los usuarios viales.

Integración con el Entorno: Respetar el medio ambiente y adaptar el proyecto a los contornos topográficos del área.

Adaptabilidad Futura: Diseñar con resiliencia para enfrentar futuros cambios.

Sostenibilidad: Analizar el proyecto desde una perspectiva financiera, social y ambiental para garantizar su viabilidad a largo plazo.

Optimización de Costos: Buscar la ejecución más eficiente tanto en la construcción como en el mantenimiento y operación.

Calidad de los Estudios: Ajustarse a los estándares del Manual de Diseño Geométrico y otras normativas vigentes.

Para obtener la mejor solución, se deben integrar estos aspectos en el trazado conforme a los parámetros y criterios del Manual de Diseño Geométrico.

b) Criterios y Parámetros de Geometría

A partir de la conceptualización del proyecto, se establecen las premisas que guiarán el trazado y diseño geométrico en planta, perfil longitudinal y sección transversal de la vía.

El trazado y diseño geométrico definitivo deberá seguir los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico vigente, mejorando la geometría de la vía existente según lo requerido por la normativa.

Para vías de dos carriles y tráfico bidireccional, se debe considerar la mejora en la "Distancia de Visibilidad", lo que puede implicar tramos con oportunidades de adelantamiento y una mayor seguridad vial considerando los temas prediales. Además, se deben estudiar soluciones como carriles adicionales en tramos de pendientes pronunciadas.

Se detallan las características geométricas del eje de diseño, como tramos homogéneos, velocidad de diseño, radios mínimos, anchos de calzada y bermas, entre otros.

El Consultor, siguiendo los criterios establecidos, materializará en campo el trazado definitivo aprobado por la Interventoría.

c) Diseño Geométrico

El diseño debe cumplir con lo establecido en el Manual de Diseño Geométrico del INVÍAS, considerando los criterios y premisas previamente establecidos.

El trazado se basará en un análisis interdisciplinario que considere, zonas de falla, reservas naturales y otros condicionantes.

Los diseños deben estar vinculados al sistema de coordenadas actualizado del IGAC y elaborados utilizando software especializado de última generación.

Cada tramo puede requerir soluciones diversas, por lo tanto, es responsabilidad del consultor recomendar aquella que garantice las mejores condiciones técnicas y cumpla con todas las premisas establecidas.

En cuanto a la seguridad vial, se dará prioridad a mantener la consistencia en los valores de los radios de las curvas horizontales. Se utilizarán los valores mínimos únicamente en sitios críticos, de acuerdo con las velocidades establecidas. Además, se coordinarán los alineamientos tanto en planta como en el perfil longitudinal para mantener condiciones aceptables de visibilidad, lo que proporcionará a los usuarios de la vía entornos seguros y cómodos. En vías de una sola calzada y tráfico bidireccional, se analizarán y presentarán las longitudes de las zonas de adelantamiento encontradas, verificando este valor con los criterios y parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico.

El trazado deberá contemplar, prever y diseñar las intersecciones que surjan como resultado del diseño, de acuerdo con los volúmenes y demandas previstos.
En el proceso de diseño, el consultor deberá optimizar las longitudes de acarreo mediante el cálculo del movimiento de tierras. En colaboración con el especialista en geotecnia, se determinarán los porcentajes de material competente en cada sector de corte, así como los porcentajes de transición del material de banco a suelto y compacto. Se elaborará un esquema que indique la ubicación de los cortes, los terraplenes, los préstamos y los lugares de disposición de los excedentes, con el fin de determinar los recorridos de transporte de materiales.

d) Modelación

El trazado se llevará a cabo utilizando software de diseño que facilite la visualización simultánea en planta, perfil y sección transversal, asegurando que cada modificación realizada en uno de estos elementos se refleje automáticamente en los otros dos.

El software debe permitir la creación rápida de modelos 3D para verificar y validar los criterios establecidos. Estos modelos 3D deberán ser presentados y entregados a la entidad contratante durante el proceso de diseño, incluyendo una versión aprobada por la interventoría.

A partir del diseño preliminar, el consultor deberá modelar o calcular las distancias de visibilidad cada 10 metros en ambos sentidos de circulación, garantizando que la distancia de visibilidad de parada se cumpla para la velocidad de diseño determinada. Esto permitirá identificar los puntos críticos donde las distancias de visibilidad sean menores a las requeridas y ajustar los diseños para lograr distancias mayores, asegurando un nivel de servicio aceptable. En caso de necesitar distancias de

visibilidad de adelantamiento, el Consultor deberá proponer soluciones como carriles adicionales de ascenso si el volumen de camiones lo justifica.

Además, el Consultor llevará a cabo un análisis de consistencia del diseño utilizando los modelos aplicables al proyecto o el Interactive Highway Safety Design Model (IHSDM). Basándose en los resultados obtenidos, se realizarán modificaciones en los elementos del diseño geométrico para mejorar o corregir cualquier aspecto que pueda poner en riesgo la seguridad de los usuarios.

Productos entregables mínimos

Los entregables mínimos del Diseño geométrico deben incluir como mínimo:

A. Informe de diseño geométrico
B. Planos de diseño: Se presentarán planos en los formatos planta - perfil o independiente planta y perfil de acuerdo con las condiciones topográficas del proyecto, en físico y en archivo magnético en formato crudos y DWG y o compatible.

Planta

- Escala 1:1.000.
- Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 10 metros numeradas cada 100 m.
- Sección transversal típica.
- Ancho de calzada proyectada.
- Referencias BMs.
- Escalas gráficas.
- Zonas de inestabilidad geotécnica.
- Nombres del río indicando el sentido de las aguas si aplica.
- Identificación de los accesos e intersecciones.

Perfil longitudinal

- Escalas 1:1000 H y 1:100V.
- Perfil de terreno existente por el eje.
- Proyecto de rasante con indicación del valor de pendientes.
- Elementos de curvas verticales (abscisas, cotas de PIV, parámetro K y longitud).
- Diagramas de curvatura.
- Diagrama de peraltes.
- Localización de alcantarillas y muros proyectados.
- Muros de contención.

Secciones Transversales Típicas

- Se presentarán las secciones mixtas, en tangente o en curva, en cada plano de planta y deberá contener:
- Velocidad de diseño.
- Ancho de calzada.
- Ancho de bermas.

- Pendiente longitudinal.
- Inclinación transversal (BN).
- Dimensiones de la cuneta respecto al borde de pavimento.
- Áreas y volúmenes de corte y relleno Secciones Transversales
- Escalas horizontal y vertical 1:200 o 1:100.
- Se presentarán cada 10 metros.
- Estructura de pavimento proyectada.
- Taludes.
- Cunetas.

C. Anexos

Carteras De Topografía

- Carteras de Poligonal.
- Carteras de Nivelación.
- Alineamiento Horizontal.
- Alineamiento Vertical.
- Rasante.
- Peraltes.
- Cartera de Movimiento de Tierras (cortes y rellenos)
- Cartera de materiales

D. Documentos Del Profesional ingeniero civil con especialización en vías y trasporte, ingeniero vías y trasporte y/o a fin (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad)

Recomendaciones y conclusiones

i. El consultor debe identificar y comunicar las limitaciones encontradas durante el proceso de diseño que puedan afectar el logro de los objetivos iniciales, especialmente en lo que respecta al cumplimiento de los parámetros y criterios de diseño, así como la seguridad y comodidad de los usuarios de la vía.
ii. Es crucial destacar los principales resultados obtenidos del proyecto, incluyendo las mejoras previstas en la vía existente, el aumento de la velocidad y las medidas de seguridad vial implementadas. Además, se debe proporcionar un resumen conciso de las obras principales requeridas.
iii. El consultor debe elaborar recomendaciones específicas para la fase de construcción que contribuyan a mejorar el entendimiento del proyecto y faciliten su ejecución.
iv. Es imperativo evitar que las obras de mejora generen accidentes durante la fase de construcción. Si bien la prevención de accidentes no depende únicamente de la señalización vial, esta juega un papel crucial en la mitigación de riesgos. Por lo tanto, la calidad y adecuación técnica de la señalización, en línea con el Plan de Manejo de Tráfico aprobado por la Interventoría, pueden contribuir significativamente a la reducción de accidentes y sus consecuencias para todos los usuarios de la vía.
v. El objetivo último del estudio de seguridad vial es mejorar los indicadores de seguridad del tránsito en el futuro. Las estadísticas demuestran que la frecuencia y gravedad de los accidentes están estrechamente relacionadas con los volúmenes de tráfico, las velocidades y

las condiciones de la vía. Por lo tanto, el diseño vial debe orientarse a reducir el riesgo que representan las deficiencias de la vía para la operación vehicular, mediante especificaciones geométricas y de señalización adecuadas.

vi. Se debe considerar la implementación de "sistemas inteligentes" en el control y operación de las vías como una medida para reducir la incidencia de accidentes y mejorar la seguridad vial. Estos sistemas ofrecen una amplia gama de funciones y capacidades que pueden contribuir significativamente a este objetivo.

IX. DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN

Objetivos y alcances

Se llevará a cabo el diseño de señalización para cada tramo vial existente, basándose en un análisis exhaustivo de seguridad vial y la geometría de los corredores viales. Este análisis establecerá criterios y lineamientos técnicos para el diseño, construcción, ubicación, instalación, uso, mantenimiento, conservación y aplicación de diversos dispositivos destinados a regular el tránsito en los corredores viales sujetos a intervención. Con el objetivo de asegurar la seguridad, fluidez y orden de todos los actores involucrados en el tránsito, minimizando riesgos y facilitando la circulación vial.

Se debe realizar el diseño de la señalización vertical y demarcación de las vías, de acuerdo con el Manual de Señalización Vial vigente, y se dará prioridad a la utilización de señales y paneles de información variable. El estudio debe incluir el inventario de señalización y estado actual de la señalización existente, el cual debe registrar movimientos, sentidos viales, centros atractores, accesos y salidas, equipamientos y toda información relevante para realizar el diseño de señalización. Se presentarán los resúmenes de las descripciones, las dimensiones, ubicación, cantidades, características y codificación de las señales existentes.

Adicionalmente, se desarrollará un plan indicativo de señalización vial destinado a su implementación durante la fase de construcción. Este plan detallará la ubicación de accesos y salidas, así como la localización de puntos de interés como colegios, escuelas, puestos de salud y otros lugares que requieran señalización específica. Además, se contemplará la colocación de información y señalización especial en áreas críticas o afectadas por condiciones climáticas adversas, como puentes vehiculares y peatonales, y cabezotes de alcantarillas, entre otros puntos sensibles. Es esencial que el diseño de la señalización sea uniforme para garantizar una integración adecuada con la red vial existente. Para los elementos de señalización previstos para la operación del mejoramiento vial, se deberán definir las cantidades de señalización, la estimación de los costos y demás requerimientos técnicos para la construcción.

El informe resultante abarcará los objetivos, descripción y ubicación del proyecto, caracterización del tránsito en la zona del proyecto, características generales de la obra, análisis de seguridad vial, análisis del flujo de tráfico, diseño de señalización, presupuesto y conclusiones y recomendaciones.

Requerimientos técnicos

Se realizará el diseño de señalización, de acuerdo con los lineamientos contenidos en la Manual de Señalización Vial vigente y la normatividad establecida por parte del Ministerio de Transporte. Así el consultor efectuará el componente de diseño de señalización, el cual deberá presentar:

a) Introducción:

i. Descripción del proyecto y su importancia
ii. Objetivos generales y específicos del informe

b) Contexto y antecedentes:

iii. Presentar análisis detallado del área de intervención, incluyendo características geográficas, demográficas y socioeconómicas.

c) Análisis de seguridad vial:

iv. Aplicar los criterios de seguridad vial establecidos por la legislación y política nacional para identificar riesgos y proponer medidas de mitigación.
v. Realizar la evaluación de la visibilidad y legibilidad de la señalización actual, con recomendaciones para mejorar la seguridad vial.

d) Análisis de flujo de tráfico:

vi. Análisis de los patrones de tráfico y puntos de congestión, con propuestas para optimizar la circulación vehicular y peatonal.

e) Propuesta de diseño:

vii. Especificación detallada de los tipos de señales a utilizar, conforme a las normativas del INVIAS en cuanto a forma, color y tamaño.
viii. Ubicación precisa de cada señal, siguiendo las recomendaciones de visibilidad y distancia establecidas por el INVIAS.
ix. En el proyecto de señalización, se deberá incluir un cuadro resumen de longitudes de líneas a demarcar, de líneas centrales, incluyendo la abscisa o PR de inicio y final de cada tramo de prohibido y permitido adelantar.
x. Los resultados del proyecto de señalización se deberán presentar en planos planta de señalización, según el requerimiento de cada entidad, elaborados a la misma escala de los planos en planta de la vía en consideración. La información del proyecto de señalización vertical y horizontal debe ser geo referenciada con el propósito de facilitar el cruce de información.

f) Presupuesto:

xi. Estimar los recursos necesarios presentando memorias de cantidades detalladas.
xii. Realizar el desglose de las actividades para la señalización vial, de acuerdo con los precios de referencia vigentes de la gobernación de Boyacá y/o cotizaciones soporte de nuevas actividades y precios.

g) Conclusiones y recomendaciones:

xiii. Resumen de los hallazgos clave del informe y recomendaciones finales para el diseño y la implementación efectiva de la señalización vial, en

cumplimiento con las normativas nacionales y el Manual de Señalización Vial vigente.

Productos Entregables Mínimos

A. Informe de Señalización vial

B. Planos de Señalización: deben contener la ubicación de las señales sobre el alineamiento con su respectiva abscisa, imagen y nombre técnico de cada señal. Deben agregarse en formato PDF y DWG (archivos crudos)

C. El profesional encargado de la elaboración del diseño de señalización debe ser un ingeniero civil con especialización en vías y trasporte, ingeniero vías y trasporte y/o fin asimismo presentar documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad)

Conclusiones y recomendaciones

Es importante consultar la normatividad específica colombiana vigente, como las disposiciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y el Ministerio de Transporte, para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales y técnicos.

X. DISEÑO ESTRUCTURAL

Objetivo y alcances

Se procederá a elaborar y presentar los diseños estructurales finales de todas las obras necesarias para el proyecto vial, llevándolos al nivel de diseño definitivo de obra. Estos diseños contendrán todos los componentes y elementos estructurales requeridos para la construcción en campo de obras menores de drenaje y de estructuras viales tales como alcantarillas, cunetas, o cualquier estructura vial complementarias como obras de arte, muros de confinamiento, y cualquier otra estructura vial complementaria que cruce el eje del proyecto o se encuentre dentro de su área de influencia.

Estos diseños detallados incluirán, como mínimo, los siguientes aspectos:

i. Ubicación.
ii. Contexto y descripción del proyecto.
iii. Memorias de cálculo y cantidades obra.
iv. Especificaciones técnicas con los procesos constructivos.
v. Planos estructurales con detalles constructivos, incluyendo despieces, conexiones, secuencias constructivas, dimensiones y secciones de elementos, materiales, entre otros.
vi. Recomendaciones constructivas.

Se revisarán los diseños realizados se presentarán con todos los elementos estructurales y la información técnica necesaria para iniciar la construcción. Además, se incluirá toda la información técnica en memorias y planos.

Requerimientos técnicos

El análisis y diseño de todas las estructuras deberá cumplir con los requisitos necesarios establecidos en las últimas versiones de los siguientes documentos, al menos, pero no limitándose únicamente a estos:

i. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.
ii. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10.
iii. ICONTEC.
iv. ASTM.
v. AASHTO
vi. Cartilla de obras menores de drenaje.
vii. Estructuras viales

El diseñador tiene la responsabilidad de implementar programas informáticos utilizados para simplificar el análisis estructural y la interpretación de los resultados. La modelización matemática debe abarcar las cargas, geometrías, propiedades de los materiales, respuesta de la cimentación, tipos de elementos empleados, resistencia de las conexiones y diversos casos de carga (estáticos lineales, dinámicos lineales, estáticos no lineales, etc.).

Además, se deben considerar todos los criterios de análisis, restricciones, suposiciones u otras condiciones necesarias para garantizar que los modelos simulen con precisión el comportamiento de las futuras estructuras.

Las mediciones de trabajo se determinarán utilizando los planos estructurales finales elaborados, en diseño definitivo de obra. Esto abarcará los detalles específicos de uniones, así como cualquier actualización en los despieces.

El Consultor asegurará que estas mediciones se presenten en un formato de memorias de cantidades que pueda ser verificado, abarcando cada una de las actividades del presupuesto.

Se deberá mantener una comunicación continua entre distintos campos y especialidades de la ingeniería, así como con otras disciplinas involucradas en el diseño integral de un proyecto vial, el Consultor especialista en estructuras debe verificar que los parámetros utilizados sean coherentes con los resultados y especificaciones establecidos en los estudios realizados por otras especialidades. Por lo tanto, es crucial que exista una interacción constante entre todas las áreas involucradas en el proyecto para garantizar que se siga un enfoque técnico consistente y que los datos de entrada coincidan con lo establecido en los estudios de las otras disciplinas.

Además, es fundamental que el Consultor realice visitas de reconocimiento en los sitios donde se llevarán a cabo las obras para recopilar y validar información secundaria disponible. Esto garantizará una base sólida para el diseño y la ejecución del proyecto.

En las obras de drenaje Una vez que se haya llevado a cabo el análisis hidráulico conforme a las normativas del sector hidráulico, en coordinación con la hidrología local y la evaluación de posibles socavaciones, y se hayan obtenido datos como secciones, caudales, niveles de agua, trazados y restricciones, se procederá al diseño estructural. Este diseño seguirá las directrices establecidas por la CCP 14, o cualquier normativa aplicable (Es importante verificar el capítulo c23 del NSR 10). En casos específicos, y con la aprobación previa de la interventoría, se podrán utilizar normas o códigos internacionales.

En la memoria de cálculos, se debe proporcionar de manera detallada el registro explicativo de todos los cálculos necesarios para el diseño de la estructura, lo cual respalda y justifica las dimensiones y refuerzos seleccionados. Esto incluye, además, los siguientes aspectos:

- Descripción del proyecto, informe ejecutivo.
- Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto.
- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura.
- Criterio para el análisis de cargas.
- Análisis sísmico.
- Memoria de cálculo del refuerzo, indicando índice de resistencia.
- Despieces de los elementos estructurales y sus componentes.
- Verificaciones aplicables de acuerdo con los reglamentos considerados.
- Índice del contenido de cálculos.
- Se deberá incluir los detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas del proceso en cada uno de los pasos, y que el cálculo debe corresponder a eso.

Dado que los planos son elementos fundamentales para la ejecución del proyecto, es necesario que estos presenten de manera clara, detallada y precisa todos los resultados concluyentes de los estudios previos. Esto asegura que la información sea accesible e interpretable de manera rápida. Es imprescindible que esta información esté completamente integrada en los planos. Estos comprenden:

- Planos de índice presentando las generalidades y consideraciones especiales para la ejecución del proyecto.
- Planos de cimentación.
- Planos de plantas para las formaletas.
- Planos de planta estructurales.
- Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales.
- Planos de cortes, detalles, aclaraciones de construcciones.
- Planos de detalles estructurales y constructivos.
- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).
- Especificaciones técnicas.
- Detalles constructivos.
- Detalles de conexiones.
- Secuencias constructivas e incluir los detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas del proceso en cada uno de los pasos.

Se verificará si es necesario adquirir terrenos adicionales o realizar trámites de licencias, y cualquier modificación requerida se tendrá en cuenta en el presupuesto.

Las cantidades de trabajo se calcularán en base a los planos preparados.

El Consultor se asegurará de que estas cantidades se registren en memorias detalladas que puedan ser verificadas, y el análisis de los precios unitarios se basará en los costos locales del proyecto, incluyendo equipos, materiales y mano de obra. Además, se considerarán los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como el régimen de lluvias, el acceso al lugar de trabajo

y los sistemas de explotación y producción de los materiales pétreos, entre otros factores que puedan afectar los costos. Si es necesario, la entidad o el interventor solicitarán cotizaciones adicionales.

Productos mínimos entregables

Los entregables mínimos del componente de diseño, además estructural, deben incluir como mínimo:

A. Informe de diseño estructural de las obras menores de drenaje y de estructuras viales tales como alcantarillas, cunetas, o cualquier estructura vial complementarias u obras de arte.

B. Se debe realizar chequeo visual estructural de las obras existentes, a las obras que cumplan el chequeo hidráulico. Mi único comentario seria en lo concerniente al numeral B del entregable, que pide entregar chequeo estructural de las obras existentes, lo que implicaría la evaluación integral de la calidad de los materiales, ensayos y evaluación de las estructuras existentes, en donde debemos limitar el alcance a la información que se disponga a nivel de fase 3, pues esto podría ser una labor bastante dispendiosa.

C. Planos.

Los planos de diseño estructural, plantas para formaletas, plantas estructurales, cortes, aclaraciones de construcción y descripción de los procesos constructivos, detalles de conexiones, despieces, detalles de los elementos estructurales y constructivos, cuadros de hierros y concretos según se indica más adelante. Los planos que se entreguen si deberán ser correctamente coordinados con las demás especialidades, y tener una expresión gráfica y escala adecuadas, de tal manera que sea legible y clara la información.

- Planos de índice presentando las generalidades y consideraciones especiales para la ejecución del proyecto.
- Planos de cimentación.
- Planos de planta estructurales.
- Planos de despiece de refuerzo para todos los elementos estructurales.
- Planos de cortes, detalles, aclaraciones de construcciones.
- Planos de detalles estructurales y constructivos.

D. Anexos

- Cuadro de acero de refuerzos (despieces y resumen) y concretos (volumen por tipo de concreto y resumen).
- Especificaciones técnicas.
- Detalles constructivos.
- Secuencias constructivas e incluir los detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas del proceso en cada uno de los pasos.
- Memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido detallado de las consideraciones para cada elemento diseñado incluyendo descripción, resultados y conclusiones de los estudios previos, esquemas de las estructuras, evaluaciones de carga (muertas, sismos, impactos, retracción y cambios de temperatura, empujes de tierra y todas las necesarias dependiendo del tipo de estructura), consideraciones y justificaciones de diseño, datos de entrada y datos de salida de los modelos realizados, verificaciones exigidas por cada

normatividad aplicable a cada estructura, todo esto con de realizar una adecuada revisión e identificar faltantes.

- Modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, los resultados obtenidos con software deberán ser validados por la interventoría, el Consultor deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para confirmar.

E. Documentos del profesional Ingeniero civil con experiencia relacionada o especialista en estructuras (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad).

Recomendaciones y conclusiones

El informe final del estudio y diseño de estructuras se organizará en capítulos que describirán las actividades realizadas junto con sus respectivas memorias y conclusiones correspondientes. Todos los documentos y/o planos resultantes del estudio y diseño, necesarios para la fase de construcción, serán presentados y requerirán la aprobación de la interventoría. El Consultor será responsable de reunir las conclusiones finales del estudio específico de cada una de las estructuras proyectadas, así como las recomendaciones particulares sobre aspectos constructivos relevantes.

Además de los diseños estructurales, se debe confirmar y validar el trabajo de otras especialidades, como protección ambiental, estudios geológicos y geotécnicos, aspectos económicos, tráfico, durabilidad, tipo de modelo estructural, facilidad de construcción, inspección y mantenimiento, seguridad del tráfico según lo especificado en los estudios de tránsito y transporte, entre otros.

Es importante considerar posibles cambios futuros en la alineación, el ancho de carriles o del tablero, debido a modificaciones en el estudio de tráfico. También se debería contemplar la posibilidad de futuras adiciones.
Todos los estudios mencionados son esenciales para lograr los objetivos del proyecto. La información recopilada por otras especialidades debe ser considerada como documentos de referencia para abordar cualquier pregunta o inquietud que surja durante la ejecución del proyecto, evitando así la necesidad de realizar investigaciones adicionales.

XI. GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA (MODO CARRETERO)

Objetivos y alcances

Se realizará la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura (Modo carretero) para cada uno de los corredores viales existentes, en donde se deberá establecer de manera detallada, las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto.

Este guía de manejo ambiental deberá establecer la complejidad del proyecto de acuerdo con el tramo vial a intervenir, el consultor definirá y avalará la metodología, estudios y diseños a realizar de conformidad con los requisitos técnicos establecidos en la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura.

Cada informe producto establecerá introducción, objetivos, alcance, localización del proyecto, área de influencia y línea base del proyecto, descripción técnica de las actividades del proyecto, marco normativo e identificación de permisos ambientales necesarios para la ejecución de obras, evaluación de impactos ambientales con correspondiente descripción de la metodología empleada, matriz de impactos causa-efecto, formulación de programas ambientales y plan de contingencias ambientales, formulación del plan de salud ocupacional y seguridad industrial, cronograma de ejecución de las actividades proyectadas dentro de los programas y planes ambientales, presupuesto con correspondientes soportes de profesionales y materiales necesarios para la implementación del PAGA y conclusiones y recomendaciones del Plan de Adaptación de La Guía Ambiental.

Además, será necesario presentar los documentos técnicos de apoyo utilizados en la elaboración del PAGA, tales como planos cartográficos, matrices de evaluación ambiental, matrices de caracterización y complejidad socioambiental, y cualquier otro material técnico que respalde la formulación del plan.

Requerimientos técnicos

Para desarrollar el Plan de Adaptación de La Guía Ambiental, es fundamental adherirse a los lineamientos establecidos en la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura en el Modo Carretero-INVIAS 2022. En consecuencia, el diseño del Plan de Adaptación de la Guía Ambiental debe incluir:

a. **Introducción:** abordar la importancia y necesidad del proyecto, destacando la importancia económica y de desarrollo local reconociendo la responsabilidad de minimizar los posibles impactos ambientales.
b. **Objetivos:** proporcionar una dirección para la gestión sostenible del proyecto. Presentar objetivo general del cómo se abordarán los aspectos ambientales a lo largo del desarrollo del proyecto y objetivos específicos describiendo las acciones concretas que contribuirán al logro del objetivo central.
c. **Alcance:** definir los límites y extensión del plan de manejo ambiental, detallando que aspectos y actividades se encuentran incluidos dentro del mismo.
d. **Localización del proyecto:** proporcionar información detallada sobre la ubicación geográfica y física del proyecto.
    - **Ubicación administrativa:** información sobre la jurisdicción y divisiones administrativas relevantes del área del proyecto
    - **Descripción geográfica:** descripción de la localización general del proyecto y coordenadas geográficas precisas del área del proyecto
e. **Área de influencia del proyecto:** descripción del estado actual del área en donde se realizará el proyecto.
f. **Línea base del proyecto:** Se determinará la línea base de acuerdo a la complejidad ambiental del proyecto teniendo en cuenta el nivel de sensibilidad ambiental, social y su duración de acuerdo a la Guía De Manejo Ambiental De Proyectos De Infraestructura -Invias, 2022.
g. **Actividades del proyecto:** realizar una descripción técnica detallada de las actividades proyectadas para la ejecución del proyecto de manera que permita identificar de manera más fácil y concisa los posibles impactos ambientales del proyecto.

h. **Marco Normativo y trámites de permisos ambientales**: Describir normatividad aplicable de acuerdo a las actividades del proyecto y todos los permisos y/o licenciamientos que se requieran incluyendo todo lo relacionado con las fuentes de materiales requeridos para el proyecto indicando nombre de la cantera, ubicación, productos que ofrece, permisos mineros y ambientales y también los sitios de disposición de materiales sobrantes producto de demoliciones y excavaciones.

i. **Identificación y evaluación de impactos ambientales:** de acuerdo con las actividades que se realizan en el desarrollo del proyecto se debe detallar el impacto ambiental asociado a la ejecución de dichas actividades. Dentro de esta descripción se debe incluir la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales identificados.

j. **Formulación de programas ambientales:** de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales EIA y la complejidad ambiental establecida dentro de la Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura MODO CARRETERO INVIAS 2022, presentar programas y proyectos para la prevención, mitigación, corrección y/o compensación anexados en fichas de manejo ambiental de cada una de las medidas incluyendo el cronograma de ejecución para el desarrollo de los mismos.

k. **Plan de contingencia ambientales**: establecer procedimientos y medidas específicas para responder eficazmente a eventos imprevistos o emergencias que puedan tener impactos ambientales significativos durante la ejecución del proyecto. Realizar descripción de eventos de emergencia, procedimientos de respuesta, notificación y comunicación desarrollando medidas correctivas, de contención, recuperación y/o rehabilitación. En este ítem se deberá tener en cuenta lo establecido en el componente de análisis de riesgo y unificar criterios.

l. **Plan de salud ocupacional y seguridad industrial**: este plan deberá presentar la identificación de riesgos laborales asociados con cada fase del proyecto, estableciendo medidas de prevención, mitigación, procedimientos de emergencia y estrategias de capacitación y concientización en temas de seguridad y salud para los trabajadores para minimizar riesgos asociados con las actividades del proyecto.

m. **Cronograma**: elaborar cronograma de ejecución del componente ambiental PAGA, en coherencia con el plan de obra y acorde a cada una de las actividades contempladas en cada uno de los programas y proyectos ambientales aplicables.

n. **Presupuesto:** según los programas ambientales se deberá presentar presupuesto general del PAGA desglosando cada uno de los programas ambientales y sus actividades. Adicionalmente se debe tener en cuenta que para la inclusión del profesional ambiental que implementará el PAGA se deben tomar valores de los precios gobernación vigente y el costo del trámite de los permisos ambientales necesarios para cumplir con la normatividad.

Nota: *En caso de que se requiera el pago para tramites y/o permisos ambientales debe ser el primer componente por ejecutar, actividad que debe reflejarse en el cronograma de actividades y en el presupuesto. En consecuencia, no podrán adelantarse otros componentes hasta tanto no se cuente con las licencias o permisos respectivos, salvo cuando el proyecto de inversión incluya el componente de compra de predios y sobre estos recaiga la solicitud de licencia o permiso.*

Productos Entregables Mínimos

Los entregables mínimos del guía ambiental para proyectos de infraestructura deben incluir:

A. Informe de Plan De Adaptación de la Guía Ambiental

B. Anexos

- Mapas cartográficos utilizados para el desarrollo del PAGA, incluyendo archivos crudos Geodatabase, teniendo en cuenta el sistema de georreferenciación utilizado en el componente topográfico.
- Mapas de sensibilidad ambiental del proyecto
- Matrices de identificación y evaluación de impactos
- Documentos de las fuentes de materiales y el sitio de disposición de materiales sobrantes
- Permisos y/o licencias necesarias para la ejecución del proyecto
- Presupuesto con los costos generados para el desarrollo del PAGA

C. Documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad del profesional ambiental)

Conclusiones y recomendaciones

- Proporcionar resumen de hallazgos y proporcionar orientación para la mejora de la gestión ambiental en el desarrollo del proyecto.
- Recapitular la importancia de la implementación de la gestión ambiental
- Evaluar la eficiencia de las medidas de manejo ambiental a implementar
- Destacar los logros que se pueden obtener al implementar lo programas de manejo ambiental formulados
- Identificar aspectos y áreas donde se pueden realizar mejoras en la implementación del proyecto
- El consultor debe preparar y presentar a la interventoría un documento detallado que describa la metodología a seguir para la elaboración del PAGA de acuerdo con la caracterización y complejidad socioambiental de cada uno de los tramos viales que serán intervenidos.
- El PAGA deberá cumplir con todas las precisiones establecidas en la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura en el Modo Carretero-INVIAS 2022.

XII. PLAN DE MANEJO DE TRANSITO

Objetivo y alcance

El PMT es una herramienta técnica que plantea las estrategias, alternativas actividades necesarias para minimizar o mitigar el impacto generado en las condiciones normales de movilización y desplazamientos de los usuarios de las vías (peatones, vehículos, ciclistas y comunidad en general) causados por la ejecución de una obra vial o aquellas que intervengan el espacio público, de manera que siempre se favorezca la seguridad de los usuarios de la vía, de los ciudadanos en general y de quienes participan en la construcción de la obra. En el PMT además de los aspectos técnicos, se deben definir los costos iniciales y operativos de su implementación, los cuales deben contemplarse enel presupuesto de la contratación.

El objetivo general de un Plan de Manejo de Tránsito (PMT) es mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollan en las vías públicas o privadas abiertas al público (rurales o urbanas) y en

las zonas aledañas a éstas, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, en cumplimiento a las normas establecidas para la regulación del tránsito.

El Plan de Manejo de Tránsito, deberá diseñarse de acuerdo con los lineamientos contenidos en la Manual de Señalización Vial Resolución 001885 de 2015 contemplando la red vial o desvíos que se llegase a necesitar para la construcción del proyecto, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los conductores, pasajeros, ciclistas, peatones, personal de la obra y vecinos del lugar, en cumplimiento a las demás normas establecidas para la regulación del tránsito a nivel nacional. Además de los aspectos técnicos, se deben definir los costos iniciales y operativos de su implementación, los cuales deben contemplarse en el presupuesto de la contratación.

El informe resultante abarcará objetivos, alcance, descripción y ubicación del proyecto, caracterización del tránsito en la zona del proyecto, características generales de la obra, descripción de la zona de carga y descargue del proyecto, relación de maquinaría a usar, señalización a implementar de acuerdo a la complejidad y magnitud del proyecto, aplicabilidad al proyecto, programa de información, divulgación y coordinación con autoridades, formulación del plan de contingencia, cantidades de obra, presupuesto y conclusiones y recomendaciones

Requerimientos técnicos

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito por obras deben apoyarse en los siguientes principios fundamentales:

i. La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito debe ser un elemento integral y de alta prioridad de todo proyecto.
ii. La circulación vial debe ser restringida u obstruida lo menos posible.
iii. Los conductores, ciclistas y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos, cuando se aproximan y cuando atraviesan la zona de las obras.
iv. La regulación del tránsito a través de las áreas de trabajo es esencial en la ejecución de obras. Los elementos orientados al control de tránsito como señales verticales, señales horizontales, elementos de canalización, entre otros, representan un costo y su correcta aplicación debe ser compensada como cualquier otro elemento de trabajo.
v. Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias, programadas y documentadas de los elementos de regulación del tránsito, dejando registro de las correspondientes evidencias.
vi. Todas las personas, cuyas acciones afectan el control temporal del tránsito debe recibir entrenamiento adecuado, desde el nivel superior del personal administrativo hasta el personal de campo, incluyendo los auxiliares de tránsito.
vii. Cada contrato de obras debe consignar cómo el costo de implementación del PMT será cuantificado y compensado.

El Plan de Manejo de Tránsito deberá diseñarse de acuerdo con los lineamientos contenidos en la Manual de Señalización Vial vigente, conforme al impacto generado por las obras y las zonas aledañas a éstas. El desarrollo del PMT variará en complejidad dependiendo la categoría de trabajos a realizar como lo define el Manual de señalización, la cual se debe establecer para cada proyecto.Así el consultor efectuará el componente de manejo de tránsito, el cual deberá presentar:

i. **Introducción y contexto del proyecto**: Describir el proyecto, incluyendo su propósito, ubicación, dimensiones y objetivos.

ii. **Características de la obra**: Detallar sobre el proyecto, incluyendo ubicación, alcance, duración del proyecto y numero de frentes de obra previstas, y cualquier otra información relevante

iii. **Maquinaria y equipo para utilizar:** Identificar las áreas donde se ubicarán las máquinas y cómo esto podría influir en la circulación de vehículos y peatones.

iv. **Plan de señalización:** Especificar el diseño y la ubicación de la señalización temporal, dispositivos de control de tráfico, conos, barreras, vallas, auxiliares de tránsito y otros elementos necesarios para garantizar la seguridad de los conductores, peatones y trabajadores en la zona de obra. Se debe tener en cuenta los horarios de operación de la maquinaria y equipos para minimizar los impactos en el tráfico durante las horas pico y horas nocturnas con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores y usuarios de la vía.

v. **Implementación:** Realizar la descripción detallada de la ejecución de estrategias y medidas planificadas para el cumplimiento efectivo del PMT. Este debe contener los procedimientos operativos incluyendo instrucciones claras sobre la instalación de señales, desvíos de tráfico, control de acceso, coordinación con autoridades de tránsito, entre otros aspectos operativos, un calendario detallado que establece las fechas específicas para la implementación de cada medida y acción planificada en el PMT. Esto incluiría el inicio y la finalización de las diferentes etapas del proyecto, así como las fechas de implementación de desvíos de tráfico, cambios en la señalización vial, instalación de dispositivos de seguridad y demás estrategias de seguridad vial y la identificación clara de las responsabilidades de cada parte involucrada en la implementación del PMT, incluyendo el contratista, el personal de supervisión, las autoridades de tránsito, los equipos de comunicación y cualquier otro actor relevante.

vi. **Acciones de contingencia**: Desarrollar un plan de contingencia detallado para abordar situaciones imprevistas que puedan surgir durante la ejecución del proyecto, como eventos climáticos extremos, accidentes de tráfico, demoras en la construcción, entre otras.

vii. **Información de divulgación, comunicaciones y coordinación con autoridades**: Describir como se realizará la comunicación a los usuarios de la vía sobre el proyecto, los cambios en las condiciones de tráfico y las rutas alternativas disponibles. Asimismo, realizar la coordinación con las autoridades locales de tránsito y transporte para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y obtener los permisos necesarios.

viii. **Cuantificación de las cantidades:** Involucrar la cantidad necesaria de señales de tráfico, conos, barricadas, vallas, luces intermitentes, cintas de señalización, auxiliares de tránsito y otros mecanismos requeridos para delinear desvíos de tráfico, áreas de trabajo y rutas alternativas. Estas cantidades deberán presentarse con sus correspondientes memorias de cálculo y origen de las cantidades.

ix. **Presupuesto:** Relacionar los costos que abarcan la implementación del PMT tales como la adquisición de materiales necesarios para la señalización vial temporal, dispositivos de seguridad y los salarios y honorarios del personal involucrado en la implementación y supervisión del PMT, de acuerdo con los precios de referencia vigentes de la gobernación de Boyacá y/o cotizaciones soporte de nuevas actividades y precios con su correspondiente estudio de mercado.

Productos Entregables Mínimos

Los entregables mínimos del Plan de Manejo de Transito deben incluir:

A. Informe de Plan de Manejo de Transito

Que de contener como mínimo:

- Introducción
- Objetivo
- Alcance
- Localización
- Características de la Obra
- Metodología
- Diseño PMT
- Conclusiones y Recomendaciones

B. Planos

- Planos de implementación del plan de manejo de tránsito por frentes de obra en concordancia con lo establecido en el Informe
- Planos de rutas alternas

C. Anexos

- Presupuesto de PMT

D. Documentos del profesional El profesional encargado de la elaboración del diseño de señalización debe ser un ingeniero civil con especialización en vías y trasporte, ingeniero vías y trasporte y/o fin asimismo presentar documentos del profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad)

Conclusiones y recomendaciones

i. La implementación del PMT permitirá mitigar los impactos generados sobre la movilidad y seguridad de los usuarios de estas vías por las obras que se desarrollaran.
ii. Se debe definir la categoría de trabajos por realizar a partir de los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización Vial
iii. Se debe divulgar la implementación del PMT con los usuarios que interactúen con la vía.
iv. El diseño del PMT debe venir soportado con planos en planta con la señalización propuesta y el presupuesto con las cantidades establecidas
v. Es importante consultar la normatividad específica colombiana vigente, como las disposiciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y el Ministerio de Transporte, para garantizar el cumplimiento de todos los requisitos legales y técnicos.

XIII. ANÁLISIS DE RIESGOS DE DESASTRES DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 38 DE LA LEY 1523 DE 2012, DE ACUERDO CON LA ESCALA DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Objetivos y alcances

El objetivo de los estudios de riesgo es anticipar posibles impactos y diseñar medidas de mitigación adecuadas. Estas medidas deben integrarse en los diseños de Mejoramiento vial, abarcando tanto medidas estructurales como no estructurales, así como acciones prospectivas y correctivas. Es esencial que estas medidas estén alineadas con los resultados de los análisis realizados por otras disciplinas involucradas en el proyecto.

Para realizar el análisis, se debe identificar y caracterizar las amenazas presentes en el área de influencia del proyecto, incluyendo aquellas relacionadas con el cambio climático, la erosión, inundaciones, sismos y otros eventos peligrosos naturales, socio-naturales o tecnológicos. Posteriormente, se evalúa la vulnerabilidad de los usuarios, la infraestructura y otros actores viales frente a estas dinámicas que guarden coherencia con los estudios geológicos y geotécnicos de hidráulica y drenaje del proyecto.

El plan de gestión del riesgo resultante debe incluir una variedad de medidas, como la implementación de elementos de seguridad vial, la elaboración de planes de respuesta a emergencias y desastres, así como sistemas de monitoreo continuo. Se promueve la utilización de nuevas tecnologías relacionadas con materiales para mejorar la adaptabilidad de la infraestructura vial al cambio climático, con un énfasis en la sostenibilidad a largo plazo.

Los parámetros técnicos descritos son una pauta para llevar a cabo los estudios de riesgo, y deben ajustarse según la complejidad y particularidades del proyecto de mejoramiento vial. En caso de que existan estudios previos de riesgo incorporados en etapas anteriores del proyecto, el Consultor debe evaluar si es necesario actualizarlos o realizar uno nuevo que cumpla con los requisitos actuales. Esta decisión deberá ser revisada y aprobada por la interventoría.

El alcance general del estudio debe abarcar un análisis exhaustivo de amenazas, vulnerabilidades y evaluación de riesgos, con el objetivo de optimizar las recomendaciones para reducir el riesgo. En el análisis de amenazas se deben considerar las amenazas tanto del entorno del proyecto como las internas y externas al mismo. De manera similar, en el análisis de vulnerabilidad se debe tener en cuenta la vulnerabilidad de los elementos del proyecto y del entorno.

El consultor debe identificar y clasificar los riesgos previsibles que podrían afectar durante la ejecución del proyecto de mejoramiento vial, elaborando una matriz de riesgos previsibles del proyecto que establezca el nivel de probabilidad e impacto.

La precisión de la matriz de riesgos dependerá de la calidad de los estudios y análisis realizados por las demás disciplinas que conforman el proyecto, con las cuales se debe coordinar y retroalimentar el estudio de riesgos.
Los alcances previstos deben incluir actividades como la identificación y documentación de riesgos y amenazas que puedan afectar el tramo de mejoramiento vial, así como la elaboración de lineamientos para estructurar el Plan de Gestión del Riesgo, en conformidad con los procesos establecidos por la Ley 1523 de 2012 y en coordinación con los sistemas de gestión de riegos de desastres de Boyacá.

El consultor deberá realizar un análisis para estimar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y su impacto en el Mejoramiento vial, proponiendo un Plan de Respuesta que contemple alternativas y acciones para reducir las amenazas que afecten los objetivos del proyecto.

Es fundamental elaborar una estrategia preliminar de administración del riesgo previsible, considerando criterios y medidas de mitigación basadas en estudios de riesgos de proyectos similares o del área en la cual se localiza el proyecto.

Se debe proponer un sistema de control y monitoreo para supervisar constantemente los riesgos, identificando nuevos riesgos e incluyéndolos en la matriz de probabilidades e impacto, realizando análisis cualitativos y cuantitativos, ejecutando planes de respuesta a los riesgos y evaluando su efectividad durante el Mejoramiento vial y su operación.

Los planes de respuesta a los riesgos deben definir responsabilidades específicas para la entidad y el contratista.

Finalmente, se debe elaborar la matriz de riesgos previsibles del proyecto, con su respectivo análisis y administración de riesgos, priorizando los diferentes eventos o condiciones de riesgo según su importancia y clasificándolos según criterios establecidos, identificando responsables y acciones de mitigación.

Requerimientos técnicos

La metodología por seguir por el consultor se basará en los lineamientos y directrices establecidos en la normativa vigente, como la Ley 1523 de 2012 y su decreto reglamentario, el Decreto N°2157 de 2017. Se buscará la coordinación con las entidades a nivel local, regional y nacional para la gestión del riesgo, incorporando la información territorial y local disponible, como los planes de ordenamiento territorial, los planes de manejo de cuencas hidrográficas, y otros instrumentos de planificación del área de influencia del proyecto.
El consultor será responsable de definir la metodología para llevar a cabo el estudio, documento que deberá ser aprobado por la Interventoría. Este documento detallará la información secundaria y primaria que se utilizará en el estudio, así como los trabajos de campo necesarios.

La estructuración técnica de la metodología partirá del análisis del problema, la necesidad o justificación del mejoramiento vial, considerando su ubicación y su importancia para el transporte y el desarrollo regional. Se utilizarán herramientas como la modelación de escenarios o la planeación por escenarios.

Es fundamental la retroalimentación continua entre las distintas áreas y especialidades de ingeniería y otras disciplinas involucradas en el diseño integral del proyecto. Esta comunicación permite validar y garantizar la coherencia de los parámetros y variables adoptados en el diseño.

Para llevar a cabo el estudio de riesgos, el Consultor se respaldará en la información primaria proveniente de otras especialidades y del trabajo de campo realizado por el equipo encargado.

En cuanto a la recopilación de información secundaria, el Consultor deberá revisar documentos técnicos que permitan identificar y prever riesgos operativos u otros dentro del proyecto de Mejoramiento vial. Para ello, se considerará la revisión de información existente sobre características y complejidades de los procesos constructivos.

El Consultor podrá utilizar una serie de referencias bibliográficas reconocidas en el medio para este estudio, entre las cuales se incluyen:

- Guía para la administración del riesgo y el diseño de controles en entidades públicas del Departamento Administrativo de la Función Pública de octubre de 2018.
- Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación del IDEAM.
- Plan de Gestión del Riesgo de Desastres Decreto 2157 de 2017 del Instituto Nacional de Vías.
- Guía metodológica para la evaluación del riesgo físico por movimientos en masa en la infraestructura vial del Servicio Geológico Colombiano – Instituto Nacional de Vías.
- Guía metodológica para la gestión del riesgo del IDEAM.
- Plan Nacional de Seguridad Vial Colombia 2011 – 2021.
- Metodología para evaluar los Riesgos, incorporando la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático en proyectos de inversión pública, del Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- Plan Indicativo para el Fortalecimiento Institucional de la Gestión de Riesgos de Desastres en el Sector Infraestructura Vial, Hoja de Ruta, Fortalecimiento Institucional de CAF Banco de Desarrollo de América Latina y Mintransporte, 2013.

Además, el Consultor podrá justificar y considerar otras referencias apropiadas, previa aprobación de la interventoría, supervisión y/o administración del proyecto.

Para llevar a cabo el estudio de riesgos, el Consultor debe comprender el contexto en el que se desarrolla el proyecto de Mejoramiento vial, construcción de estructuras nuevas como puentes, pontones, alcantarillas y demás que se requieran en el proyecto. Esto implica identificar una serie de aspectos que incluyen:

- El objetivo y alcance del proyecto.
- La disponibilidad de recursos.
- Las condiciones geográficas y de acceso del lugar donde se realizará el proyecto.
- El entorno socioambiental.
- Condiciones geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas, hidrológicas, hidráulicas y de socavación del área o tramo vial a intervenir.
- Las condiciones sociopolíticas y ambientales.
- Factores ambientales.
- Enfoque de sostenibilidad.

Es fundamental que el Consultor tenga en cuenta estos elementos para identificar los posibles riesgos y efectos adversos que puedan surgir durante la ejecución del proyecto de Mejoramiento vial.
En el desarrollo del análisis de riesgos se debe contemplar:

a. Identificación y clasificación de los riesgos

Una vez que se ha establecido el contexto del proyecto, es crucial que el Consultor identifique y posteriormente incluya en la matriz de riesgos todos aquellos elementos contractuales, socio naturales y operacionales que puedan afectar la ejecución del proyecto de mejoramiento vial. Esto incluye, entre otros, los riesgos asociados al cambio climático y su posible incidencia en el área de influencia del proyecto. Para llevar a cabo este proceso de identificación, el Consultor debe contar

con un equipo especializado en riesgos que posea el conocimiento y la experiencia necesarios en gestión y administración del riesgo.

Para identificar los riesgos previsibles de la ejecución del contrato, el Consultor puede recurrir a una variedad de fuentes de información, como documentos precontractuales de proyectos similares, conocimientos previos de obras o actividades similares, datos históricos, información geográfica del tramo vial, normativas, proveedores, planes estratégicos, entre otros. Una vez identificados, estos riesgos deben ser clasificados según su clase, fuente y tipo, para luego ser priorizados según su importancia y necesidad de análisis adicional.
Es importante destacar que el tramo de Mejoramiento vial debe considerarse como la unidad de análisis, lo que implica que se analizará el impacto de las posibles amenazas a nivel de cada elemento vial y sus servicios. En este análisis, se debe tener en cuenta el nivel de vulnerabilidad y resiliencia de cada elemento vial, y las estrategias y lineamientos técnicos para la gestión del riesgo deben enfocarse en gestionar adecuadamente la resiliencia.

Finalmente, el Consultor debe describir detalladamente cada uno de los riesgos identificados, determinar sus posibles consecuencias en términos de probabilidad, impacto y valoración, para así poder elaborar una estrategia efectiva de gestión del riesgo para el proyecto de Mejoramiento vial.

b. Evaluación y Calificación de los Riesgos

Tras la identificación y priorización de los riesgos, el Consultor se enfrenta a la tarea crucial de evaluar cada uno de ellos. Esta evaluación busca determinar el impacto de los riesgos en relación con los objetivos del proyecto de Mejoramiento vial, así como su probabilidad de ocurrencia. La finalidad de esta evaluación es asignar a cada riesgo una calificación que refleje tanto su impacto como su probabilidad, lo que permite una valoración precisa de los riesgos identificados y la formulación de estrategias para mitigar su impacto durante la ejecución del proyecto.

Para estimar el impacto y la probabilidad de ocurrencia de los eventos adversos que podrían afectar negativamente el proyecto de Mejoramiento vial, se recomienda considerar diversas fuentes de información. Estas pueden incluir registros históricos de eventos similares, la experiencia previa en proyectos análogos, conocimientos sectoriales sobre los riesgos identificados, publicaciones especializadas, opiniones de expertos, estudios técnicos, entre otros.

El Consultor debe evaluar los riesgos combinando la probabilidad de ocurrencia con el impacto del evento. Esto implica asignar una categoría a cada riesgo según su probabilidad de ocurrencia y determinar el impacto del riesgo desde una perspectiva cualitativa.

La construcción de un escenario de riesgo se vuelve esencial en este proceso, ya que proporciona una representación objetiva de las posibles consecuencias de los riesgos identificados. Estos escenarios deben reflejar la realidad abordada, teniendo en cuenta diversos aspectos como las condiciones de presencia del evento amenazante, los posibles daños y perjuicios, y las perturbaciones que podrían afectar a las actividades sociales y económicas.

Una vez establecido el escenario de riesgo, este debe actualizarse conforme se obtengan nuevos datos o se mejoren las hipótesis iniciales, lo que representa una ventaja considerable para futuras investigaciones y actividades de prevención y gestión de emergencias.

La culminación de este análisis es la construcción y presentación de la matriz de riesgos del proyecto. Esta matriz debe incluir todos los riesgos identificados durante esta fase de estudio, clasificándolos y estableciendo su probabilidad de ocurrencia, impacto y las acciones de mitigación correspondientes. Esta herramienta es esencial para valorar y prever situaciones de riesgo, minimizando así sus efectos en el desarrollo del proyecto de Mejoramiento vial. Se puede consultar en la página del DNP allí se encuentra la guía y la matriz la cual se puede encontrar en el siguiente link:
https://www.sgr.gov.co/Normativa/Gu%C3%ADasInstructivosyFormatos/Gu%C3%ADasdelacuerdo45.aspx

c. Evaluación y Calificación de los Riesgos

Es imperativo que el Consultor lleve a cabo una evaluación exhaustiva de todos los riesgos identificados y priorizados en el proyecto de Mejoramiento vial. Esta evaluación tiene como objetivo determinar el impacto de cada riesgo en relación con los objetivos del proyecto y su probabilidad de ocurrencia. Asimismo, busca asignar a cada riesgo una calificación que refleje tanto su impacto como su probabilidad, lo que permitirá una valoración completa de los riesgos identificados y la formulación de estrategias para mitigar su impacto durante la ejecución del proyecto.

Para estimar adecuadamente el impacto y la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos que puedan afectar el proyecto de Mejoramiento vial, se recomienda considerar una amplia gama de fuentes de información. Estas fuentes pueden incluir registros históricos de eventos similares, la experiencia previa en proyectos afines, prácticas comunes en el sector en la gestión de riesgos, información disponible en publicaciones especializadas, opiniones de expertos y estudios técnicos, entre otros.

El Consultor debe evaluar los riesgos combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto del evento. Esto implica asignar una categoría a cada riesgo según su probabilidad de ocurrencia y determinar el impacto del riesgo desde una perspectiva cualitativa.

La construcción de escenarios de riesgo se vuelve fundamental en este proceso, ya que estos escenarios pueden proporcionar una representación objetiva de las posibles consecuencias de los riesgos identificados. Es esencial que estos escenarios reflejen la realidad abordada y consideren una serie de aspectos, como las condiciones de presencia del evento amenazante, los posibles daños y perjuicios, y las perturbaciones que podrían afectar a las actividades sociales y económicas.

Una vez establecidos los escenarios de riesgo, es importante actualizarlos regularmente conforme se obtengan nuevos datos o se mejoren las hipótesis iniciales. Esta práctica no solo agrega valor al proyecto al proporcionar un conocimiento más específico y actualizado, sino que también puede representar un ahorro significativo en tiempo y recursos durante las etapas posteriores del proyecto.

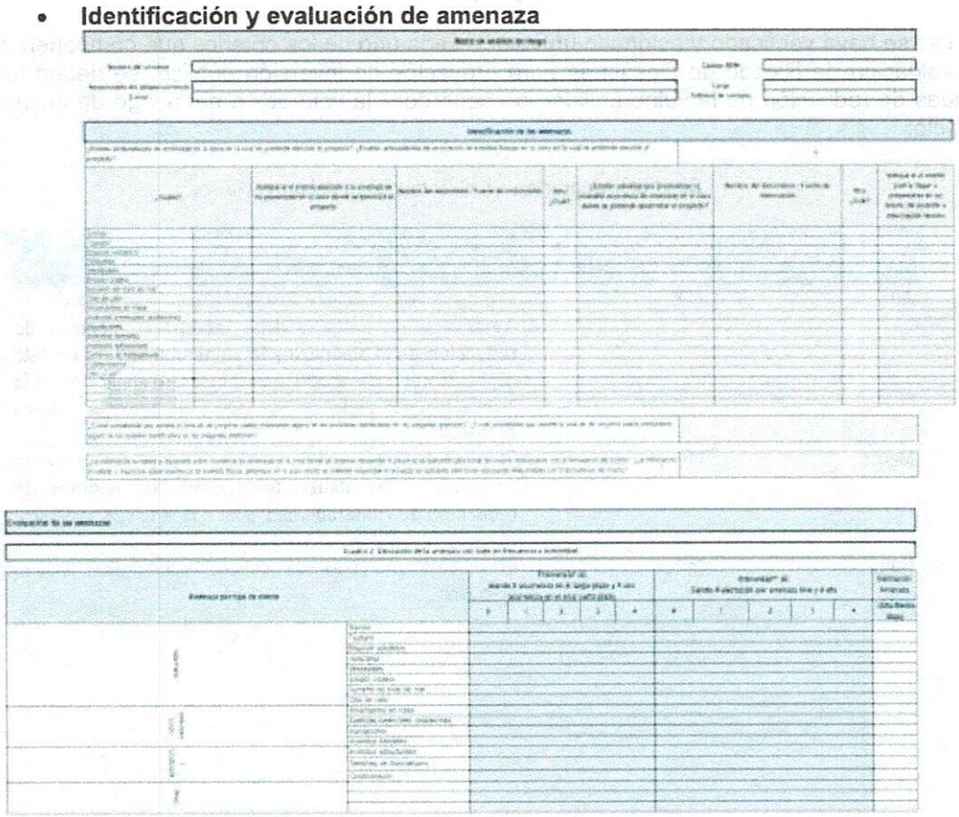
d. Construcción de la matriz de riesgos

El resultado de este análisis se traducirá en la elaboración y presentación de la matriz de riesgos del proyecto en esta fase de estudio.

Es esencial destacar que, en cualquier proyecto de ingeniería, existen riesgos que deben ser anticipados y considerados por las entidades públicas como parte integral, se puede tener como referencia la matriz de riesgos que elaboro el DNP para el cumplimento de requisitos generales de

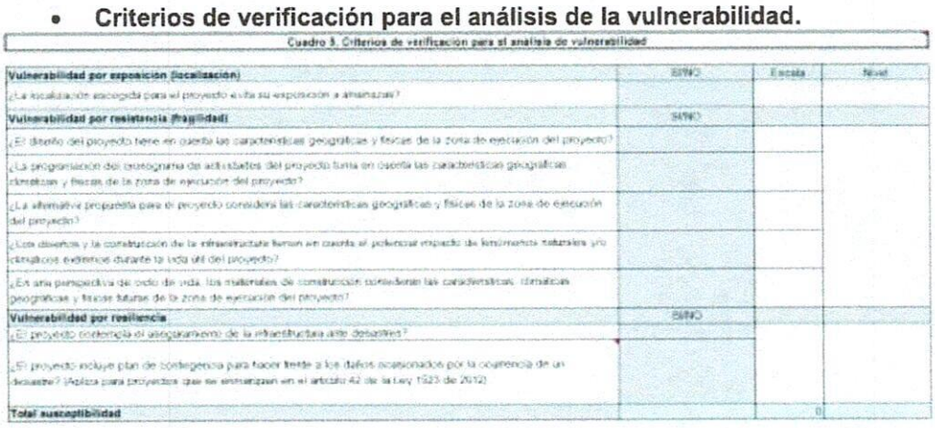
los proyectos presentados por las entidades para ser aprobados con fuentes del SGR, a continuación, se relaciona:

- **Identificación y evaluación de amenaza**



Fuente: Matriz de riesgos DNP

- **Criterios de verificación para el análisis de la vulnerabilidad.**



Vulnerabilidad por exposicion (localizacion)	SI/NO	Escala	Nivel
¿La localización escogida para el proyecto evita su exposición a amenazas?			
Vulnerabilidad por resistencia (fragilidad)	SI/NO		
¿El diseño del proyecto tiene en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?			
¿La programación del cronograma de actividades del proyecto tuvo en cuenta las características geográficas climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?			
¿La alternativa propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto?			
¿Los diseños y la construcción de la infraestructura fueron en cuenta el potencial impacto de fenómenos naturales y/o climáticos evidencie durante la vida útil del proyecto?			
¿En una perspectiva de ciclo de vida, los materiales de construcción consideran las características climáticas geográficas y físicas futuras de la zona de ejecución del proyecto?			
Vulnerabilidad por resiliencia	SI/NO		
¿El proyecto contempla el aseguramiento de la infraestructura ante desastres?			
¿El proyecto incluye plan de contingencia para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de un desastre? (Aplica para proyectos que se encuentren en el artículo 42 de la Ley 1523 de 2012)			
Total susceptibilidad		0	

Fuente: Matriz de riesgos DNP

- **Valoración del nivel de riesgo del proyecto**

Una vez se haya verificado y asignado un valor a cada uno de los criterios que componen la Matriz de Evaluación de Riesgo de Desastres para proyectos de inversión pública, se deben tomar las medidas de reducción de la vulnerabilidad de acuerdo a la valoración del riesgo de desastres del proyecto:

Cuadro 9. Valoración del nivel de riesgo del proyecto

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Recomendación
Alto	> 66	El proyecto es altamente susceptible de verse afectado por condiciones de riesgo y **debe incorporar medidas de reducción de la amenaza y la vulnerabilidad.** Si el costo de incorporar estas medidas es muy alto en relación con la inversión que pretende hacerse, el proyecto no es sostenible
Medio	34 < y <= 66	El proyecto tiene condiciones de riesgo que lo hacen vulnerable, y **se deben incorporan las medidas de reducción de vulnerabilidad** para que este sea sostenible y pueda viabilizarse
Bajo	<= 33	El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.

Cuadro 9. Valoración del nivel de riesgo del proyecto

	Fragilidad	Resiliencia	Total
Total susceptibilidad	0	0	0

	Exposición	Susceptibilidad	Total
Total vulnerabilidad		0	

	Amenaza	Vulnerabilidad	Total
Índice de riesgo	0		0

Nivel de riesgo	Valoración de la escala	Interpretación
Bajo	0,00	El proyecto no presenta riesgos significativos en su ejecución.

Medidas de reducción de vulnerabilidad

Fuente: Matriz de riesgos DNP

Productos Entregables Mínimos

- Informe sobre el análisis de riesgos conforme a las recomendaciones establecidas en este documento y en la guía del DNP, el cual debe ser anexado debidamente firmado por el profesional a cargo.
- Matriz de riesgos debidamente firmada por el profesional responsable.
- Anexos: información primaria y secundaria utilizada para la elaboración del informe y la matriz de riesgos.

Conclusiones y recomendaciones

El informe debe proporcionar resultados y sugerencias que permitan:

i. Realizar un análisis preliminar de la gestión del riesgo previsible, incluyendo criterios y medidas de mitigación; identificando el posible impacto en la infraestructura del proyecto.
ii. Además de los aspectos relacionados anteriormente se deberá atender a los requerimientos que la supervisión, interventoría y Administración del proyecto considere indispensables para el adecuado desarrollo del proyecto.

NOTA: Todos los entregables deben presentarse debidamente firmados, en formato pdf y editables de igual forma, anexar el respectivo memorial de responsabilidad (Fecha, nombre del proyecto,

cumplimiento de normativas), la copia de la tarjeta profesional, en caso de que aplique (Diploma de Especialidad y/o equivalencia) y certificado de vigencia profesional.

XIV. COMPONENTE FINANCIERO

Objetivos y alcances

El consultor deber elaborar un presupuesto detallado en el cual debe incluir la revisión de los componentes los cuales harán parte del proyecto. Se verificará si es necesario realizar trámites de licencias y se realizarán las modificaciones pertinentes para tener en cuenta los costos asociados en el presupuesto.

Para alcanzar el objetivo establecido, el Consultor en este estudio específico debe abordar los siguientes aspectos, basándose en los estudios, planos y diseños elaborados por las diversas áreas técnicas del proyecto:

i. Presupuesto consolidado
ii. Análisis de Precios Unitarios.
iii. Estudio de mercado
iv. Memoria de cálculo de cantidades consolidadas
v. Análisis de costos del A.I.U
vi. Análisis de costos del factor prestacional
vii. Análisis de costos de la interventoría
viii. Análisis de costos del Factor multiplicador
ix. Cronograma y flujo de fondos
x. Identificación del sitio de disposición de escombros según la localización del proyecto.
xi. Identificación de fuentes de materiales con los respectivos permisos donde se cuente con la cantidad de material necesario para la ejecución del proyecto y analizar la distancia al proyecto.

Requerimientos técnicos

La metodología será presentada por el consultor a la interventoría, supervisor y/o administración del proyecto, en la cual se debe permitir evaluar los costos y detallará los pasos necesarios para llevar a cabo esta evaluación. En cuanto a estos últimos, se incluirá un resumen de la información empleada, presentada de manera específica y relacionada con las distintas áreas de estudio. Esto implica que el estudio requerirá información pertinente y necesaria de otras áreas de ingeniería para completar la metodología. Se documentarán los valores de cada variable utilizada de manera que los resultados del estudio puedan ser reproducidos.

a. Presupuesto consolidado:

Utilizando los precios unitarios de cada ítem y las cantidades de obra correspondientes, se calculará el presupuesto consolidado de la obra en pesos colombianos, tomando como referencia la fecha de presentación del estudio.

Este presupuesto se debe realizar en el formato vigente de la Gobernación de Boyacá para proyectos del SGR, organizar por capítulos y utilizando el listado de precios de la gobernación de Boyacá vigente para la entrega del proyecto.

El presupuesto total oficial será la suma del presupuesto básico o costo directo junto con el valor estimado del A.I.U y otros costos asociados a los planes de manejo ambiental, plan de manejo de tránsito y/o caracterización vial.

El consultor deberá elaborar especificaciones técnicas, las cuales deben ser tenidas en cuenta para la elaboración del presupuesto guardar coherencia con los entregables técnicos del proyecto planos e informes.
El presupuesto deberá estar estructurado por capítulos con sus respectivos análisis de precios unitarios en el formato establecido por la Gobernación de Boyacá y en concordancia con lo relacionado en el proceso constructivo del proyecto con el fin de guardar una secuencia lógica en el desarrollo de cada una de las actividades, deberá estar firmado por el profesional idóneo de la consultoría con el fin de ser sometidos a aprobación por parte del interventor contratado por la entidad.

b. Análisis de precios unitarios:

Para estimar los Precios Unitarios, el consultor debe considerar los siguientes aspectos:

- Evaluar las condiciones de ejecución de acuerdo con los ítems de pago de las especificaciones generales de construcción establecidas y las especificaciones particulares definidas en el estudio.
- Establecerá el precio unitario para cada una de las actividades en la ejecución del proyecto de acuerdo el listado de precios de la gobernación de Boyacá vigente para la entrega del proyecto
- Asegurarse de que la unidad de medida para el pago esté de acuerdo con la especificación correspondiente.
- Los precios de los materiales deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo todos los fletes y teniendo en cuenta el factor de incremento por distancia establecido en la resolución de precios vigente de la Gobernación de Boyacá a la fecha de presentación del proyecto.
- Los precios de los materiales deben estar actualizados y relacionados con las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, incluyendo desperdicios y materiales auxiliares y/o adicionales transitorios.
- Se debe utilizar el listado oficial de precios de la gobernación de Boyacá vigentes al momento de la formulación del presupuesto del proyecto
- Se debe utilizar el formato de A.P.U.s de la gobernación de Boyacá

c. Estudio de mercado:

- Para los ítems que no están en resolución vigente de precios de la Gobernación, se debe realizar el respectivo estudio de mercado, con mínimo dos cotizaciones, en el formato de la gobernación de Boyacá vigente para la presentación del proyecto.
- Las cotizaciones deben como mínimo incluir el nombre de la empresa, NIT, material cotizado en concordancia con la especificación técnica, valor unitario, valor con iva y valor total y se deben encontrar debidamente firmadas.

d. Desglose del Valor del A.I.U:

- Se debe entregar el análisis de costos de la administración e imprevistos y utilidad del presupuesto del proyecto en el formato de la gobernación de Boyacá.
- En el análisis de costos se debe incluir los especialistas, profesionales, técnicos y administrativos requeridos para la ejecución del proyecto tener en cuento los tiempos estipulados en el cronograma de obra
- Incluir los equipos de topografía ya que se debe contar con disponibilidad en la ejecución de la obra.
- Incluir ensayos de laboratorio, plan de salud y seguridad en el trabajo y plan de calidad y todos aquellos gastos necesario para la correcta administración de la obra.
- Incluir los costos de pólizas y carga impositiva permitida para este tipo de proyectos.

e. Desglose del Valor de la interventoría:

- Se debe entregar el análisis de costos de la interventoría del proyecto en el formato de la gobernación de Boyacá
- Se debe incluir los especialistas, profesionales, técnicos y administrativos requeridos para la ejecución de la interventoría del proyecto tener en cuenta los tiempos estipulados en para ejecución física de la obra.
- Incluir los equipos de topografía ya que se debe contar con disponibilidad en la ejecución de la obra.
- Incluir ensayos de laboratorio, plan de salud y seguridad en el trabajo y plan de calidad.

f. Desglose del Factor Multiplicador:

Se debe entregar el análisis de costos del factor multiplicador en el formato Gobernación de Boyacá.

g. Desglose del Factor Prestacional:

Se debe entregar el análisis de costos del factor prestacional en el formato Gobernación de Boyacá.

h. Memoria de cálculo de cantidades consolidadas:

Memoria de Cálculo de Cantidades de Obra: como soporte del presupuesto elaborar memoria de cálculo de cantidades de cada una de las actividades del presupuesto incluir gráficos acotar en planta y en alzado según unidad de medida, la memoria debe entregarse firmada por el profesional idóneo (los gráficos deben tener el detalle y escala adecuada que permitan corroborar las medidas que se anexan para realizar el cálculo de la cantidad).

i. Cronograma y flujo de fondos:

El cronograma de obra deberá elaborar diagrama de Gantt y en formato Excel establecido por la gobernación Boyacá y contemplara los aspectos cronológicos, físicos y financieros que inciden en las etapas precontractuales, constructivas y presupuestales de obra y cierre del proyecto de manera que se facilite un adecuado seguimiento y control de las obras en la etapa de ejecución.

En cronograma se deben incluir todas las actividades que se requieran para la correcta ejecución del proyecto como, licencias y permisos según la naturaleza del proyecto.

El consultor deberá entregar el cronograma en el diagrama en Gantt y establecer la ruta crítica del proyecto que guarde coherencia y concordancia con demás insumos del proyecto.

Se debe incluir el flujo de fondos del proyecto según los tiempos indicados en el cronograma

j. Anexar certificado del sitio de disposición de escombros con los respectivos permisos:

Se debe tener en cuenta en el análisis de costos del presupuesto la distancia del sitio de disposición de escombros por tal razón se debe anexar esta certificación donde se incluyan los datos generales del predio.

k. Anexar certificado de las fuentes de materiales con los respectivos permisos:

Se debe tener en cuenta en el análisis de costos del presupuesto la distancia de las fuentes de materiales por tal razón se debe anexar esta certificación.

Productos Entregables Mínimos

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen un Informe ejecutivo en el cual de respuesta a todos los requerimientos anteriormente descritos.

- **A.** Presupuesto consolidado (formatos Gobernación de Boyacá)
- **B.** A.P.U.S. (formatos Gobernación de Boyacá)
- **C.** Estudio de mercado (para los ítems que no están en resolución vigente de precios de la Gobernación). (formatos Gobernación de Boyacá)
- **D.** Desglose del Valor del A.I.U. (formatos Gobernación de Boyacá)
- **E.** Desglose del Valor de la interventoría (formatos Gobernación de Boyacá)
- **F.** Desglose del Factor Multiplicador. (formatos Gobernación de Boyacá)
- **G.** Memoria de cálculo de cantidades consolidadas. (formatos Gobernación de Boyacá).
- **H.** Cronograma y flujo de fondos (formatos Gobernación de Boyacá) y cronograma en diagrama de Gantt
- **I.** Anexar certificado del sitio de disposición de escombros con los respectivos permisos.
- **J.** Anexar la certificación de fuentes de materiales con los respectivos permisos donde se indique que cuenta con la cantidad necesaria para la ejecución del proyecto e incluir la distancia al proyecto.
- **K.** Documentos del profesional responsable de la elaboración del presupuesto y sus soportes.
- **L.** Anexos: se debe incluir en la información a entregar las cotizaciones y demás insumos soporte del presupuesto.

Además de los aspectos relacionados anteriormente se deberá atender a los requerimientos que la supervisión y/o interventoría considere indispensables para el adecuado desarrollo del proyecto.

Así mismo, la consultoría deberá hacer entrega de un informe detallando los trámites y costos que se deben adelantar, con el fin de obtener licencias, permisos y autorizaciones pertinentes para la ejecución de las obras y los valores de cada uno de ellos.

Conclusiones y Recomendaciones

El consultor deberá presentar todos los documentos en formato Excel y PDF debidamente firmados.

NOTA: Todos los entregables deben presentarse debidamente firmados, en formato pdf y editables de igual forma, anexar el respectivo memorial de responsabilidad (Fecha, nombre del proyecto, cumplimiento de normativas), la copia de la tarjeta profesional, en caso de que aplique (Diploma de Especialidad y/o equivalencia) y certificado de vigencia profesional.

XV. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas en un proyecto de obra civil son documentos que detallan los requisitos técnicos y las normas que deben cumplir los materiales, equipos, métodos de construcción y otros aspectos relacionados con la ejecución de la obra. Estas especificaciones proporcionan

instrucciones precisas sobre cómo llevar a cabo cada aspecto de la construcción de acuerdo con los estándares de calidad y seguridad establecidos.

Las especificaciones técnicas suelen incluir información sobre:

a) **Materiales:** Especifican los tipos de materiales que deben utilizarse en la obra, sus características técnicas, propiedades físicas y químicas, normas de fabricación, métodos de almacenamiento, manipulación y colocación, entre otros aspectos. Esto puede incluir materiales como cemento, acero, concreto, agregados, asfalto, entre otros.
b) **Equipos y maquinaria:** Detallan los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de la obra, sus especificaciones técnicas, capacidades, condiciones de operación y mantenimiento, entre otros aspectos. Esto puede incluir equipos como grúas, excavadoras, mezcladoras de concreto, entre otros.
c) **Métodos de construcción:** Describen los procedimientos y técnicas que deben seguirse durante la construcción de la obra, incluyendo la secuencia de trabajo, los métodos de excavación, cimentación, estructuración, acabados, entre otros aspectos. Esto asegura que la obra se realice de manera ordenada y eficiente.
d) **Normas y regulaciones:** Especifican las normas técnicas y regulaciones que deben cumplirse en la ejecución de la obra, incluyendo normativas de construcción, estándares de calidad, normas de seguridad laboral y ambiental, entre otras. Esto garantiza que la obra cumpla con los requisitos legales y técnicos establecidos.

En resumen, las especificaciones técnicas son un componente fundamental de un proyecto de obra civil, ya que proporcionan la guía necesaria para llevar a cabo la construcción de manera adecuada, segura y de acuerdo con los estándares de calidad y normativas vigentes.

Objetivos y alcances

Definir los lineamientos técnicos para la elaboración del documento de Especificaciones Técnicas detalladas, teniendo como base los estudios y diseños del proyecto Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022 del INVIAS.

El alcance de este componente es entregar de manera detallada un documento que permita la correcta ejecución del proyecto en fase III que brinde al ejecutor las herramientas necesarias para llevar a cabo las actividades incluidas en el presupuesto.

El consultor deberá elaborar el documento con la información suministrada de los diferentes componentes técnicos del proyecto.

Requerimientos Técnicos

Cada ítem del presupuesto deberá contar con su especificación técnica, la cual deberá contener como mínimo los siguientes elementos:

i. Número consecutivo del ítem, igual al consecutivo del presupuesto.
ii. Nombre del ítem acorde al nombre del ítem en el presupuesto.
iii. Actividades preliminares a considerar para la ejecución del ítem.
iv. Alcance: Debe incluir exactamente los componentes de materiales, equipos y mano de obra incluidos en el respectivo APU.
v. Descripción de la actividad.
vi. Especificación de materiales: se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.
vii. Equipo: relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.
viii. Procedimiento de construcción: descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia.
ix. Control y tolerancia: Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.
x. Normas Técnicas que debe cumplir, materiales, equipos, mano de obra, etc.
xi. Aspectos generales y relevantes a considerar por parte del Constructor e Interventor.
xii. Unidad de medida y forma de pago, idéntica a la del presupuesto, indicando el alcance de dicho pago.

xiii. Otros (Imágenes, esquemas, etc.)

Productos Entregables Mínimos

i. **Informe de Especificaciones Técnicas:** Las especificaciones técnicas se recopilarán y presentarán en un solo documento, deberán ser perfectamente coordinadas y coherentes entre sí, con el formulario de presupuesto, con los planos y con las memorias de estudios y diseños, obedeciendo a una misma redacción y presentación y deberán incluir como mínimo Índice, introducción, objetivos, descripción del proyecto y especificaciones técnicas de cada uno de los ítems del presupuesto oficial.
ii. **Anexos:** se deberá entregar los respectivos anexos que hacen parte del documento de especificaciones técnicas
iii. **Documentos Del Profesional** (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad)

Conclusiones y Recomendaciones

El informe debe proporcionar resultados y sugerencias que permitan:

i. Realizar la correcta ejecución del proyecto
ii. Establecer las condiciones técnicas de cada una de las actividades del presupuesto.
iii. Entregar las recomendaciones generales para el proceso constructivo del proyecto vial.

Además de los aspectos relacionados anteriormente se deberá atender a los requerimientos que la supervisión, interventoría y Administración del proyecto considere indispensables para el adecuado desarrollo del proyecto.

NOTA: Todos los entregables deben presentarse debidamente firmados, en formato pdf y editables de igual forma, anexar el respectivo memorial de responsabilidad (Fecha, nombre del proyecto, cumplimiento de normativas), la copia de la tarjeta profesional, en caso de que aplique (Diploma de Especialidad y/o equivalencia) y certificado de vigencia profesional.

XVI. PROCESO CONSTRUCTIVO

Un proceso constructivo es el conjunto de pasos y actividades planificadas que se llevan a cabo para construir una obra, ya sea un edificio, una infraestructura, una vivienda u otro tipo de estructura. Este proceso implica una secuencia de actividades desde la etapa inicial de diseño hasta la finalización y entrega del proyecto.

Objetivos y alcances

El consultor debe elaborar el documento del proceso constructivo del proyecto, incluir detalles constructivos, debe guardar coherencia y concordancia con las especificaciones técnicas el cronograma de ejecución de obra y se debe apoyar en la información de estudios, diseños y planos del proyecto.

La elaboración de un proceso constructivo es fundamental para la ejecución exitosa de una obra por varias razones:

a. **Planificación eficiente:** El proceso constructivo permite planificar de manera detallada todas las etapas y actividades necesarias para llevar a cabo la construcción de la obra. Esto incluye la secuencia de trabajo, la asignación de recursos, la estimación de tiempos y costos, entre otros aspectos. Una planificación adecuada ayuda a evitar retrasos, desperdicios de recursos y problemas durante la ejecución.
b. **Control de calidad:** Un proceso constructivo bien definido incluye especificaciones técnicas y estándares de calidad que deben cumplirse en cada etapa de la obra. Esto facilita la implementación de controles de calidad y la realización de pruebas para asegurar que la construcción se realice de acuerdo con los estándares establecidos y que cumpla con las expectativas del cliente.

c. **Optimización de recursos:** La planificación previa permite identificar los recursos necesarios para llevar a cabo la obra, como mano de obra, materiales, maquinaria y equipo. Esto permite una gestión eficiente de los recursos y evita problemas de escasez o exceso de recursos durante la ejecución.
d. **Seguridad:** Un proceso constructivo bien diseñado incluye medidas de seguridad para proteger a los trabajadores, los usuarios y el entorno durante la ejecución de la obra. Esto implica la identificación de riesgos, la implementación de medidas preventivas y la capacitación del personal en prácticas seguras de trabajo.
e. **Cumplimiento de plazos y presupuestos:** La planificación detallada del proceso constructivo ayuda a establecer plazos realistas y a controlar los costos a lo largo de la ejecución de la obra. Esto contribuye a cumplir con los plazos establecidos y a evitar sobrecostos que puedan afectar la viabilidad económica del proyecto.

En resumen, la elaboración de un proceso constructivo es esencial para garantizar una ejecución eficiente, segura y exitosa de una obra, asegurando la calidad, el cumplimiento de plazos y presupuestos, y la satisfacción del cliente.

Requerimientos Técnicos

Productos Entregables Mínimos:

i. Informe del proceso constructivo donde incluya por lo mínimo una introducción con las generalidades del proyecto, frentes de obra y tiempo de ejecución. Se debe incluir una descripción del paso a paso de la ejecución de las actividades, debe llevar conclusiones y recomendaciones.
ii. Anexos: se deberá entregar los respectivos anexos que hacen parte del documento de proceso constructivo
iii. Documentos Del Profesional (Incluye matricula profesional, certificado de vigencia y memorial de responsabilidad).

Conclusiones y Recomendaciones

El informe debe proporcionar resultados y sugerencias que permitan:

i. Realizar la correcta planeación y ejecución del proyecto
ii. Entregar las recomendaciones generales para el proceso constructivo del proyecto vial.

Notas del alcance de la consultoría:

- Teniendo en cuenta que el proyecto se encuentra incluido en el Plan de Desarrollo Departamental "NUESTRO GRAN PLAN ES BOYACÁ 2024-2027" como "*Construcción y/o mejoramiento tramos vía Tibasosa – Ayalas – Puente la Balsa*" como uno de los proyectos de interés regional estratégico (PIREs), será necesario que, el consultor, en conjunto con la administración municipal de Tibasosa, lleven a cabo mesas de trabajo con el equipo técnico de la Gobernación de Boyacá, con el fin de acordar aspectos técnicos de ingeniería de detalle para la unificación de criterios en los estudios y diseños planteados, en aras de agilizar el proceso de viabilización y aprobación del proyecto.

- Todos los archivos entregados, para considerarse como recibidos a satisfacción, deberán ser aprobados por el OCAD o la entidad viabilizadora correspondiente, toda observación deberá ser subsanada por el consultor.

- Para la elaboración de los estudios y diseños se deberá tener en cuenta los pasos viales necesarios y requeridos por la entidad territorial, teniendo en cuenta la gestión territorial y posibles zonas de desarrollo poblacional que se relacionen con el proyecto.

- En caso de requerirse el trámite de permisos ante la autoridad ambiental, así como de el INVÍAS la Gobernación o cualquier otra entidad para la ejecución de las obras, el consultor deberá informar formalmente a la entidad esta situación con el fin de agilizar la gestión requerida.

- Todos los archivos allegados deberán presentarse en físico y en digital, en formato editable y de documento portable.

- Se deberán proyectar las certificaciones necesarias para que el proyecto sea financiado con cargo a los recursos del SGR, esto incluye: precios unitarios, no financiación, no alto riesgo, sostenibilidad, cumplimiento de NTC, documentos originales, competencia de la vía, estructuras existentes, fuente de materiales, disposición de materiales, redes de servicios públicos, puntos críticos, priorización del tramo y las demás que sean requeridas para su trámite y aprobación.

- Realizar a consolidación de planos constructivos generales y de detalle para todas las actividades contempladas en el presupuesto oficial debidamente sustentadas con la información técnica de los estudios y diseños junto con todas las actividades requeridas para que el proyecto cumpla con las directrices de las orientaciones transitorias para la gestión de proyectos de inversión del DNP.

1.2. Localización

La localización de la consultoría se encuentra en zona rural del Municipio de Tibasosa, en las Veredas Ayalas y Centro, específicamente entre las coordenadas Puente La Balsa (5.765298°, -73.047368°) y Alto de Ayalas (5.758393°; -73.013624°), tal y como se presenta a continuación:



Localización del tramo objeto de la presente consultoría. Elaboración propia a partir de Google Earth.

2. ANTECEDENTES

Se debe tener en cuenta que, algunos tramos dentro de la vía en mención cuentan con capa de rodadura en terreno natural o afirmado, algunos cuentan con pavimentación parcial, en algunos tramos con gran deterioro, por lo tanto, se deberá emplear los lineamientos y metodología dispuesta en el CONPES 3857 y determinar si en los diferentes tramos aplica una pavimentación, reconstrucción, rehabilitación, mejoramiento o reparcheo; según este diagnóstico, se implementará la alternativa más viable económica y técnicamente para la elaboración de diseños definitivos, en aras de garantizar su buen estado, funcionalidad y una vida útil uniforme en todo el tramo vial.

Es importante mencionar que, teniendo en cuenta que el presente proceso se deriva del convenio interadministrativo No. C-MT-CD-CI-007-2025, cuyo objeto es "CONVENIO INTERADMINISTRATIVO ENTRE EL MUNICIPIO DE TIBASOSA Y EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS CON EL FIN DE REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA PAVIMENTACIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR VIAL ESTRATÉGICO PUENTE LA BALSA – ALTO DE AYALAS, EN EL MUNICIPIO DE TIBASOSA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.", el contratista del presente proceso deberá cooperar integralmente para dar cumplimiento a las solicitudes del departamento y a las obligaciones correspondientes al convenio en mención.

3. INTERVENTORÍA PARA EL PROYECTO DE CONSULTORÍA

Si bien el presente proceso de consultoría no contará con interventoría, los estudios y diseños entregados a la entidad territorial, serán objeto de revisión exhaustiva por parte de la Secretaría de Infraestructura Pública y Movilidad de Tibasosa, así como del órgano colegiado de administración y decisión – OCAD correspondiente para viabilizar y aprobar el proyecto y por tanto, es responsabilidad expresa del consultor, el atender las observaciones, recomendaciones o subsanaciones que así se requiera por parte de las entidades correspondientes en todas las etapas del proceso de viabilización del proyecto.

4. PRINCIPALES ACTIVIDADES POR EJECUTAR A CARGO DEL CONSULTOR Y SU ALCANCE

Las actividades que deberá realizar el Consultor son las siguientes:

El consultor deberá iniciar con la elaboración del documento técnico de formulación del proyecto, estructurado bajo los lineamientos de las orientaciones transitorias del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la Metodología General Ajustada (MGA). Este documento debe contener el diagnóstico, la identificación del problema, los antecedentes, la justificación, el análisis de participantes, los objetivos generales y específicos, la alternativa seleccionada, y un cronograma de actividades físicas y financieras.

Posteriormente, se desarrollará el análisis de riesgos, el cual incluye la identificación de amenazas naturales, antrópicas y geotécnicas que puedan afectar el desarrollo del proyecto. Dicho análisis debe elaborarse de acuerdo con lo estipulado en la Ley 1523 de 2012 y contemplar medidas de mitigación específicas, con énfasis en puntos críticos y posibles obras de contención.

Se deberá realizar el levantamiento topográfico con georreferenciación según los estándares del IGAC y catastro multipropósito. Esto incluye la materialización de mojones cada kilómetro, el registro detallado de altimetría, planimetría, redes de servicios públicos y activos existentes, y la generación de planos localizados con la totalidad de la información recolectada.

Como parte del diseño técnico, se elaborará el estudio hidrológico y diseño hidráulico del proyecto, incluyendo el análisis de cuencas, dimensionamiento de drenajes, ubicación y diseño de alcantarillas, cunetas y otras obras complementarias, concertadas con actores institucionales y comunitarios.

En paralelo, se desarrollarán los estudios geológicos, hidrogeológicos, geotécnicos y de fuentes de materiales. Esto implica la identificación de riesgos por movimientos en masa, análisis de suelos mediante apiques cada 250 metros, definición de parámetros geotécnicos, ensayos de laboratorio, y verificación de fuentes de materiales apropiados con distancias de acarreo.

El consultor debe diseñar las estructuras necesarias para garantizar la estabilidad de la vía, como pontones, box culverts, gaviones u otras obras de arte. Estos diseños estructurales deben elaborarse según la NSR-10 y la norma CCP14, incluyendo planos, memorias de cálculo, metadatos y modelaciones técnicas.

Asimismo, se elaborará el documento de proceso constructivo y especificaciones técnicas, que establecerá las actividades constructivas paso a paso, materiales requeridos, fichas técnicas y

normas aplicables. De forma complementaria, el consultor deberá desarrollar los estudios ambientales, incluyendo el Plan de Manejo Ambiental (PMA) o el Plan de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA), y presupuestar su implementación.

Se realizará el estudio de tránsito, incluyendo aforos vehiculares y peatonales, cálculo de TPD, diseño de señalización y estrategias de seguridad vial, además del diseño del Plan de Manejo de Tránsito (PMT) durante la ejecución del proyecto.

El diseño geométrico abarcará la planta, perfil, secciones transversales y cálculos de volúmenes de tierra, conforme a la Resolución 04401 de 2017. Se incluirán accesos a predios, priorización de tramos, chequeo de estructuras existentes y su posible intervención.

Para los pavimentos, se debe diagnosticar el estado de las estructuras actuales y diseñar intervenciones de rehabilitación, mejoramiento o reconstrucción, conforme al CONPES 3857. Se elaborarán los planos de detalle y las memorias respectivas, diferenciando tramos según su condición y nivel de intervención requerido.

Finalmente, el consultor debe elaborar el presupuesto detallado del proyecto, incluyendo análisis de precios unitarios, memorias de cantidades, cronograma financiero, presupuestos de interventoría, factores prestacionales y multiplicadores, y costeo integral de los componentes ambientales, de señalización y tránsito, conforme a la Resolución 050 de 2025 de la Gobernación de Boyacá.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
1.	DIAGNOSTICO VIAL	GBL	1,00
2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DETALLADO	GBL	1,00
3.	ESTUDIO DE SUELOS	GBL	1,00
4.	ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA	GBL	1,00
5.	ESTUDIO DE TRANSITO	GBL	1,00
6.	ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS	GBL	1,00
7.	DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	GBL	1,00
8.	DISEÑO GEOMÉTRICO	GBL	1,00
9.	DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN	GBL	1,00
10.	DISEÑO ESTRUCTURAL	GBL	1,00
11.	GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA (MODO CARRETERO)	GBL	1,00
12.	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO	GBL	1,00
13.	ANÁLISIS DE RIESGOS DE DESASTRES DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 38 DE LA LEY 1523 DE 2012, DE ACUERDO CON LA ESCALA DE DISEÑO DEL PROYECTO.	GBL	1,00
14.	COMPONENTE FINANCIERO	GBL	1,00
15.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	GBL	1,00
16.	PROCESO CONSTRUCTIVO	GBL	1,00

El listado de entregables y especificaciones de la consultoría se remitirá a lo dispuesto en el numeral 1.1 Alcance, del presente documento.

4.1. Objetivos de la consultoría

- Formular integralmente un proyecto de construcción vial sobre un tramo de la red vial regional, incorporando todos los estudios técnicos, ambientales, económicos y sociales requeridos, con el fin de estructurar una propuesta viable que cumpla con los lineamientos del CONPES 3857 y las orientaciones transitorias del DNP.

- Aportar los insumos técnicos necesarios para la viabilización y aprobación del proyecto por parte del OCAD, mediante la elaboración del documento técnico de formulación y el diligenciamiento de la Metodología General Ajustada (MGA), asegurando el cumplimiento de los requisitos exigidos para la asignación de recursos del Sistema General de Regalías.

- Diseñar la solución técnica para la construcción del tramo vial incluyendo el levantamiento topográfico, estudios de tránsito, hidráulicos, geotécnicos y ambientales, el diseño geométrico, estructural y de pavimentos, y la caracterización completa de las condiciones actuales del corredor.
- Elaborar el presupuesto detallado del proyecto con sus respectivas memorias de cálculo, análisis de precios unitarios, cronograma de ejecución física y financiera, y demás documentos técnicos y administrativos que soporten el componente financiero requerido para su financiación a través del SGR.
- Fortalecer la gestión territorial y la calidad del gasto público, al garantizar que el proyecto cuente con estudios completos, rigurosos y ajustados a la normatividad vigente, facilitando su viabilidad técnica y financiera para avanzar hacia la ejecución de las obras.

4.2. Cronograma de ejecución

A partir de los ítems y actividades que hacen parte del alcance la consultoría, se desarrolló un cronograma de ejecución en semanas para la ejecución de la presente consultoría.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1.	DIAGNOSTICO VIAL	X							X
2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DETALLADO	X	X						
3.	ESTUDIO DE SUELOS	X	X						
4.	ESTUDIO DE GEOLOGÍA PARA INGENIERÍA		X	X					
5.	ESTUDIO DE TRANSITO		X	X					
6.	ESTUDIOS HIDRÁULICOS E HIDROLÓGICOS			X	X				
7.	DISEÑO DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				X	X			
8.	DISEÑO GEOMÉTRICO				X	X	X		
9.	DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN						X	X	
10.	DISEÑO ESTRUCTURAL				X	X			
11.	GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA (MODO CARRETERO)						X	X	
12.	PLAN DE MANEJO DE TRANSITO				X	X			
13.	ANÁLISIS DE RIESGOS DE DESASTRES DE CONFORMIDAD CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 38 DE LA LEY 1523 DE 2012, DE ACUERDO CON LA ESCALA DE DISEÑO DEL PROYECTO.	X	X					X	X
14.	COMPONENTE FINANCIERO						X	X	X
15.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					X	X		
16.	PROCESO CONSTRUCTIVO						X	X	

El desarrollo de la consultoría se estructurará en tres etapas principales. En la fase inicial, correspondiente a las semanas S1 y S2, se adelantarán las actividades de diagnóstico vial, levantamiento topográfico detallado, estudio de suelos y análisis de riesgos de desastres. De forma complementaria, en la segunda semana se dará inicio a los estudios de geología para ingeniería y de tránsito, aprovechando la disponibilidad parcial de la información topográfica y geotécnica para avanzar en paralelo. Esta estrategia garantiza que los insumos básicos estén disponibles oportunamente para la fase de diseño.

En la segunda etapa, comprendida entre S3 y S5, se desarrollarán los estudios hidráulicos e hidrológicos, el diseño de estructura de pavimento, el diseño geométrico y el diseño estructural. De manera simultánea, se avanzará en el plan de manejo de tránsito y en la guía de manejo ambiental

para proyectos de infraestructura. Esta fase concentra el mayor esfuerzo técnico, por lo que se recomienda mantener equipos especializados trabajando de forma paralela en cada frente, asegurando que las dependencias entre disciplinas se gestionen de manera anticipada.

La etapa final, correspondiente a S6, S7 y S8, se centrará en la integración y consolidación de resultados. Aquí se incluirá el diseño de señalización, el componente financiero, las especificaciones técnicas y el proceso constructivo. Estas actividades, aunque dependen de la información generada en las fases previas, pueden desarrollarse parcialmente de manera anticipada a partir de avances intermedios, reduciendo el tiempo de cierre. La entrega final de la consultoría se realizará con todos los documentos consolidados, revisados y listos para aprobación.

El cumplimiento del plazo estimado de dos meses es factible mediante la implementación de un cronograma de trabajo intensivo, la ejecución en paralelo de actividades independientes y la realización de entregas parciales semanales para control de calidad y mitigación de riesgos. Un esquema de seguimiento y coordinación semanal entre los equipos de trabajo garantizará que se cumpla con el alcance técnico y que se respeten los tiempos previstos, evitando retrasos derivados de reprocesos o falta de integración entre disciplinas.

El cronograma previsto puede ser modificado a conveniencia por parte del consultor siempre y cuando el cumplimiento del objeto contractual sea acorde al plazo total estimado. Toda modificación al cronograma en horizonte deberá ser aprobado por la supervisión.

5. PLAZO PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

El plazo previsto para la ejecución de las actividades que se deriven del proceso es el establecido en la sección 1.1. del Pliego de Condiciones, el cual se contará en la forma prevista en el Anexo 5 – Minuta del Contrato. Según el cronograma de ejecución de ejecución del presente proceso, se estima un plazo de ejecución total de 2 meses.

6. FORMA DE PAGO

La parte Contratante pagará al Contratista el valor del contrato de acuerdo con su disponibilidad presupuestal y de la siguiente forma: actas parciales de avance hasta un valor total del 80%, los anteriores valores se pagarán previa entrega de los informes o entregables previstos por la entidad Contratante, de acuerdo con las actuaciones realizadas por el Contratista, previa certificación de cumplimiento a satisfacción expedida por el supervisor del contrato y la acreditación de que el contratista se encuentra al día en el pago de los aportes relativos al Sistema Integral de Seguridad Social Integral de conformidad con el artículo 50 de la Ley 789 de 2002 y el Artículo 23 de la Ley 1150 de 2007. La entidad realizará un último pago correspondiente al 20% del valor del contrato contra liquidación de este. Dicha liquidación se dará una vez el proyecto cuente con concepto técnico favorable, haya sido viabilizado y aprobado por el Departamento de Boyacá, en cumplimiento a las obligaciones derivadas del convenio interadministrativo número C-MT-CD-CI-007-2025, certificando el cumplimiento efectivo de los requisitos técnicos, económicos, ambientales y administrativos exigidos para proyectos con cargo al SGR, y una vez se hayan atendido y subsanado a satisfacción todas las observaciones que eventualmente puedan surgir durante el proceso de evaluación y viabilización.

La presente modalidad de pago se justifica en razón a que el objeto de la consultoría no se limita a la elaboración de entregables técnicos, sino que está orientado a garantizar la estructuración y viabilización integral del proyecto, permitiendo su posterior financiación con cargo al Sistema General de Regalías. En tal sentido las actas parciales hasta un valor del 80% reconocen el cumplimiento documental y técnico necesario para iniciar formalmente el trámite ante la entidad viabilizadora. El pago contra liquidación del 20% garantiza que el contratista acompañe técnicamente el proceso hasta la obtención del aval institucional definitivo, incluyendo la subsanación de observaciones y ajustes que sean requeridos por el OCAD, el municipio de Tibasosa o por el Departamento de Boyacá.

Esta forma de pago refleja una distribución equitativa del riesgo y asegura la responsabilidad efectiva del consultor en el logro de los objetivos contractuales, orientados a resultados concretos y

verificables por la administración municipal y las instancias de planeación y financiación del orden departamental y nacional.

7. CONDICIONES PARTICULARES DEL PROYECTO

7.1. ASPECTOS AMBIENTALES Y DE SOSTENIBILIDAD

El consultor deberá identificar los impactos ambientales derivados de la futura ejecución del proyecto y formular un Plan de Manejo Ambiental o un PAGA conforme a la Ley 1682 de 2013, el cual deberá incluir el diagnóstico ambiental de la zona de influencia directa e indirecta del corredor vial, medidas de manejo ambiental en fase de construcción y operación y el correspondiente costeo de implementación en obra, así como fichas ambientales aplicadas a la zona de influencia.

El consultor deberá identificar la necesidad e informar formalmente a la entidad territorial, en caso de requerirse trámites ambientales para la ejecución de las obras tales como permisos de ocupación de cauce ante Corpoboyacá, si se requieren intervenciones hidráulicas en cuerpos hídricos, revisión de uso de fuentes de materiales, verificando la legalidad de su explotación, así como la determinación de posibles requerimientos de licencia ambiental, en caso de intervenir zonas protegidas, cuerpos de agua o áreas de importancia ecosistémica.

En los diseños y especificaciones constructivas se deberá prever la gestión adecuada de residuos ordinarios, peligrosos y de construcción y demolición (RCD), incluyendo su separación, almacenamiento temporal y disposición final, estrategias de reducción de generación de residuos durante la etapa constructiva, así como la inclusión de prácticas para la reutilización o reciclaje de materiales, en concordancia con la Resolución 472 de 2017 y lineamientos de economía circular del MinAmbiente.

Se deberá considerar el diseño de estrategias que favorezcan la disminución de emisiones asociadas a la operación del proyecto vial, la mejora de la conectividad local, con potencial reducción de tiempos de desplazamiento y consumo de combustible y la inclusión de zonas para tránsito peatonal seguro o ciclorrutas en zonas con alta demanda peatonal, si así se considera técnicamente aplicable. Como parte del análisis de riesgos (numeral 2 del alcance), se deberá identificar amenazas de origen natural (inundaciones, movimientos en masa), igualmente, se deberá incorporar medidas de adaptación al cambio climático y reducción del riesgo, adicional a ello, se debe incluir escenarios de afectación ambiental en caso de emergencia vial o fallas estructurales en las estructuras proyectadas.

En la elección de materialidad, el consultor deberá incluir especificaciones que promuevan el uso de productos con Sello Ambiental Colombiano, como pinturas, cemento y elementos de señalización. La selección de insumos (para ítems del presupuesto que no sean precios Gobernación) para la elaboración del presupuesto con menor huella ambiental, considerando durabilidad y reciclabilidad, asimismo, se deberá procurar por la reducción de materiales con alto impacto ambiental (plásticos de un solo uso, PVC, pinturas con solventes volátiles, etc.).

De igual forma, se deberá proyectar la articulación con la planificación territorial y sostenibilidad local, evaluando la influencia del proyecto en las dinámicas de expansión urbana y conservación de áreas rurales e incorporando lineamientos del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio. De aplicar, el consultor deberá identificar oportunidades de reforestación compensatoria, embellecimiento paisajístico o conectividad ecológica.

7.2. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA BIM

En cumplimiento de las directrices establecidas por el DNP en el marco de la Estrategia Nacional BIM 2020–2026, la Entidad reconoce la importancia de promover la adopción progresiva de la metodología Building Information Modeling – BIM como herramienta de mejora en la planificación, diseño, ejecución, operación y mantenimiento de proyectos de infraestructura.

No obstante, teniendo en cuenta la naturaleza del presente contrato de consultoría —enfocado a la formulación de estudios y diseños fase III para la pavimentación y mejoramiento de un corredor vial estratégico de red terciaria— y el estado de madurez técnica y operativa en el uso de BIM por parte

de entidades territoriales y actores del sector, la implementación de dicha metodología se establece como opcional y no obligatoria para la ejecución del presente contrato.

Teniendo en cuenta la aplicación gradual promovida por el DNP, la Estrategia Nacional BIM promueve la adopción progresiva y voluntaria, según el nivel de madurez digital de cada entidad y proyecto. En este caso, se trata de un proyecto local de infraestructura vial en fase de pre-inversión, por lo cual no es exigible la implementación obligatoria de BIM, pero sí se reconoce su valor como herramienta de planeación y control.

El contrato corresponde a un proyecto de alcance municipal, con una longitud de 8,7 km en zona rural, donde la aplicación de BIM podría generar beneficios marginales frente a los costos adicionales en capacitación, modelación e interoperabilidad, especialmente si no se tiene previsto su implementación posterior en la ejecución y operación del proyecto.

La Gobernación de Boyacá y el Municipio de Tibasosa aún se encuentran en procesos de fortalecimiento institucional respecto al uso de herramientas digitales avanzadas como BIM. Por tanto, se considera adecuado permitir su uso como valor agregado, pero sin establecerlo como requerimiento obligatorio.

En caso de que el consultor opte por aplicar metodología BIM en el desarrollo del contrato, deberá cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

- Utilizar software compatible con estándares internacionales (por ejemplo, IFC).
- Incorporar modelos 3D de los componentes principales del proyecto (geometría, estructuras, drenajes, señalización).
- Garantizar la interoperabilidad de los entregables en formato editable (preferiblemente en Revit, Civil 3D o similar).
- Incluir un cronograma que contemple los tiempos adicionales requeridos para modelado, revisión y validación del modelo BIM.

La Entidad promueve el uso de BIM como herramienta moderna de gestión de proyectos, sin que su uso sea obligatorio en el presente proceso contractual. En caso de aplicarse, se valorará como un componente adicional de innovación y valor agregado por parte del consultor.

7.3. PLAN O PROGRAMA DE CALIDAD

Para el desarrollo del presente contrato de consultoría, será obligatoria la presentación de un Plan o Programa de Calidad que permita garantizar que todos los productos entregados cumplan con los estándares técnicos, normativos y contractuales exigidos por la Entidad Territorial, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Sistema General de Regalías (SGR). Este plan deberá estar orientado a asegurar la calidad técnica de los estudios y diseños, y a la vez permitir el cumplimiento estricto del cronograma de ejecución establecido, considerando que el plazo total del contrato es de dos (2) meses.

El Plan de Calidad deberá ser presentado por el consultor dentro de los cinco (5) días calendario siguientes a la suscripción del contrato. En dicho documento se deberá describir la estructura organizativa del equipo encargado del control de calidad, incluyendo el profesional responsable, los mecanismos de coordinación técnica interna, los roles asignados al personal clave y los procedimientos previstos para la verificación cruzada de entregables.

Asimismo, el plan deberá establecer de manera clara la metodología de aseguramiento y control de calidad que se implementará durante el desarrollo de la consultoría. Esta metodología deberá contemplar procedimientos para la revisión técnica y normativa de cada uno de los componentes, la elaboración y aplicación de listas de chequeo, la validación entre disciplinas (por ejemplo, entre topografía, diseño geométrico y presupuesto), así como el sistema que se utilizará para el control de versiones y la trazabilidad de los productos.

Deberá incluirse además un sistema de gestión documental que defina la nomenclatura de archivos, los formatos de presentación y la programación detallada de entregas parciales y finales, tanto en medio físico como digital. Este sistema deberá estar alineado con el cronograma oficial del contrato

y permitirá hacer seguimiento a cada uno de los hitos establecidos, con mecanismos para prevenir retrasos o implementar acciones correctivas cuando sea necesario.

El consultor deberá prever, dentro del Plan de Calidad, una verificación técnica interna previa a cada entrega a la Entidad, mediante la cual se garantice que los productos cumplen con los requisitos exigidos por el SGR, la normatividad sectorial vigente y los estándares establecidos en este anexo. Esta verificación deberá quedar documentada mediante actas o evidencias firmadas por los responsables de cada componente técnico.

Todos los estudios, diseños y documentos deberán ajustarse, como mínimo, a las Especificaciones Generales de Construcción del INVÍAS, las Normas Técnicas Colombianas (NTC), la NSR-10, la norma CCP-14 de diseño de puentes y demás normas vigentes aplicables a cada especialidad. Igualmente, deberán cumplir con los lineamientos establecidos por el DNP, la Metodología General Ajustada (MGA) y los Acuerdos 03, 04 y 12 de la Comisión Rectora del Sistema General de Regalías. El Plan de Calidad será revisado por la Entidad dentro de los cinco (5) días siguientes a su presentación. En caso de encontrarse observaciones, el consultor deberá realizar los ajustes correspondientes en un plazo no mayor a tres (3) días hábiles. La no presentación del Plan o su incumplimiento podrá ser considerado como un incumplimiento parcial del contrato, lo cual dará lugar a las acciones contractuales a que haya lugar por parte de la Entidad contratante.

7.4. PLAN O PROGRAMA DE GESTIÓN DE RIESGOS

El consultor deberá presentar un Plan o Programa de Gestión de Riesgos como instrumento transversal a todos los componentes del proyecto, con el objetivo de identificar, analizar, valorar y proponer medidas de prevención, mitigación o control frente a los riesgos que puedan afectar el desarrollo técnico, normativo, ambiental y operativo de los estudios y diseños objeto del presente contrato. Este plan deberá estar alineado con el ítem específico de análisis de riesgos contemplado en el numeral 2 del alcance de la consultoría, y se constituirá en una herramienta clave para asegurar la calidad, la pertinencia y la viabilidad de los productos a entregar.

El Plan de Gestión de Riesgos deberá ser entregado por el consultor durante la primera semana de ejecución del contrato, y su formulación deberá considerar los lineamientos establecidos en la Ley 1523 de 2012 sobre gestión del riesgo de desastres, así como lo estipulado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en las orientaciones transitorias para la gestión de proyectos de inversión. Este documento deberá estar articulado con el cronograma oficial del contrato y ser coherente con las condiciones técnicas, ambientales y territoriales del corredor vial objeto de estudio. En su contenido, el plan deberá incluir la identificación preliminar y detallada de los riesgos físicos, geotécnicos, climáticos, ambientales, sociales y administrativos que puedan impactar la ejecución y calidad de los estudios, así como la futura construcción del proyecto. Deberá presentar una matriz de riesgos con su clasificación por nivel de probabilidad e impacto, así como las estrategias de respuesta para su prevención o mitigación. Esta matriz deberá actualizarse conforme avance el desarrollo de cada componente técnico del proyecto.

De manera específica, el consultor deberá integrar este enfoque de gestión de riesgos en la elaboración de todos los entregables de la consultoría, tales como: diagnóstico y formulación del proyecto, levantamiento topográfico, estudios geotécnicos, hidrológicos, estructurales, ambientales, diseño geométrico, diseño de pavimentos, señalización y presupuesto detallado. En cada uno de estos componentes se deberá evidenciar cómo los riesgos identificados han sido considerados para la toma de decisiones técnicas y de diseño.

El plan deberá contemplar también los riesgos asociados a la obtención de permisos ambientales o de ocupación de cauce, la disponibilidad legal de fuentes de materiales, la presencia de redes de servicios públicos en los tramos intervenidos, los conflictos prediales o sociales, y cualquier otro factor que pueda comprometer la viabilidad del proyecto ante la Gobernación de Boyacá o el OCAD correspondiente.

Finalmente, el consultor deberá asumir la responsabilidad de monitorear y reportar cualquier riesgo emergente durante el desarrollo del contrato, actualizando las medidas de gestión según se requiera. El cumplimiento de este plan será verificado por la Entidad contratante mediante los mecanismos de supervisión y seguimiento del contrato, y su implementación será condición necesaria para la aceptación integral de los productos entregados.

8. DOCUMENTOS O INSUMOS QUE ENTREGARÁ LA ENTIDAD PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

Para la correcta ejecución del presente contrato de consultoría, toda la información disponible por parte de la entidad se compila en el presente **Anexo Técnico** que hace parte integral del Pliego de Condiciones y del contrato. Este anexo constituye el principal insumo técnico, normativo y contextual sobre el cual se fundamenta el objeto de la consultoría, y contiene la totalidad de la información disponible por parte de la Entidad en relación con el corredor vial objeto del proyecto.

El Anexo Técnico reúne los antecedentes, la descripción del proyecto, el alcance detallado de los productos esperados, los lineamientos técnicos y normativos aplicables, los requerimientos de calidad, los criterios de sostenibilidad, las condiciones particulares del proyecto y los objetivos que orientan su formulación. Asimismo, contiene la localización geográfica, los componentes técnicos por desarrollar y las especificaciones de entrega, lo cual permite al consultor contar con una base suficiente para iniciar la estructuración del proyecto en su fase de estudios y diseños.

En ese sentido, no se cuenta con estudios previos, diseños anteriores ni insumos técnicos adicionales distintos a los aquí consignados. Por tanto, corresponde al consultor, con base en este anexo, realizar todos los levantamientos, diagnósticos, análisis y diseños necesarios para cumplir con los productos establecidos, asegurando su articulación con los requisitos del Departamento Nacional de Planeación (DNP), del Sistema General de Regalías (SGR) y de las entidades técnicas y normativas que ejercen supervisión o validación sobre el proyecto.

La Entidad podrá suministrar, si se considera pertinente o en respuesta a requerimientos específicos del consultor durante la ejecución del contrato, información complementaria de carácter institucional, como el Plan de Desarrollo Municipal vigente, fragmentos del EOT, bases cartográficas o información secundaria, siempre y cuando se encuentren disponibles y debidamente autorizadas para su uso. No obstante, será responsabilidad del consultor adelantar todas las gestiones técnicas necesarias para la recopilación, análisis y validación de la información requerida, sin que la ausencia de insumos adicionales pueda constituirse en causal para justificar incumplimientos contractuales.

9. INFORMACIÓN SOBRE EL PERSONAL PROFESIONAL DEL CONSULTOR

Para analizar la información del personal del Consultor, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Los soportes académicos y de experiencia de los perfiles que están descritos en el Anexo Técnico serán verificados por la Entidad en el momento de la presentación de ofertas o , en su defecto, previo inicio de la ejecución del contrato.

b) Si el Consultor ofrece dos (2) o más profesionales para realizar actividades de un mismo cargo, cada uno de ellos deberá cumplir los requisitos exigidos en los documentos del Proceso de Contratación para el respectivo cargo. Un mismo profesional no puede ser ofrecido para dos o más cargos diferentes en los cuales supere el 100 % de la dedicación requerida para este Proceso de Contratación.

c) El Consultor deberá informar la fecha a partir de la cual los profesionales ofrecidos ejercen legalmente la profesión, de conformidad con lo señalado en el Pliego de Condiciones. El requisito de la tarjeta profesional se puede suplir con lo regulado en el artículo 18 del Decreto- Ley 2106 de 2019.

d) Las certificaciones de experiencia de los profesionales deben ser expedidas por la persona natural o jurídica con quien se haya establecido la relación laboral o de prestación de servicios.

e) En la determinación de la experiencia y la formación académica de los profesionales se aplicará la equivalencia detallada en la Matriz 4 y los lineamientos contenidos en esta.

f) La Entidad aplicará las equivalencias mencionadas en la **Matriz 4** para verificar el grupo de profesionales que el Consultor relacione, específicamente para acreditar las exigencias mínimas

previstas en la sección de "Exigencias mínimas de la experiencia del proponente y la experiencia y formación académica del equipo de trabajo (Personal Clave Evaluable)".

g) La Entidad podrá solicitar en cualquier momento al Consultor los documentos que permitan acreditar el valor y el pago correspondiente de cada uno de los profesionales empleados para desarrollar el negocio jurídico pactado y que estén acorde con el valor de los honorarios definidos a la fecha de ejecución del Contrato, en el caso de que sea establecido un valor de honorarios de referencia.

h) El Consultor es responsable de verificar que los profesionales propuestos que se vincularán al proyecto tengan la disponibilidad real para ejecutarlo.

i) El Consultor garantizará que los profesionales estén disponibles según su porcentaje de dedicación (físicamente o a través de medios digitales), cada vez que la Entidad los requiera para dar cumplimiento al objeto del proyecto de consultoría.

j) La Entidad se reserva el derecho de exigir el reemplazo o retiro de cualquier contratista o trabajador vinculado al contrato, sin que ello conlleve costos para ella, detallando las razones debidamente que justifican la solicitud de dicho cambio.

El personal relacionado será contratado por el Consultor y su costo debe incluirse dentro de la estructura de costos de la oferta, que fue definida al presentar la propuesta en el Formulario 1 – Propuesta Económica del Contrato. Se aclara que los perfiles que hacen parte del Personal Clave Evaluable deben cubrir todo el plazo de ejecución del proyecto indistintamente de su porcentaje de dedicación. Para los demás perfiles profesionales, en caso de que la Entidad los requiera deberán estar disponibles, según su porcentaje de dedicación, con el fin de lograr el cumplimiento del objeto contractual y las obligaciones derivadas del Consultor, para lo cual se podrá hacer uso de medios virtuales.

Se aclara que los perfiles relacionados deben cubrir todo el plazo de ejecución del proyecto, según su porcentaje de dedicación, hasta que se logre la aprobación del producto de su competencia por parte de la Entidad.

El Personal Clave Evaluable:

Es el definido en el Pliego de Condiciones y es el que se describe a continuación:

- Un (1) Director de consultoría.
- Un (1) Especialista en vías (Geotecnia vial y pavimentos)

El personal requerido, **distinto al Personal Clave Evaluable,** es el siguiente:

- Un (1) Especialista hidráulico.
- Un (1) Especialista en estructuras.
- Un (1) Especialista ambiental.
- Un (1) Auxiliar de ingeniería.
- Un (1) Topógrafo inspector.

a. Requisitos del personal del Consultor

El Personal Clave Evaluable debe cumplir y acreditar, como mínimo, los siguientes requisitos de formación y experiencia:

Perfil No.	Cant.	Cargo	Título profesional	Título de posgrado	Experiencia general (años mínimos)	Experiencia específica (años mínimos)
1	Uno	Director de consultoría. Dedicación 30%	Ingeniero civil y/o ingeniero de transporte y vías	Posgrado en infraestructura vial y/o diseño y/o construcción vial y/o gerencia.	Diez (10) años.	Cuatro (4) años.
1	Uno	Especialista en geotecnia vial y pavimentos. Dedicación 40%	Ingeniero civil y/o ingeniero de transporte y vías	Posgrado en gestión o gerencia de proyectos.	Seis (6) años.	Dos (2) años.

El Personal no Evaluable debe cumplir y acreditar, como mínimo, los siguientes requisitos de formación y experiencia:

Perfil No.	Cant.	Cargo	Título profesional	Título de posgrado	Experiencia general (años mínimos)	Experiencia específica (años mínimos)
1	Uno	Especialista hidráulico Dedicación 30%	Ingeniero civil, ingeniero de vías y transportes, ingeniero sanitario, ingeniero ambiental, ingeniero mecánico	Posgrado en hidrología, recursos hídricos, hidráulica, recursos hídricos, hidráulica y/o Hidroambiental.	Seis (6) años.	Dos (2) años.
1	Uno	Especialista en estructuras Dedicación 30%	Ingeniero civil, ingeniero mecánico, ingeniero estructural, ingeniero agrícola, arquitecto.	Posgrado en estructuras, ingeniería sísmica, diseño estructural, ingeniería de materiales, sismorresistencia.	Seis (6) años.	Dos (2) años.
1	Uno	Especialista ambiental Dedicación 30%	Ingeniero civil, ingeniero de vías y transportes, ingeniero sanitario, ingeniero ambiental.	Posgrado en ingeniería o gestión o gerencia ambiental, evaluación ambiental, medio ambiente,	Seis (6) años.	Dos (2) años.

Perfil No.	Cant.	Cargo	Título profesional	Título de posgrado	Experiencia general (años mínimos)	Experiencia específica (años mínimos)
				ingeniería sanitaria.		
1	Uno	Auxiliar de ingeniería Dedicación 30%	Ingeniero civil y/o ingeniero de transporte y vías.	N.A.	N.A.	N.A.
1	Uno	Topógrafo inspector Dedicación 30%	Técnico y/o Tecnólogo en topografía, agrimensura o geomática.	N.A.	Dos (2) años.	Un (1) año.

El personal relacionado anteriormente es el personal operacional y profesional mínimo necesario para la ejecución del proyecto. Si el Consultor contrata persona adicional, este correrá por su cuenta, por lo que no habrá lugar a pago alguno por parte de la Entidad frente al personal extra que el Consultor utilice en la ejecución del contrato, ya que la Entidad en la etapa de planeación estableció el personal profesional y operacional mínimo requerido para el cumplimiento del contrato y fue objeto de observaciones por los interesados en el Proceso de Contratación.

Para cada uno de los profesionales mencionados se deberá anexar fotocopia de la tarjeta profesional y certificado de vigencia y antecedentes expedido por el consejo profesional competente. El requisito de la tarjeta profesional se puede suplir con el requisito de que trata el artículo 18 del Decreto – Ley 2106 de 2019. Los estudios de posgrado que se exijan como requisito mínimo se acreditarán mediante copia de los diplomas respectivos o certificado de obtención del título correspondiente. Además, la Entidad podrá solicitar las certificaciones laborales que permitan verificar la información relacionada en los Anexos. Para cada uno de los profesionales se debe aportar la información solicitada.

10. EXAMEN DEL SITIO O ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA

10.1. EXAMEN DEL SITIO DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA

Es responsabilidad del Proponente inspeccionar y examinar el sitio y los alrededores del área de influencia e informarse sobre la forma y características del lugar, localización y naturaleza de la zona y la de los espacios necesarios para su ejecución, transporte, mano de obra, equipos y vías de acceso al sitio y a las instalaciones que se puedan requerir, las condiciones ambientales y sociales del área de influencia del proyecto, las cuales debe considerar para el desarrollo y manejo ambiental del proyecto; en especial cuando se establezca presencia de minorías étnicas, caso en el cual debe asegurarse de cumplir con la normativa especial que rija en jurisdicción de los territorios legalmente constituidos a su favor, o evitar su intervención, y en general sobre todas las circunstancias que puedan afectar o influir en el cálculo del valor de su propuesta.

Asimismo, es responsabilidad del Proponente familiarizarse con los detalles y condiciones bajo los cuales serán ejecutados los trabajos, así como de los posibles riesgos previsibles de la consultoría, pues su desconocimiento o falta de información no se considerará como excusa válida para posteriores reclamaciones a la Entidad.

10.2. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE CONSULTORÍA

El área de influencia del presente proyecto de consultoría corresponde al territorio que se verá directa o indirectamente afectado por las intervenciones proyectadas a partir de los estudios y diseños que resulten del contrato. La delimitación del área de influencia contempla tanto factores físicos y técnicos como sociales, ambientales y funcionales.

Desde el punto de vista físico-territorial, el área de influencia directa se localiza en la zona rural del municipio de Tibasosa e incluye específicamente los tramos de vía que atraviesan las veredas Ayalas y Centro, los cuales se desarrollan sobre una longitud estimada de 8,7 km. Este tramo conecta sectores agrícolas y residenciales con la cabecera municipal y con rutas de integración regional, y constituye una vía prioritaria para la movilidad rural, el transporte escolar y el acceso a servicios básicos.

El área de influencia indirecta incluye las áreas aledañas que podrían verse beneficiadas o afectadas por la futura ejecución del proyecto, tales como predios colindantes, cuerpos de agua, zonas de drenaje, cruces peatonales o de fauna, y comunidades que dependen funcionalmente del corredor vial, aun cuando no estén directamente sobre el eje intervenido. Esta área debe ser identificada y delimitada con mayor precisión durante la ejecución de los estudios ambientales, sociales, hidrológicos y de tránsito, conforme a la metodología establecida en el alcance del contrato.

Adicionalmente, la zona de influencia del proyecto se relaciona con la planificación territorial del municipio, especialmente en lo concerniente al EOT, las áreas de expansión rural y las zonas de conservación ambiental. Por lo tanto, el consultor deberá considerar las implicaciones del proyecto dentro de este marco de planificación, y evaluar si las intervenciones propuestas inciden sobre suelos de uso restringido, áreas protegidas o ecosistemas sensibles.

En términos funcionales, esta área de influencia también comprende la red vial regional conectada al corredor principal, así como los nodos de origen y destino del flujo vehicular y peatonal. Deberá tenerse en cuenta la relación del proyecto con la movilidad regional, las actividades productivas agropecuarias, el transporte de bienes y servicios, y el acceso a instituciones educativas, centros de salud, espacios comunitarios y equipamientos públicos.

Durante la ejecución de la consultoría, el contratista será responsable de delimitar y sustentar técnicamente el área de influencia en cada uno de los estudios requeridos, incluyendo mapas, coordenadas geográficas, descripciones detalladas y análisis de afectación y beneficio, conforme a las normas sectoriales aplicables.

11. SEÑALIZACIÓN Y MANUAL DE IMAGEN APLICABLE POR EL CONSULTOR

Durante la ejecución del contrato, todo trabajo de campo que implique manejo de tránsito o intervención en la vía será responsabilidad directa del consultor, quien deberá implementar y mantener la señalización provisional necesaria para garantizar la seguridad de su personal, de los usuarios de la vía y de la comunidad en general. Esto incluye actividades como levantamientos topográficos, aforos vehiculares, inspecciones visuales, estudios geotécnicos, perforaciones exploratorias, visitas técnicas u otras que puedan generar interferencia o riesgo en la vía.

La señalización deberá cumplir con los lineamientos establecidos en el Manual de Señalización Vial – Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclovías de Colombia (Resolución 1885 de 2015 del Ministerio de Transporte o la norma que la modifique o sustituya), así como con las normas técnicas del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) y demás disposiciones vigentes.

Adicionalmente, el consultor deberá aplicar, en los entregables físicos y digitales, las directrices del Manual de Imagen Institucional del Municipio de Tibasosa, en lo que respecta a logotipos, tipografía, colores institucionales y demás elementos visuales que identifiquen oficialmente los proyectos del orden municipal. Cualquier material entregado sin cumplimiento de esta imagen podrá ser rechazado o devuelto para su ajuste sin que ello implique reconocimiento económico adicional.

Están a cargo del Consultor todos los costos requeridos para instalar y mantener la señalización de los trabajos de campo y demás dispositivos de seguridad, de comunicación y coordinación en los términos definidos por las autoridades competentes.

12. PERMISOS, LICENCIAS Y AUTORIZACIONES

Teniendo en cuenta que con el presente proceso no se van a intervenir tramos viales, no se requieren permisos municipales para su intervención, de conformidad con lo dispuesto en el decreto 1077 de 2015; no obstante, por tratarse de una vía departamental a cargo de la Gobernación de Boyacá, se suscribió el convenio interadministrativo número C-MT-CD-CI-007-2025 entre el Municipio de Tibasosa y el Departamento de Boyacá cuyo objeto es *CONVENIO INTERADMINISTRATIVO ENTRE EL MUNICIPIO DE TIBASOSA Y EL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ PARA AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS CON EL FIN DE REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS FASE III PARA LA PAVIMENTACIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y RECONSTRUCCIÓN DEL CORREDOR VIAL ESTRATÉGICO PUENTE LA BALSA – ALTO DE AYALAS, EN EL MUNICIPIO DE TIBASOSA, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ*, en virtud de los principios de subsidiariedad, coordinación y concurrencia, tiene el fin de otorgar el permiso correspondiente para que el municipio de Tibasosa adelante los estudios y diseños fase III necesarios para la pavimentación, mejoramiento, rehabilitación y reconstrucción del tramo vial Puente La Balsa – Alto de Ayalas, ubicado en la red vial terciaria de competencia departamental.

Teniendo en cuenta lo anterior, el consultar deberá cooperar integralmente para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de dicho convenio interadministrativo.

13. NOTAS TÉCNICAS ESPECÍFICAS PARA EL PROYECTO DE CONSULTORÍA

Estas notas son indispensables para definir los procesos constructivos, criterios de diseño, selección de materiales, control de calidad y costos dentro de las notas técnicas INVÍAS:

- **NT-01: Clasificación funcional de la red vial terciaria**
  - Define los criterios para clasificar y priorizar las intervenciones según conectividad y funcionalidad del tramo.
- **NT-02: Manual de mantenimiento vial para red terciaria**
  - Establece lineamientos técnicos para actividades como cuneteo, perfilado, afirmado, rocería y limpieza de drenajes.
- **NT-04: Estabilización de vías en afirmado**
  - Aplica si se contempla mejora con materiales granulares estabilizados.
- **NT-05: Control de calidad en vías no pavimentadas**
  - Define procedimientos de laboratorio y pruebas in situ como Proctor, CBR, granulometría, entre otros.
- **NT-06: Evaluación de capacidad estructural de vías en afirmado**
  - Guía en caso de que se requiera validar la capacidad portante del tramo existente.
- **NT-07: Diseño de drenajes longitudinales y transversales**
  - Aplica para limpieza y rectificación de cunetas y descoles, asegurando funcionalidad hidráulica.
- **NT-13: Manual para formulación y evaluación de proyectos de infraestructura vial terciaria**
  - Documento clave para estructuración técnica, social, ambiental y económica del proyecto, en concordancia con la MGA.

Otras referencias técnicas y normativas complementarias:

- **Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras (EGCC – INVIAS, 2013)**

- Normas técnicas para materiales, maquinaria, pruebas y actividades como perfilado, afirmado y limpieza de cunetas.

- **Manual de Drenaje para Carreteras (INVIAS)**
  - Específico para diseño y mantenimiento de cunetas y estructuras de drenaje.

- **Normas ICONTEC (NTC) aplicables a materiales de construcción**
  - Ej.: NTC 4983 (materiales para afirmado), NTC 77 (ensayos de compactación Proctor), NTC 237 (CBR).

- **Manual de Impacto Ambiental Vial (INVIAS – MAVDT)**
  - Orienta sobre la prevención y mitigación de impactos en mantenimiento vial rural.

- **Manual de Costos Unitarios para Obras de Infraestructura de Transporte (INVIAS)**
  - Base para estructurar análisis de precios unitarios, rendimientos y costos directos.

Notas y lineamientos normativos de planeación y contratación

- **Guía MGA – DNP**
  - Requiere soporte técnico y ambiental para justificar la inversión pública.

- **Ley 80 de 1993 y Ley 1150 de 2007**
  - Régimen general de contratación aplicable al proceso.

- **Decreto 1082 de 2015**
  - Reglamento del Sistema de Compra Pública, define estructura de estudios previos, análisis de riesgos y selección objetiva.

14. DOCUMENTOS TÉCNICOS ADICIONALES

Se resalta la importancia de o dispuesto en el capítulo 1, título 4 del Acuerdo 03 del 8 de abril de 2021, adicionado por el Acuerdo 04 del 14 de octubre de 2021, emitidos por la Comisión Rectora del Sistema General de Regalías. Así mismo, deberán observar lo señalado en los artículos 1.2.1.2.3, 1.2.1.2.5 y 1.2.1.2.8 del Decreto 1821 de 2020, así como lo estipulado en el ítem 1, numeral 6.3 "Requisitos generales para proyectos de inversión - Fase III" del documento "Orientaciones Transitorias para la Gestión de Proyectos de Inversión" emitido por el Departamento Nacional de Planeación. En especial, se deberá dar estricto cumplimiento a los requerimientos establecidos en el Acuerdo 12 del 21 de octubre de 2024 de la Comisión Rectora del SGR.

Hace parte integral del presente anexo técnico el ANEXO DOCUMENTO TÉCNICO VÍAS de la Secretaría de Infraestructura Pública del Departamento de Boyacá; este se considera vinculante y el consultor deberá dar completo cumplimiento a las disposiciones allí contenidas respecto a los componentes de los estudios y diseños producto de la presente consultoría.

En constancia, se firma en Tibasosa, a los 4 días del mes de agosto de 2025.

Pedro Duvan Montejo Martínez
Contratista Secretaría de Infraestructura Pública y Movilidad

Jaime Andrés Lea Gutiérrez
Secretario de Infraestructura Pública y Movilidad