Libertad y Orden

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE TRANSPORTE

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS

LP-DEO-SVR-020-2023

MEJORAMIENTO DE LA VIA SAN VICENTE DEL CAGUAN - LOS POZOS, DEPARTAMENTO DEL CAQUETA

APÉNDICE B

ESPECIFICACIONES Y NORMAS TÉCNICAS

CONTRATO DE OBRA PÚBLICA

MODALIDAD PRECIOS UNITARIOS

Bogotá, D. C., mayo de 2023

1. INTRODUCCIÓN

En este documento se describe de una manera clara y ordenada los requisitos mínimos que el Contratista debe seguir para el cumplimiento de los Alcances del Proyecto, las Especificaciones y Normas Técnicas Generales para Carreteras, las normas de Ensayo de Materiales y las normas y Manuales de Diseño Geométrico, Estructural y de Pavimentos; las cuales enmarcan los procedimientos, parámetros, la selección objetiva de criterios, la calidad y en general todas las definiciones de tipo técnico en las diferentes etapas del contrato que permitan y describan cómo debe hacer el contratista para cumplir con el Alcance del Proyecto de acuerdo con los lineamientos que requiere la entidad, las cuales se indican en el presente Apéndice.

Lo anterior, sin perjuicio de cumplir con todos los documentos que hagan parte integral del pliego de condiciones.

Las obligaciones para las actividades de diseño se enmarcan en las siguientes Especificaciones y Normas Técnicas Generales:

- **MANUAL DE DISEÑO GEOMETRICO PARA CARRETERAS**, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 04 de marzo de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES SEGUNDA VERSION** adoptado mediante Resolución No. 005864 del 12 de noviembre de 1998 del **INSTITUTO NACIONAL DE VIAS.**

- **GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS,** adoptada mediante Resolución No.000743 del 4 de marzo de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **AASHTO. "AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES 1993**" American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993.

- **PCA. "THICKNESS DESIGN FOR CONCRETE HIGHWAYS AND STREET PAVEMENTS**". Portland Cement Association 1984.

- **"DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIEMIENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO".** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC. 2004

- **MANUAL DE RECICLAJE DE PAVIMENTOS CON CEMENTO.** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC 2002

- **MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VIAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLUMENES DE TRANSITO.** Resoluciones No. 000803 del 6 de marzo de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VIAS CON BAJOS VOLUMENES DE TRANSITO.** Resolución No. 003482 del 29 de agosto de 2009 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

- **MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS.** Resolución No. 000024 del 07 de enero de 2011 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE**.

- **MANUAL PARA EL DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS.** Resolución No. 0001049 del 11 de abril de 2013 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

1.1 CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO

Las obligaciones para las actividades de construcción y mantenimiento se enmarcan en las siguientes Especificaciones y Normas Técnicas Generales:

- **ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS** adoptadas mediante Resolución No. 20223040024785 del 6 de mayo de 2022 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE** y mediante la Resolución No. 4561 del 29 de noviembre de 2022 del **INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS**. Además de los documentos que las actualicen, modifiquen o aumenten.

- **NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS**, adoptadas mediante Resolución No. 001375 del 26 de mayo de 2014 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.** Además de los documentos que las actualicen, modifiquen o aumenten.

- **DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIEMIENTO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO".** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC. 2004.

- **MANUAL DE RECICLAJE DE PAVIMENTOS CON CEMENTO.** Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC. 2002.

- **MANUAL PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTOS RÍGIDOS.** Ministerio de Transporte – Instituto Nacional de Vías. 2006.

1.2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL PARA PUENTES Y VIADUCTOS VEHICULARES.

Las obligaciones para las actividades de diseño y construcción de puentes se enmarcan en las siguientes Especificaciones y Normas Técnicas Generales:

NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES – LRF –CCP14, adoptada mediante Resolución No.0000180 del 26 de enero de 2015 del **MINISTERIO DE TRANSPORTE.**

NORMA SISMORRESISTENTE NSR-10, contenida en el decreto 926 de 2010 de marzo de 2010, por el cual se establecen los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismo resistentes NSR-10.

1.3 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

La definición del alcance de las actividades de Señalización y Seguridad Vial, así como sus condiciones generales de ejecución en el marco del contrato se encuentra definidas en el Apéndice A y en el Manual de Gestión Vial Integral.

1.4 OTRA NORMATIVIDAD Y ACTOS APLICABLES

Además de los requisitos anteriores, el contratista en desarrollo de las etapas de iniciación, construcción, operación y mantenimiento deberá cumplir entre otras con las disposiciones de las normas y actos administrativos que se relacionan con ingeniería para carreteras.

- Ley 80 de 1993, por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública.

- Ley 1150 de 2007, por la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan disposiciones generales sobre la contratación con recursos públicos.

- Ley 1882 de 2018, Decreto 1082 de 2015 y el Decreto 392 de 2018.

- Ley 146 de 1963, por la cual se ordena a la Nación, Departamentos y Ferrocarriles Nacionales, la construcción de unas obras y se reglamenta la futura construcción de carreteras y líneas férreas.

- Ley 99 de 1993 “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la Gestión y Conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.” y sus Decretos reglamentarios.

- Ley 105 de 1993 - Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte y sus Normas reglamentarias.

- Ley 361 de 1997 “Por la cual se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones”

- Ley 590 de 2000: Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa.

- Ley 418 de 1997, Ley 548 de 1999, Ley 782 de 2002 y Decreto 128 de 2003, reglamentario de la Ley 418 de 1997, por las cuales se consagran unos instrumentos para la búsqueda de la convivencia, la eficacia de la justicia y en materia de reincorporación a la sociedad civil.

- Ley 685 de 2001. - Por el cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones y sus Normas reglamentarias.

- Ley 716 de 2001. - Por la cual se expiden normas para el saneamiento de la información contable en el sector público y se dictan otras disposiciones en materia tributaria.

- Ley 734 de 2002. - Por la cual se expide el Código Disciplinario Único.

- Ley 769 de 2002. Código Nacional de Tránsito y sus Normas reglamentarias.

- Ley 789 de 2002. - Por la cual se dictan normas para apoyar el empleo y ampliar la protección social y se modifican algunos artículos del Código Sustantivo del Trabajo.

- Ley 816 de 2003. - Por medio de la cual se apoya la Industria Nacional a través de la Contratación Pública.

- Ley 828 de 2003. - Por la cual se expiden normas para el control de la evasión del Sistema de Seguridad Social.

- Ley 842 de 2003 “Por la cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el código de ética profesional y se dictan otras disposiciones.”

- Ley 850 de 2003. - Por la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.

- Ley 905 de 2004, Por medio de la cual se modifica la Ley 590 de 2000 sobre promoción del desarrollo del micro, pequeña y mediana empresa colombiana y se dictan otras disposiciones.

- Decreto 1075 de 1954 – Artículo Sexto, por el cual se dictan algunas disposiciones relacionadas con el ramo de ferrocarriles.

- Decreto 066 de 2008 “Por el cual se reglamenta parcialmente la ley 1150 de 2007 sobre las modalidades de selección, publicidad y selección objetiva, y se dictan otras disposiciones.”

- Resolución No. 007001 del 18 de noviembre de 1997, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se establecen los porcentajes mínimos y su vigencia en las garantías de los contratos que celebre el Instituto.

- Resolución No. 001101 del 3 de abril de 2003, emanada de la Dirección General del Instituto, por la cual se adopta el Manual de Gerencias Técnicas Comunitarias como norma para el desarrollo de las veedurías técnicas ejercidas en los proyectos a cargo del Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 005282 del 18 de diciembre de 2003, emanada del Instituto Nacional de Vías, por la cual se adopta el Manual de Interventoría en el Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 00063 de 2003 "Por la cual se fija el procedimiento para el trámite y otorgamiento de permisos para la ocupación temporal mediante la construcción de accesos, de tuberías, redes de servicios públicos, canalizaciones, obras destinadas a la seguridad vial, traslado de postes, cruce de redes eléctricas de alta, media o baja tensión, en la infraestructura vial nacional de carreteras concesionadas".

- Resolución No. 03662 del 13 de agosto de 2007, emanada del Instituto Nacional de Vías, por medio de la cual se establecen las sanciones y se señalan las causales y cuantías para hacer efectiva la Cláusula de Multas en los contratos celebrados por el Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 004344 del 5 de octubre de 2004, emanada de la Dirección General del Instituto, por la cual se reglamenta la competencia, el procedimiento, se fija los requisitos y se adoptan documentos modelo para la liquidación de los contratos celebrados por el Instituto Nacional de Vías, y se delega una facultad.

- Resolución No. 3376 del 28 de julio de 2010, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se establecen las funciones de los supervisores de proyectos, de contratos de obra y consultoría.

- Resolución No.03157 del 26 de julio de 2004, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se establecen los criterios para la elaboración e implementación de planes de gestión sociopredial con miras a compensar los impactos sociales generados en la adquisición de áreas requeridas para la ejecución de proyectos a cargo del Instituto Nacional de Vías.

- Resolución No. 003624 del 21 de septiembre de 2011, emanada del Ministerio de Transporte, por la cual, a partir de su vigencia, deberán instalarse con carácter obligatorio las vallas informativas de acuerdo con la cantidad y la información requerida en la resolución.

- Resolución No. 000950 del 15 de marzo de 2006 “Por la cual se dicta una medida tendiente a mejorar la seguridad vial del país, reglamentando la zona de carretera utilizable”.

- Decreto Ley 2811 de 1974 “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y sus reglamentarios”.

- Ley 70 de 1993 “por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política”

- Decreto 1320 de 1998 “Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades.

- Resolución No. 003000 del 5 de junio de 1998, emanada de la Dirección General del Instituto, por medio de la cual se adopta la política ambiental del Instituto Nacional de Vías.

- Guía Ambiental para Proyectos Viales del Instituto Nacional de Vías.

1.5 ESPECIFICACIONES PARTICULARES

En este Apéndice se definen las “Especificaciones Particulares de Construcción”, las cuales sustituyen o modifican las “Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías” del año 2022.

Las Especificaciones particulares prevalecen sobre las Especificaciones generales; sin embargo, todos los trabajos que no estén cubiertos en las Especificaciones particulares se ejecutaran conforme a lo estipulado en las “Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías”, actualización 2022.

Las Especificaciones particulares estimadas para este proceso son las siguientes:

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DEL PROYECTO

REVISIÓN Y/O AJUSTE Y/O ACTUALIZACIÓN Y/O MODIFICACIÓN Y/O INCORPORACIÓN Y/U OPTIMIZACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III.

DESCRIPCIÓN

A continuación, se presentan las consideraciones principales que el Contratista debe tener en cuenta para el desarrollo de la actividad de Revisión y/o Ajuste y/o Actualización y/o Modificación y/o Incorporación y/u Optimización y/o Complementación de los Estudios y Diseños a nivel de Fase III, de obras requeridas.

El desarrollo de estos documentos debe realizarse de acuerdo con los lineamientos y requerimientos Técnicos establecidos por el Instituto Nacional de Vías a través de la Subdirección de Planificación de Infraestructura.

Cabe resaltar que los presentes REQUERIMIENTOS TÉCNICOS son una guía básica que el consultor deberá seguir sin perjuicio de poder aportar más al objetivo de obtener unos estudios y diseños óptimos y claros que permitan la construcción de las obras sin ningún contratiempo técnico.

La Revisión y/o Ajuste y/o Actualización y/o Modificación y/o Incorporación y/u Optimización y/o Complementación de los Estudios y Diseños a nivel de Fase III, serán la base para la construcción de las obras del contrato contenidas en el Anexo Técnico.

Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar.

Las intervenciones que se realicen sobre los estudios y diseños durante la etapa de pre-construcción, deberán observar y atender los criterios de optimización técnica consignados en resolución 20213040041135 del 13 de septiembre de 2021 y la utilización de las especificaciones las nuevas tecnologías e innovación que se encuentren normalizadas por el Instituto.

Realizar sobre los estudios y diseños existentes las Intervenciones necesarias y suficientes para poder construir la obra del contrato.

El Contratista debe ejecutar el objeto conforme a las condiciones actuales, a la normatividad legal y técnica vigente a la fecha de publicación de la presente Licitación y de conformidad con los presentes “Requerimientos Técnicos”.

El Contratista será responsable de un adecuado planeamiento, programación, conducción de estudios, diseños y en general, por la calidad técnica de todo el estudio, que deberá ser ejecutado en concordancia con las

normas, especificaciones y manuales técnicos vigentes al momento de desarrollar los estudios y los estándares actuales de diseño en todas las especialidades de ingeniería relacionadas con el presente estudio.

El Contratista deberá adelantar las gestiones y trámites ambientales y sociales necesarios, para la elaboración de los volúmenes correspondientes, y posterior radicación de los documentos y soportes requisito para la obtención de todos los permisos, autorizaciones y/o licencias por uso, intervención y aprovechamiento de los recursos naturales y los demás necesarios, de acuerdo con los requerimientos y términos de referencia establecidos por la(s) Autoridad(es) Ambiental(es); con el fin de que el proyecto cumpla con toda la normatividad ambiental, gestiones sociales y prediales que permitan la construcción de las obras resultante de los estudios y diseños de la presente licitación.

De requerirse, el Contratista en todo momento deberá atender los requerimientos de información adicional y/o complementaria que efectúe la Autoridad Ambiental competente, por deficiencia de la información, falta de claridad de criterios y conceptos técnicos y/o calidad del producto, atender las visitas de la Autoridad Ambiental competente y adelantar las gestiones necesarias para la obtención de pronunciamiento.

Así mismo, en el componente ambiental, predial y social, el Contratista no solo será responsable de la elaboración de los documentos técnicos y volúmenes correspondientes, sino también, de realizar y/o apoyar a la Entidad en las gestiones pertinentes y necesarias ante las Autoridades Ambiental correspondiente; sin exonerar la responsabilidad del Contratista e Interventor, sobre la calidad de los productos elaborados.

Es una obligación del Contratista realizar la investigación, recopilación de información, análisis de la legislación ambiental vigente que incida en el proyecto, necesarios para adelantar las gestiones y/o trámites requeridos y pertinentes sobre las posibles afectaciones y/o restricciones presentes, por parte de las autoridades ambientales competentes en la zona.

Se deberá realizar por el Contratista, la investigación y evaluación de las áreas con restricciones ambientales, arqueológicas, entre otras, con el fin de garantizar la conservación del entorno físico, biótico y social del área del proyecto dentro del análisis requerido para la elaboración del Estudio Ambiental y Social del proyecto.

Teniendo en cuenta la prioridad que tiene la ejecución de las obras diseñadas, el INVIAS exigirá al contratista, entregas parciales de tramos estudiados y diseñados.

El Contratista deberá responder por la calidad de la revisión, ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación de los Estudios y Diseños mediante la suscripción de la garantía de calidad de los estudios y diseños, la cual será aprobada por INVIAS.

El valor de los Estudios y Diseños para Mejoramiento de Carreteras se ha contemplado como una bolsa general dentro de la cual se encuentran previstos todos los costos Directos e Indirectos en que se pueda incurrir por parte del Contratista para su respectiva elaboración.

Los estudios y diseños existentes, si los hubiere, sirven como información de referencia para los posibles oferentes, sin embargo, no exonera la responsabilidad de los interesados de revisar y evaluar la información total de la presente Licitación Pública, información secundaria y adelantar la visita de campo al sector objeto del presente estudio, en caso de considerarlo necesario por cada uno de los interesados.

El Contratista deberá evaluar la afectación que se puede generar a la movilidad peatonal y vehicular en vías veredales de la zona e identificar los accesos peatonales que pudieran verse afectados con la ejecución del proyecto, por lo cual, deberá evaluar la movilidad del área tendiente al planteamiento de las medidas de manejo correspondientes.

En adición, el Contratista recopilará y analizará toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto. También debe consultar los archivos de otras entidades gubernamentales o privadas que dispongan de información relacionada con la carretera en estudio.

El Contratista seleccionado, deberá llevar a cabo todas las labores necesarias para desarrollar los estudios y diseños que incluyan los volúmenes que hacen parte de una Fase III y/o Fase II Avanzada, según corresponda, cuya aplicación o no en el proyecto de interés, será previamente concertada entre las partes (Consultor e Interventor) y presentada para aprobación final a la Entidad:

VOLUMENES RESULTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL FASE III:

VOLUMEN I. ESTUDIO DE GEOLOGIA.
VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCION.
VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
VOLUMEN IV. ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION.
VOLUMEN V. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS.
VOLUMEN VI ESTUDIOS COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.
VOLUMEN VII ESTUDIO GESTION PREDIAL.
VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO.
VOLUMEN IX INFORME FINAL EJECUTIVO

VOLUMENES RESULTADO DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL FASE II AVANZADA / FASE III CONTRATACIÓN:

VOLUMEN I. ESTUDIO DE GEOLOGIA.

VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCION.
VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
VOLUMEN IV. ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION.
VOLUMEN V. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS.
VOLUMEN VI ESTUDIOS COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.
VOLUMEN VII ESTUDIO GESTION PREDIAL.
VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO.
VOLUMEN IX INFORME FINAL EJECUTIVO

Las especificaciones de las actividades requeridas para la elaboración de los estudios y/o diseños, se desarrollarán teniendo en cuenta lo indicado en los presentes Requerimientos Técnicos, especificaciones técnicas y normatividad vigente; cumpliendo los manuales de diseño, normas de ensayo y auscultación, y especificaciones generales de construcción de carreteras. También debe considerar en el diseño la aplicación de nuevas tecnologías que hayan sido probadas y aprobadas por reconocidas entidades normalizadoras en el ámbito nacional.

El Contratista/Consultor, con la aprobación de la Interventoría, podrá ajustar el contenido y desarrollo de los volúmenes y/o entregables que hacen parte de estos estudios y diseños, a los presentes requerimientos técnicos, siempre y cuando cumpla con el objeto contractual y el alcance definido para cada volumen en el Anexo Técnico.

Se debe programar las visitas de campo necesarias por parte de los especialistas y profesionales encargados del desarrollo del proyecto, para el levantamiento de información y programar una visita conjunta entre los profesionales de consultoría e interventoría para la validación del diseño.

Debido a la necesidad que tiene la entidad en construir y recopilar elementos para implementar a mediano plazo la metodología BIM, el consultor debe presentar una metodología para el manejo y gestión de información durante el desarrollo del proyecto de consultoría hasta la obtención del producto final.

Esta metodología complementaria, podrá desarrollarse apoyada en diagramas de flujo y/o diagramas lo suficientemente claros en donde se visualice e indique por lo menos los siguientes aspectos:

- Información del proyecto, alcance de los estudios y diseños (nivel de información)
- Lo(s) nombres y la reseña profesional de la(s) persona(s) que desempeñarán la función de gestor(es) de la información
- La matriz de responsabilidades dentro del equipo del proyecto en la ejecución de tareas y generación de entregables

- La estrategia de organización y manejo de la información durante la ejecución del proyecto.
- La estrategia de consolidación y entrega de la información resultado de la consultoría al INVIAS
- La infraestructura tecnológica (aplicaciones Software y Hardware) a adoptar.
- Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional.

Aspectos relativos al Componente Vial

Este trabajo consiste en realizar ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación y/o elaboración de los estudios y diseños de obras con sus cálculos respectivos por parte del Contratista, con el fin de determinar los trabajos necesarios para el diseño y/o mejoramiento de las obras a implementar en el proyecto y/o condiciones existentes, en los diferentes sectores que requieran intervención con las obras requeridas para el pavimento, obras de drenaje, obras de contención, puentes, diseño geométrico, seguridad vial, entre otras como: fresado, reciclado, parcheo, bacheo y refuerzo de pavimento, obras de drenaje y de estabilidad, diseño de pavimento, y obras requeridas según los estudios del proyecto, evaluación y cálculos estructurales para la reconstrucción de obras de drenaje y/o sitios inestables en puntos críticos etc., acorde con los sectores y longitudes establecidas en los anexos técnicos, pliegos de y/o definidas en coordinación con la Interventoría y el Supervisor técnico del Contrato de la Territorial respectiva.

El contratista deberá investigar y consultar los estudios y/o diseños existentes, si los hubiere, con el fin de revisarlos, complementarlos, actualizarlos y/o ajustarlos y/o elaborar los nuevos, cuando ello se requiera para lo cual recopilará y analizará toda la información que represente alguna utilidad para el proyecto. También deberán consultar los archivos de otras entidades gubernamentales o privadas que tengan que ver con la(s) carretera(s) en estudio e Instrumentos de planificación territorial (PBOT, EOT, POT, POMCAS, etc.) y estudios de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo.

Será aplicable la normatividad técnica vigente del INVIAS, representada en los documentos técnicos que se encuentren formalmente adoptados por la Institución. Si a través del ajuste y/o actualización, las condiciones existentes en el sitio debidamente analizadas permiten aplicar los diseños de obras típicas existentes en documentos técnicos adoptados por el Invías, será posible realizar de una manera rápida la revisión de los diseños típicos que se han estado utilizando, con miras a su implementación en cada sitio específico, incluyendo el componente abiótico (geología, geomorfología e hidrogeología), el análisis geotécnico suelo y subsuelo, estructuras de drenaje superficial y subterráneo, y obras de contención para estabilización de la banca; así mismo, el contratista paralelamente deberá investigar y consultar los diseños existentes, si los hubiere, con el fin de complementarlos y/o ajustarlos.

Una vez se defina la alternativa de solución a implementar, el Contratista procederá a efectuar los correspondientes cálculos y/o diseños que se requieran con el fin de materializar las obras, los cuales deberán ser revisados y aprobados por la Interventoría; en todo caso el Contratista presentará los Análisis de Precios Unitarios No Previstos que pudiesen ser requeridos al Interventor para su revisión y aprobación, de acuerdo

con los lineamientos establecidos en el Manual de Interventoría para tal fin. Para estos efectos el contratista deberá contar con un grupo de especialistas en cada área disciplinaria.

La información que se debe consultar debe hacer referencia principalmente a los siguientes aspectos: geología, geomorfología, hidrogeología, hidrología, topografía, geotecnia y fuentes de materiales, drenaje y subdrenaje, tránsito, factores ambientales, diseño de mezclas y diseño de pavimentos, mantenimientos y/o rehabilitaciones realizadas a la(s) vía(s).

Si se involucra diseño geométrico, diseño de pavimento nuevo y/o evaluación de alternativas de rehabilitación del pavimento existente y a su vez diseño de obras de arte y de estabilidad, o bien otro tipo de obras contempladas en el proyecto que requieran complementación, ajuste o actualización, éstos se llevarán a cabo simultáneamente, dados los plazos reducidos de los contratos, por consiguiente, la interventoría revisará y aprobará los mismos en la medida en que se vayan entregando, a fin de acometer de inmediato la ejecución de las obras.

Esta actividad se adelantará teniendo en cuenta los siguientes documentos: 1) La guía metodología para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, adoptada mediante resolución No 0743 del 04 de marzo del 2009 del Ministerio de Transporte o el que lo sustituya y se encuentra vigente; 2) El manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, adoptado mediante resolución No. 005867, de 12 de Noviembre de 1998, emanada de la Dirección General del Instituto o el que lo sustituya; 3) El manual de diseño de pavimentos asfáltico en vías con medios y altos volúmenes de tránsito, adoptado mediante resolución No. No. 3482 del 29 de agosto del 2007 del Ministerio del Transporte ò aquel que lo sustituya; 4) Manual de diseño geométrico, actualizado mediante resolución No. 000744 de 4 de marzo de 2009, emanada del Ministerio del Transporte o el que lo sustituya; 5) Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura - subsector vial como instrumentos de autogestión y autorregulación, adoptado mediante resolución No. 07106 de 02 de diciembre de 2009, emanada de la Dirección General del Instituto o el que lo sustituya; 6) Manual de drenaje para carreteras, adoptado mediante resolución No. 000024 de 07 de enero de 2011, emanada del Ministerio del Transporte o el que lo sustituya; 7) Manual de estabilidad de taludes, geotecnia vial INVIAS; 8) El reglamento colombiano de construcción sismo resistente vigente; 9) Las especificaciones particulares que pudieran resultar para este proyecto; 10) Las normas de ensayo de materiales para carreteras del Instituto Nacional de Vías vigentes; 11) Especificaciones generales de construcción de carreteras; 12) Manual de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras adoptadas mediante resolución No 1376 del 26 de mayo del 2014 del ministerio del transporte 13) Norma Colombiana de diseño de puentes CCP-14 14) Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras adoptado mediante resolución No 1049 del 11 de abril del 2013 del ministerio del transporte; 15) Manual de mantenimiento de carreteras adoptado mediante resolución No. 4046 del 22 de junio del 2018 de la dirección general del Invías 16) Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito adoptado mediante resolución No. 0803 del 06 de marzo del 2009 del ministerio del transporte.

Igualemente se consideran e incluyen las obras anexas y las demás que sean necesarias para la funcionalidad

del proyecto, de acuerdo con el resultado de la Revisión y/o Ajuste y/o Actualización y/o Modificación y/o Incorporación y/u Optimización y/o Complementación de los Estudios y Diseños a nivel de Fase III.

En los trabajos de campo, el Contratista utilizará equipos que cuenten con tecnología de punta, de manera que se minimicen las incertidumbres y tiempos de medición o exploración. Los equipos deben estar debidamente calibrados presentando a la Interventoría, las constancias de mantenimiento y calibración. Adicionalmente, teniendo en cuenta que se requiere la ejecución de ensayos, estos deberán realizarse en laboratorios acreditados por el organismo competente, como la ONAC, o laboratorios idóneos certificados con las normas ISO/IEC 17025:2005 o como mínimo ISO9001:2015, o versiones más recientes, que aseguren la adecuada medición e identificación de los atributos técnicos. Los certificados de acreditación o idoneidad, deberán ser entregados al Interventor antes de la realización de los ensayos, esto con la finalidad de que la Interventoría tenga aprobado el laboratorio de suelos y pavimentos previo al inicio de los trabajos de campo. Los ensayos (perforaciones, apiques, trincheras, sondeos geofísicos) deben quedar debidamente referenciados para de esta manera poder ser incluidos en un sistema de información geográfica.
En el desarrollo del contrato se deben cumplir los manuales de diseño, normas de ensayo y auscultación, y especificaciones generales de construcción de carreteras vigentes al momento del Concurso de Méritos, y demás normatividad y actividades descritas en los presentes Requerimientos Técnicos. También se deberá considerar dentro de las alternativas de solución en el diseño, así como en la ejecución de tramos correspondientes a los contratos de obra, la incorporación de NUEVAS TECNOLOGÍAS, de conformidad con lo establecido en el artículo 173 de la Ley 1955 de 2019 “Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 - Pacto por Colombia Pacto por la Equidad”.

- **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE III (DISEÑOS DEFINITIVOS):**

- **VOLUMEN I. ESTUDIO DE GEOLOGIA**

El alcance fundamental del estudio geológico y geomorfológico detallado de la zona de influencia de los estudios y principalmente del corredor vial, es la de identificar todos los problemas de inestabilidad que se puedan presentar a la hora de la ejecución de la obra y ponga en riesgo la estabilidad de las mismas.

Adicionalmente el consultor deberá caracterizar las fuentes de materiales y ubicar los posibles sitios para la disposición del material sobrante de corte, desarrollar los análisis de estabilidad, seguridad, obtención de materiales de construcción, disposición de materiales sobrantes de excavación así como todo lo relacionado con el estudio ambiental.

- **VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.**

Comprende la realización de todas las actividades necesarias para exploración de los suelos, con el fin de caracterizar e identificar los estratos de los suelos que conforman el corredor, así como la caracterización

detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán las obras, conforme los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen para los estudios y diseños.

Así mismo el estudio de suelos es fundamental para el diseño de fundaciones de puentes, pontones, obras de drenaje y otras estructuras de contención, sitios críticos de inestabilidad, consiste en ejecutar, mediante sondeos o perforaciones, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas. A parte de la exploración por métodos directos con recuperación de muestras, como sondeos y apiques. Como complemento a estas investigaciones, se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geo eléctricos o líneas sísmicas.

- **VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.**

Tiene como fin determinar las condiciones de estabilidad de los taludes superior e inferior de la vía, definición de las condiciones como inclinación de taludes, obras hidráulicas, bermas que garanticen la estabilidad de los taludes que se requieran en la ejecución del proyecto de mejoramiento y pavimentación.

- **VOLUMEN IV. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**

El alcance fundamental del Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación consiste en realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto, con los registros históricos completos disponibles y no limitarse a los últimos años. El objeto de este volumen es obtener el diseño, dimensionamiento, ubicación, niveles para drenajes mayores y menores de obras como son (puentes, pontones, alcantarillas, cunetas y demás obras hidráulicas necesarias para el proyecto). Lo anterior basado en los estudios hidrológicos, hidráulicos y de socavación. Estas deben ser concordantes con el diseño geométrico de la vía.

- **VOLUMEN V. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS**

El objeto de este Volumen es la realizar el diseño de todas y cada una de las estructuras que permitan garantizar condiciones de estabilidad y continuidad del alineamiento, tomando como base los parámetros de geometría, geología, fundaciones, hidráulica, urbanismo y ambiental. El objetivo es tomar los parámetros establecidos en los estudios complementarios aplicables requeridos y realizar un análisis de alternativas para de allí concluir en la selección y ejecución del proyecto estructural definitivo real y ejecutable.

- **VOLUMEN VI. COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL**

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamiento generales del PAGA

y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apendice D – Ambiental y Apendice E – Gestión Social** que hacen parte integral del presente proceso.

- **VOLUMEN VII. ESTUDIO GESTION PREDIAL.**

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apendice F – Gestión Predial** que hace parte integral del presente proceso.

- **VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS NO PREVISTOS Y PRESUPUESTOS.**

En éste volumen se elaborarán los análisis de precios unitarios No Previstos que pudiesen ser requeridos, de acuerdo con los precios de mercado de los insumos en la zona del proyecto, se calcularán los presupuestos con las cantidades de obra producto de los diseños, se definirán las especificaciones particulares y se propondrá programa de trabajo para la ejecución de las obras.

- **VOLUMEN IX. INFORME FINAL EJECUTIVO**

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que le permita al lector, conocer la localización geográfica de las obras a construir, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo en estudio, conocer la importancia socio-económica del mismo y a través de una ficha técnica resumen disponer de los resultados técnicos más importantes de cada uno de los volúmenes desarrollados en la consultoría. De igual manera, para la construcción el consultor definirá las especificaciones generales y particulares aplicables al proyecto. Así mismo el Consultor deberá preparar una presentación en donde se muestre en resumen de los aspectos más relevantes del estudio así como de los resultados del mismo, la cual deberá exponer ante el personal técnico de la entidad, por el Director del estudio y de los especialistas que se consideren necesarios.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS – FASE III

- **VOLUMEN I. ESTUDIO DE GEOLOGÍA.**

El volumen final de estudio de Geología deberá tener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. EXÁMEN DE LOS SITIOS DE PONTEADEROS Y/O PUENTES Y/O VIADUCTOS Y/O ALCANTARILLAS

CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE PUNTOS CRÍTICOS Y/O ZONAS INESTABLES
CAPÍTULO 4. TRABAJOS DE CAMPO
CAPÍTULO 5 ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO
CAPÍTULO 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES
CAPÍTULO 7. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN
CAPÍTULO 8. ESTUDIO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL CORREDOR
CAPÍTULO 9. ESTUDIO DE LAS ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 11. ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

El objetivo del estudio de geología es proporcionar la información de detalle para los estudios y diseños requeridos, a partir de la caracterización geológica y geomorfológica para la ingeniería de la zona del proyecto, realizar la descripción geológica detallada de los afloramientos, geomorfología de elementos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca de las perforaciones. Determinar mediante evaluación y análisis detallados los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará el proyecto, así como los sitios recomendados para el suministro de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes. Además, realizar los estudios de geología de detalle para los túneles y ponteaderos.

El estudio debe permitir tener la información para adelantar la caracterización geológica (tectónica, geomorfológica e hidrogeológica) y reconocer los principales problemas del corredor, a partir de cartografía geológica, técnicas geofísicas, y en caso de requerirse, perforaciones y excavaciones de ensayo que permitan definir los sistemas de investigación más apropiados para ser empleados en los estudios (Para garantizar una adecuada caracterización, el Contratista deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente.

Para aquellos puntos críticos y/o zonas inestables a lo largo del corredor en estudio, es recomendable: incluir capítulo descriptivo de hidrogeología (reconocer y caracterizar las unidades hidrogeológicas, zonas de recarga, transferencia y confluencia con definición de red de flujo subterráneo), el cual debe relacionarse con el flujo de agua subterránea (estratos profundos de suelos) y superficial; no obstante, se deberá estimar la posición del nivel freático medio y su posible variabilidad en diferentes épocas del año. Se elaborarán mapas geológicos generales, semi-detallados y detallados en escalas >=1:10.000 y <=1:1000 (perfiles y columnas estratigráficas que permiten definir parámetros geotécnicos de estabilidad), realizando también un análisis geomorfológico para la evaluación de procesos y riesgos naturales, con mapeo de procesos morfo dinámicos antiguos y recientes de unidades a nivel de componentes y elementos geomorfológicos. Para la realización del presente volumen, se deben realizar trabajos de topografía, planimétricos y altimétricos (curvas de nivel menor o igual al metro), los cuales deben permitir identificar las características y elementos físicos en el área de interés, para después graficar la forma de la zona de estudio en planimetría y altimetría, así como sus modificaciones

representándose en escalas adecuadas, obteniendo, ubicación, áreas, distancias y pendientes entre otros. De manera preliminar se recopilará información de tipo secundaria (cartografía básica digital en lo posible), para de esta manera determinar el tipo de metodología para la captura de información en terreno, y garantizar la calidad deseada para el proyecto. El Contratista debe iniciar con la recopilación de información secundaria disponible tanto la que cuenta el Servicio Geológico Colombiano, como la que pueda poseer los municipios, corporaciones regionales. Se deben identificar aquellas zonas que se puedan delimitar y que sean homogéneas en cuanto a sus características geotécnicas básicas (lo anterior denominado Unidades de Geología para Ingeniería UGI). El Contratista debe realizar una identificación de las UGI de acuerdo a su origen, que se complementará con la descripción litológica para cada uno de sus capas o estratos. Las UGI antes identificadas deben delimitarse con base en la clasificación del terreno en unidades geomorfológicas, con el apoyo de la información de tipo secundaria. La caracterización de esta UGI debe incluir levantamiento en terreno de datos estratigráficos y datos que puedan incidir en el comportamiento mecánico de los materiales, litología y rasgos estructurales (unidades de roca, unidades de suelo); lo anterior complementado con sondeos exploratorios (básicos y/o detallados), ensayos de laboratorio (ensayos que permitan la caracterización de los materiales); esta campaña exploratoria deben estar ubicadas en zonas estratégicas de la zona de estudio, las cuales sean representativas del área en particular. Los resultados cartográficos que se obtengan o produzcan deberán estar referidos al sistema de coordenadas Magna Sirgas, al igual se deben dejar referencias para poder previo a la implementación de las soluciones planteadas, realizar el monitoreo periódico de la zona. La estructura geológica adoptada para el diseño se debe mostrar en las secciones seleccionadas para el análisis. Se debe generar un mapa de geología para ingeniería el cual "*muestre información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicas actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería*" – Ref: GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA). Esta guía es aplicable tanto para puntos críticos independientes, como para zonas y/o tramos del corredor.

Dentro del alcance de esta etapa se busca proporcionar datos suficientes que permitan que la información entregada tenga un nivel de detalle del 100%:

• Proponer los taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones, fundación de los terraplenes, otras estructuras, estabilidad para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo, de haber presencia de roca se requiere que el profesional en la rama de geología efectué un análisis de estabilidad de taludes cinemático utilizando proyecciones estratigráficas o cualquier otro método, con el fin de posteriormente, se efectué el análisis de estabilidad desde el punto de vista geotécnico.

• Complementar en detalle la investigación geológica y geotécnica en zonas inestables, ponteaderos puentes y/o viaductos, fuentes de materiales y sitios de disposición identificados en la zona del corredor del proyecto.

• Recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción, los cuales cumplan las

normas de calidad, a menor costo y acorde con la viabilidad ambiental.

• Recomendar los sitios apropiados para disponer los materiales sobrantes y el manejo de los mismos de acuerdo con lo estipulado en el PAGA y/o E.I.A. y/o D.A.A.

• Efectuar la más acertada estimación posible del costo por los movimientos de tierras, con base en una adecuada clasificación de los materiales para pago.

• Recomendar la necesidad de introducir mejoras al proyecto desde el punto de vista geométrico acorde con las condiciones geológicas más favorables para realizar los cortes, y en concordancia con los riesgos y amenazas evaluadas.

• Definir de manera conjunta con la geotecnia la localización más adecuada para adelantar los trabajos de exploración de campo mediante la realización de perforaciones mecánicas en los sitios inestables, corredor del proyecto, fuentes de materiales, sitios de disposición de sobrantes, etc.

• Identificar de los núcleos de roca producto de las perforaciones, clasificación de los macizos rocosos, definición de parámetros que permitan especificar la resistencia de la roca, y definición del perfil estratigráfico, conjuntamente con el profesional especialista en Geotecnia.

• El consultor deberá caracterizar la geología del proyecto y determinar mediante evaluación y análisis detallados los aspectos de estabilidad de las áreas donde se desarrollará el proyecto.

Capítulo 2. ESTUDIO DE LOS SITIOS DE PONTEADEROS Y/O PUENTES Y/O VIADUCTOS Y/O ALCANTARILLAS

El geólogo hará el estudio geológico a escala mayor a 1:2.000 de los sitios de puentes, corrientes y alcantarillas importantes previstas. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado realizado. La resistencia de suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica descrito por Marinos et al. (2005).

Se realizarán los apiques y trincheras necesarios para describir los suelos y la meteorización de las rocas. Como técnica de comprobación y/o exploración se realizarán sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas, que servirán, en algunos lugares, para amplia investigación del subsuelo.

Se hará mapeo de los contornos estructurales con descripciones geológicas de los afloramientos, apiques,

trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones. Los cortes geológicos verticales, a escalas mayores a 1:2.000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Para el estudio de los ponteaderos y/o puentes y/o viaductos, se debe contar con los mapas de la geología y geomorfología regional, preparados con base en fotogeología y control de campo. A partir de la información recolectada se busca reunir información acerca de la evolución del río o quebrada y sus actuales tendencias de dinámica fluvial, de ser necesario durante el desarrollo de esta fase se puede complementar con nueva información de sensores remotos que permitan ampliar el rango de análisis multitemporal.

Se realizarán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca de las perforaciones. Para ampliar la investigación del subsuelo se pueden realizar sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georradar y perforaciones corazonadas.

El informe y mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento con la localización de estaciones apoyado en el levantamiento topográfico, que contenga unidades litológicas, elementos estructurales (tanto antiguos como recientes antiguos y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características.

La resistencia de suelos y se determinará mediante pruebas in situ y ensayos de laboratorio; en el caso de las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (RMR), se recomienda el uso de los formatos de recolección de información de caracterización del macizo rocoso del Servicio Geológico Colombiano de 2016.

Posteriormente se realiza un mapa de geología para ingeniería el cual es un tipo de mapa geológico que muestra información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicos actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería.

a. Caracterización de Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños. Para las pruebas no contempladas en las anteriores normas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este mismo orden.

Se debe entregar un informe sobre la descripción del tipo de perforaciones, apiques, exploración geofísica o ensayos realizados, su localización y abscisado, número, profundidad y resultados. No se limita el número de

ensayos, lo importante es obtener toda la información necesaria para lograr el conocimiento geotécnico y geológico de la zona de influencia y con especial interés en los sitios escogidos para los ponteaderos y/o puentes y/o viaductos.

El número y tamaño de las muestras y tipo de ensayo, deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, geología y geotecnia, las muestras tomadas serán representativas de las características existentes a lo largo del corredor en estudio.

Se complementará la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción, MASW y sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se deben presentar los planos y memorias descritas anteriormente, con las características físicas del suelo, geología y geotecnia y con los resultados, incluyendo una propuesta de recomendaciones constructivas y riesgos evidenciados.

Se presentarán en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, durante la estructuración y ejecución del Proyecto.

Capítulo 3. ESTUDIO DE PUNTOS CRÍTICOS Y/O ZONAS INESTABLES

En esta etapa se recolectará información del Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA del Servicio Geológico Colombiano. El geólogo efectuará la fotointerpretación y a partir de allí realizará la selección de algunos sitios de interés para hacer el levantamiento de información a escala 1:2.000 o 1:1.000 del corredor geotécnico, se utilizarán o modificarán los indicados para movimientos en masa por el Servicio Geológico Colombiano en su Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo del año 2016.

Se realizarán las descripciones geológicas detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras, corazones de suelo y roca de las perforaciones. Para ampliar la investigación del subsuelo se pueden realizar sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas.

El informe y mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento con la localización de estaciones apoyado en el levantamiento topográfico, que contenga unidades litológicas, elementos estructurales (tanto antiguos como recientes antiguos y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características.

Se hará un inventario de movimientos en masa en el corredor (activo e inactivo). Así mismo, se realizará a la escala indicada un mapa con los elementos geomorfológicos en la zona directa de afectación, como un insumo fundamental para este capítulo.

Las estaciones de campo deberán ser georreferenciados en el origen nacional en cumplimiento de la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi por el que se establece un sistema de proyección cartográfico con un único origen para Colombia.

De este proceso se realizará un informe y los mapas correspondientes a sitios inestables o críticos que alimentará el Volumen de geología.

Se debe presentar un mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos a lo largo del corredor, identificando históricamente y la situación actual, de los posibles riesgos geotécnicos y geológicos sobre el proyecto. Además, se debe establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad e identificar el problema de tal forma que se pueda conocer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad.

a) Caracterización de Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños. Para las pruebas no contempladas en las anteriores normas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este mismo orden.

Se debe entregar un informe sobre la descripción del tipo de perforaciones, apiques, exploración geofísica o ensayos realizados, su localización y abscisado, número, profundidad y resultados. No se limita el número de ensayos, lo importante es obtener toda la información necesaria para lograr el conocimiento geotécnico y geológico de la zona de influencia y con especial interés e información más detallada, en los sitios críticos del corredor.

El número y tamaño de las muestras y tipo de ensayo, deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, geología y geotecnia, las muestras tomadas serán representativas de las características existentes a lo largo del corredor en estudio.

Para los sitios inestables, deberá realizar por lo menos cuatro perforaciones mecánicas en cada sitio inestable, las cuales deberán llevarse a profundidades tales que permitan precisar la posición de la superficie de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competentes y la localización de los niveles freáticos.

Se complementará la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción y sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se deben presentar los planos y memorias descritas anteriormente, con las características físicas del suelo,

geología y geotecnia y con los resultados del diseño para concesión del pavimento, de estabilidad de taludes y cimentaciones. Incluyendo una propuesta de recomendaciones constructivas y riesgos evidenciados.

Se presentarán en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, durante la estructuración y ejecución del Proyecto.

La información que se obtenga de esta etapa deberá ser incluida en el Volumen geotécnico, hidrogeológico, riesgos, sostenibilidad, la estimación de costos y evaluación económica del proyecto.

Capítulo 4. TRABAJOS DE CAMPO

Durante esta etapa se realizarán las actividades de campo suficientes para verificar, comprobar o mejorar la información de sitios críticos, ponteaderos, túneles.

Para las actividades que se adelanten se seguirá la siguiente metodología:

Reconocimiento inicial de la vía actual y de los tramos de vía nueva que se van a intervenir..

Se debe recopilar información secundaria que permita reconocer rasgos litológicos, geomorfológicos y estructurales para ser usados en el análisis regional y realizar la búsqueda de la información asociada a la construcción de la vía que en el momento se quiere mejorar.

Se debe realizar la Fotointerpretación de las imágenes a nivel regional, que contengan los trazados posibles a ser evaluados, se identifican los elementos geomorfológicos, y con base en los sensores remotos disponibles en el área de estudio y/o a partir del modelo digital de elevación (DEM), modelo digital de terreno (MDT), definiéndose las alturas relativas (índice de relieve), la pendiente del terreno, información importante para ir delimitando las áreas que presentan formas y características homogéneas. A partir del análisis de las imágenes disponibles se realizará un mapa de cobertura de la tierra, el cual servirá de insumo para el análisis de amenazas geológicas y geología para túneles.

Etapa de campo o verificación en campo de los rasgos geológico – estructurales observados en el proceso anterior, delimitación de zonas homogéneas y producción de mapas de orden regional y de detalle. Se lleva a cabo mediante la determinación litológica en algunos afloramientos seleccionados, se corroboran y mapean los elementos geomorfológicos en cuanto a morfogenesis, morfología, morfodinámica y morfometría.

Para el caso de los ponteaderos se hace necesaria una fotointerpretación multitemporal de rasgos morfodinámicos y morfométricos del comportamiento dinámico del río o las quebradas en los sectores de interés. Además, se identifican y delimitan los sitios críticos.

Durante la etapa de campo se debe verificar los sitios críticos definidos durante la fotointerpretación para establecer aquellos que afectan la zona de estudio. Consolidando el catálogo histórico y un registro de los actuales movimientos mediante información levantada en campo y con el uso de imágenes de sensores remotos de resolución adecuada.

Elaboración de los mapas a partir de la cartografía básica, el modelo digital de elevación (DEM), modelo digital de terreno (MDT), los sensores remotos y la recolección sistemática de datos en campo.

Finalmente se prepara una síntesis de los resultados o informe geológico con los documentos de trabajo, cartográficos y fotográficos interpretados.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

Capítulo 5. ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO

El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:5.000 de una franja de cuatro km de ancho (o el ancho de franja que las condiciones particulares de la zona así lo amerite) centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología de gran escala y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada 1 m, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, posición estructural, patrones de afloramiento, tectónica (Estructuras geológicas antiguas y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. Si se requiere, se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares.

Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala >1:5.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Igualmente, se deberán localizar y analizar las condiciones geológicas para las zonas de disposición de materiales sobrantes, y presentar un plano de semidetalle (escala 1:10.000), para cada zona de disposición de sobrantes con la geología de la zona.

Posteriormente, se prepararán mapas geotécnicos en unidades homogéneas de terreno a escala >1:5.000.
Se deberá adelantar visita a los sitios más relevantes identificados en la fotointerpretación y visita e identificación en campo de las zonas de disposición de sobrantes.

Para los puntos críticos y zonas inestables del corredor es recomendable: El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:2.000 de una franja m de ancho que permita obtener la información necesaria, centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, contornos estructurales, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos se determinará mediante ensayos insitu y y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. (IRG) y con base en el mapa geológico, se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares. Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala 1:2.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones. Para el presente caso se debe hacer un inventario de movimiento en masa en la zona de interés (activos e inactivos). Como producto también se requiere a la escala indicada un mapa de unidades a nivel de elementos geomorfológico en la zona directa de afectación para ser insumo de las diferentes áreas para realizar los diseños definitivos de la solución requerida (obras de contención y/o viaductos y/o obras de alternativas de solución, etc…). Posteriormente se determinan las unidades geotécnicas homogéneas (mapas de unidades geotécnicas homogéneas), que se obtiene a partir de la sobreposiciòn del mapa de UGI y mapa de elementos geomorfológicos, los que fueron objeto de ajuste a través de la exploración geotécnica y sus respectivos ensayos de laboratorio.

b. Caracterización de Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños.

Capítulo 6. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, caracterización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes, teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el numeral correspondiente del Volumen Componentes Ambiental y Social.

Este capítulo se refiere a la localización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes,

teniendo en cuenta los criterios y requisitos establecidos en el numeral correspondiente del - Programa de Adaptación de la Guía Ambiental – PAGA y/o Estudio de Impacto Ambiental – EIA y/o Diagnostico ambiental de alternativa – DAA según el tipo de proyecto.

a. Información Básica

Se harán mapas geológicos a escala 1:1.000 de cada fuente potencial de materiales de construcción. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litoestratigráficas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas. La localización de las estaciones geológicas se realizará con las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado del proyecto.

La resistencia de suelos (mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (SMR) propuesto por romana, Resistencia Geológica (IRG) propuesto por Hoek Brown o el valor de Q de Vartón.

Se deberán realizar las excavaciones necesarias por medio de apiques, trincheras, y perforaciones corazonadas para determinar los espesores disponibles de materiales y obtener las muestras representativas. Se prepararán columnas estratigráficas de las diversas unidades. Se harán cortes geológicos verticales. Se harán las descripciones detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones.

Cada fuente de materiales debe tener como minimo los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio
- Propietario del predio.
- Área del Título minero
- Municipio, y concesión minera.
- Ubicación general de la fuente de material en la zona del proyecto y localización detallada en un mapa a escala.
- Cortes geológicos
- Si está o no en explotación
- Maquinaria y equipos
- Productos y precios.

Se debe definir el acceso a la fuente, el estado y características de este y la distancia por carretera al Proyecto.

b. Cálculo de Recursos y Reservas

Se denomina recurso de materiales de construcción una cantidad de roca o de arena o grava natural que pueda

ser empleada en la construcción de la estructura del pavimento, concreto estructural, terraplenes y pedraplenes, para obras de ingeniería. Se entienden por reservas la porción de los recursos identificados que pueden ser explotables económica y legalmente.

Las reservas se clasifican de acuerdo con el grado de certeza geológica sobre su existencia, en reservas posibles, reservas probables y reservas probadas. Las reservas posibles o inferidas, son aquellas cuyas estimaciones cuantitativas se basan principalmente en conocimientos amplios sobre el carácter geológico del cuerpo de material, para lo cual hay pocas muestras o mediciones, si es que las hay. Las estimaciones se basan en una continuidad o repetición hipotética de algunas evidencias geológicas como comparaciones con depósitos o yacimientos de tipo similar. Las reservas probables o indicadas son aquellas cuyos tonelajes se calculan en parte por medio de mediciones, y en parte con base en proyecciones a distancias razonables según los indicios geológicos. En este caso, los sitios disponibles para inspección, medición y toma de muestras están demasiado espaciados o son inadecuados para poder delimitar plenamente los cuerpos de materiales pétreos. Las reservas probadas o medidas son aquellas cuyo tonelaje se ha calculado utilizando las dimensiones que se aprecian en afloramientos, trincheras, labores mineras y perforaciones. Los lugares de inspección, muestreo y medición se espacian con tal proximidad que el carácter geológico del cuerpo se define con exactitud.

Se calcularán los volúmenes de recursos y reservas de materiales, con el mapa geológico y cortes geológicos verticales en serie, y se estimará una clasificación preliminar de los materiales para construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos.

Además, se deberá realizar un análisis sobre los permisos ante las autoridades ambientales, mineras y territoriales necesarios para la aprobación de las zonas, identificando los criterios y requisitos de dichas autoridades.

Se debe realizar un análisis de cada fuente de materiales con los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio
- Propietario del predio.
- Área del Título minero
- Municipio, y concesión minera.
- Ubicación general de la fuente de material en la zona del proyecto y localización detallada en un mapa a escala.
- Cortes geológicos
- Si está o no en explotación
- Maquinaria y equipos
- Productos y precios.

Se debe definir el acceso a la fuente, el estado y características de este y la distancia por carretera al Proyecto.

c. Caracterización de Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños, incluyendo el estudio químico (solo si es necesario) y petrográfico de secciones delgadas con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran atentar contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales como parte de la estructura del pavimento.

d. Informe de Fuentes de Materiales

El informe de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio de cada una de las fuentes potenciales para la construcción de la carretera.

Se deberá adelantar visita e identificación en campo de todas las fuentes de materiales identificadas para el proyecto.

Capítulo 7. ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

En el caso que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos e hidrológicos contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio del ponteadero, puente y/o viaducto, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación y su profundidad. Es importante que se tenga claridad del perfil de socavación a lo largo del eje del puente para la cimentación de cada uno de los apoyos.

Capítulo 8. ESTUDIO DE LAS AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL CORREDOR

Para el desarrollo de este capítulo se recolectará información secundaria de los estudios desarrollados por entidades competentes para el tema como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), El IDEAM, INVEMAR, la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNGRD), las Corporaciones Autónomas, Universidades, entre otras; sobre la posible ubicación y severidad de fenómenos naturales como inundaciones, incendios, sismicidad, movimientos en masa y sobre su probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y un área determinada; acompañada de información primaria recolectada durante la etapa de fotointerpretación y campo que permitan realizar el análisis de información a partir de la caracterización y zonificación para cada uno de las amenazas dentro del área del corredor geotécnico.

Estos estudios se basan en gran medida, en información científica ya existente incluyendo mapas geológicos, geomorfológicos y mapas de cobertura de la tierra, datos climáticos e hidrológicos, y mapas topográficos, fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Para el caso de la amenaza por los movimientos en masa se alimentará con la información con los puntos o sitios críticos evaluados anteriormente y se generaran los mapas correspondientes siguiendo la metodología que propone el Servicio Geológico colombiano en la Guía metodológica de 2016.

Capítulo 9. ESTUDIO DE LAS ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Se realizará el estudio geológico a escala 1:1.000 de cada zona de disposición de sobrantes, presentará un plano detallado con la localización de las zonas de disposición de sobrantes estudiadas en el corredor seleccionado, con su distancia al proyecto y la estimación preliminar del volumen de cada una de ellas.

Para tal efecto, será necesario adelantar visitas a los sitios identificados en la fotointerpretación como zonas de disposición de sobrantes.

Con base en información secundaria, recolección de información de campo de tipo técnica, ambiental y geotécnica, debe realizar el análisis sobre las posibles alternativas, localización, georreferenciación, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la vía, zonas de préstamos, así como zonas de botaderos para la disposición de material sobrante.

Además, se deberá realizar un análisis sobre los permisos ante las autoridades ambientales, mineras y territoriales necesarios para la aprobación de las zonas, identificando los criterios y requisitos de dichas autoridades.

Se debe realizar el diseño para concesión de las zonas de disposición de sobrantes, con los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio
- Propietario del predio:
- Área del predio
- Localización general y detallada en un mapa a escala.
- Precios.

Se debe definir el acceso a las ZODMES, características importantes y la distancia por carretera al sitio.

Capítulo 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Contratista presentará en este capítulo, en forma clara y precisa, los resultados del estudio geológico realizado, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados y aquellas que deban ser tenidas en consideración durante la fase de construcción.

Capítulo 11. ANEXOS

Se deberá organizar en medio digital toda la información producida y referenciar la información secundaria que se haya utilizado. De igual manera, se deberá clasificar para fácil consulta, tanto por parte del Interventor y/o del Invias, como por cualquier otra persona que se encuentre interesada en acceder a dicha información.

El consultor deberá elaborar los planos a la escala indicada e informes requeridos para el proyecto, considerando como mínimo los siguientes:

- **Informe Geológico para Ingeniería**

  - Mapa fotogeológico regional del área de estudio.
  - Mapa geológico estructural y geomorfológico regional.
  - Perfil geológico y geomorfológico.
  - Mapa geológico local que contenga la representación graficas de fallas, diaclasas y demás estructuras importantes a escala 1:2000
  - Mapa de estaciones de campo (afloramientos) a escala 1:2000.
  - Modelo digital de terreno (MDT) a la escala requerida 1:2000.
  - modelo digital de elevación (DEM) a la escala requerida 1:2000.
  - Mapa de cobertura de la tierra (Se sugiere el uso de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, 2010).
  - Mapa de localización de Apiques y Trincheras, Perforaciones, Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georradar realizados para la investigación del corredor a nivel general.
  - Registro de Apiques y Trincheras realizados para la investigación del corredor a nivel general.
  - Registro de Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georradar realizados para la investigación del corredor a nivel general.
  - Registro de Perforaciones realizados para la investigación del corredor a nivel general.
  - Mapa Geotécnico de Unidades geológicas para ingeniería (Unidades Homogéneas de terreno) del corredor geotécnico a escala 1:2.000.
  - Caracterización de materiales.
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **Productos generados para los ponteaderos y/o puentes y/o viaductos y/o alcantarillas:**

  - Informe Geológico para los ponteaderos
  - Mapa geológico para la zona del ponteadero, localización y Registro de Apiques y Trincheras para ponteaderos a escala 1:1000.
  - Mapa de localización y Registro de la exploración geofísica.
  - Mapa de localización y Registro de la exploración del subsuelo para ponteaderos.
  - Caracterización de materiales.
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **Productos generados para los puntos críticos y/o zonas inestables:**

  - Informe Geológico para de cada uno de los sitios críticos y zonas inestables y mapa de localización a escala 1:1000.
  - Mapa geológico local de cada una de los sitios críticos con sus respectivos perfiles y cortes a escala de detalle.
  - Caracterización de materiales.
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **Productos generados para las Fuentes de Materiales:**

  - Informe geológico de las fuentes de materiales presentes en el corredor.
  - Mapa de localización de las fuentes de Materiales.
  - Mapa geológico de las fuentes de Materiales a escala 1:1000.
  - Mapa geomorfológico de las fuentes de Materiales a escala 1:1000.
  - Caracterización de materiales.
  - Condición morfológica actual a escala 1:1000
  - Condición morfológica futura una vez terminadas las actividades a escala 1:1000
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **Productos generados para las zonas de disposición de sobrantes:**

  - Informe geológico para las amenazas geológicas presentes en el corredor
  - Mapa geológico de la zonas de disposición de sobrantes a escala 1:1000.
  - Mapa geomorfológico de las zonas de disposición de sobrantes a escala 1:1000.
  - Mapa de zonas de disposición de sobrantes a escala 1:1000.
  - Caracterización de materiales.
  - Condición morfológica actual a escala 1:1000
  - Condición morfológica futura una vez terminadas las actividades a escala 1:1000
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **Productos generados para amenazas geológicas:**

  - Informe geológico para las amenazas geológicas presentes en el corredor.
  - Mapa de cobertura de la tierra (Se sugiere el uso de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, 2010)
  - Mapas de amenazas geológicas del corredor geotécnico a escala 1:2000.
  - Caracterización de materiales
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **Productos generados para túneles:**

  - Informe geológico para túneles (que contenga recopilación y análisis de la información geológica básica de referencia existente, la fotointerpretación geológica y geomorfológica, con su verificación de campo).
  - Levantamientos geológicos de los portales, brocales y levantamiento de información estructural complementaria.
  - Marco geológico regional y geomorfológico (esta información hace parte de los primeros productos del corredor geotécnico, pero en este capítulo se hace énfasis en el tramo de los túneles).
  - Estratigrafía de las unidades geológicas afloran en el tramo de los túneles.
  - Geología estructural en el tramo de los túneles a escala 1:1000.
  - Condiciones geológicas esperadas en la excavación del túnel.
  - Geología de los portales a escala 1:1000.
  - Mapa de cobertura dela tierra a escala 1:1000
  - Geología de los pozos de ventilación.
  - Estimación de los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.
  - Mapa de localización de la exploración geotécnica realizada para túneles.
  - Mapa de localización de la exploración geofísica realizada para túneles.
  - Análisis de los registros geotécnicos y de instrumentación obtenidos con información secundaria en caso de existir.
  - Resultados de ensayos de laboratorio e in-situ. (estos se realizarán mínimo en la zona de portales por medio de sondeos de exploración con recuperación de muestras; y a criterio del originador, por medio de la realización de núcleos de perforación con la finalidad que sea suficiente para lograr el conocimiento geológico del macizo rocoso).
  - Conclusiones y recomendaciones.

- **VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.**

El Informe Final sobre los estudios de suelos para el diseño de fundaciones de puentes, obras de drenaje y otras estructuras de contención deberá contener los siguientes capítulos:

- CAPITULO 1 OBJETIVO Y ALCANCES
- CAPÍTULO 2 RECOPILACION DE INFORMACION
- CAPITULO 3 TRABAJOS DE CAMPO
- CAPITULO 4 CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO
- CAPITULO 5 ANÁLISIS SOCAVACION
- CAPITULO 6 ANÁLISIS GEOTÉCNICO
- CAPITULO 7 OBRAS COMPLEMENTARIAS

- CAPITULO 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- CAPITULO 9 ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Comprende la realización de la exploración y caracterización detallada de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras a lo largo del trazado, de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras.

b. ALCANCES

Ejecutar mediante sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas.

Las exploraciones que se lleven a cabo deberán definir en los estratos conformados por el suelo: Espesor de los estratos, Clasificación e identificación de los suelos, Propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad).

Para garantizar una adecuada caracterización, el Contratista deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio es recomendable: con base en la caracterización general obtenida, los ensayos y tomas de muestras in situ (sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas - instrumentación), el consultor deberá realizar un diagnóstico, reconocimiento y clasificación del movimiento en masa y el mecanismo de falla que intervino en este; en donde a su vez se realice una descripción precisa de los materiales que hace parte del movimiento. Dado que uno de los productos del capítulo de Geología para los puntos críticos y/o zonas inestables es la determinación de las unidades geotécnicas homogéneas, se debe para cada unidad establecer un modelo geológico – geotécnico. Los parámetros geotécnicos se obtienen a través de sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, definiendo los estratos conformados del suelo, en sentido de espesor, clasificación, identificación, para de esta forma determinar las propiedades de ingeniería que el consultor considere pertinente (entre otros: resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad), así como también permitirán determinar los parámetros geotécnicos. En este volumen para los puntos críticos y/o zonas inestables también se debe realizar una zonificación de amenaza (si es que existe en la zona de estudio), con la información de tipo secundaria (cartografía básica y/o modelo

digital del terreno y/o sensores remotos, registros de lluvias, registros de sismos) y primaria (perfiles topográficos), teniendo presente factores como cobertura y uso del suelo, unidades de geología para ingeniería UGI, geomorfología, exploración, el consultor puede realizar la respectiva modelación para la determinación de la zonificación de la amenaza, y a su vez plantear la solución ingenieril para la zona de interés. Los estudios en campo y posterior análisis, también serán insumo para definir y entregar los diseños de cimentación para las diferentes alternativas de solución, así como las obras de contención y/o estabilización de taludes y/o complementarias a la propuesta de diseño (trabajo conjunto con el área de estructuras – el diseño estructural). Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio.

Capítulo 2. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía y Diseño Geométrico, Geología, Hidráulica, Hidrología, Estructuras, Planos, y todo lo que se considere se debe incluir como estudios anteriores.

Apoyado en la visita de campo y con la información disponible, se hará una descripción general del proyecto desde el punto de vista geométrico, morfológico, incluyendo requerimientos estructurales de cada una de las estructuras proyectadas.

Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la descripción de la técnica de exploración realizada (sondeos, perforaciones, sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas), su localización y abscisado, cotas y coordenadas, número y profundidad.

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica para determinar los criterios geotécnicos necesarios para el diseño de los elementos de cimentación de las estructuras proyectadas, la cual podrá incluir un sondeo por estructura, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y previamente acordado con la interventoría. Esta información podrá ser complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

Por cada unidad de subestructura deberá realizarse una perforación, definiendo subestructura como parte del puente que recibe las cargas de la superestructura y las trasmite a las fundaciones. De esta manera se requiere de la ejecución de por lo menos un sondeo por estribo y un sondeo por pila del puente. La profundidad de las perforaciones deberá ser tal que permita recomendar de manera apropiada las condiciones de cimentación y deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras o documento equivalente.

En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m de profundidad y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

Capítulo 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Para determinar las características del subsuelo el Contratista deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural. Adicionalmente se deberá realizar un programa de ensayos de laboratorio que deberá contemplar como mínimo los siguientes ensayos: Granulometría, Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a lo largo del perfil del suelo entre otros.

Igualmente, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados de resistencia de la roca (compresión simple) cuando se vaya a apoyar la cimentación en ella.

La investigación de laboratorio abarcará todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del subsuelo; los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una suficiente caracterización del subsuelo, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

a. Perfil Estratigráfico

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) (AASTHO) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola mediante los perfiles estratigráficos.

b. Condiciones Especiales del Subsuelo

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, tales como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se proporcionarán recomendaciones sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Igualmente, se estimarán las condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes para la implantación de la estructura proyectada, y se diseñaran las obras de contención que se requieran para tal fin.

Capítulo 5. ANALISIS DE SOCAVACIÓN

En el caso de que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos, hidrológicos y de socavación contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio de ponteadero, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuentan para definir el sistema de cimentación y su profundidad. Es importante que se tenga claridad del perfil de socavación a lo largo del eje del puente para la cimentación de cada uno de los apoyos.

Dependiendo de la zona se pueden presentar fenómenos de erosión en los apoyos del puente en el nivel superior del perfil del terreno dada la morfología abrupta de la zona, la sección superior de la cimentación puede quedar al descubierto, lo cual implica ser evaluado dentro de los análisis de estabilidad.

Capítulo 6. ANÁLISIS GEOTECNICO

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar diferentes alternativas, y se recomendará la solución más viable, indicando el tipo y profundidad de la cimentación, previo análisis de la capacidad portante y deformación.

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el dimensionamiento de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de un plan de exploración geotécnico.

El estudio geotécnico incluye además el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, análisis sísmico sobre las estructuras, el modelo geológico –geotécnico en planta –perfil, en el que se incluirán las perforaciones y la implantación estructural del puente. Se debe indicar la ubicación del puente, la geometría, el número de apoyos, así como las condiciones estructurales relevantes para los análisis geotécnicos. Adicionalmente se requiere un análisis de cargas de levantamiento de tracción o cualquier otro análisis que requiera la condición estructural del puente. En el caso de cimentaciones profundas se deberá efectuar un análisis de resistencia frente a cargas laterales. Este análisis geotécnico se debe efectuar en cada apoyo del puente.

Capítulo 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Contratista recomendará obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura proyectada, en las cuales deberá incluirse el diseño y planos requeridos.

Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentará en forma sucinta, las características físicas del suelo y los parámetros de resistencia al corte y deformación utilizados en el dimensionamiento de los elementos de cimentación, al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: tipo, profundidad y cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, valor de la capacidad portante y parámetros de deformación vertical y horizontal, entre otros.

La consultoría deberá generar las recomendaciones para un posible monitoreo a través de instrumentación en cada uno de los puntos objeto de estudio.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Capítulo 9. ANEXOS.

El Contratista estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará el mapa de localización del proyecto, registro de la exploración en el terreno y ubicación en plano, resultados de ensayos de laboratorio in situ, planos topográficos, geológicos (en planta y perfil) escala 1:1000, y de obras (en planta y perfil) escala 1:500, fotografías del sitio en estudio.

Se hará entrega de toda la 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.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

- **VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.**

El Informe Final sobre los estudios para la estabilidad y estabilización de taludes debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
CAPÍTULO 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS
CAPITULO 5. DIAGNOSTICO GEOTECNICO
CAPITULO 6. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 8. ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Se pretende en este capítulo con base en los estudios geológicos y geotécnicos establecer las condiciones[1] geomecánicas de los suelos-rocas y generar el análisis de estabilidad, para de esta manera clasificar y caracterizar los movimientos, desarrollando medidas correctivas y/o prevención y/o control y/o estabilización, y así disminuir la condición de riesgo a en la zona (s) y/o punto de atención particular de riesgo a deslizamiento, bien sea para condiciones actuales y/o para aquellas que se deriven por la implantación del presente proyecto de diseño. El presente volumen debe pasar por el estudios geológico y geotécnico, diseño conceptual para atender la condición según sus limitaciones[2], diseños geológico y geotécnico detallado, diseño de alternativas[3] de estabilización (Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio), las cuales deben ser puestas a consideración de interventoría, para la elección de las favorable para el proyecto

En el caso de sitios críticos, los estudios deberán determinar la dinámica del movimiento, sus causas y las obras requeridas para su estabilización que permitan la operación vehicular de manera adecuada y segura.

1. *Dentro del análisis inicial se deben tener en cuenta antecedentes antrópicos y/o naturales, para generar una adecuada investigación de los deslizamientos.*
2. *Dentro de las limitaciones se puede considerar el acceso a materiales bien sea por su costo o por la consecución de los mismos, es por eso que de conformidad con lo establecido en el artículo 173 de la Ley 1955 de 2019, pueden aplicarse NUEVAS TECNOLOGÍAS*
3. *Las soluciones que el consultor plantee debe ser integrales y suficientes, involucrando en donde así se requiera propuesta de estabilización, obras de drenaje y subdrenaje, estructruras de contención, estructuras ancladas, pernos clavos, micropilotes, refuerzos, estructuras enterradas entre otras sin "limitarse" a las aquí mencionadas. Las soluciones integrales requieren el aporte y trabajo de otras áreas del proyecto.*

b. ALCANCES

Con base en los resultados del estudio de geología se deberá:

- Establecer de manera general las características geomecánicas de los suelos y rocas para la definición de los taludes de corte, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes.
- Plantear tipologías de propuestas de solución y atención de las zonas inestables, recomendando para cada sitio crítico, las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio en los cuales se requieran cortes en ladera que involucren una posible inestabilidad por la implantación de nuevas estructuras, se debe realizar la tipología de propuesta de solución correspondiente.

Capítulo 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

a. LOCALIZACION

El contratista deberá definir la localización de la zona en estudio y anexar un esquema de su ubicación, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento global de las condiciones actuales del corredor y de problemas de estabilidad en el sector de estudio.

b. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Apoyados en la visita de campo y la información disponible, se hará una descripción general del corredor y de su zona de influencia.

Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica para determinar de manera general los criterios geotécnicos y las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, sitios críticos, geometría de los taludes de corte y terraplenes, y las condiciones geotécnicas de las zonas de disposición de sobrantes. La exploración geotécnica deberá ser previamente aprobada por la interventoría, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y acorde a la definición de las zonas homogéneas, y podrá desarrollarse a través de sondeos, perforaciones y complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados en el estudio de suelos, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

Para el caso de sitios críticos, se deberá elaborar un programa de investigación y caracterización geológica y geotécnica de las áreas identificadas como potencialmente inestables, que permita recomendar las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el período de diseño de la vía. Las investigaciones consistirán en sondeos cuyo número y profundidad deberán ser definidos por el consultor y aprobados por la interventoría. Se podrá complementar la exploración mediante líneas sísmicas y/o sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una descripción estratigráfica completa.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la

firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

Capítulo 4. TOPOGRAFÍA EN SITIOS CRÍTICOS

Para los sitios críticos se realizará el levantamiento topográfico, que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre uno y cinco metros, según sea el caso. Dichos planos se harán a escala 1:200 ó 1:500, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Igualmente, se deberá indicar todo tipo de corrientes de agua existentes en la zona y la posición de la corona, sus flancos, pata y los escarpes principales y secundarios.

Capítulo 5. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, etc. se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos –geotécnicos a lo largo del corredor, y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes.

Para tal efecto serán necesarias visitas técnicas del geólogo y del geotecnista al proyecto, en las cuales se identificarán y corroborarán los resultados del estudio geológico, las condiciones de estabilidad de las laderas y el comportamiento de las mismas.

Para el caso de sitios críticos y como resultado del reconocimiento de la zona, se podrán establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identificará el problema de tal forma que se pueda establecer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad y a partir de éstos, definir un programa de actividades que conduzca a proponer alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución.

Capítulo 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Para cada zona homogénea se definirá la inclinación de los taludes, el ancho de las bermas y la altura de las mismas con las cuales se tienen factores de seguridad apropiados contra el deslizamiento. La definición de los parámetros para los análisis de estabilidad estará basada en la información existente, la geología y las condiciones de las laderas naturales, para tal efecto se podrá emplear la técnica del retro-cálculo. Igualmente se deberán definir las obras adicionales requeridas tales como zanjas de coronación, cunetas, filtros, drenes horizontales, etc. y las obras de contención como muros, anclajes, pernos etc. con los cuales se tendrá la estabilidad deseada, para poder tener unas cantidades de obra aproximadas.

Las zonas de disposición de sobrantes establecidas en el estudio geológico requieren del análisis geotécnico

que permita garantizar su utilización y limitar su altura.

Es necesario presentar un plano general (escala 1:10.000) con la localización de todas las zonas de disposición de sobrantes con su distancia al proyecto y el volumen estimado de cada una de ellas.

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Además de concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos para la estabilidad de los cortes, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes, se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se estime conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objeto del presente proyecto.

Capítulo 7. ANEXOS

- Informes de las visitas técnicas conjuntas del geólogo y geotecnista
- Registro de perforaciones, y registro fotográfico de cajas de muestras
- Planos generales de localización
- Plano geológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano geomorfológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano de localización de zonas de disposición de sobrantes (1:10.000)
- Plano de cada zona de disposición de sobrantes (Escala 1:10.000)
- Planos topográficos, geológicos y de obras (en planta y perfil, según el caso)
- Memorias de cálculo, Memorias de estabilidad, Diseños de obras.

- **VOLUMEN IV. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN**

El informe final sobre el estudio de hidrología e hidráulica deberá contener los siguientes capítulos:

- CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
  CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
  CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS
  CAPITULO 4. ESTUDIO DE SOCAVACION
  CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO
  CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

El Consultor efectuará los estudios hidrológicos e hidráulicos, requeridos para dimensionar las obras de drenaje

mayores y menores (puentes, pontones, box coulvert, alcantarillas, cunetas, etc.), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales, etc.) necesarias para el proyecto.

Consignará en forma concisa y sucinta la determinación cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto para realizar los respectivos análisis y diseños.

Presentará los análisis climatológicos del área aferente del corredor considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.

El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

Para aquellos casos donde el proyecto lineal contemple el diseño de nuevos puentes y/o reemplazo de puentes, el consultor debe considerar las siguientes recomendaciones: Establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial del rio, que permitan definir las dimensiones y ubicación de los elementos del nuevo puente, en función de la seguridad amenaza y posible vulnerabilidad de la nueva infraestructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones. Por otra parte, debe establecer a través del diseño el manejo de escorrentía superficial y flujo subsuperficial para garantizar la estabilidad de la infraestructura propia del puente y complementaria a dicha estructura. El Contratista deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas, caudal máximo de diseño, comportamiento hidráulico en la zona aferente a la nueva infraestructura, niveles máximos de agua, niveles mínimos del tablero del puente, 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.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio se debe suministrar toda aquella información de competencia del área de hidrología, hidráulica y socavación a las áreas de geotecnia, para de esta manera adelantar el análisis del efecto de la precipitación, aguas subsuperficiales y superficiales, cursos de agua paralelos a los puntos de atención, respecto a condiciones detonantes ante un posible movimiento en masa (para analizar posibles efectos del agua sobre el suelo: ablandamiento, presión de poros, tensiones capilares, subpresiones, fluctuaciones del nivel freático, lavado de materiales, aumento de densidad y todas aquellas que el consultor considere evaluar).

b. ALCANCES

Realizar los estudios hidrológicos, climatológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible, obtener los registros históricos completos y no limitarse a los últimos años. En todo caso, el Contratista 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.

Con estos estudios se determinará las cuencas, subcuencas y/o drenajes que atravesará el corredor vial, analizando las características de las cuencas como son área, pendiente de la cuenca y del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros; así mismo, se calculara los caudales y se definirán, las curvas intensidad duración frecuencia (IDF) de cada una de las cuencas y/o corrientes, en especial para puntos críticos hasta el sitio aproximado de cruce y se diseñarán las obras de drenaje mayores y menores y las obras de protección necesarias para el proyecto.

Revisar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje dimensionadas tanto mayores como menores, utilizando los caudales definidos en la revisión del estudio hidrológico.

Determinar la localización de las obras de drenaje mayores y menores y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas y de diseño geométrico del corredor vial.

La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores y menores deberán presentarse en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.

Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje existentes en concordancia con el diseño geométrico definitivo del corredor vial. Adicionalmente, el Consultor deberá realizar el Diseño del Drenaje de la Corona que garantice excelente visibilidad y evite entre otros el hidroplaneo, con las cuales se brinde seguridad y comodidad a los conductores.

Establecer las obras de drenaje especiales en zonas inestables, en las zonas de depósito de materiales sobrantes de excavación, en las fuentes de materiales y zonas de campamentos a utilizar, y en todos aquellos sitios que el proyecto lo requiera para proteger el corredor vial.

Evaluar la existencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del proyecto que afecte las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen el corredor vial.

Adelantar los respectivos estudios de socavación.

Información necesaria para el área de hidrología e hidráulica

Para el desarrollo del volumen referido a esta área, se deberá tener como mínimo la siguiente información que será la base inicial del presente estudio:

I. Identificación de cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25.000 o a mayor escala si los hubiere, de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios) que sean atravesadas por el corredor vial.
II. Identificación de estaciones climatológicas e hidrométricas del área aferente al corredor vial, operadas

por el IDEAM o por entidades gubernamentales o privadas.

III. Fotografías aéreas de los sitios de cruces más relevantes de las corrientes de tipo perenne, a escala 1:50.000 o mayor.

IV. Información de utilidad para los análisis de estabilidad de canales y de socavación: clasificación de la corriente, transporte de sedimentos, potencial de socavación, estabilidad del curso, materiales existentes en el lecho y las orillas, etc.

V. El Contratista 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 (inferior a 5 X 5) para definir la red de corrientes que atraviesan el corredor. Por tal razón el trazado de las cuencas para la obtención de los parámetros morfo métricos requeridos en los análisis hidrológicos se deberán obtener a partir de la cartografía IGAC escala 1:25.000.

VI. Para los análisis hidrológicos, hidráulicos y de socavación de los sitios de cruces de corrientes con obras mayores como puentes, pontones y box coulvert, el Consultor deberá adelantar los trabajos topográficos y batimétricos del cauce en una longitud de la corriente que sea el adecuado para garantizar la correcta modelación hidráulica de la corriente y la estructura.

Capítulo 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

a. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

El Consultor presentará una investigación en la cual consta la información existente, respaldada con fotocopias

mismo, incluyendo la longitud aguas arriba y abajo del sitio de estudio.

c. ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLOGICO

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, 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 precipitación, precipitación máxima en 24hr, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

El Contratista deberá calcular las Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia para la aplicación del método racional cuyo uso está limitado a cuencas con área de drenaje hasta de 2.5 Km^2. Estas se pueden deducir para diferentes periodos de retorno ya sea por el método simplificado establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios, o a partir de los registros pluviográficos (pluviográmas) de la estación representativa pluviográfica del proyecto. La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura y de lo establecido en el MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVIAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios. Se anexarán fotocopias de la información básica.

d. ANÁLISIS DE CAUDALES

En el caso que la corriente a analizar disponga de una estación hidrométrica con registros históricos de caudales máximos, 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 la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

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.

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

En ausencia de registros de caudales en las corrientes cruzadas por el corredor vial, 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.

Los caudales de diseño para cada fuente se deberán estimar por al menos tres métodos, pudiendo ser los descritos a continuación o en su defecto los que el Consultor estime y justifique, éstos podrán ser el Método Racional, Método del Hidrograma de Escorrentía Superficial, el Modelo Lluvia-Escorrentía propuesto por el U.S. SoilConservationService (U.S.S.C.S.), el Hidrogama Unitario (p.e: el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder, el Hidrograma Unitario Triangular, el Hidrograma Unitario del U.S.S.C.S y adoptado por el U.S. Bureau Of Reclamation), o el Método de Regionalización de Crecidas en Colombia desarrollado por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). En todo los casos el método seleccionado deberá cumplir con la restricción del área de la cuenca establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS.

El Contratista además de utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HEC 2- HighwayHydrology de la FHWA, ModelDrainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

e. JUSTIFICACIÓN DE FORMULAS EMPLEADAS

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 la metodología utilizada estableciendo sus ventajas y criterios de selección.

f. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN

Se presentarán las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, etc., indicando finalmente el método de predicción adoptado. Esta labor es de importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

Capítulo 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

El objeto de los estudios hidráulicos es el dimensionamiento y diseño de las estructuras de capacidad apropiada utilizando los niveles y caudales obtenidos en el estudio hidrológico, para evacuar eficientemente las aguas que puedan afectar la estabilidad de la vía. Tal como lo establece el **Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS**, las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo una vía.

a. ANÁLISIS HIDRÁULICO Y DE SOCAVACIÓN

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales

de arrastre y la socavación. Igualmente se deberán determinar niveles de aguas y velocidades.

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes y los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas. También analizando el posible efecto erosivo que tengan corrientes paralelas, tanto sobre estructuras existentes como en la zona en general, lo cual tenga incidencia sobre la infraestructura vial.
En caso de requerirse en las obras mayores de drenaje, se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica.

b. GEOMORFOLOGÍA - DINÁMICA FLUVIAL

Los estudios geo-morfológicos explicarán la dinámica evolutiva de las corrientes de una zona en general, con el objetivo de ubicar y adoptar las obras de prevención, control y corrección más convenientes.

El Consultor deberá determinar las condiciones topográficas, morfológicas e hidrológicas de cada una de las cuencas y subcuencas aferentes al corredor vial, determinando entre otros el área de drenaje, pendiente de la cuenca y del cauce principal, coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, vegetación, tipo y uso del suelo, etc.

En aquellos casos donde el corredor vial discurra próximo a una corriente importante que pueda llegar a afectar la estabilidad de la vía, el Consultor deberá realizar un análisis multitemporal de las condiciones morfológicas y diseñar las obras de prevención y protección necesarias para evitar su daño. Para tal efecto el Consultor deberá utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar un análisis multitemporal del comportamiento de los cauces.

c. OBRAS MENORES

Se determinará el tipo de funcionamiento hidráulico en los aspectos de control de entrada y salida. Su eficiencia, altura, pendiente, longitud y posición con respecto al proyecto vial.

El Contratista deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, bateas, vados, badenes, estructuras de entrada y salida, y plasmar en planos los diseños específicos de cada sitio particular con sus cotas y coordenadas, así mismo deberá diseñar todas las estructuras de control hidráulico requeridas a la entrada y salida con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS**, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio como son las de la FHWA, el HEC 22 – UrbanDrainageDesign Manual, HEC 15 – Design of RoadsideChannelswith Flexible Linings, HDS 3 - Design Charts forOppenChanelFlow, Hds 4 – Design of Road Channels, HDS 4 –

IntroductiontoHighwayHydraulics, HEC 11 – Design of RiprapRevetment, HEC 14 – HydraulicDesign of EnergyDisipatorsforCulverts and Channels, el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, la Instrucción 5.2 – IC. Drenaje Superficial del MOPU de España, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Contratista justifique y considere apropiadas.

d. SUBDRENAJE

El estudio contemplará un análisis del subdrenaje primordialmente en todos los sitios donde haya evidencia de agua subterránea. El Consultor deberá garantizar la evacuación del agua existente en el suelo o la infiltrada para dar estabilidad a la estructura del pavimento y a los taludes de la vía.

Se presentarán recomendaciones y diseños específicos para cada sitio donde el corredor vial lo requiera, ya sea sobre los taludes aferentes a la vía y/o en la calzada. Así como en las zonas de disposición de sobrantes de excavación, zonas proyectadas para campamentos, fuentes de materiales, zonas de acopio, etc.

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con el Geólogo, Geotecnista y especialista en pavimentos.

Entre otros el Consultor deberá dimensionar y diseñar drenes horizontales – transversales – longitudinales, capas drenantes de pavimentos, pozos verticales de alivio, drenajes y/o filtros de muros de contención, galerías y trincheras drenantes.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS**, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA y la AASHTO.

e. DRENAJE DE LA CORONA

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

Entre otros, el Contratista a través de sus especialistas en Diseño Geométrico – Diseño de Pavimentos – Hidráulica, deberá evaluar el diseño geométrico que reduzca las trayectorias de agua que fluyen sobre la calzada para impedir que las películas de agua presenten un espesor que cause inconvenientes. De la misma manera, el especialista en Pavimentos deberá evaluar la utilización de la textura superficial de pavimento, ya sea rígido o flexible, que mejore la visibilidad y evite el hidroplaneo. El Especialista Hidráulico deberá calcular y diseñar las estructuras de drenaje (cunetas, canales, drenes y/o filtros transversales) que garanticen la evacuación y manejo eficiente del agua proveniente de la corona.

El Contratista podrá utilizar para el cálculo las metodologías propuestas en el **Manual de Drenaje para**

Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, o en su defecto las que considere más apropiadas para el tipo de proyecto específico y justificarlas.

f. HIDRÁULICA DE OBRAS MAYORES

Los análisis hidráulicos de las obras mayores se realizarán de acuerdo a lo establecido en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a Drenaje Superficia y Puentes, el cual deberá ser adecuado a las necesidades del proyecto considerando su magnitud y complejidad.

Entre otros el Consultor con sus especialistas evaluarán y justificarán su localización, cuantificarán los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán los levantamientos topográficos y batimétricos, los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la cual se determinará la rugosidad de la corriente y el diámetro medio representativo del material de lecho con el cual se calculará la socavación general y local si se trata de material granular o el parámetro que se requiera en los casos que se trate de material cohesivo; analizarán y evaluaran la dinámica del río y la presentarán a escala 1:10.000 o menor, el impacto aguas arriba y abajo generado por el puente, 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. De estos análisis se establecerá el gálibo requerido para la localización de la superestructura del puente.

Para su diseño el Contratista podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hydraulics of Bridge Waterways, HEC 22 - UrbanDrainageDesign Manual, HEC 21 - Design of Bridge DeckDrainage; el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Contratista justifique y considere apropiadas.

Capítulo 4. ESTUDIOS DE SOCAVACION

Los estudios de socavación consistirán en determinar profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes y por las diferentes estructuras.

Entre otros el Consultor deberá calcular y evaluar la socavación general y local para estructuras, implementando lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente al momento de los estudios.

a. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAMPO

El Contratista presentará el análisis detallado del sitio, cruce y ponteadero, puente y/o viaducto seleccionado, conociendo las secciones transversales del cauce o río aguas arriba y abajo. De la misma manera, se deberán presentar los perfiles topográficos longitudinales y batimétricos, zonas de desborde, alturas de creciente, tipo de suelo de orillas y lecho, líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, muestras y análisis de los sólidos de fondo (curva granulométrica) y determinación de diámetros característicos, pendientes hidráulicas y caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades críticas del fenómeno.

En cauces donde no sea posible la obtención de topografía de fondo, se harán levantamientos batimétricos con ese fin, lo mismo que muestras de los sólidos de fondo.

La selección de los equipos para la ejecución de batimetrías dependerá de la información requerida por el consultor, quien deberá sustentar la necesidad de dichos trabajos y presentar el procedimiento y/o metodología aplicable.

b. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS DE SOCAVACIÓN

El Contratista presentará las fórmulas más adecuadas a la morfología de la zona que permitan conocer la profundidad de socavación, a todo lo ancho del lecho, en la zona definida de influencia, en el lugar seleccionado para la implantación de la obra, y/o en un punto en particular donde exista un obstáculo y/o en sus orillas.

Para los valores críticos de socavación se recomendarán y dimensionarán las obras de control y protección.

Para su diseño el Contratista podrá utilizar como documento guía el **Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS**, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el Bottomless Culvert Scour Study, Bridge Scour in Nonuniform Sediment Mixtures and in Cohesive Materials, Enhanced Abutment Scour Studies for Compound Channels, HDS 6 - River Engineering for Highway Encroachments, HDS 9 - Debris Control Structures, HEC 18 - Evaluating Scour at Bridges, HEC 23 - Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures Vol 1-2 ; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas.

Capítulo 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

El Contratista 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; por ejemplo, milímetros promedio de precipitación multi- anual de la zona (gráficas y valores), caudal y niveles de diseño de “X” corriente - corrientes principales, temperatura promedio multi- anual, zonas críticas para el drenaje, periodo de lluvias para proyectar la ejecución de las obras, etc.

Adicionalmente, el Contratista deberá presentar los respectivos planos de áreas de aporte aferente, debidamente localizados y a una escala adecuada definido por los criterios del diseñador y con aprobación por parte de la interventoría.

El Contratista estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará los registros del IDEAM o entidad que suministre la información hidroclimatológica, 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.

Si el Contratista considera que deben incluirse o excluirse entregables, deberá solicitar y sustentar la modificación correspondiente.

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Contratista debe presentar en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, antes, durante la construcción y durante la etapa de operación.

Como parte del resumen solicitado se debe presentar un listado de las obras mayores y menores necesarias para el correcto drenaje del corredor tanto transversales como longitudinales (cunetas, zanjas de coronación, filtros, estructuras de encole y descole, estructuras de disipación) ya sean existentes que se mantengan en servicio o nuevas a implementarse con el proyecto debidamente abscisadas y georeferenciadas tanto en planimetría como altimétricamente. Así mismo de ser el caso se concluirá sobre las zonas inundables y las acciones o correctivos que se deban tomar.

Se deberá presentar los planos los cuales como mínimo debe contener la información solicitada en el numeral “INFORMACION DE PLANOS” del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente al momento de los estudios.

- **VOLUMEN V. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS**

El Informe Final del Estudio y Diseño de Estructuras deberá tener los siguientes componentes:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. GENERALIDADES
CAPITULO 3. ESTUDIOS REQUERIDOS
CAPITULO 4. PROYECTO ESTRUCTURAL

CAPITULO 5. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS
CAPITULO 6. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 7. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN
CAPÍTULO 8. ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES
CAPITULO 9. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN
CAPITULO 10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO
CAPITULO 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPÍTULO 12. ENTREGABLES Y ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Realizar los diseños estructurales definitivos para iniciar obra para cada una de las estructuras previstas como necesarias en el corredor, puentes, pontones, viaductos, muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje como, box-culverts, o cualquier estructura vial complementarias, que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo.

Se elaborará y presentará los diseños detallados de las estructuras que sean requeridas, los documentos presentados deberán contener toda la información necesaria y completa para que el constructor pueda materializar en campo las estructuras requeridas.

Se concluira sobre cuales estructuras y de que forma se intenvendran para obtener una via eficiente segura, presentandose intervenciones ejecutables, ya sea mantenimiento, rehabilitación, repotenciación, reforzamientos, cambios o construcción de estructuras nuevas complementarias. Se entregará toda la información necesaria y completa para la materialización en campo de las intervenciones requeridas.

b. ALCANCES

Realizar los diseños estructurales definitivos de todas las intervenciones necesarias de mantenimiento, rehabilitación, repotenciación, reforzamientos, remodelación, cambios o construcción de estructuras nuevas complementarias, entre otras que así lo requieran como puentes, estructuras, obras complementarias, viaductos, estructuras de contencion de tierras, estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, cimentación de la infraestructura necesaria para el proyecto, en el caso de estructuras especiales como falso túnel o pasos deprimido se debe considerar la iluminación, ventilación y demás elementos que correspondan para la correcta construcción de la infraestructura.

El Consultor deberá definir como mínimo y sin limitarse a estos, lo siguiente:

1. Ubicación,

2. Contexto y descripción del proyecto,
3. Memorias de cálculo.
4. Especificaciones técnicas con procesos constructivos.
5. Presupuesto con sus memorias de cantidades, análisis de precios unitarios.
6. Planos estructurales con detalles constructivos incluyendo despieces, conexiones, anclajes, correas, cables, secuencias constructivas, o detalles del procedimiento constructivo, dimensiones y secciones de elementos, materiales.
7. Recomendaciones constructivas.
8. Cronogramas de obra, en el que se contemple temporadas de lluvias.
9. Cualquier otro documento que sea relevante para dar inicio a la materialización de las estructuras, velando por alcanzar el objetivo que es lograr materializar el proyecto, en un tiempo acorde al cronograma.

Con base en los diseños definitivos elaborados, el consultor debe hacer un análisis económico de cada una de las alternativas planteadas (factor esencial para la selección de la alternativa constructiva) y la factibilidad que desde las demás áreas componentes de este estudio, le permitan viabilizar la ejecución del proyecto.

De acuerdo a la particularidad del proyecto se deben adelantar las patologías necesarias en las estructuras existentes, para determinar el grado de vulnerabilidad, las posibles limitaciones en su servicio y la vida útil remanente de la estructura. Para aquellos casos necesarios, el consultor deberá proponer acciones tanto correctivas, como preventivas y de mantenimiento, para garantizar el servicio de la estructura en las condiciones actuales, proyectando el tiempo de servicio con dichas acciones planteadas.

Respecto a la carga viva vehicular a utilizar será la designada como CC 14, o la que indique el código vigente en el momento de ejecución de los trabajos.

Se entiende por vida útil de un elemento o estructura, el periodo de tiempo a partir de su puesta en servicio, durante el cual debe cumplir la función para la que fue construido, contando siempre con la conservación adecuada pero sin requerir operaciones de rehabilitación. Para los puentes de carretera objeto de la presente Instrucción, se establece una vida útil de cien (100) años.

El sismo de diseño deberá tener una probabilidad de ocurrencia según se establece en el CCP 14 Vigente.

Las estructuras se deben diseñar considerando los aspectos de resistencia, facilidad de construcción, seguridad y servicio, pero también considerando debidamente los aspectos relacionados con la facilidad de inspección, economía, estética y la aplicación de nuevas tecnologías debidamente comprobadas.

Capítulo 2. GENERALIDADES

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura (cualquiera que esta sea), y criterios definidos de drenaje, geología y geotecnia, además del reconocimiento directo del sitio, se procederá a la adaptación de modelos, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y en general estructuras que atraviesen el eje definitivo del proyecto. Todos los diseños estructurales de puentes y pontones de luces mayores a 10 m, deberán considerar los estudios de efectos sísmicos según se requiera en las normas.

Es indispensable realizar una inspección, estudio y diagnóstico del estado actual de todas las estructuras que se encuentren en el corredor como puentes, pontones, viaductos, estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje o cualquier estrutura complementaria que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o este dentro del área de influencia del mismo. Se establecerá la capacidad operativa y técnica, identificándose los problemas funcionales de servicio o estructurales se que estén presentando en las diferentes estructuras.

Se detallará las fichas de toma de información de las inspecciones en campo, los ensayos destructivos y no destructivos necesarios a ejecutar, en general la obtención de información secundaria y primaria con la cual se realizará el análisis y posterior estudio de las estructuras que requieran de alguna intervención, sea mantenimiento, rehabilitación, reforzamiento, estructura nueva complementaria, cumpliendo todos los requerimientos de normas aplicables vigentes a cada estructura.

Para el diseño de obras de drenaje menores, deberán utilizarse los modelos de Manual de Drenaje para carreteras INVIAS vigente al momento de los estudios, en concordancia con el Especialista de Hidrología, Hidráulica y Socavación.

En el análisis y diseño de todas las estructuras, el Consultor deberá cumplir como mínimo, pero sin limitarse con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos vigentes al momento de la elaboración de los estudios:

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte
- 62
- Standard Specifications for highway bridges, para todos los casos que no se contemplen en el código colombiano de diseño sísmico de Puentes, o en los casos donde los procedimientos contemplados en su texto ya no sean válidos a la fecha del proyecto.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10
- ICONTEC
- ASTM
- AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 Bridge Welding Code versión vigente.
- AASHTO

La aplicación de cualquier norma no referenciada o como alternativa de las anteriorment citadas, deberá ser claramente justificada y aprobada por la interventoría.

a. Diagnóstico

Luego de que el profesional ha terminado con las actividades de campo, se analizará y se obtendrá un diagnóstico con el cual se podrá clasificar las estructuras de la siguiente manera, ejemplo:

1. No requiere intervención
2. Se requiere mantenimiento como sellado de fisuras
3. Se requiere un estudio adicional como:
   - Se requiere rehabilitación modificación parcial o totalmente de la estructura, por temas de servicio.
   - Estudio de capacidad de carga, para estimar la capacidad admisible de las estructuras para una nueva condición de carga, como por ejemplo el incremento en el tráfico y por consiguiente incremento en la solicitud de cargas.
   - Realizacion de ensayos para caracterización de los materiales, en cuanto a sus condiciones de resistencia a la comprensión, módulo de elasticidad estático o propiedades de durabilidad, caracteristicas fisicas y mecánicas de los elementos estructurales.
   - Al verse comprometida la seguridad se considerará realizar una repotenciación o reforzamientos, necesitandose un estudio de patología y estudio de vulnerabilidad sismica.
   - Diseños de estructuras nuevas o complementarias.
   - Demolición de estructuras actuales y obras nuevas por completo.
   - Cualquier otro estudio y análisis necesario para definir las intervenciones necesarias de mantenimiento, rehabilitación, repotenciación, reforzamientos, construcción de estructuras complementarias o nuevas sobre las estructuras.

b. Consideraciones Mínimas de Diseño

Se deben considerar requisitos mínimos sobre luces libres, protección ambiental, estética, estudios geológicos, economía, transitabilidad, durabilidad, facilidad de construcción, facilidad de inspección, mantenimiento y la implementación de nuevas tecnologías.

Se debe tener cuidado en considerar los requisitos mínimos para seguridad del tráfico.

Se deben incluir requisitos mínimos para las instalaciones de drenaje y medidas de autoprotección contra el agua, y las sales transportadas por el agua.

Reconociendo que numerosas fallas en puentes han sido provocadas por la socavación, se analizaran en detalle los aspectos hidrológicos e hidráulicos.

c. Disposición del Predio.

La ubicación y alineación de las estructuras de drenaje, se deberán seleccionar de manera que satisfagan los requisitos del tráfico en el tramo de vía del estudio.

Se deben considerar posibles variaciones futuras de la alineación o el ancho del curso de agua, la carretera o las vías férreas cruzadas por el puente.

Cuando corresponda, se debería considerar la futura adición de instalaciones de tránsito masivo o el ensanchamiento del puente.

d. Facilidad de Construcción.

Los puentes se deberían diseñar de manera tal que su fabricación se pueda realizar sin dificultades ni esfuerzos indebidos y que las tensiones residuales incorporadas durante la construcción estén dentro de límites tolerables.

Si el Diseñador ha supuesto una secuencia constructiva particular a fin de inducir ciertas tensiones bajo carga permanente, dicha secuencia debe estar definida en la documentación técnica.

Si hay restricciones al método constructivo, o si es probable que consideraciones ambientales u otras causas impongan restricciones al método constructivo, la documentación técnica deberá llamar la atención a dichas restricciones.

La documentación técnica debe indicar al menos un método constructivo factible.

Si el diseño requiere algún incremento de resistencia o soportes temporales, esta necesidad debe estar indicada en la documentación técnica. Se deben evitar detalles que requieran soldadura en áreas restringidas o colocación de hormigón a través de zonas con congestión de armaduras.

Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar la construcción de las obras de drenaje.

e. Economía

Los tipos estructurales, longitudes de tramo y materiales se deben seleccionar considerando debidamente el costo proyectado. Se debe considerar el costo de gastos futuros durante la vida de servicio proyectada. También se deben considerar factores regionales tales como las restricciones relacionadas con la disponibilidad

de materiales, fabricación, ubicación y transporte y erección.

Si los estudios económicos no permiten determinar una elección clara del tipo de estructura, su localización o sus materiales, el INVIAS puede requerir al consultor la preparación y cotización de documentación técnica alternativa. Los planos de diseño alternativos deben tener el mismo valor de seguridad, serviciabilidad y estética.

Las intervenciones que se decidan hacer sobre las estructuras se deberán plantear de tal manera que sean realizables, y se pueda materializar sin inconvenientes o contratiempos. Se deben considerar las condiciones climáticas e hidráulicas que pudieran afectar las intervenciones, indicandose temporada de lluvias, con un cronograma de obra.

Se indicarán los tipos de materiales, proveedores en la zona, metodología de construcción, mano de obra calificada, dimensiones y secciones, localización de la intervención, entre otros. En caso de que existan restricciones al método constructivo, la documentación técnica deberá llamar la atención a dichas restricciones.

f. Seguridad del Tráfico

Se debe considerar el tránsito seguro de los vehículos sobre la vía del proyecto. Se deben minimizar los riesgos para los vehículos que circulen por este tramo de vía.

Las columnas o muros para estructuras de separación de rasantes se deberían ubicar de conformidad con el concepto de zona libre según lo indicado en el Manual de Carreteras vigente publicado por el INVIAS.

Se confirmará que los diseños y estados de las estructuras existentes cuenten con las condiciones y caracteristicas adecuadas, para responder a solicitudes de carga según el tránsito actual y proyectado a futuro. Se garantizará la seguridad y sensación de seguridad a los vehículos sobre o debajo de la estructura mayor.

g. Programación o Cronograma

Se elaborará un programa general de pasos previos al inicio de obra y pasos durante la ejecución, en el cual se siga un orden cronológico, señalando las interrelaciones entre los diversos trabajos y garantizando que todas las obras queden concluidas con la calidad técnica requerida, con una duración y valor económico coherente a las intervenciones a realizar, recomendando un número de frentes de trabajo y ritmo requerido durante los trabajos.

El consultor podrá utilizar uno de los softwares del mercado como Project, Primavera o similar mostrándose el cuadro de recursos y asignación de los mismos, diagrama de Gantt con ruta critica y el análisis de tiempos de acuerdo a los rendimientos calculados para los recursos.

Capitulo 2. ESTUDIOS REQUERIDOS

Los estudios y diseños para estructuras de drenaje y demás estructuras necesarias, deberán ejecutarse de acuerdo con estos términos de referencia organizándolo por capítulos y conteniendo la descripción de las actividades realizadas con sus correspondientes memorias y conclusiones.

Todos los estudios son integrales para alcanzar el objetivo planteado; por lo que se debe tomar en cuenta que las memorias e información obtenida de las actividades realizadas son documentos de referencia que servirán para atender inquietudes presentadas durante la ejecución del proyecto, sin necesidad de adelantar investigaciones adicionales.

Siendo los planos los insumos básicos directos para la ejecución del proyecto, se requieren que estos contengan en forma clara, detallada y precisa, todos los aspectos concluyentes de los estudios adelantados, esto con el fin de garantizar la rápida accesibilidad e interpretación de la información. Es requisito esencial que esta información sea presentada en planos integralmente.

Los documentos del proyecto deberán presentarse en medios impresos y en medio digital en formato PDF, igualmente es requisito básico que los planos sean entregados en medio magnético en formato CAD editable, esto para verificaciones más exactas o de mayor precisión durante la etapa de ejecución de la obra, y demás requerimientos establecidos.

Capitulo 4. PROYECTO ESTRUCTURAL

En el proyecto estructural se realiza el diseño definitivo de las estructuras de drenaje y de la vía, como de las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Así, dentro de los productos correspondientes al diseño estructural que deben ser entregados por el Consultor están:

- Listado maestro de planos de cada volumen, debidamente codificados, y numerados conforme se presente al Instituto.
- Los planos de diseño estructural con todas las plantas, despieces, cortes y detalles de los elementos estructurales, según se indica más adelante.
- Las especificaciones técnicas, información que determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución material en la obra.
- Las memorias de cálculo: Las cuales deben tener el contenido indicado en este capítulo como mínimo.
- Los modelos matemáticos y de computador implementados son solo herramientas para alcanzar el objetivo planteado, sin embargo en el caso de procesos constructivos especiales, el consultor deberá, por requerimiento de la interventoría, suministrar los modelos estructurales utilizados para tal fin.

Capítulo 5. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS

La ejecución del levantamiento topográfico del sitio donde se localizará la estructura se realizará de tal manera que permita la elaboración de los diseños definitivos para Puentes y estructuras propuestos.

a. Levantamiento Topográfico

Siendo la topografía el documento base para la coordinación y evaluación de los estudios y diseños de esta fase, el Consultor deberá realizar:

- Un levantamiento topográfico en el área de localización de las estructuras, de tal manera que se cubra con suficiencia las posibles variaciones de diseño a tener en cuenta en la evaluación de alternativas. Esto es al menos 50 m aguas arriba y aguas abajo o más si la condición de diseño lo requiere.
- Referenciar el eje del proyecto horizontal, a la entrada y salida del ponteadero mediante mojones de concreto, estableciendo los valores X, Y y Z del proyecto.
- Presentar las carteras topográficas con los listados de tránsito, nivel y topografía.

b. Plano General

Se elaborará un plano general a escala 1:200 (mínimo). La planta-perfil a la misma escala del ponteadero 1:200 (mínimo). Todos los elementos deberán estar amarrados a la red geodésica nacional.

Se presentarán los perfiles longitudinales y transversales En la proyección del obstáculo se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, el eje debidamente referenciado y abscisado, cotas de rasante.

Se deberá referenciar espacialmente y a escala cualquier construcción existente tales como, estructuras de contención, obras de drenaje, alcantarillas, torres y cualquier otra estructura; indicando claramente en el plano el tipo de elemento.

Para cada una de las alternativas estudiadas, se deberán mostrar perfiles por el eje de la vía.

Para la alternativa seleccionada se realizará topografía a escala 1:200, replanteando la localización el perfil topográfico por el eje seleccionado y por los bordes del tablero proyectado, así como perfil topográfico paralelo por el eje de las unidades de infraestructura.

Capítulo 6. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

El proyecto estructural abarcara las siguientes fases:

a. Estudio de Alternativas

El estudio de alternativas comprende la implantación, definición arquitectónica general, pre-dimensionamiento estructural hasta estimación de cuantías para cálculo de cantidades y evaluación económica, técnica, ambiental de cada una de las alternativas propuestas.

El Consultor deberá presentar al menos (2) alternativas estructurales para cada uno de los puentes, muros de contención o viaductos objeto del estudio, con sus correspondientes análisis justificados de ventajas y desventajas que incluyan ademas del sistema estructural, tipo de material, la evaluación técnica, financiera, ambiental, considerando los parámetros geológicos, geotécnicos, ambientales, análisis de riesgos, con la obtención de un presupuesto aproximado con memoria de cantidades de obra preliminar.

En el análisis de ventajas y desventajas se deberán analizar aspectos técnicos, económicos y ambientales, esto tomando en cuenta variables como sistema estructural, material (concreto, acero), geometría, luces, afectación ambiental, urbanismo y paisajismo, hidráulica, estética.

Para seleccionar la alternativa que resulte más favorable, se hará en forma conjunta con el Interventor designado por el INVIAS.

Una vez definida la alternativa, el consultor deberá elaborar y presentar los diseños estructurales definitivos de todas las obras requeridas en el proyecto vial, a un nivel de DISEÑO DEFINITIVO DE OBRA, con todos los componentes y elementos estructurales, que se requieran para materializar en campo, los puentes, pontones, viaductos, muros o estructuras de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura vial complementarias, que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro de la área de influencia del mismo.

En el caso de requerir obras complementarias como: muros de contención de acompañamiento de terraplenes de acceso-pantallas, muros de defensa o protección de ribera aguas arriba ó aguas abajo, aliviaderos (box-coulvert, bateas, tuberías), entrega de aguas superficiales y aguas lluvias, para los accesos de los puentes o en algunos sectores del proyecto, el Consultor deberá presentar dos (2) diseños, de tal forma que en conjunto con el Interventor se determine la alternativa más conveniente a seleccionar desde el punto de vista técnico, estético, económico y ambiental.

Según los riesgos involucrados, se deberá cuidar de elegir ubicaciones favorables para los puentes y/o viaductos, es decir, ubicaciones que:

- Se ajusten a las condiciones creadas por el obstáculo a cruzar;
- Faciliten un diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento práctico y efectivo desde el punto de vista de los costos;
- Satisfagan los niveles de servicio y seguridad de tráfico deseados; y

- Minimicen los impactos adversos de la carretera.

El capítulo de evaluación de alternativas deberá presentar para cada alternativa evaluada planos de localización y pre-dimensionamiento total y memorias justificativas de cantidades y cuantías así:

b. **Condiciones de Carga de Diseño:** El proyecto estructural considerará las siguientes condiciones de cargas de diseños, como mínimo:

a. DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES DE SERVICIO: En esta etapa el diseño se realizará considerando las cargas actuantes durante la vida de servicio y las cargas eventuales como los movimientos sísmicos de diseño prescritos, así como los demás casos de carga que contempla la normativa que aplique según el tipo de estructura, cargadas sobre un modelo matemático apropiado a la estructura. Para el Análisis de la estructural, se determinará los desplazamientos máximos y las fuerzas internas que se derivan de ellos. El Consultor presentará a la Interventoría las memorias de cálculo, en el cual se especificará la metodología de modelado y análisis. Todos los datos obtenidos mediante un software deberán ser estudiados y validados por la interventoría para su respectivo aval.

   Los diseños de los elementos estructurales se llevarán a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Todos los elementos estructurales se diseñarán de acuerdo con los requisitos de la normativa que aplique. Por ejemplo, para la cimentación, las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el diseño de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geológicos, geotécnicos, hidráulicos y de socavación, definidos en los volúmenes relacionados a estas áreas de estudio.

b. DISEÑO ESTRUCTURAL EN CONDICIONES DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE: En esta etapa el diseño se realizará considerando las cargas generadas y asociadas a las condiciones del montaje y al proceso constructivo. Se verificará los esfuerzos y deflexiones en cada etapa de construcción, generados por la carga, descarga, eliminación o implementación de apoyos temporales. A consideración del diseñador y en conjunto acuerdo con la interventoría, se deberán especificar los criterios de control bien sea por medición directa de esfuerzos o deformaciones. Se incluirá detalles del procedimiento constructivo, identificando cargas y deformaciones del proceso en cada uno de los pasos, y el cálculo debe corresponder a los obtenidos en obra.

c. PRUEBA DE CARGA: Acorde a las condiciones particulares de cada Puente, Pontones y Viaductos, se definirá por el diseñador estructural, con la aprobación de la interventoria, la necesidad de la realización de la prueba de carga al momento de finalizar las intervenciones, para recibo final de la obra, el cual, debeá ser presentado en planos y especificaciones. Este

procedimiento deberá especificar claramente los criterios de aceptación y rechazo. Se deberá realizar con los criterios que sean considerados en la normatividad vigente.

En caso de NO requerirse hacer prueba de carga, se deberá indicar las razones por las cuales no se considero necesario.

d. SISTEMA INTELIGENTE DE GESTIÓN DE PUENTES (SIGP): Acorde a las condiciones particulares de cada Puentes, pontones y Viaductos, se definirá por el diseñador estructural, con la aprobación de la interventoría, la necesidad de la implementación un sistema inteligente de gestión de puentes (SIGP) que esté acogido por la entidad a la fecha de ejecución de los estudios y diseños, en el que se realice el diseño de la instrumentación según sea requerido.

En caso de que NO requerirse, se deberá indicar las razones por las cuales no se consideró necesario.

c. Infraestructura

Se deberá elaborar plano de localización general debidamente georreferenciado con coordenadas y medidas que permitan la ubicación exacta de las unidades de infraestructura y elementos de fundación.

Planos de Geometría estructural con dimensiones, indicando tipo de cimentación y los parámetros geotécnicos adoptados como criterio, cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

Estribos y Pilas: Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la vía, por el arranque y los extremos de las aletas y muros de acompañamiento, con las dimensiones, distribución de refuerzos y detalles indispensables para su correcta interpretación.

El Consultor a través de su especialista de geotecnia deberá revisar hasta su aprobación el plano de diseño estructural de la cimentación, donde el especialista estructural del Consultor indicará claramente las presiones, o cargas obtenidas del análisis.

d. Diseño de los elementos estructurales

En esta etapa se realiza el estudio y diseño definitivo de la alternativa seleccionada en lo correspondiente a la estructura del puente y las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Todos los elementos estructurales se dimensionarán de acuerdo con los requisitos del código.

Para los puentes o viaducto que deban ser intervenidos a nivel de mantenimiento, se indicara las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.

Para los puentes, pontones o viaducto que deban ser intervenidos a nivel más complejo, con análisis o estudios especificos como un posible reforzamiento, obra nueva; se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios realizados. En caso que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma Colombiana de Diseños de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte o la Normatividad Vigente, se presentarán y desarrollarán a nivel de prefactibilidad dos alternativas de solución del reforzamiento estructural, obra nueva o la intervención que tenga lugar, con las cuales se seleccionara la mejor alternativa, la cual se desarrollará a nivel de detalle.

e. Diseño de la Cimentación

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el diseño de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de las recomendaciones de los componentes de Geotecnia y Geología.

f. Edición de memorias de cálculo

En las memorias de cálculo se debe indicar en forma clara el registro descriptivo de los cálculos requeridos por el diseño de la estructura, lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y refuerzos determinados. Comprende, además, lo siguiente:

- 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. (participación de la masa, cortante basal, periodos fundamentales…)
- 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.

El Consultor establecerá las recomendaciones y procedimientos para que en la etapa de construcción, a todos los puentes y/o viaductos se les efectúe una prueba de carga, para recibo final de las obras, la cual deberá ser presentada en planos y especificaciones.

g. Super estructura

Se evaluará para cada caso particular de puente, el dimensionamiento transversal y longitudinal, así como el ancho de tablero de acuerdo con el diseño geométrico y si es necesaria la colocación de andenes y/o barreras vehiculares. Se presentará cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

Se estudiará la disposición de elementos constructivos, ancho de calzada pavimentada, ancho de sardineles y andenes, alturas de placas, detalles de vigas, elementos de protección: barreras y barandas, juntas, elementos de drenaje y detalles del refuerzo.

En el caso de que se contemple la construcción de puentes metálicos para la solución de los sitios de ponteadero, el Consultor deberá establecer los procedimientos para que en la etapa de construcción se realicen pruebas de resistencia de los elementos de acero, y se efectúen las verificaciones de los cordones de soldadura y la tornillería, mediante ensayos.

h. Diseño de Estructuras Menores:

- **Estructuras Complementarias:** Se entiende como estructuras complementarias a los muros de contención de tierras, estructuras de drenaje, como box-culverts, o cualquier estructura adicional, que atraviese el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo. Para las estructuras existentes se deberá verificar que se está cumpliendo con los estándares de calidad y servicio, según la normativa que aplique, y en caso de que se deban intervenir, se desarrollará e indicará toda la información necesaria para materializar las intervenciones requeridas.

- **Estructuras de Contención:** Estos elementos deberán ser desarrollados con la finalidad de contener los empujes de tierra y estabilizar laderas o cortes de terreno, por lo cual, se seguirá las indicaciones presentadas en el estudio de suelos, las condiciones y elementos de drenaje, tipos de materiales a utilizar, resistencia de los componentes, procesos constructivos. Para las estructuras de contención que deban ser intervenidas a nivel de mantenimiento, se indicará las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.

  Para las estructuras de contención que deban ser intervenidas, a un nivel más complejo, con estudios adicionales, con análisis o estudios específicos, como un posible reforzamiento, obra nueva, se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios a realizados. En caso que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma CCP14 SECCIÓN 11 - MUROS, ESTRIBOS Y PILAS, NSR-10 CAPITULO H.8 o la normativa que aplique. Se presentarán y desarrollarán a nivel de detalle el reforzamiento estructural, obra nueva, o la intervención que tenga lugar, con las cuales se dará solución, en concordancia al análisis de capacidad estructural,

sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos.

- **Estructuras de Drenaje:** Son estructuras cuya finalidad es garantizar la funcionalidad del proyecto, por lo cual para las mismas se debió considerar los requisitos mínimos y condiciones de presentados en los diferentes estudios realizados por los demás componentes del proyecto, en los diseños realizados. Se deberá realizar un análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos. Concluyendo si se está cumpliendo o no con la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 o NSR-10 CAPITULO C23-TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERIA AMBIENTAL DE CONCRETO, la normativa que aplique.

  Las estructuras de drenaje que deban ser intervenidas a nivel de mantenimiento, se indicará las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.

  Para las estructuras de drenaje que deban ser intervenidos, a un nivel más complejo, con estudios adicionales, con análisis o estudios específicos, como un posible reforzamiento, obra nueva, se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo, análisis y estudios a realizados. En caso que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma que aplique, se presentarán y desarrollarán a nivel de detalle el reforzamiento estructural, obra nueva, o la intervención que tenga lugar, con las cuales se dará solución, en concordancia al análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos.

- Otras Estructuras Complementarias: El diseño de otras obras complementarias como peajes, estructura para los lineamientos de infraestructura verde vial o de cualquier otra índole no especificada anteriormente que atraviesen el eje definitivo del proyecto y/o esté dentro del área de influencia del mismo, se realizarán de acuerdo con las normativas que aplique, ya sea la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014, la Norma de Sismo Resistencia NSR-10 o la que tenga lugar según el tipo de estructura.

  - Las estructuras que deban ser intervenidas a nivel de mantenimiento, se indicará las actividades necesarias a desarrollar, la localización de las intervenciones, procedimiento de las intervenciones, los materiales, mano de obra, cronograma, presupuesto detallado con los análisis de precio unitario y cantidades.
  - Para las estructuras que deban ser intervenidas, a un nivel más complejo, con estudios adicionales, con análisis o estudios específicos, como un posible reforzamiento, obra nueva, se presentará los estudios de patología, estudios de vulnerabilidad, memorias de cálculo,

análisis y estudios a realizados. En caso de que se compruebe que no se está cumpliendo la Norma que aplique, se presentarán y desarrollarán a nivel de detalle el reforzamiento estructural, obra nueva, o la intervención que tenga lugar, con las cuales se dará solución, en concordancia al análisis de capacidad estructural, sísmica, hidráulico, hidrológico y de socavación, presión de tierras, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos.

Capitulo 7. PLANOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

a. Alcance De Planos

El consultor presentará planos de diseño a nivel de ingeniería de detalle de las estructuras de drenaje planteadas, estos deberán, sin excepción, ser revisados y aprobados por la Interventoría.

En el caso de estructuras de concreto reforzado, postensado o pretensado, se presentaran planos de construcción, esto es conteniendo todos los despieces, dimensiones, detalles y cantidades necesarias para la construcción.

b. Estructuración de los Planos

Como mínimo se deberán estructurar los planos de diseño de la siguiente forma, sin perjuicio de que la Interventoría del proyecto exija decida incorporar complementaciones a lo indicado:

Planos Estructurales para la Alternativa Seleccionada:

Siendo los planos los insumos básicos directos para la ejecución del proyecto, se requieren que estos contengan en forma clara, detallada y precisa, todos los aspectos concluyentes de los estudios adelantados, esto con el fin de garantizar la rápida accesibilidad e interpretación de la información. Es requisito esencial que esta información sea presentada en planos integralmente. 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
- Adicionalmente los planos y memorias deben ser coherentes y coincidir en la nomenclatura.

El Consultor elaborará los planos de cada una de las obras que contempla el proyecto, incluyendo los planos complementarios (detalles de construcción, cuadro resumen, esquemas de localización del proyecto, etc.), que se requieren para construcción de las obras, presentados de acuerdo con la metodología vigente del sistema de información del INVIAS, y en medio magnético.

Los planos de construcción de planta-perfil tendrán una escala de H: 1:200, y V: 1:200, y en casos especiales, otras escalas adecuadas o los requeridos por la interventoría del contrato. Estos planos contendrán la información geotécnica suficiente para ilustrar claramente las recomendaciones en esta materia.

El Consultor deberá entregar los planos de acuerdo a lo establecido en el según lo estipulado en el numeral 4 llamado Entrega de Documentos al INVIAS y Forma de Presentación.

Capítulo 8. ESTUDIOS DE PATOLOGÍA Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES.

La patología se realizará en aquellas estructuras presentes que después de haber realizado un trabajo de diagnóstico y/o auscultación en compañía de la interventoría, se determine que es necesario realizarla, en aquellas estructuras que el consultor en compañía de la Interventoría identifiquen que no requieren este tipo de estudio, se debe presentar al Instituto la respectiva justificación técnica.

Las actividades descritas en este capítulo aplican para cada una de las estructuras principales como puentes y pontones existentes en la zona del proyecto, que para cumplir con el objeto del presente contrato se requiera de su evaluación y posterior diseño de rehabilitación o reforzamiento.

Para adelantar los estudios de patología de estructuras en general el consultor deberá adelantar como mínimo las etapas de consecución de información, verificación en campo de la construcción real, valoración de la condición actual de la estructura, determinación de posibles condiciones de inseguridad y de peligro potencial recomendando las acciones inmediatas a implementar, y la definición de parámetros para la modelación de la estructura. El consultor sin perjuicio de lo descrito en el presente numeral deberá garantizar el resultado del estudio utilizando la información de referencia que considere aplicable.

Siempre que se realice una modificación a una estructura existente deberá realizarse el análisis estructural de la estructura modificada y reforzada, requerido para garantizar su estabilidad y cumplimiento con los requisitos de resistencia y funcionalidad establecidos en la normatividad vigente.

Así el consultor deberá efectuar una búsqueda, recopilación y análisis de toda la información relacionada con planos y memorias de diseños iniciales, planos record, informes de Interventoría, bitácoras de obra, registros fotográficos, y especificaciones técnicas empleadas tanto en la construcción inicial como en actividades posteriores de reforzamiento, repotenciación, rehabilitación, reparación y mantenimiento parcial o total si hubiere; e información de estudios de diagnóstico y diseños de reforzamientos previos, entre otros.

Sin importar la cantidad y calidad de la información que sea recopilada, el Consultor deberá efectuar, incluso paralelamente a la recopilación de información, una inspección de diagnóstico preliminar de la estructura que deberá quedar consignada en un informe provisto de esquemas estructurales y registros fotográficos y fílmicos en formato digital, con base en la cual el consultor deberá definir la metodología para la inspección detallada y la exploración de campo a realizar, en la cual deberá definir las actividades de campo a realizar, el personal requerido, los equipos necesarios, el tipo de ensayos destructivos y no destructivos a utilizar, la cantidad y distribución de los mismos a ejecutar a lo largo de la estructura y las especificaciones técnicas que rigen estos ensayos.

Así, el Consultor deberá adelantar una verificación en campo de la construcción real dentro de la cual se incluye:

El levantamiento detallado de las dimensiones longitudinales y transversales definiendo el tipo de material de cada uno de los elementos de la estructura como barandas, guardarruedas, carpeta asfáltica, espesores de placa tanto en voladizos como en secciones intermedias, vigas, riostras, juntas, neoprenos, vigas cabezales, pilas y/o columnas, vigas de cimentación, dados, zapatas, pilotes, muros de cerramiento, estructuras de contención, estructuras de tratamiento y distribución de agua y cimentaciones de los mismos; para estos últimos si se efectuarse demoliciones y excavaciones sobre zonas verdes, calzadas o espacio público se deberá reponer las condiciones iniciales existentes; y para determinar espesores de placa deberán efectuarse extracción de núcleos o demoliciones puntuales de la carpeta asfáltica y perforación con taladro, u otro método propuesto por el Consultor, siempre que se garantice el conocimiento de la distribución de los espesores de placa y carpeta, e incluso rellenos sobre estructuras enterradas.

Un levantamiento topográfico de precisión del alineamiento longitudinal de los diferentes elementos en su sección transversal para detectar posibles asentamientos, deformaciones torsionales, deformaciones de construcción, pandeos laterales, deflexiones permanentes, etc., realizando el levantamiento de las secciones transversales suficientes para conoces los problemas entes mencionados, el consultor deberá presentar en la metodología la propuesta de levantamiento y esta estará revisada y aprobada por la interventoría.

Un levantamiento detallado de fisuras y grietas de los diferentes elementos indicando su geometría, longitud, espesor y trayectoria documentándolo en forma gráfica.

Un levantamiento detallado del acero de preesfuerzo o refuerzo tanto a flexión como a cortante, determinando el número, posición, diámetro, longitud y espaciamiento de las barras de refuerzo, trayectoria tipo, cantidad de

torones de tensionamiento, y recubrimientos de concreto; mediante métodos de ultrasonido y regatas de verificación.

Se aclara que si bien el muestreo debe ser propuesto por el Consultor descrito en la metodología y probado por la interventoría, el tema de correspondencia o detección de errores constructivos asociados a los aceros de refuerzo y preesfuerzo es de vital importancia en la toma de decisiones de reforzamiento, y que será responsabilidad del Consultor cualquier defecto derivado de un muestreo insuficiente.

Determinación del avance de frentes de carbonatación en las superficies de concreto y nivel de afectación por corrosión del refuerzo estableciendo zonas vulnerables a tratar para cada elemento estructural. Y de acuerdo a la aplicabilidad del tipo de estructura a diagnosticar, se deberá determinar el nivel de ataques químicos y biológicos mediante ensayos de análisis químicos y petrográficos propuestos por el Consultor.

Determinación de resistencias de los concretos de cada elemento estructural buscando a través de los diferentes ensayos cubrir el 100% de la estructura, y calidad de aceros de refuerzo tanto a flexión como a cortante, para lo cual deberán efectuarse extracción de núcleos y el sellado del elemento, medición de la velocidad del pulso ultrasónico, medición del espesor de láminas de acero, medición de resistencias de elementos de acero, determinación de calidad de acero por medio de ensayos propuestos el Consultor y aprobados por el interventor.

En el caso de estructuras con vigas en sección cajón que no posean trincheras de inspección, el Consultor deberá generar una abertura en el tablero que permita realizar una inspección interna del estado de los elementos; igualmente, donde se encuentren escaleras o rampas o zonas bajas encerradas se deberá efectuar una abertura para realizar la inspección y ensayo; y al final en ambas situaciones restituir las condiciones iniciales.

Con base en esta exploración y ensayos de campo, el Consultor deberá efectuar una comparación entre lo realmente construido y la información recopilada, en forma tal que puedan ser incorporados en el análisis estructural; adicionalmente deberá efectuar un análisis de los defectos encontrados advirtiendo la incidencia en el comportamiento de la estructura y proponiendo correctivos provisionales que garanticen la movilidad bajo las condiciones normales de servicio.

Para estructuras metálicas es necesario que se realice una evaluación en la cual se verifique como mínimo si existe algún tipo de corrosión como puede ser localizada, uniforme o galvánica; el estado de las conexiones soldadas o atornilladas; la calidad del recubrimiento de protección del acero; fallas de elementos por sobreesfuerzos o fatiga; auscultación de pedestales y elementos de cimentación y cualquier otro tipo de verificación que el ingeniero patólogo considere indispensable para conocer el estado actual de la estructura. Para la inspección a realizar deberán utilizarse ensayos no destructivos.

Así mismo, una vez obtenidos los resultados de los ensayos, el Consultor deberá definir los parámetros a ser

incorporados en los modelos matemáticos en términos de geometrías de elementos, deformaciones de los mismos, resistencias de materiales, proyección de la vida residual de la estructura; y parámetros para la verificación de los diferentes elementos y para los diseños de soluciones de reforzamiento, incluyendo las hipótesis y combinaciones de cargas a emplear; así como, efectuar una viabilización de la posibilidad de reforzar la estructura según el estado de conservación de la misma y los defectos constructivos encontrados; para lo cual deberá elaborar un documento escrito.

Capítulo 9. CANTIDADES DE OBRA Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Las cantidades de obra para cada una de las alternativas se calcularán con base en los planos de construcción, teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción de carreteras del INVIAS vigente. El Consultor tendrá en cuenta que las cantidades de obra podrán cuantificarse en forma global por elementos estructural, (losa, vigas, cimentación, montaje, etc.).

El Consultor tendrá en cuenta lo siguiente:

- Las cantidades de obra deben cuantificarse ítem por ítem de acuerdo con las normas anteriormente mencionadas; así mismo, se deberá presentar una memoria de cálculo de dichas cantidades.
- El Consultor elaborará especificaciones particulares para aquellos trabajos que no estén cubiertos por las especificaciones y normas generales, o cuando las características especiales de la obra requieran su modificación. Las especificaciones particulares deben incluir, además, criterios ambientales y de aceptación/rechazo/multas. Estas especificaciones deberán ser avaladas por la Interventoría.

Capítulo 10. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

Para cada ítem de pago deberá efectuarse el análisis del precio unitario No Previstos que pudiesen ser requeridos al Interventor para su revisión y aprobación, para lo cual, se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

El análisis de los precios unitarios para cada ítem estará de acuerdo con las especificaciones, normas y planos de construcción.

En todo caso el Contratista presentará los Análisis de Precios Unitarios No Previstos, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Interventoría para tal fin.

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el presupuesto a la fecha de presentación del estudio. Anexo al plano o planos de cada alternativa se deberá entregar la memoria

de cálculo de cantidades para presupuesto.

Capítulo 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá compilar las conclusiones finales del estudio, las cuales harán referencia al estudio de alternativas (análisis de ventajas y desventajas y evaluación presupuestal) alternativa constructiva seleccionada, en cuanto a sus características principales, dimensiones y los costos asociados a su construcción, así mismo presentará los aspectos más relevantes de cada una de las especialidades tenidas en cuenta para el dimensionamiento de las estructuras.

El Consultor deberá garantizar que solución seleccionada, sea viable técnica, económica y que sea una solución ingenieril construible.

El consultor dependiendo de la particularidad del proyecto, podrá presentar alternativas de solución que involucren el empleo de elementos prefabricados de gran escala para los diferentes elementos tanto de la superestructura y subestructura, siempre y cuando cumpla con la normativa vigente para tal fin; en dicho caso de propuesta el consultor generará las recomendaciones constructivas lo cual se verá a su vez reflejado en el respectivo procedimiento constructivo (especificación particular) y estimación de costos de la tarea específica.

La consultoría deberá recomendar los ensayos y/o pruebas que se deben realizar sobre cada una de las estructuras una vez materializadas y previo a la entrada en funcionamiento de las mismas, las cuales se deben desarrollar de manera amplia y suficiente, al igual que recomendar como deberán ser los planteamientos de instrumentación de estructuras.

El consultor presentará los resultados finales del estudio y las características generales y particulares del proyecto, complementado con cuadros y esquemas, tales como: parámetros de diseño, localización del proyecto, secciones, plan de utilización de fuentes de materiales, lista de cantidades de obra, precios unitarios y presupuesto total, etc., además de las conclusiones y recomendaciones para la construcción de las obras.

El informe final deberá contener los siguientes capítulos organizados en uno o más volúmenes fundamentales para el diseño estructural de las obras de drenaje.

- Localización
- Criterios para la implantación, (Aspectos sociales, ambientales, técnicos, económicos)
- Selección de tipología estructural (Estudio de alternativas)
- Estudios preliminares
- Memorias de cálculo estructural.
- Memorias de cálculo de las cantidades de obra.
- Informe Final.

Capítulo 12. ENTREGABLES Y ANEXOS

Dentro de los productos correspondientes al diseño estructural de los elementos y que deben ser entregados por el Consultor están:

- 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.
- Las especificaciones técnicas de todos los elementos por construir con las cuales se pueda identificar fácilmente los materiales y los requerimientos necesarios para la construcción de las estructuras, con esta información se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución en la obra.
- Presupuesto, con memoria de cálculo, Análisis de Precio Unitarios APU, Desglose de Administración, Imprevistos y Utilidades AIU, estudio de mercado,
- Matriz de Riesgo.
- Programación o Cronograma
- 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, vivas, 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.

Los planos y memorias deben estar debidamente firmados por el profesional o técnico encargado de su elaboración y se debe entregar en medio físico y en medio digital

- **VOLUMEN VI. COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL**

En este documento se presentan los desarrollos y contenidos correspondientes al Análisis para Proyectos de construcción de carreteras. Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar. Se incluye lo referente a la metodología general para la

presentación de Estudios Ambientales, expedida por la Autoridad Ambiental.

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamiento generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El Volumen final del Componente Ambiental y Social, se desarrollará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice D – Ambiental y Apéndice E Gestión Social**, documentos que hacen parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN XI. ESTUDIO GESTION PREDIAL**

El Volumen final del Estudio de Gestión Predial, se elaborará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice F Gestión Predial**, documento que hace parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRAS, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS NO PREVISTOS Y PRESUPUESTOS.**

El informe final para la elaboración de los Estudios de cantidades de obras, análisis de precios unitarios No previstos y presupuesto debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA
CAPÍTULO 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN
Capitulo 3.1. Especificaciones Generales
Capitulo 3.1. Especificaciones Particulares
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CAPITULO 5. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
Capitulo 5.1. Especificaciones Generales
Capitulo 5.2. Especificaciones Particulares
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
CAPÍTULO 7. PRESUPUESTO
Capitulo 7.1. Cálculo del A.I.U.
CAPÍTULO 8. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, DE MATERIALES Y DE INVERSIÓN.
Capitulo 8.1. Definiciones
Capitulo 8.2. Requisitos para la Programación
CAPÍTULO 9. PRODUCTOS ENTREGABLES
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Proporcionar la información de ingeniería necesaria que permita una estimación más aproximada del costo de ejecución del proyecto, tomando como base el cálculo más exacto de unas cantidades de obra, estableciendo las Condiciones Técnicas para el desarrollo de los trabajos así como el Programa de construcción, Cronograma de trabajo y de inversión.

b. ALCANCES

Para lograr el objetivo propuesto, el Consultor dentro de este estudio específico debe desarrollar los siguientes temas basado en los estudios, planos y diseños adelantados por las diferentes áreas técnicas del proyecto.

- Identificar las características técnicas del Proyecto a partir de las diferentes áreas técnicas: volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc.
- Calcular las cantidades de Obra, sobre todo en lo relacionado con movimientos de tierra, requerimientos de materiales y las que resulten del dimensionamiento de estructuras.
- Establecer las Especificaciones de Construcción generales y particulares aplicables a la obra.
- Desarrollar el Análisis de Precios Unitarios
- Calcular el A.I.U.
- Desarrollar el Presupuesto oficial para la obra
- Elaborar el Programa de Construcción

Capítulo 2. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos y según la sectorización de la vía, presentando una matriz con las cantidades de obra por km, separando cada obra de drenaje u obra especial si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS.

Estos valores se presentan en el formato “LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO, en el cual debe incluirse el número y la descripción del ÍTEM de PAGO, el número de la especificación que corresponda y sea coincidente con el que figura en las Especificaciones Generales de Construcción del INVIAS o las Particulares definidas por el estudio, las cuales serán agrupadas por capítulos y ordenadas por ítems.

Finalmente el Consultor presentará una Memoria de Cálculo con detalle del sistema y procesos aplicados

Capítulo 3. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Capitulo 3.1. Especificaciones Generales

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las "Especificaciones Generales de Construcción", vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos.

Capitulo 3.1. Especificaciones Particulares

3.1.1. Generalidades

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan, sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El Consultor elaborará dichas Especificaciones Particulares, teniendo en cuenta las condiciones propias del proyecto y de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estos no tienen en su desarrollo total cubrimiento por las Especificaciones y Normas Generales y/o cuando las características especiales de construcción requieran su modificación. Estas deben estar documentadas y con la especificación y análisis detallado justificando la modificación.

Estas Especificaciones Particulares prevalecen sobre las Generales. En la columna correspondiente debe figurar el número de la especialización precedida de una P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

3.1.2. Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

- **Descripción:** Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.
- **Clasificación:** Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan
- **Materiales:** Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.
- Equipo: Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.

- **Procedimiento de construcción:** Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.
- **Control y tolerancia:** Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.
- **Medida:** Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación
- **Pago:** Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada
- **Ítem de pago:** Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

Capítulo 4. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para estimar lo Precios Unitarios No previstos el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales de Construcción establecidas por INVIAS y las Especificaciones Particulares definidas en el estudio.
- Con base en información secundaria como bibliografía, proyectos similares tanto en zona geográfica como características técnicas propias del proyecto y apoyado en la recolección de información primaria de la zona específica para aquellas actividades o aspectos de gran relevancia o complejidad, como por ejemplo los relacionados con la construcción de túneles o demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc. establecerá en precio unitario para cada una de las actividades más representativas en la ejecución del proyecto.
- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente.
- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados. Es necesario relacionar las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, según su unidad de medida incluyendo desperdicios y los materiales o elementos auxiliares y/o adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.).
- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura de pavimento con base en el dimensionamiento desarrollado en esta fase, como materiales granulares, capas de rodadura, etc., se considerarán cuantificándolos en su posición definitiva y se reconocerá el transporte desde la Fuente de Material o Planta de Producción hasta el sitio de la colocación por m3-Km., siendo este m3 compacto.
- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.
- No se permitirá el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos de características similares.

Capítulo 5. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

Capitulo 5.1. Especificaciones Generales

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las "Especificaciones Generales de Construcción", vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos

Capitulo 5.2. Especificaciones Particulares

a. Generalidades

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan, sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El Consultor elaborará las Especificaciones Particulares cuando las características especiales de construcción del proyecto así lo requieran, teniendo en cuenta las condiciones de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estas no tienen total cubrimiento por las Especificaciones Generales de Construcción. Se deberá justificar la modificación.

Las Especificaciones Particulares se identificarán con el número del ítem la Especificación General de la cual se derivan seguido de la letra P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

b. Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

- Descripción: Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.
- Clasificación: Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan
- Materiales: Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.
- Equipo: Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.
- Procedimiento de construcción: Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.
- Control y tolerancia: Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.
- Medida: Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación

- Pago: Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada
- Ítem de pago: Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

Capítulo 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Para elaborar los Análisis de Precios Unitarios No previstos el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales y Particulares de Construcción del INVIAS vigentes.
- Las condiciones de la región en cuanto al acceso, recursos, insumos, combustibles, disponibilidad de mano de obra, materiales de construcción, equipos y demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc.
- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente y en cada análisis se debe incluir una Nota que diga según apartado “medida de pago” de cada especificación.
- Las tarifas horarias de los equipos deberán ser analizadas teniendo en cuenta los costos de propiedad y de operación, incluyendo los costos por manejo (operador y ayudante).
- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados. Es necesario relacionar las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, según su unidad de medida incluyendo desperdicios y los materiales o elementos auxiliares y/o adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.)
- Los precios de los materiales para concretos (cemento, hierro, agregados, etc.), deben corresponder a valores en el sitio de colocación incluyendo los costos de transporte.
- Solamente habrá pago por separado para transporte de materiales provenientes de excavación de cortes, préstamos y remoción de derrumbes.
- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura de pavimento como sub-base, base y mezcla asfáltica, se considerarán cuantificándolos en su posición definitiva y se reconocerá el transporte desde la Fuente de Material o Planta de Producción hasta el sitio de la colocación por m3-Km., siendo este m3 compacto.
- En la mano de obra se deben considerar los jornales de las cuadrillas de obreros y de personal especializado teniendo en cuenta el jornal básico o el vigente en la región, afectado del porcentaje de prestaciones sociales de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- Los rendimientos establecidos para equipos y personal deberán ser el resultado de un estudio cuidadoso de las condiciones del proyecto.

- Tanto la calidad, como la dosificación de los materiales deberán corresponder a las exigencias de las Especificaciones establecidas (Generales y Particulares) vigentes.
- Se debe incluir un anexo que contenga: Relación de materiales por emplear en el proyecto con el cálculo de los consumos. Se debe incluir las cotizaciones que se emplearon en la elaboración de los análisis.
- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.
- Análisis de cuadrillas, rendimientos y cálculo del factor prestacional.
- No se debe permitir el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos.

Capítulo 7. PRESUPUESTO

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el Presupuesto Básico de la obra en pesos colombianos, a la fecha de presentación del estudio.

Debe agruparse de acuerdo con los Capítulos de las Especificaciones. Los códigos de los ítems, sus unidades y descripción deben corresponder también con las especificaciones.

El presupuesto oficial total, será la suma del Presupuesto Básico o costo directo más el valor correspondiente al A.I.U. calculado para el proyecto, como se indica a continuación.

Capitulo 7.1. Cálculo del A.I.U.

El Consultor presentará unos análisis de los costos de administración, imprevistos y utilidad; con base en un experimentado ingeniero de construcción y establecerá estos costos indirectos que deben tener en cuenta las condiciones de la zona, la localización de la obra con respecto a los centros de producción y abastecimiento y la organización misma de los trabajos.

Estos costos se presentarán discriminando los gastos administrativos generales de la empresa, todos los demás costos indirectos y un estimativo de acuerdo con el tipo de proyecto de unos imprevistos y la utilidad esperada.

Para el logro de éste propósito:

- Se definirá la estructura administrativa que requerirá el constructor del proyecto.
- La calidad de las instalaciones requeridas para la obra.
- El monto de las pólizas de seguros contractuales y no contractuales.
- Se debe considerar, de acuerdo con un planteamiento de Flujo de Fondos los Costos Financieros.
- Se debe considerar la valoración de impuestos según las normas impositivas de acuerdo con la categoría de la empresa que requiere el proyecto y el valor de la utilidad esperada.

- Se debe presentar un análisis del valor de los imprevistos del Constructor, (según nivel de estudios, complejidad del proyecto, conocimiento de la región y su gente, rigor climatológico, etc.).
- La estimación de la utilidad debe corresponder a la utilidad promedio de las empresas constructoras, calculada a partir de los Estados Financieros que se consultan en la Superintendencia de Sociedades o en balances presentados en Cámaras de Comercio.

Para el cálculo del AIU se usará un proceso interactivo donde inicialmente se llegará a un valor porcentual de la administración con respecto a los Costos Directos (Valor Básico del Presupuesto) para luego sumarle los valores porcentuales de los imprevistos y la utilidad.

Capítulo 8. PROGRAMA GENERAL DE CONSTRUCCIÓN, CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRA, PROGRAMA DE UTILIZACIÓN DE EQUIPOS, DE MATERIALES Y DE INVERSIÓN

El consultor elaborará un Programa de Trabajo e Inversión de acuerdo con una secuencia lógica y armónica en el desarrollo de cada una de las actividades de la obra agrupada en grandes partidas de pago, planteando la ejecución de la obras en un plazo técnica y económicamente adecuado. Asimismo, recomendará el número de frentes de trabajo y el ritmo requerido de construcción. El programa de trabajo e inversión se presentará en el formato diseñado por el INVIAS.

El consultor deberá formular además un Cronograma de Ejecución Detallado de obra, integrando volúmenes de ejecución y tiempos asociados, esto de acuerdo con los Rendimientos planteados en los análisis de Precios Unitarios y cuyo análisis considerará las restricciones que pueda existir para el normal desenvolvimiento de las obras, tales como lluvias o condiciones climáticas adversas, dificultad de acceso a ciertas áreas, etc.

El cronograma se elaborará, identificando las actividades o partidas que se hallen en la ruta crítica del proyecto. Se presentará también un diagrama de barras para cada una de las tareas y etapas del proyecto. El consultor deberá dejar claramente establecido, que el Cronograma es aplicable particularmente para las características del proyecto y condiciones de la región. Asimismo presentará un Cronograma de Utilización de Equipos y Materiales.

Se elaborará un cronograma o calendario de desembolsos, teniendo en cuenta el adelanto o anticipo que se otorga al inicio de las obras y las fechas probables para que la Entidad efectúe los pagos.

En la programación se tendrá en cuenta las actividades preliminares y organizativas del contrato en obra como instalación de campamentos, transporte de equipos, montaje y puesta en marcha Plantas de Triturados y Mezclas de Concreto Hidráulicos y de Concreto Asfáltico.

Capitulo 8.1. Definiciones

Actividad: Es el conjunto de operaciones o tareas que es necesario hacer para llevar a cabo la realización del

proyecto.
Actividad Crítica: Es una actividad que presenta holgura total igual a cero.
Actividad que Precede: Es aquella que debe estar terminada inmediatamente antes de la actividad que se está realizando.
Actividad que Sucede: Es aquella que puede iniciarse inmediatamente después de la actividad que se está realizando.
Actividad Simultánea: Es la actividad que puede desarrollarse al mismo tiempo de la actividad que está en proceso.
Actividades Administrativas: A este grupo pertenecen todas y cada una de las actividades involucradas en la planeación, organización, dirección, coordinación y control del proyecto.
Capítulo: Es el compendio de actividades a desarrollar en un proyecto, que tienen naturaleza similar o son parte de objetivo parcial común.
Curvas de Costo Tiempo: Es la presentación gráfica detallada del costo y el tiempo de las actividades obtenidas a partir de un presupuesto, realizada para un proyecto específico.
Duración Fija: Es el tiempo mínimo de duración de una actividad, cuando su ejecución depende de factores externos.
Duración Dependiente: Es el tiempo de duración de las actividades que pueden realizarse con los recursos propios del proyecto.
Evento: Es el principio o fin de una o varias actividades; no consume tiempo, no consume recursos, solo es un punto de control.
Evento Clave o Hito: Es un punto determinado de control de la programación, el cual resume el seguimiento a un grupo de actividades o capítulos. Este punto de control no tiene duración ni utiliza recursos.
Fluctuación – Holgura: Cantidad de tiempo que se puede demorar el inicio o terminación de una actividad sin que se retrase la terminación del proyecto.
Holgura Libre: Es el margen de tiempo que tiene una actividad para atrasarse en su iniciación o terminación sin que ello afecte el inicio de la actividad que sigue.
Holgura Total: Es el margen de tiempo que tiene una actividad de posponer su inicio o terminación sin afectar el tiempo final de ejecución de todo el proyecto.
Línea de Base: Es el programa inicial del proyecto, sobre el cual se efectúa el control de avance del mismo.
Metas de Gestión Financiera: Se refiere al cumplimiento de los objetivos de la ejecución financiera del contrato con base en el plan de inversiones.
Método de la Ruta Crítica: Es un método de programación y control de proyectos que permite definir la ruta crítica de un proyecto. Está basado en actividades; es determinístico y está orientado a quien lo ejecuta.
Planeación: Es la etapa de inicio del proyecto en la cual se determina qué se va a realizar y cómo se va a hacer, estableciendo objetivos claros y precisos.
Proyecto: Es el conjunto articulado de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos, siguiendo una metodología definida, para lo cual precisa de diferentes tipos de recursos cuya ejecución en el tiempo responde a un cronograma con una duración limitada. El proyecto puede incluir la ejecución de uno o varios contratos.
Recursos: Son los elementos que se utilizan para la ejecución de las diferentes actividades que intervienen en la realización de un proyecto.

Recursos Financieros: Dinero que se emplea para la realización de un proyecto.
Recursos Humanos: Personas profesionales, técnicos, empleados y obreros que intervienen en la ejecución de las actividades.
Recursos Materiales o Físicos: Materia prima y equipo que se emplea en la ejecución de las actividades.
Recursos Tecnológicos: Elementos de Software y hardware, entre otros, utilizados en la realización de las actividades.
Recurso Tiempo: Margen de fechas disponible para la ejecución de un proyecto.
Ruta Crítica: Se define como la ruta de ejecución del proyecto conformada por las actividades críticas.
Secuencia: Indica el orden o prelación de una actividad en relación con las demás.
Valor Ganado: Metodología de control de proyectos que identifica índices de avance del proyecto en tiempo (adelanto-atraso), así como también índices de avance del proyecto en inversión (ahorros o sobre-costos). Se basa en la comparación, en primera instancia, de las cantidades de obra inicialmente programadas contra las cantidades de obra ejecutadas a través del tiempo. En segunda instancia, se comparan los precios unitarios inicialmente ofertados contra los precios unitarios pagados, durante la ejecución de las actividades.

Capitulo 8.2. Requisitos para la Programación

Para la realización de las labores de programación y control de proyectos, se debe presentar para aprobación del Interventor, la metodología a seguir en la ejecución de las actividades propias del proyecto, con la cual se definan los requerimientos de recursos.

1.2.1. Programación

Para realizar la programación se deben tener en cuenta como mínimo los aspectos relacionados a continuación.

- Definición de las Actividades: Se determinarán las actividades del proyecto. Las actividades deben ser concretas, deben tener un propósito único, una duración específica y sus estimativos de tiempo y costo deberán poder calcularse con facilidad.

- Estructura de Distribución del Trabajo: Para la organización de las actividades, se debe emplear la metodología de la estructura de distribución del trabajo (EDT) siguiendo para ello los siguientes pasos:

  Paso 1: Dividir el proyecto en sus objetivos principales, de manera tal que el proyecto quede claramente definido por ellos.
  Paso 2: Fragmentar cada objetivo en las actividades que es necesario llevar a cabo para alcanzarlo.
  Paso 3: En el caso de actividades que carezcan de una o más características, se deberán dividir o agrupar hasta que tengan características definidas.
  Paso 4: Elaborar una lista de todas las actividades, indicando la descripción de cada actividad y sus características.

1.2.2. Secuencia de Ejecución de las Actividades

Una vez realizada la lista de actividades, se procederá a determinar las relaciones de precedencia o la secuencia de ejecución entre ellas. En este proceso se deben definir las actividades predecesoras, las actividades simultáneas y las actividades sucesoras, para lograr el objetivo propuesto.

La secuencia de actividades se debe presentar en un formato que contenga como mínimo el código, descripción o nombre de la actividad, unidad en la que se mide la actividad, cantidad a ejecutar, actividad que precede y actividad que sucede.

1.2.3. Determinación de los Tiempos de Ejecución de las Actividades

Una vez determinadas las actividades y la secuencia de ejecución, se calcular las duraciones de cada una de éstas, teniendo en cuenta los recursos propuestos, las cantidades y los rendimientos. En este proceso es importante tener presente las demoras que pueda tener cada una de las actividades a realizar.

En términos generales, la duración de cada actividad se debe estimar con base en los recursos requeridos para el proyecto. Se considerará la dependencia entre actividades y los eventos que condicionan la duración de éstas.

Se deben contemplar los tiempos mínimos definidos para la realización del proceso por parte de las Entidades o personas relacionadas con dicha actividad en caso de tener duraciones fijas. Se presentarán para aprobación del INVIAS, los tiempos definidos en las duraciones fijas así como su justificación.

La programación del proyecto deberá presentar holgura total igual a cero, y la duración total estará acorde con el plazo contractual.

1.2.4. Presentación de Actividades y Distribución de Recursos

Se debe presentar un cuadro con cada una de las actividades que componen el proyecto con su número de ítem respectivo, unidad de medida, cantidad a ejecutar, duración, holgura libre, actividades precedentes y actividades sucesoras, costo inicial y recursos para desarrollarla.

Las actividades que presenten holguras libres, se deberán ajustar dentro de su margen de fluctuación, de modo que la demanda periódica de los recursos sea la más conveniente para el INVIAS.

Se elaborará una programación y nivelación de recursos, de tal forma que su utilización sea la óptima a lo largo del proyecto, evitando en todo momento tener iniciaciones adelantadas o terminaciones tardías.

1.2.5. Determinación de Capítulos o Ítems de Grandes Pagos

Se deben definir los ítems de grandes pagos o capítulos que forman parte del proyecto. Cada capítulo debe tener el recurso financiero asignado para su ejecución en el tiempo definido para el proyecto, así como la duración del mismo y la relación de actividades que lo componen. Se deberá presentar un cuadro que contenga como mínimo los capítulos, su duración y su costo inicial.

1.2.6. Determinación de la Ruta Crítica del Proyecto

Se deberá definir la ruta crítica del proyecto (secuencia de actividades con holgura libre cero) del proyecto que permita establecer el tiempo de ejecución real del mismo. Se deben tener en cuenta los factores limitantes propios del proyecto o externos al mismo, que afecten su ejecución. Se considerarán los recursos asignados a las diferentes actividades así como las duraciones fijas y dependientes de recursos.

1.2.7. Diagrama de Barras o Diagrama de Gantt

Se debe presentar para aprobación del INVIAS el diagrama de barras o Gantt que permita visualizar con claridad, la secuencia de ejecución de las actividades del proyecto. La ruta crítica estará identificada por flechas y las actividades críticas se presentarán en diferente color a las actividades no-críticas. Se deberán identificar de igual forma los eventos o puntos de control de la programación.

1.2.8. Flujo de Inversión

En el flujo de inversión del proyecto se debe presentar la distribución de los recursos financieros en el tiempo para cada uno de los capítulos o ítems de grandes partidas, definidos previamente.

1.2.9. Presentación de la Programación

Los documentos a ser entregados y aprobados por el INVIAS, son los definidos a continuación:

- Metodología detallada de la labores a realizar.
- Formato de actividades, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 7.2.3.
- Formato de capítulos, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 7.2.4.
- Cuadro de recursos para el proyecto.
- Cuadro de recursos por actividad.
- Cuadro de inversión por capítulo.
- Diagrama de barras o Gantt con la ruta crítica definida.
- Flujo de inversión.

1.2.10. Línea Base para el Control del Proyecto

El programa del desarrollo de los trabajos aprobados por el INVIAS es la Línea -Base sobre la cual se efectuará el seguimiento y control del avance del proyecto, durante su ejecución. La Línea Base no se podrá alterar o

modificar, salvo ocasiones especiales la Empresa autorice cuando existan las justificaciones del caso, modificaciones y/o adiciones.

Capítulo 9. PRODUCTOS ENTREGABLES

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen un presupuesto para licitación, que sirva como referencia para la estimación más aproximada del costo total del proyecto con sus soportes (Análisis APU y AIU, rendimientos mano de obra y equipos y cotizaciones) en los formatos dispuestos por el INVIAS en su sistema de calidad.

El Consultor deberá entregar como producto la programación de obra inicial, línea de base, en medio físico y en medio magnético utilizando uno de los software del mercado como Project, Primavera o similar adjuntando el cuadro de recursos y asignación de los mismos, diagrama de Gantt con ruta crítica y el análisis de tiempos de acuerdo a los rendimientos calculados para los recursos.

Se recomienda que la diferencia entre el presupuesto oficial para licitación calculado por el Consultor y el presupuesto ofertado no difiera del 15% por debajo.

El consultor deberá de igual manera presentar un presupuesto detallado para la contratación de la Interventoría de la obra a contratar.

Capítulo 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá presentar las conclusiones y recomendaciones que considere pertinentes con referencia al área de estudio y que deben tenerse en cuenta durante la etapa de construcción del proyecto de infraestructura.

- **VOLUMEN IX. INFORME FINAL EJECUTIVO**

En este volumen se presentará un informe ejecutivo de todos los volúmenes realizados, de tal manera que le permita al lector como mínimo localizar geográficamente el tramo de vía en estudio, conocer la importancia socioeconómica y los resultados técnicos más importantes de la consultoría. Debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

En el Informe Final, el Consultor integrará todos los estudios mencionados a continuación. Este informe

constará de los siguientes capítulos:

VOLUMEN I. ESTUDIO DE GEOLOGIA.
VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCION.
VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
VOLUMEN IV. ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION.
VOLUMEN V. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS.
VOLUMEN VI COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.
VOLUMEN VII ESTUDIO GESTION PREDIAL.
VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO.
VOLUMEN IX INFORME FINAL EJECUTIVO

A su vez, parte de este informe será un resumen ejecutivo que contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los volúmenes enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe. Además, debe contener la descripción de la localización, un análisis de tipo socioeconómico, importancia y la ficha técnica del proyecto.

Para la localización geográfica, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo o las más cercanas de acuerdo con lo establecido en el decreto 1735 del 28 de agosto de 2001 o el documento equivalente que se encuentre vigente en el momento de realización de los estudios. Esta localización se podrá ilustrar con cartografía del IGAC para el contexto regional y para el detalle se utilizará el levantamiento topográfico realizado durante los estudios, amarrado a coordenadas planas de Gauss en el sistema Magna-Sirgas.

El Informe Final Ejecutivo contendrá el contenido requerido en cada uno de los estudios enunciados en las presentes especificaciones, como los resultados más importantes de cada volumen desarrollado.

Este documento también constará de las fichas técnicas indicativas que servirán para la preparación de los procesos de licitación para los futuros proyectos.

Se debe incluir una ficha técnica que incluya por lo menos la siguiente información: localización y longitud de la meta física ejecutada, transito promedio diario (discriminado por composición vehicular), ejes equivalentes a partir del TPD, parámetros de diseño geométrico, consideraciones generales de seguridad vial y señalización, relación de la señalización diseñada, listado del resultado del inventario de zonas inestabilidades - obras de drenaje – estructuras (En los casos que las áreas específicas contemplen diseño, se deben relacionar las obras diseñadas), ubicación de cruces con zonas pobladas, ubicación de fuentes de material, tipos y tratamientos

para estructuras de pavimento, valor del proyecto (etapas y plazos) y toda aquella información base que permita al lector que de manera rápida tenga acceso a la descripción y resultado de la propuesta de diseño.

A continuación se ilustran, alguna información resumen a ser incluida en la ficha:

-Descripción del alcance de los estudios y diseños:
-Objeto del contrato:
-Carretera
-Tramo
-Sector
-Localización y longitud de la meta física de estudios y diseños ejecutada: (alcance físico de la ruta _____ sector_____desde el PR_____hasta_____).

Información del Tránsito para el año_____en el corredor_____tramos_____	
Auto	70,00
Bus	20,00
C2P	9,00
C2G	16,00
C3 y C4	1,00
C5	0,00
>C5	0,00
Moto	180,00
Total Mixto	**296,00**

Nota: incluir información de puntos de alto conflicto, incluso peatones

Información de ejes equivalentes en el corredor_____tramos_____	
Ejes equivalentes de 8,2Ton (____años) - T0	

PARAMETROS GEOMETRICOS		
Sección Típica de la Carretera		**Velocidad de Diseño**
Número de carriles		
Ancho de Carril		

Ancho de Berma		
Ancho de Cuneta		
Ancho Total de la Corona		
Sección Típica de Pasos Urbanos		**Velocidad de Diseño**
Número de carriles		
Ancho de Carril		
Ancho de Andén		
Ancho Total de la Corona		

Consideraciones generales de seguridad vial y señalización: (INCLUIR PARTICULARIDADES)

Señalización: Relación de la señalización que se proyecta instalar.

ITEM	CANTIDAD	Unidad
Línea de demarcación con pintura en frío		m
Señalización vertical		Unidades
Marca vial con pintura en frio		m2
Otros ítems		

SOLUCIÓN GEOTECNICA - ZONAS INESTABILIDADES					
N°	**ABSCISA INICIAL**	**ABSCISA FINAL**	**Longitud (m)**	**Ruta**	**SOLUCIÓN GEOTECNICA**
1					
2					
n					

ZODMES PROPUESTOS				
N°	**LOCALIZACIÓN**	**TRAMO**	**RUTA**	**CAPACIDAD (m3)**
1				
2				
N				

Alternativa_____- Estructura de Pavimento	
Capa A	
Capa B	
Capa C	

Relación obras de drenaje TRAMO_____RUTA_____del PR_____HASTA EL PR						
N°	Abscisa	Tipo de Obra Propuesta	Diámetro(m)	Altura (m)	Base (m)	Longitud(m)
1		Box Culvert				
2		Alcantarilla				
3		OTRA				

RELACION DE PUENTES EXISTENTES/NUEVOS/DISEÑADOS

Puente	No, De luces	Luz (m),	Ancho Tablero (m),	Características generales	Resultados de los ensayos de patología (Si aplica)

Cunetas diseñadas		
Abscisas	Costado	Long.

RELACIÓN DE MUROS DISEÑADOS					
MURO	INICIO	FIN	Longitud (m)	Altura Máxima Muro (m)	Tipología

Cruces urbanos y veredales: A continuación, se relacionan los cruces veredales y urbanos para los cuales se proyecto diseño urbanístico.

TRAMO	SECTOR	ABSCISA	Tipo de cruce

Predial: A continuación se identificaron los predios y/o requeridas para intervención

MUNICIPIO	NÚMERO DE PREDIOS	ÁREA REQUERIDA (Ha)	Tipo de uso o clasificación delárea homogénea

Además, deberá entregar una presentación con videos, renders, y demás expresiones gráficas, donde muestre las principales características del proyecto definido, descripción, localización y la ficha técnica.

REQUERIMIENTO PARA EL VOLUMEN: INFORME FINAL EJECUTIVO EN LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL MANEJO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN

Dentro del informe final ejecutivo se debe incluir la Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional, tal y como se indica en el aparte introductorio de los presentes requerimientos técnicos.

- Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional.

Capítulo 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

En cumplimiento de los criterios establecidos por el Archivo General de la Nación de Colombia para la organización y conservación de los Archivos y teniendo en cuenta la normatividad vigente “Ley 594 de 2000”, ley General de Archivos, se informa que para la entrega de los volúmenes se recibirán teniendo en cuenta las especificaciones detalladas a continuación.

Presentación Documentos Físicos

Cada Volumen se entregará impreso a doble cara en original (un original) y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) y/o dispositivos externos de almacenamiento, en medio en formato PDF y formato editable en el software correspondiente. Cada Volumen debe estar identificado con un rótulo o Sticker que contenga la siguiente información:

- Logo del Instituto Nacional de Vías INVIAS.
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Número del volumen con su respectivo nombre.
- Número del tomo cuando este exceda más de un tomo para el respectivo volumen.
- Ruta, Tramo e indicar PR de inicio y PR final. En el caso que aplique.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha de entrega de los estudios y diseños.

Cada Volumen se foliará de forma independiente y tendrá máximo 200 folios, si el Volumen es muy voluminoso y sobrepasa el número de folios se deben presentar varios tomos en las cuales de acuerdo al número se identificarán como 1 de 2, 2 de 2, sucesivamente según el caso y tendrá una foliación consecutiva. La fuente del texto del rótulo es Arial 12, espaciado a 1.5.

<table>
<tr><td rowspan="6">LOGO INVIAS</td><td rowspan="6">CONSULTOR:</td><td rowspan="6">INTERVENTOR:</td><td rowspan="6">CONTRATO:</td><td>Director consultoria:</td><td>Director interventoria:</td><td colspan="2">MODIFICACIONES</td><td colspan="2" rowspan="2">CONTIENE:</td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Especialista consultoria:</td><td>Especialista interventoria:</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td>Dibujó:</td><td>Fecha:</td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td><td>ESCALA</td><td>PLANO No.</td></tr>
</table>

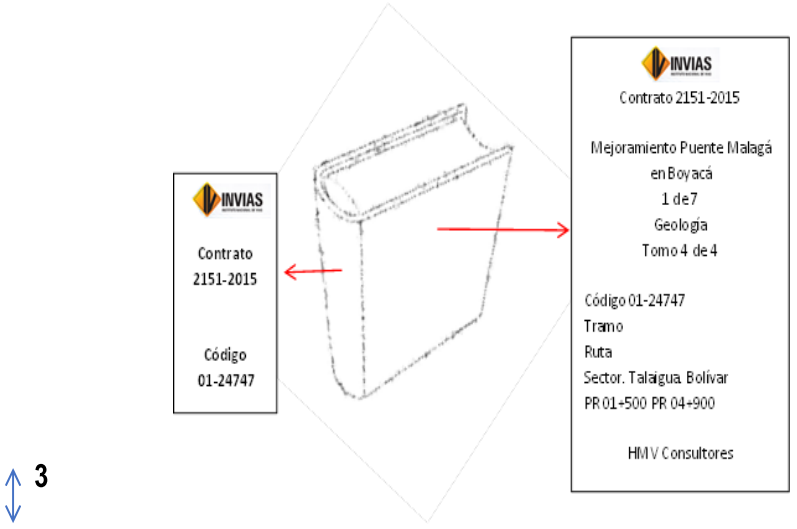
Se debe entregar junto con los volúmenes y planos finales un listado maestro de los planos y volúmenes (tomos) allegados. Los volúmenes deben contar con la firma de los directores de consultoría e interventoria, así como la firma de los especialistas responsables en la elaboración del respectivo volumen; para los planos también se debe contar con las firmas tanto de los directores de consultoría e interventoria, así como la firma de los especialistas responsables en la elaboración. Los archivos magnéticos también deberán contar con las respectivas firmas en sus formatos PDF, los cuales deben ser fiel copia de los documentos y planos impresos. Los volúmenes deber se escaneados para garantizar que sean fiel copia de su original.

Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada (incluidos los resultados de las exploraciones y ensayos) se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada del SIG en el INVIAS (Aplicar el modelo de datos para Planos Record, Diseños y Estudios vigente a la fecha de entrega final de los estudios y diseños, el cual se puede obtener a través del enlace https://hermes.invias.gov.co/geiv/) o consultando al Grupo de Estadística e Información Vial de la Subdirección de Planificación de Infraestructura, lo cual, deberá ser consultado por el consultor en dicha oficina.

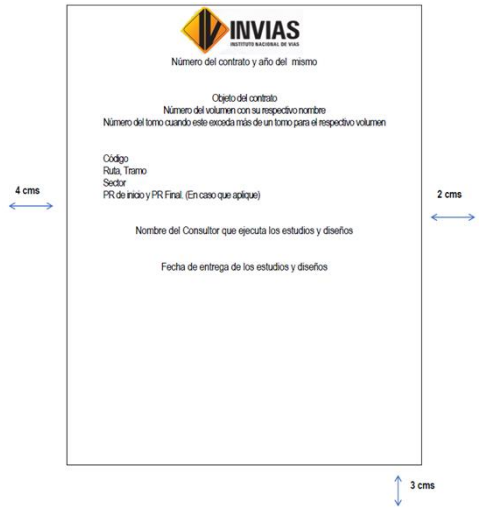
De acuerdo con el memorando SA 35138 del 28 de mayo de 2015, de la Subdirección Administrativa del INVIAS, la documentación escrita correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente

forma:

Carátula:	Tapa dura en cartón liso de 2.5 mm color azul estampado dorado. Forrada en percalina o cuerina, cocida.
Páginas.	Máximo 200
Impresión:	1x2 tintas
Formato:	Carta 21,59 cm * 27,94 cm
Fuente:	Arial 12, espaciado a 1.5
Tipo de Papel:	Propalibros 70g a 1x1 tintas; art lemon a 1x1 tintas; esmaltado brillante de 150g.
Rotulado:	Logo de INVIAS; número del contrato y fecha y código. Contenido:
	Normas ICONTEC



Esquema de la portada



a. Presentación en Formato Magnético

Para la presentación de información en formato CD o DVD, igualmente deben identificarse con rotulo que contenga como mínimo los siguientes datos.

- Logos Corporativos
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha del Documento.
- Dirección.

Los CD o DVD deben entregarse en una caja de pasta delgada que proteja el formato. Deben de ser no re escribible para garantizar que NO sea posible la modificación de la información en él contenida. En los casos del empleo de dispositivos externos de almacenamiento, estos deben estar debidamente marcados y protegidos.

Documento digital de Metadatos según Norma NTC 4611, mínimos o detallados, dependiendo del proyecto.
El registro fotográfico del proyecto deberá insertarse al Sistema de Información Geográfico por medio de links o hipervínculos que deberán funcionar adecuadamente, incluso desde el CD o DVD.

b. Presentación de Planos

No se utilizará color en los planos ploteados en papel de seguridad a fin de obtener una buena calidad en reproducciones de éstos.

Los planos deberán contener código, ruta, tramo, sector, PR de inicio y PR final. Los mapas deberán entregarse también en formato PDF/A. No se deberá entregar archivos comprimidos.

En caso de que el proyecto supere una cantidad de 12 planos, se elaborará un nuevo tomo denominado Mapas, que deberá contener páginas preliminares como los otros tomos del proyecto doblándose a mitades.

Los originales de los planos se entregarán enrollados, con protección en sus bordes para evitar posibles deterioros y protegidos por tubo. No se deberá hacer ningún pliegue.

Solo se recibirá un ejemplar en original tanto de informes como de los planos y también copia en CD no re escribible.

Los planos originales se entregarán debidamente firmados en papel de seguridad y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) en formato PDF y en Software de dibujo asistido por computador de lectura universal editable.

De acuerdo con el memorando SA 35138 del 28 de mayo de 2015, de la Subdirección Administrativa del INVIAS, la presentación de los planos correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente forma:

Empaque: Porta planos debidamente rotulados (ver información de la portada estudio técnico)
Tamaño: Pliego 70 cm * 100 cm
Papel: De seguridad Cronalfex o Diazzo ribeteado (original).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS VOLÚMENES A DESARROLLAR EN ESTUDIOS Y DISEÑOS A NIVEL DE FASE II AVANZADA:

- **VOLUMEN I: ESTUDIO DE GEOLOGÍA**

El alcance fundamental de los estudios de geología consiste en caracterizar la geología del proyecto y determinar mediante evaluación y análisis, los aspectos de estabilidad y seguridad de las áreas donde se desarrollará el proyecto. Adicionalmente el consultor deberá caracterizar las fuentes de materiales y ubicar los posibles sitios para la disposición del material sobrante de corte, desarrollar los análisis de estabilidad, seguridad, obtención de materiales de construcción, disposición de materiales sobrantes de excavación, así como todo lo relacionado con el impacto ambiental; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

- **VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.**

El alcance fundamental del estudio de suelos para fundaciones de puentes, obras de drenaje y estructuras de contención, consiste en realizar todas las actividades necesarias para la exploración de los suelos, con el fin de caracterizar los suelos de fundación en donde se ubicarán las obras proyectadas en los diseños de la variante, conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

A parte de la exploración por métodos directos con recuperación de muestras, como sondeos y apiques. Como complemento a estas investigaciones, se podrán emplear métodos indirectos como sondeos geo eléctricos o líneas sísmicas; de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras.

- **VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.**

Los estudios geológicos y geotécnicos tendrán como fin determinar las condiciones de estabilidad de los taludes superior e inferior de la vía, definir las condiciones como inclinación de taludes, obras de contención, obras hidráulicas y de protección de taludes, bermas, que garanticen la estabilidad de los taludes que se requieran para la implantación del proyecto; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

- **VOLUMEN IV: ESTUDIO DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN**

El objeto de este volumen consiste en realizar los estudios hidrológicos de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto, con los registros históricos completos disponibles y no limitarse a los últimos años; dimensionar las obras transversales y longitudinales necesarias en el diseño del proyecto, incluyendo los análisis de socavación donde sea necesario; dentro de estas obras se encuentran las obras mayores, menores y los tratamientos especiales en puntos críticos y/o taludes superiores e inferiores para garantizar el manejo adecuado desde el punto de vista hidráulico en aras de buscar la estabilidad de la infraestructura; también el manejo de escorrentías superficiales en empalmes, retornos e intersecciones, entregas especiales y/o particulares a lo largo del corredor; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

Así mismo, los estudios definirán la localización y el tipo de las obras de drenaje y subdrenaje a construir, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, hidráulicas y de diseño geométrico, para garantizar la vida útil del proyecto.

- **VOLUMEN V: ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS**

En este capítulo se debe realizar el predimensionamiento estructural de cada una de las estructuras que así lo

requieran el proyecto, que permitan garantizar condiciones de estabilidad y continuidad del alineamiento, tomando como base los parámetros de geometría, geología, fundaciones, hidráulica, urbanismo y ambiental; conforme a los requerimientos desarrollados en el cuerpo del volumen.

El objetivo es tomar los parámetros establecidos en los estudios complementarios aplicables requeridos y realizar un análisis de alternativas para de allí concluir en la selección y ejecución del proyecto estructural real y ejecutable. El consultor deberá definir las características básicas o esenciales de las estructuras, todas las obras complementarias, cimentación, y de la infraestructura vial necesaria para el proyecto, entendiéndose para este nivel de fase II – avanzada y/o fase III contratación que se debe llegar a despieces tipo.

- **VOLUMEN VI: ESTUDIOS COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.**

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamientos generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apéndice D – Ambiental y Apéndice E – Gestión Social** que hacen parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN VII: ESTUDIO GESTION PREDIAL**

Dentro del objetivo general que se pretende dar a este volumen, es la determinación a través de una rigurosa investigación técnica y jurídica, el área de afectación de predios por la construcción del proyecto vial, así como la correspondencia entre la afectación física y la titularidad de los predios afectados para posibilitar durante posteriores etapas, las actividades de Adquisición y recuperación de predios.

El presente Volumen se debe desarrollar acorde con lo indicado en el **Apendice F – Gestión Predial** que hace parte integral del presente proceso de contratación.

- **VOLUMEN VIII. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.**

En este volumen se elaborarán los análisis de precios unitarios No previstos de acuerdo con los precios de mercado de los insumos en la zona del proyecto, se calcularán los presupuestos con las cantidades de obra que se determinen en las diferentes especialidades a estudiar dentro del contexto de los estudios y se definirán las especificaciones de construcción.

- **VOLUMEN IX. INFORME FINAL EJECUTIVO**

En este volumen se presentará un informe ejecutivo que le permita al lector, conocer la localización geográfica de las obras a construir, el Contratista deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo en estudio, conocer la importancia socioeconómica del mismo y a través de una ficha técnica resumen disponer de los resultados técnicos más importantes de cada uno de los volúmenes desarrollados en la consultoría. Así mismo el Contratista deberá preparar una presentación en donde se muestre en resumen de los aspectos más relevantes del estudio, así como de los resultados del mismo, la cual deberá exponer ante el personal técnico de la Entidad, por el director del contrato y de los especialistas que se consideren necesarios.

Dentro del informe final ejecutivo, el Contratista con la aprobación de la Interventoría deberá entregar una presentación de todos los resultados técnicos, económicos, financieros ambientales y sociales del proyecto guiados por la norma ISO 19650 y lo exigido en los presentes Requerimientos Técnicos.

REQUERIMIENTO TÉCNICOS – FASE II AVANZADA

a. Volumen I. ESTUDIO DE GEOLOGÍA

El volumen final de estudio de Geología deberá tener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. EXÁMEN DE LOS SITIOS DE PUENTES Y ALCANTARILLAS CAPÍTULO 3 ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO
Capítulo 3.1 Análisis y Descripción Tectónica
Capítulo 3.2 Geomorfológico Pragmática del Alineamiento
Capítulo 3.3 Hidrogeológico del Alineamiento
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES
CAPÍTULO 5 INFORME GEOLÓGICO
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

El objetivo del estudio de geología es la definición de las características geológicas del corredor seleccionado y/o tramo de corredor de interés y/o punto de atención, con objeto de definir el alineamiento más conveniente, presentar alternativas para los tramos de estabilidad crítica y cruces de corrientes de agua y recomendar los sitios apropiados de explotación de materiales de construcción y disposición de materiales sobrantes. El estudio debe permitir tener la información para adelantar la caracterización geológica (tectónica, geomorfológica e hidrogeológica) y reconocer los principales problemas del corredor, a partir de cartografía geológica, técnicas

geofísicas, y en caso de requerirse, perforaciones y excavaciones de ensayo que permitan definir los sistemas de investigación más apropiados para ser empleados en los estudios (Para garantizar una adecuada caracterización, el consultor deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente. de manera acertada. Los estudios geológicos a nivel de diseño (Esc:>1:1000) para los túneles (si aplica), ponteaderos y sitios críticos se llevarán a cabo durante la etapa previa de la Construcción.

Para aquellos puntos críticos y/o zonas inestables a lo largo del corredor en estudio, es recomendable: incluir capítulo descriptivo de hidrogeología (reconocer y caracterizar las unidades hidrogeológicas, zonas de recarga, transferencia y confluencia con definición de red de flujo subterráneo), el cual debe relacionarse con el flujo de agua subterránea (estratos profundos de suelos) y superficial; no obstante, se deberá estimar la posición del nivel freático medio y su posible variabilidad en diferentes épocas del año. Se elaborarán mapas geológicos generales, semi- detallados y detallados en escalas >=1:10.000 y <=1:1000 (perfiles y columnas estratigráficas que permiten definir parámetros geotécnicos de estabilidad), realizando también un análisis geomorfológico para la evaluación de procesos y riesgos naturales, con mapeo de procesos morfo dinámicos antiguos y recientes de unidades a nivel de componentes y elementos geomorfológicos. Como insumo base para la realización del presente volumen se deben realizar trabajos de topografía, planimétricos y altimétricos (curvas de nivel menor o igual al metro), los cuales deben

permitir identificar las características y elementos físicos en el área de interés, para después graficar la forma de la zona de estudio en planimetría y altimetría, así como sus modificaciones representándose en escalas adecuadas, obteniendo, ubicación, áreas, distancias y pendientes entre otros. De manera preliminar se recopilará información de tipo secundaria (cartografía básica digital en lo posible), para de esta manera determinar el tipo de metodología para la captura de información en terreno, y garantizar la calidad deseada para el proyecto. El consultor debe iniciar con la recopilación de información secundaria disponible tanto la que cuenta el Servicio Geológico Colombiano, como la que pueda poseer los municipios, corporaciones regionales. Se deben identificar aquellas zonas que se puedan delimitar y que sean homogéneas en cuanto a sus características geotécnicas básicas (lo anterior denominado Unidades de Geología para Ingeniería UGI). El consultor debe realizar una identificación preliminar de las UGI de acuerdo a su origen, que se complementará con la descripción litológica para cada uno de sus capas o estratos. Las UGI antes identificadas deben delimitarse con base en la clasificación del terreno en unidades geomorfológicas, con el apoyo de la información de tipo secundaria. La caracterización de esta UGI debe incluir levantamiento en terreno de datos estratigráficos y datos que puedan incidir en el comportamiento mecánico de los materiales, litología y rasgos estructurales (unidades de roca, unidades de suelo); lo anterior complementado con sondeos exploratorios (básicos y/o detallados), ensayos de laboratorio (ensayos que permitan la caracterización de los materiales); esta campaña exploratoria deben estar ubicadas en zonas estratégicas de la zona de estudio, las cuales sean representativas del área en particular. Los resultados cartográficos que se obtengan o produzcan deberán estar referidos al sistema de coordenadas Magna Sirgas, al igual se deben dejar referencias para poder previo a la implementación de las soluciones planteadas, realizar el monitoreo periódico de la zona. La estructura

geológica adoptada para el diseño se debe mostrar en las secciones seleccionadas para el análisis. Se debe generar un mapa de geología para ingeniería el cual "muestre información sobre la distribución y propiedades físicas y mecánicas de las rocas y los suelos, el agua subterránea, las características del relieve y los procesos geodinámicas actuales, que son considerados los componentes básicos del ambiente geológico, de suma importancia en estudios de geología aplicada a la ingeniería" – Ref.: GUÍA METODOLÓGICA PARA ESTUDIOS DE AMENAZA, VULNERABILIDAD Y RIESGO POR MOVIMIENTOS EN MASA). Esta guía es aplicable tanto para puntos críticos independientes, como para zonas y/o tramos del corredor.

En aquellas zonas en las cuales se requiera el reemplazo y/o nuevos puentes, se deben atender los lineamientos establecidos en el ANEXO 01 "Recomendaciones Geología para Puentes", el cual hace parte integral del presente documento.

Capítulo 2. EXÁMEN DE LOS SITIOS DE PUENTES Y ALCANTARILLAS

El geólogo hará el estudio geológico a escala mayor a 1:2.000 (y/o la indicada en el anexo 01) de los sitios de puentes, corrientes y alcantarillas importantes previstas. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características geológicas. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado realizado. La resistencia de suelos y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica descrito por Marinos et al. (2005).

Se realizarán los apiques y trincheras necesarios para describir los suelos y la meteorización de las rocas. Como técnica de comprobación y/o exploración se realizarán sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar y perforaciones corazonadas, que servirán, en algunos lugares, para amplia investigación del subsuelo.

Se hará mapeo de los contornos estructurales con descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las perforaciones. Los cortes geológicos verticales, a escalas mayores a 1:2.000 integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

a. Caracterización De Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños.

Capítulo 3. ESTUDIO GEOLÓGICO DEL ALINEAMIENTO

El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:5.000 de una franja de cuatro km de ancho (o el ancho de franja que las condiciones particulares de la zona así lo ameriten) centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología de gran escala y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada 1 m, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, posición estructural, patrones de afloramiento, tectónica (Estructuras geológicas antiguas y recientes relacionadas con plegamiento, discordancias y fallas), orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. Si se requiere, se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares.

Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala >1:5.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones.

Igualmente, se deberán localizar y analizar las condiciones geológicas para las zonas de disposición de materiales sobrantes, y presentar un plano de semidetalle (escala 1:10.000), para cada zona de disposición de sobrantes con la geología de la zona.

Posteriormente se prepararán mapas geotécnicos en unidades homogéneas de terreno a escala >1:5.000.

Se deberá adelantar visita a los sitios más relevantes identificados en la fotointerpretación y visita e identificación en campo de las zonas de disposición de sobrantes.

Para los puntos críticos y zonas inestables del corredor es recomendable: El geólogo hará el estudio geológico a escala 1:2.000 de una franja m de ancho que permita obtener la información necesaria, centrada sobre el alineamiento, mediante fotogeología y exploración geológica de campo. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, sobre mapas topográficos a escala 1:1.000 con curvas de nivel cada, con estaciones geológicas, contactos entre unidades litológicas, contornos estructurales, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, escarpes de deslizamiento, grietas, áreas de reptación, manantiales y demás características. La localización de las estaciones geológicas se determinará con base en el levantamiento topográfico detallado. La resistencia de los suelos se determinará mediante ensayos insitu y y rocas se determinará con el Índice de Resistencia Geológica. (IRG) y con base en el mapa geológico , se harán apiques y trincheras, algunos sondeos eléctricos verticales, tomografía eléctrica, líneas sísmicas de refracción, sondeos con georadar, y perforaciones corazonadas, para investigar el subsuelo en algunos lugares. Se harán las descripciones geológicas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca. Los cortes geológicos necesarios, longitudinales y transversales al alineamiento, a escala 1:2.000, integrarán toda la información del subsuelo obtenida con los estudios geofísicos y las perforaciones. Para el presente caso se

debe hacer un inventario de movimiento en masa en la zona de interés (activos e inactivos). Como producto también se requiere a la escala indicada un mapa de unidades a nivel de elementos geomorfológico en la zona directa de afectación para ser insumo de las diferentes áreas para realizar los diseños a nivel de Fase II – Avanzada de la solución requerida (obras de contención y/o viaductos y/o obras de alternativas de solución, etc.…). Posteriormente se determinan las unidades geotécnicas homogéneas (mapas de unidades geotécnicas homogéneas), que se obtiene a partir de la sobreposición del mapa de UGI y mapa de elementos geomorfológicos, los que fueron objeto de ajuste a través de la exploración geotécnica y sus respectivos ensayos de laboratorio.

b. Caracterización de Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños.

Capítulo 4. ESTUDIO DE FUENTES DE MATERIALES

Este capítulo se refiere a la localización, caracterización, selección, cubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la estructura del pavimento, concretos estructurales, terraplenes, pedraplenes y otros usos y al acopio de información necesaria para obtener los permisos de explotación ante las autoridades competentes.

a. Información Básica

Se harán mapas geológicos a escala >1:2.000 de cada fuente potencial de materiales de construcción. El mapa geológico se preparará a nivel de afloramiento, con estaciones geológicas, contactos entre unidades lito estratigráficas, patrones de afloramiento, posición estructural, orientación de diaclasas, meteorización, y resistencia de los suelos y rocas. La localización de las

estaciones geológicas se realizará con las coordenadas Magna-Sirgas del levantamiento topográfico detallado del proyecto.

La resistencia de suelos mediante pruebas insitu y ensayos de laboratorio) y en las rocas se determinará mediante diversos métodos como el RMR propuesto por Bieniaswski, (SMR) propuesto por romana, Resistencia Geológica (IRG) propuesto por Hoek Brown o el valor de Q de Vartón.

Se deberán realizar las excavaciones necesarias por medio de apiques, trincheras, y perforaciones corazonadas para determinar los espesores disponibles de materiales y obtener las muestras representativas. Se prepararán columnas estratigráficas de las diversas unidades. Se harán cortes geológicos verticales. Se harán las descripciones detalladas de los afloramientos, apiques, trincheras y corazones de suelo y roca de las

perforaciones.

b. Cálculo de Recursos y Reservas

Se denomina recurso de materiales de construcción una cantidad de roca o de arena o grava natural que pueda ser empleada en la construcción de la estructura del pavimento, concreto estructural, terraplenes y pedraplenes, para obras de ingeniería. Se entienden por reservas la porción de los recursos identificados que pueden ser explotables económica y legalmente.

Las reservas se clasifican de acuerdo con el grado de certeza geológica sobre su existencia, en reservas posibles, reservas probables y reservas probadas. Las reservas posibles o inferidas, son aquellas cuyas estimaciones cuantitativas se basan principalmente en conocimientos amplios sobre el carácter geológico del cuerpo de material, para lo cual hay pocas muestras o mediciones, si es que las hay. Las estimaciones se basan en una continuidad o repetición hipotética de algunas evidencias geológicas como comparaciones con depósitos o yacimientos de tipo similar. Las reservas probables o indicadas son aquellas cuyos tonelajes se calculan en parte por medio de mediciones, y en parte con base en proyecciones a distancias razonables según los indicios geológicos. En este caso, los sitios disponibles para inspección, medición y toma de muestras están demasiado espaciados o son inadecuados para poder delimitar plenamente los cuerpos de materiales pétreos. Las reservas probadas o medidas son aquellas cuyo tonelaje se ha calculado utilizando las dimensiones que se aprecian en afloramientos, trincheras, labores mineras y perforaciones. Los lugares de inspección, muestreo y medición se espacian con tal proximidad que el carácter geológico del cuerpo se define con exactitud.

Se calcularán los volúmenes de recursos y reservas de materiales, con el mapa geológico y cortes geológicos verticales en serie.

c. Caracterización de Materiales

Con las muestras representativas se deberán realizar todos los ensayos de laboratorio contemplados en las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y los procedimientos de las Normas de Ensayos de Materiales para Carreteras del INVIAS vigentes a la fecha de los diseños, incluyendo el estudio químico (solo si es necesario) y petrográfico de secciones delgadas con el fin detectar la presencia de compuestos que pudieran atentar contra la durabilidad y buen comportamiento de los materiales como parte de la estructura del pavimento.

d. Informe de Fuentes de Materiales

El informe de Fuentes de Materiales debe resumir toda la información generada por el estudio de cada una de las fuentes potenciales para la construcción de la carretera.

Se deberá adelantar visita e identificación en campo de todas las fuentes de materiales identificadas para el

proyecto.

Capítulo 5. INFORME GEOLÓGICO

El informe geológico comprende los siguientes capítulos:

I. Introducción: Propósito y alcance; Información Existente; Método de Trabajo.
II. Geología de la Faja de Alineamiento: Unidades Geológicas; Historia Geológica; Estratigrafía; Composición y Textura de las Unidades de Roca; Estructuras; Sismicidad; Zonas de Falla; Meteorización; Suelos; Erosión y Drenaje, perfiles, análisis de interpretación geofísica (Sondeos eléctricos verticales, tomografías eléctricas, perfiles sísmicos, gravimétricos etc), y correlaciones
III. Análisis y descripción tectónica, trazado y localización de estructuras tectónicas pliegues fallas y discordancias
IV. Geomorfología pragmática: Fotointerpretación (fotografía de gran escala), Mapa Geomorfológico de detalle específico (componentes y elementos geomorfológicos), pendientes, inventario de fenómenos de remoción en masa drenaje y cortes geomorfológicos.
V. Hidrogeología: Caracterización de unidades hidrogeológicas, inventario y localización en planos de fuentes, nacederos y pozos profundos, red de flujo subterráneo, estimacion de la posición del nivel freático medio y su variabilidad en un año típico a diferentes escalas (Semi detalle y detalle), identificación de zonas de recarga, transferencia y confluencia
VI. Geología Para Ingeniería: mapa de unidades Homogéneas (Unidades de geología par la ingeniería -UGI-, unidades geotécnicas homogéneas -UGH-); Fenómenos de Inestabilidad; Resistencia Geológica; Puntos Críticos; Ponteaderos; Túneles; Sitios de Puentes Corrientes y Alcantarillas; Fuentes de Materiales de Construcción; Trabajabilidad; Botaderos; Cantidades de Obra.
VII. Recomendaciones

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El consultor presentará en este capítulo, en forma clara y precisa, los resultados del estudio geológico realizado, así como las conclusiones y recomendaciones correspondientes a los aspectos tratados.

Capítulo 7. ANEXOS

- Mapa de Localización del Proyecto, Escala 1:10.000
- Mapas geológicos escalas >1:10000
- Cortes Geológicos Generales, todas las escalas de presentación uno por plano
- Mapa geomorfológico escala >1:5000

- Cortes geomorfológicos todas las escalas, uno por plano
- Mapa hidrogeológico escala 1:5000
- Red de flujo subterránea
- Registro de Apiques y Trincheras en cada Alineamiento
- Registro de Sondeos Eléctricos, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar en cada Alineamiento
- Registro de Perforaciones en cada Alineamiento
- Mapas Geotécnicos de Unidades Homogéneas de Terreno, Escalas > 1:5,000
- Registro de Apiques y Trincheras de Puentes Corrientes y Alcantarillas.
- Registro de Sondeos Eléctricos Verticales, Líneas Sísmicas de Refracción y Sondeos de Georadar, en Puentes Corrientes y Alcantarillas.
- Registro de Perforaciones, en Puentes Corrientes y Alcantarillas.
- Mapa de Fuentes de Materiales y Sitios de disposición de sobrantes de cada Alineamiento. Escala 1:10.000

b. Volumen II. . ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN.

El Informe Final sobre los estudios de suelos para el predimensionamiento de fundaciones de puentes y otras estructuras de contención deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. RECOPILACION DE INFORMACION
CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
CAPITULO 4. CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO
CAPITULO 5. ANÁLISIS SOCAVACION
CAPITULO 6. ANÁLISIS GEOTÉCNICO
CAPITULO 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS
CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 9. ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Comprende la realización de la exploración y caracterización de los suelos en los sitios en que se ubicarán obras a lo largo del trazado, de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos y correlaciones para estimar las principales variables del diseño de cada una de las respectivas obras.

b. ALCANCES

Ejecutar mediante sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, la exploración del suelo de fundación de las obras proyectadas.

Las exploraciones que se lleven a cabo deberán definir en los estratos conformados por el suelo: Espesor de los estratos, clasificación e identificación de los suelos, propiedades de ingeniería pertinentes (resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad).

Para garantizar una adecuada caracterización, el consultor deberá presentar un plan de exploración, basado en lo particular del sector y/o punto de interés, que permita tener los elementos suficientes para describir, clasificar, diagnosticar y así generar la propuesta de solución que se viable tanto ingenieril como económicamente

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio es recomendable: con base en la caracterización general obtenida, los ensayos y tomas de muestras in situ (sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas - instrumentación), el consultor deberá realizar un diagnóstico, reconocimiento y clasificación del movimiento en masa y el mecanismo de falla que intervino en este; en donde a su vez se realice una descripción precisa de

los materiales que hace parte del movimiento. Dado que uno de los productos del capítulo de Geología para los puntos críticos y/o zonas inestables es la determinación de las unidades geotécnicas homogéneas, se debe para cada unidad establecer un modelo geológico – geotécnico. Los parámetros geotécnicos se obtienen a través de sondeos, perforaciones, métodos indirectos como sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas, definiendo los estratos conformados del suelo, en sentido de espesor, clasificación, identificación, para de esta forma determinar las propiedades de ingeniería que el consultor considere pertinente (entre otros: resistencia al esfuerzo cortante, compresibilidad, rigidez, expansión o colapsabilidad), así como también permitirán determinar los parámetros geotécnicos. En este volumen para los puntos críticos y/o zonas inestables también se debe realizar una zonificación básica de amenaza (si es que existe en la zona de estudio), con la información de tipo secundaria (cartografía básica y/o modelo digital del terreno y/o sensores remotos, registros de lluvias, registros de sismos) y primaria (perfiles topográficos), teniendo presente factores como cobertura y uso del suelo, unidades de geología para ingeniería UGI, geomorfología, exploración, el consultor puede realizar la respectiva modelación para la determinación de la zonificación de la amenaza, y a su vez plantear la solución ingenieril para la zona de interés. Los estudios en campo y posterior análisis también serán insumo para definir y entregar los diseños de cimentación para las diferentes alternativas de solución, así como las obras de contención y/o estabilización de taludes y/o complementarias a la propuesta de diseño (trabajo conjunto con el área de estructuras – el diseño estructural). Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio.

Nota: LOS DISEÑOS DE CIMENTACIÓN DEBEN LLEGAR HASTA LA OBTENCIÓN DE DESPIECES TIPO.

Capítulo 2. RECOPILACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La información preliminar que debe recopilarse hace referencia a: Topografía y Diseño Geométrico, Geología, Hidráulica, Hidrología, Estructuras, Planos, y todo lo que se considere se debe incluir como estudios anteriores.

Apoyado en la visita de campo y con la información disponible, se hará una descripción general del proyecto desde el punto de vista geométrico, morfológico, incluyendo requerimientos estructurales de cada una de las estructuras proyectadas.

Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Incluye todo lo relacionado con la descripción de la técnica de exploración realizada (sondeos, perforaciones, sondeos geoeléctricos o líneas sísmicas), su localización y abscisado, cotas y coordenadas, número y profundidad.

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica preliminar para determinar los criterios geotécnicos necesarios para el pre-dimensionamiento de los elementos de cimentación de las estructuras proyectadas, la cual podrá incluir un sondeo por estructura, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y previamente acordado con la interventoría. Esta información podrá ser complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

En cada investigación se deberán realizar ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.50 m de profundidad y donde la consistencia de los materiales lo permitan se recuperarán muestras inalteradas para la determinación de los parámetros de resistencia y deformabilidad del suelo.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados para investigar el subsuelo, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

Capítulo 4. CARACTERISTICAS DEL SUBSUELO

Para determinar las características del subsuelo el Consultor deberá tener en cuenta la descripción geológica del sitio del proyecto indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural. Adicionalmente se deberá realizar un programa de ensayos de laboratorio que deberá contemplar como mínimo los siguientes ensayos: Granulometría, Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a lo largo del perfil del suelo entre otros.

Igualmente, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados de resistencia de la roca (compresión simple) cuando se vaya a apoyar la cimentación en ella.

La investigación de laboratorio abarcará todos los ensayos y clasificación necesarios para identificar adecuadamente las condiciones del subsuelo; los ensayos se deberán realizar de acuerdo con las normas vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Dentro de los resultados de laboratorio debe haber una suficiente caracterización del subsuelo, de acuerdo con la naturaleza del proyecto.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

a. Perfil Estratigráfico

Las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) (AASTHO) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola mediante los perfiles estratigráficos.

b. Condiciones Especiales del Subsuelo

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, tales como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se proporcionarán recomendaciones sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Igualmente, se estimarán las condiciones requeridas para garantizar las excavaciones temporales y permanentes para la implantación de la estructura proyectada, y se predimensionarán las obras de contención que se requieran para tal fin.

Capítulo 5. ANALISIS DE SOCAVACION

En el caso de que se requiera este tipo de análisis, deben resumirse los resultados de los estudios hidráulicos, hidrológicos y de socavación contenidos en el volumen correspondiente, referidos al cálculo de la socavación general y local del cauce en el sitio de ponteadero, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuentan para definir el sistema de cimentación y su profundidad.

Capítulo 6. ANÁLISIS GEOTECNICO

En el análisis geotécnico, se requiere evaluar diferentes alternativas, y se recomendará la solución más viable, indicando el tipo y profundidad de la cimentación, previo análisis de la capacidad portante y deformación.

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el predimensionamiento de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de un plan de exploración geotécnico.

Capítulo 7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

El Consultor recomendará obras complementarias que sean requeridas para el adecuado funcionamiento de la estructura proyectada, en las cuales deberá incluirse su predimensionamiento y planos requeridos.

Capítulo 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentará en forma sucinta, las características físicas del subsuelo y los parámetros de resistencia al corte y deformación utilizados en el predimensionamiento de los elementos de cimentación, al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a: tipo, profundidad y cota de cimentación, dimensiones y número de elementos, valor de la capacidad portante y parámetros de deformación vertical y horizontal, entre otros.

La consultoría deberá generar las recomendaciones para un posible monitoreo a través de instrumentación en cada uno de los puntos objeto de estudio.

Se darán recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Capítulo 9. ANEXOS.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará el mapa de localización del proyecto, registro de la exploración en el terreno y ubicación en plano, resultados

de ensayos de laboratorio in situ, planos topográficos, geológicos (en planta y perfil) escala 1:1000, y de obras (en planta y perfil) escala 1:500, fotografías del sitio en estudio.

Se hará entrega de toda la 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.

c. Volumen III ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y DISEÑO DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.

El Informe Final sobre los estudios para la estabilidad y estabilización de taludes debe considerar los siguientes

capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO
CAPITULO 3. TRABAJOS DE CAMPO
CAPITULO 4. DIAGNOSTICO GEOTECNICO
CAPITULO 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
CAPITULO 7. ANEXOS

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Se pretende en este capítulo con base en los estudios geológicos y geotécnicos establecer las condiciones1 geo mecánicas de los suelos-rocas y generar el análisis de estabilidad, para de esta manera clasificar y caracterizar los movimientos, desarrollando medidas correctivas y/o prevención y/o control y/o estabilización, y así disminuir la condición de riesgo a en la zona (s) y/o punto de atención particular de riesgo a deslizamiento, bien sea para condiciones actuales y/o para aquellas que se deriven por la implantación del presente proyecto de diseño. El presente volumen debe pasar por el estudios geológico y geotécnico, diseño conceptual para atender la condición según sus limitaciones2, diseños geológico y geotécnico detallado, prediseño de alternativas3 de estabilización (Las obras propuestas no deben ser vulnerables ante la posible condición de inestabilidad de la zona de estudio), las cuales deben ser puestas a consideración de interventoría, para la elección de las favorable para el proyecto

1. Dentro del análisis inicial se deben tener en cuenta antecedentes antrópicos y/o naturales, para generar una adecuada investigación de los deslizamientos.
2. Dentro de las limitaciones se puede considerar el acceso a materiales bien sea por su costo o por la consecución de los mismos, es por eso que de conformidad con lo establecido en el artículo 173 de la Ley 1955 de 2019, pueden aplicarse NUEVAS TECNOLOGÍAS.
3. Las soluciones que el consultor plantee debe ser integrales y suficientes, involucrando en donde así se requiera propuesta de estabilización, obras de drenaje y subdrenaje, estructuras de contención, estructuras ancladas, pernos clavos, micropilotes, refuerzos, estructuras enterradas entre otras sin “limitarse” a las aquí mencionadas. Las soluciones integrales requieren el aporte y trabajo de otras áreas del proyecto.

b. ALCANCES

Con base en los resultados del estudio de geología se deberá:

- Establecer de manera general las características geomecánicas de los suelos y rocas para la definición de los taludes de corte, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes.

- Plantear tipologías de propuestas de solución y atención de las zonas inestables, recomendando para cada sitio crítico, las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio se plantean recomendaciones ANEXO 02 “ESTUDIO GEOTÈCNICO PTOS CRITICOS Y/O ZONAS INESTABLES EXISTENTES”. Es importante que para aquellos casos en los cuales se requieran cortes en ladera que involucren una posible inestabilidad por la implantación de nuevas estructuras, se debe realizar la tipología de propuesta de solución correspondiente.

Capítulo 2. LOCALIZACION Y DESCRIPCION DEL PROYECTO

a. LOCALIZACION

El consultor deberá definir la localización de la zona en estudio y anexar un esquema de su ubicación, así como recopilar la información relacionada con los antecedentes que considere apropiados para adquirir un conocimiento global de las condiciones actuales del corredor y de problemas de estabilidad en el sector de estudio.

b. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Apoyados en la visita de campo y la información disponible, se hará una descripción general del corredor y de su zona de influencia.

Capítulo 3. TRABAJOS DE CAMPO

Se deberá elaborar y desarrollar una campaña geotécnica preliminar para determinar de manera general los criterios geotécnicos y las condiciones de estabilidad de las laderas existentes, sitios críticos, geometría de los taludes de corte y terraplenes, y las condiciones geotécnicas de las zonas de disposición de sobrantes. La exploración geotécnica deberá ser previamente aprobada por la interventoría, atendiendo las recomendaciones del estudio geológico y acorde a la definición de las zonas homogéneas, y podrá desarrollarse a través de sondeos, perforaciones y complementada con exploración geofísica para la obtención de información mediante ensayos o correlaciones.

Todos los sondeos (perforaciones, apiques, trincheras y sondeos geofísicos) utilizados en el estudio de suelos, deberán ser georreferenciados y ligados a la red MAGNA-SIRGAS.

(Los formatos en los cuales se consigne la información de los ensayos de laboratorio, deberán contar con la firma de respaldo del profesional y/o tecnólogo competente para tal fin debidamente acreditado con matrícula profesional y/o registro).

Capítulo 4. DIAGNÓSTICO GEOTÉCNICO

Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, etc. se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos –geotécnicos a lo largo del corredor, y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes.

Para tal efecto serán necesarias visitas técnicas del geólogo y del geotecnista al proyecto, en las cuales se identificarán y corroborarán los resultados del estudio geológico, las condiciones de estabilidad de las laderas y el comportamiento de las mismas.

Capítulo 5. RECOMENDACIONES Y OBRAS REQUERIDAS PARA LOS TALUDES DE CORTE, TERRAPLENES Y ZONAS DE DISPOSICIÓN DE SOBRANTES

Para cada zona homogénea se definirá la inclinación de los taludes, el ancho de las bermas y la altura de las mismas con las cuales se tienen factores de seguridad apropiados contra el deslizamiento. La definición de los parámetros para los análisis de estabilidad estará basada en la información existente, la geología y las condiciones de las laderas naturales, para tal efecto se podrá emplear la técnica del retro-cálculo. Igualmente se deberán definir las obras adicionales requeridas tales como zanjas de coronación, cunetas, filtros, drenes horizontales, etc. y las obras de contención como muros, anclajes, pernos etc. con los cuales se tendrá la estabilidad deseada, para poder tener unas cantidades de obra aproximadas.

Las zonas de disposición de sobrantes establecidas en el estudio geológico requieren del análisis geotécnico que permita garantizar su utilización y limitar su altura.

Es necesario presentar un plano general (escala 1:10.000) con la localización de todas las zonas de disposición de sobrantes con su distancia al proyecto y el volumen estimado de cada una de ellas.

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se deberá concluir acerca de los criterios establecidos y los resultados obtenidos para la estabilidad de los cortes, terraplenes y zonas de disposición de sobrantes.

Capítulo 7. ANEXOS

- Informes de las visitas técnicas conjuntas del geólogo y geotecnista
- Planos generales de localización
- Plano geológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano geomorfológico del corredor (Escala 1:10.000)
- Plano de localización de zonas de disposición de sobrantes (1:10.000)
- Plano de cada zona de disposición de sobrantes (Escala 1:10.000)

d. Volumen IV. ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACION

El informe final sobre el estudio de hidrología e hidráulica deberá contener los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS
CAPITULO 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS
CAPITULO 4. ESTUDIO DE SOCAVACION
CAPITULO 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

El Consultor efectuará los estudios hidrológicos e hidráulicos, requeridos para dimensionar las obras de drenaje mayores y menores (puentes, pontones, box coulvert, alcantarillas, cunetas, etc.), así como las de subdrenaje (filtros, trincheras drenantes, drenes horizontales, etc.) necesarias para el proyecto.

Consignará en forma concisa y sucinta la determinación cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto para realizar los respectivos análisis y diseños.

Presentará los análisis climatológicos del área aferente del corredor considerando los análisis temporales y espaciales de los parámetros más relevantes entre otros precipitación, temperatura y humedad relativa, etc.

El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas.

Para aquellos casos donde el proyecto lineal contemple el diseño de nuevos puentes y/o reemplazo de puentes, el consultor debe considerar las siguientes recomendaciones: Establecer las características hidrológicas y los factores de la dinámica fluvial del rio, que permitan definir las dimensiones y ubicación de los elementos del nuevo puente, en función de la seguridad amenaza y posible vulnerabilidad de la nueva infraestructura, para limitar de manera adecuada estas tres (03) últimas condiciones. Por otra parte, debe establecer a través del

diseño el manejo de escorrentía superficial y flujo subsuperficial para garantizar la estabilidad de la infraestructura propia del puente y complementaria a dicha estructura. El Consultor deberá incluir en el documento las condiciones especiales del subsuelo y aguas subterráneas, caudal máximo de diseño, comportamiento hidráulico en la zona aferente a la nueva infraestructura, niveles máximos de agua, niveles mínimos del tablero del puente, 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.

Para los puntos críticos y/o zonas inestables en el corredor objeto de estudio se debe suministrar toda aquella información de competencia del área de hidrología, hidráulica y socavación a las áreas de geotecnia, para de esta manera adelantar el análisis del efecto de la precipitación, aguas subsuperficiales y superficiales, cursos de agua paralelos a los puntos de atención, respecto a condiciones detonantes ante un posible movimiento en masa (para analizar posibles efectos del agua sobre el suelo: ablandamiento, presión de poros, tensiones capilares, subpresiones, fluctuaciones del nivel freático, lavado de materiales, aumento de densidad y todas aquellas que el consultor considere evaluar)

b. ALCANCES

Realizar los estudios hidrológicos, climatológicos, hidráulicos y de socavación de acuerdo con los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible obtener los registros históricos completos, y no 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.

Con estos estudios se determinará las cuencas, subcuencas y/o drenajes que atravesará el corredor vial, analizando las características de las cuencas como son área, pendiente de la cuenca y del cauce principal, uso actual y tipo de suelo entre otros; así mismo, se calculara los caudales y se definirán, las curvas intensidad duración frecuencia (IDF) de cada una de las cuencas y/o corrientes, en especial para puntos crìticos hasta el sitio aproximado de cruce y se diseñarán las obras de drenaje mayores y menores y las obras de protección necesarias para el proyecto.

Revisar la capacidad hidráulica de las obras de drenaje dimensionadas tanto mayores como menores, utilizando los caudales definidos en la revisión del estudio hidrológico.

Determinar la localización de las obras de drenaje mayores y menores y subdrenaje, como resultado del análisis de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidráulicas y de diseño geométrico del corredor vial.

La georreferenciación, abscisado y los niveles de las obras de drenaje mayores y menores deberán presentarse en concordancia con las rasantes y planta del diseño geométrico.

Revisar y complementar los diseños de las obras de drenaje existentes en concordancia con el diseño geométrico del corredor vial. Adicionalmente el Consultor deberá realizar el Diseño del Drenaje de la Corona que garantice excelente visibilidad y evite entre otros el hidroplaneo, con las cuales se brinde seguridad y comodidad a los conductores.

Establecer las obras de drenaje especiales en zonas inestables, en las zonas de depósito de materiales sobrantes de excavación, en las fuentes de materiales y zonas de campamentos a utilizar, y en todos aquellos sitios que el proyecto lo requiera para proteger el corredor vial.

Evaluar la existencia de proyectos existentes en el área de influencia directa del proyecto que afecte las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen el corredor vial.

Adelantar los respectivos estudios de socavación.

Información necesaria para el área de hidrología e hidráulica

Para el desarrollo del volumen referido a esta área, se deberá tener como mínimo la siguiente información que será la base inicial del presente estudio:

I. Identificación de cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25.000 o a mayor escala si los hubiere, de acuerdo con lo dispuesto en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente a la fecha de los estudios) que sean atravesadas por el corredor vial.
II. Identificación de estaciones climatológicas e hidrométricas del área aferente al corredor vial, operadas por el IDEAM o por entidades gubernamentales o privadas.
III. Fotografías aéreas de los sitios de cruces más relevantes de las corrientes de tipo perenne, a escala 1:50.000 o mayor.
IV. Información de utilidad para los análisis de estabilidad de canales y de socavación: clasificación de la corriente, transporte de sedimentos, potencial de socavación, estabilidad del curso, materiales existentes en el lecho y las orillas, etc.
V. 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 (inferior a 5 X 5) para definir la red de corrientes que atraviesan el corredor. Por tal razón el trazado de las cuencas para la obtención de los parámetros morfo métricos requeridos en los análisis hidrológicos se deberán obtener a partir de la cartografía IGAC escala 1:25.000.
VI. Para los análisis hidrológicos, hidráulicos y de socavación de los sitios de cruces de corrientes con obras mayores como puentes, pontones y box coulvert, el Consultor deberá adelantar los trabajos topográficos y batimétricos del cauce en una longitud de la corriente que sea el adecuado para garantizar la correcta modelación hidráulica de la corriente y la estructura.

Capítulo 2. ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

a. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE 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 este corredor, etc., incluido lo consignado en los estudios de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR´s) y en el POT de la zona de influencia de las obras.

Para la recolección de información de transporte y/o obras fluviales, cuando aplique, deben consultarse además del INVIAS a otras entidades que puedan aportar información estadística al proyecto.

b. METODOLOGÍA

Se analizará la información previa y se describirá la forma como se programó el trabajo de cada uno de los capítulos, teniendo en cuenta los objetivos, datos, actividades y resultados a obtener.

El consultor deberá presentar la metodología para la modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios.

De igual forma si el Consultor considera necesario elaborar un modelo físico deberá sustentar la necesidad del mismo, incluyendo la longitud aguas arriba y abajo del sitio de estudio.

c. ANÁLISIS DE LLUVIAS Y CLIMATOLOGICO

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, 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 precipitación, precipitación máxima en 24hr, temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

El Consultor deberá calcular las Curvas 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 INVIAS vigente a la fecha de los estudios, o a partir de los registros pluviográficos (pluviográmas) de la estación representativa pluviográfica del proyecto. La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben calcular el tipo de estructura está en función del tipo de estructura y de lo establecido en el

MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS del INVIAS o su equivalente que se encuentre vigente al momento de los estudios. Se anexarán fotocopias de la información básica.

d. ANÁLISIS DE CAUDALES

En el caso que la corriente a analizar disponga de una estación hidrométrica con registros históricos de caudales máximos, 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 la tipo Gumbel y Log-Pearson Tipo III en el caso de valores extremos que son las más utilizadas en el ámbito hidrológico.

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.

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

En ausencia de registros de caudales en las corrientes cruzadas por el corredor vial, 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.

Los caudales de diseño para cada fuente se deberán estimar por al menos tres métodos, pudiendo ser los descritos a continuación o en su defecto los que el Consultor estime y justifique, éstos podrán ser el Método Racional, Método del Hidrograma de Escorrentía Superficial, el Modelo Lluvia- Escorrentía propuesto por el U.S. SoilConservationService (U.S.S.C.S.), el Hidrogama Unitario (p.e: el Hidrograma Unitario Sintético de Snyder, el Hidrograma Unitario Triangular, el Hidrograma Unitario del U.S.S.C.S y adoptado por el U.S. Bureau Of Reclamation), o el Método de Regionalización de Crecidas en Colombia desarrollado por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). En todo los casos el método seleccionado deberá cumplir con la restricción del área de la cuenca establecido en el Manual de Drenaje de Carreteras del INVIAS.

El consultor además de utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, podrá utilizar otras referencias bibliográficas como el HEC 2- HighwayHydrology de la FHWA, ModelDrainage Manual

de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

e. JUSTIFICACIÓN DE FORMULAS EMPLEADAS

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 la metodología utilizada estableciendo sus ventajas y criterios de selección.

f. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN

Se presentarán las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, etc., indicando finalmente el método de predicción adoptado. Esta labor es de importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

Capítulo 3. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

El objeto de los estudios hidráulicos es el dimensionamiento y diseño de las estructuras de capacidad apropiada utilizando los niveles y caudales obtenidos en el estudio hidrológico, para evacuar eficientemente las aguas que puedan afectar la estabilidad de la vía. Tal como lo establece el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS, las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo una vía.

a. ANÁLISIS HIDRÁULICO Y DE SOCAVACIÓN

En la selección del área hidráulica deben tenerse en cuenta el nivel de aguas máximas, el paso de materiales de arrastre y la socavación. Igualmente se deberán determinar niveles de aguas y velocidades.

Se debe determinar el efecto de las inundaciones sobre la infraestructura y propiedades adyacentes y los efectos de los cambios en la geomorfología natural de las corrientes, como resultado de las estructuras propuestas. También analizando el posible efecto erosivo que tengan corrientes paralelas, tanto sobre estructuras existentes como en la zona en general, lo cual tenga incidencia sobre la infraestructura vial.

En caso de requerirse en las obras mayores de drenaje, se debe proveer estructuras de alivio y de protección cuando se interfiera el flujo durante las inundaciones o cuando se reduzca la capacidad hidráulica.

b. GEOMORFOLOGÍA - DINÁMICA FLUVIAL

Los estudios geomorfológicos explicarán la dinámica evolutiva de las corrientes de una zona en general, con el objetivo de ubicar y adoptar las obras de prevención, control y corrección más convenientes.

El Consultor deberá determinar las condiciones topográficas, morfológicas e hidrológicas de cada una de las

cuencas y subcuencas aferentes al corredor vial, determinando entre otros el área de drenaje, pendiente de la cuenca y del cauce principal, coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, vegetación, tipo y uso del suelo, etc.

En aquellos casos donde el corredor vial discurra próximo a una corriente importante que pueda llegar a afectar la estabilidad de la vía, el Consultor deberá realizar un análisis multitemporal de las condiciones morfológicas y diseñar las obras de prevención y protección necesarias para evitar su daño. Para tal efecto el Consultor deberá utilizar aerofotografías, imágenes de satélite, estudios previos y demás información que le permita realizar un análisis multitemporal del comportamiento de los cauces.

c. OBRAS MENORES

Se determinará el tipo de funcionamiento hidráulico en los aspectos de control de entrada y salida. Su eficiencia, altura, pendiente, longitud y posición con respecto al proyecto vial.

El Consultor deberá diseñar todas las cunetas, zanjas de coronación, alcantarillas, canales, bateas, vados, badenes, estructuras de entrada y salida, y plasmar en planos los diseños específicos de cada sitio particular con sus cotas y coordenadas, así mismo deberá diseñar todas las estructuras de control hidráulico requeridas a la entrada y salida con las cuales se garantice la estabilidad de las laderas (estructuras de caída escalonadas, rápidas lisas, escalonadas combinadas, etc.).

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas ampliamente utilizadas en el medio como son las de la FHWA, el HEC 22 – UrbanDrainageDesign Manual, HEC15 – Design of RoadsideChannelswith Flexible Linings, HDS 3 - Design Charts forOppenChanelFlow, Hds 4 – Design of Road Channels, HDS 4 – IntroductiontoHighwayHydraulics, HEC 11 – Design of RiprapRevetment, HEC 14 – HydraulicDesign of EnergyDisipatorsforCulverts and Channels, el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, la Instrucción 5.2 – IC. Drenaje Superficial del MOPU de España, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas.

d. SUBDRENAJE

El estudio contemplará un análisis del subdrenaje primordialmente en todos los sitios donde haya evidencia de agua subterránea. El Consultor deberá garantizar la evacuación del agua existente en el suelo o la infiltrada para dar estabilidad a la estructura del pavimento y a los taludes de la vía.

Se presentarán recomendaciones y diseños específicos para cada sitio donde el corredor vial lo requiera, ya sea sobre los taludes aferentes a la vía y/o en la calzada. Así como en las zonas de disposición de sobrantes de excavación, zonas proyectadas para campamentos, fuentes de materiales, zonas de acopio, etc.

El Especialista Hidráulico del Consultor deberá trabajar este capítulo con el Geólogo, Geotecnista y especialista en Pavimentos.

Entre otros el Consultor deberá dimensionar y diseñar drenes horizontales – transversales – longitudinales, capas drenantes de pavimentos, pozos verticales de alivio, drenajes y/o filtros de muros de contención, galerías y trincheras drenantes.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA y la AASHTO.

e. DRENAJE DE LA CORONA

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.

Entre otros, el Consultor a través de sus especialistas en Diseño Geométrico – Diseño de Pavimentos – Hidráulica, deberá evaluar el diseño geométrico que reduzca las trayectorias de agua que fluyen sobre la calzada para impedir que las películas de agua presenten un espesor que cause inconvenientes. De la misma manera el especialista en Pavimentos deberá evaluar la utilización de la textura superficial de pavimento, ya sea rígido o flexible, que mejore la visibilidad y evite el hidroplaneo. El Especialista Hidráulico deberá calcular y diseñar las estructuras de drenaje (cunetas, canales, drenes y/o filtros transversales) que garanticen la evacuación y manejo eficiente del agua proveniente de la corona.

El Consultor podrá utilizar para el cálculo las metodologías propuestas en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, o en su defecto las que considere más apropiadas para el tipo de proyecto específico y justificarlas.

f. HIDRÁULICA DE OBRAS MAYORES

Los análisis hidráulicos de las obras mayores se realizarán de acuerdo con lo establecido en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente a la fecha de los estudios, capítulos correspondientes a Drenaje Superficial, Puentes, el cual deberá ser adecuado a las necesidades del proyecto considerando su magnitud y complejidad.

Entre otros el Consultor con sus especialistas evaluarán y justificarán su localización, cuantificarán los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, realizarán los levantamientos topográficos y batimétricos, los estudios de suelos para caracterizar la granulometría del lecho con la cual se determinará la rugosidad de la corriente y el diámetro medio representativo del material de lecho con el cual se calculará la socavación general y local si se trata de material granular o el parámetro que se requiera en los casos que se trate de material

cohesivo; analizarán y evaluaran la dinámica del río y la presentarán a escala 1:10.000 o menor, el impacto aguas arriba y abajo generado por el puente, 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. De estos análisis se establecerá el gálibo requerido para la localización de la superestructura del puente.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el HDS 1 – Hydraulics of Bridge Waterways, HEC 22 - UrbanDrainageDesign Manual, HEC 21 - Design of Bridge DeckDrainage; el HighwayDrainageGuidelines de la AASHTO, así como todas las guías HighwayDesign Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas.

Capítulo 4. ESTUDIOS DE SOCAVACION

Los estudios de socavación consistirán en determinar profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes y por las diferentes estructuras.

Entre otros el Consultor deberá calcular y evaluar la socavación general y local para estructuras, implementando lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o su equivalente vigente al momento de los estudios.

a. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN DE CAMPO

El Consultor presentará el análisis del sitio seleccionado, conociendo las secciones transversales. De la misma manera, se deberán presentar los perfiles topográficos longitudinales y batimétricos, zonas de desborde, alturas de creciente, tipo de suelo de orillas y lecho, líneas y velocidades de flujo, coeficientes de rugosidad, muestras y análisis de los sólidos de fondo (curva granulométrica) y

determinación de diámetros característicos, pendientes hidráulicas y caudales, con el objeto de aplicar las fórmulas más adecuadas que permitan obtener las profundidades críticas del fenómeno.

En cauces donde no sea posible la obtención de topografía de fondo, se harán levantamientos batimétricos con ese fin, lo mismo que muestras de los sólidos de fondo.

La selección de los equipos para la ejecución de batimetrías dependerá de la información requerida por el consultor, quien deberá sustentar la necesidad de dichos trabajos y presentar el procedimiento y/o metodología aplicable.

b. APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS DE SOCAVACIÓN

El consultor presentará las fórmulas más adecuadas a la morfología de la zona que permitan conocer la profundidad de socavación, a todo lo ancho del lecho, en la zona definida de influencia, en el lugar seleccionado para la implantación de la obra, y/o en un punto en particular donde exista un obstáculo y/o en sus orillas.

Para los valores críticos de socavación se recomendarán y predimensionarán las obras de control y protección.

Para su diseño el Consultor podrá utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras vigente del INVIAS, así mismo podrá utilizar otras referencias bibliográficas de la FHWA como son el Bottomless Culvert Scour Study, Bridge Scour in Nonuniform Sediment Mixtures and in Cohesive Materials, Enhanced Abutment Scour Studies for Compound Channels, HDS 6 - River Engineering for Highway Encroachments, HDS 9 - Debris Control Structures, HEC 18 - Evaluating Scour at Bridges, HEC 23 - Bridge Scour and Stream Instability Countermeasures Vol 1-2 ; el Highway Drainage Guidelines de la AASHTO, así como todas las guías Highway Design Manual del los Department of Transportation (DOT) de cada uno de los estados de los Estados Unidos, o las que el Consultor justifique y considere apropiadas. Todas las referencias mencionadas arriba pueden descargarse gratuitamente de internet, salvo la de la AASHTO.

Los estudios de socavación detallados para obras mayores se llevarán a cabo durante la etapa previa de la Construcción.

Capítulo 5. RESULTADOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

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; por ejemplo, milímetros promedio de precipitación multi- anual de la zona (gráficas y valores), caudal y niveles de diseño de “X” corriente - corrientes principales, temperatura promedio multi- anual, zonas críticas para el drenaje, periodo de lluvias para proyectar la ejecución de las obras, etc.

El consultor estará obligado a entregar todas las memorias de cálculo, así mismo, entregará los registros del IDEAM o entidad que suministre la información hidroclimatológica, 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.

Si el consultor considera que deben incluirse o excluirse entregables, deberá solicitar y sustentar la modificación correspondiente.

Capítulo 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor debe presentar en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, antes, durante la construcción, y durante la etapa de operación.

Como parte del resumen solicitado se debe presentar un listado de las obras mayores y menores necesarias para el correcto drenaje del corredor tanto transversales como longitudinales (cunetas, zanjas de coronación, filtros, estructuras de encole y descole, estructuras de disipación) ya sean existentes que se mantengan en servicio o nuevas a implementarse con el proyecto debidamente abscisadas y georreferenciadas tanto en planimetría como altimétricamente. Así mismo de ser el caso se concluirá sobre las zonas inundables y las acciones o correctivos que se deban tomar.

Se deberá presentar los planos los cuales como mínimo debe contener la información solicitada en el numeral "INFORMACION DE PLANOS" del Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS vigente al momento de los estudios.

e. Volumen V. ESTUDIO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS

El informe de estudios de estructuras para puentes y obras complementarias deberá tener los siguientes componentes:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. GENERALIDADES
CAPITULO 3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS
CAPITULO 4. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL
CAPITULO 5. CANTIDADES DE OBRA
CAPITULO 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El contenido de cada uno de los capítulos será el siguiente:

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Diseñar todas aquellas obras estructurales necesarias a lo largo del corredor vial, que sean el resultado del trabajo integrado de las diferentes áreas de la ingeniería, que a su vez teniendo en cuenta diferentes variables (Técnicas, Ambientales, Económicas, y/o las demás que el consultor considere), se pueda obtener la alternativa más favorable para el proyecto, en cada condición particular.

Es decir, a partir del conocimiento de todos los parámetros establecidos en el estudio de topografía y basado en criterios de geología para ingeniería, criterios de impacto ambiental, y criterios de geotecnia para fundaciones de puentes, criterios hidráulicos y otras estructuras de contención, se deberán realizar los diseños estructurales de los viaductos y/o estructuras viales complementarias, de la alternativa seleccionada.

Para aquellos casos en los cuales en los cuales se requiera el diseño de puentes nuevos y/o reemplazo y/o rehabilitación, el consultor deberá tener presente las recomendaciones incluidas el en ANEXO 3 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PUENTES NUEVOS Y/O REEMPLAZO.

b. ALCANCES

Definir las características básicas o esenciales de los puentes y/o estructuras y/o obras complementarias y/o cimentación de la infraestructura necesaria para el proyecto, entendiéndose para este nivel de Fase II – Avanzada y/o Fase III Contratación que se debe llegar a despieces tipo.

El Consultor deberá definir, lo siguiente:

- Longitud total, luces y tipo de estructura.
- Dimensiones de las secciones transversales típicas.
- Tipo de estribos y cimentación, anotando las dimensiones básicas.
- Longitud de accesos.
- Procedimientos constructivos.
- Metodologías de cálculo.
- Costos estimados y presupuestos.
- Planos topográficos de ubicación del puente con indicación de los puntos de referencia y niveles.
- Criterios de Hidrología, Hidráulica y Geotecnia que justifique la solución adoptada.
- Criterios de Diseño y Normativas

Con base en los diseños elaborados, el consultor debe hacer un análisis económico de cada una de las alternativas planteadas (factor esencial para la selección de la alternativa constructiva) y la factibilidad que desde las demás áreas componentes de este estudio, le permitan viabilizar la ejecución del proyecto.

De acuerdo con la particularidad del proyecto se deben adelantar las patologías necesarias en las estructuras existentes, para determinar el grado de vulnerabilidad, las posibles limitaciones en su servicio y la vida útil remanente de la estructura. Para aquellos casos necesarios, el consultor deberá proponer acciones tanto correctivas, como preventivas y de mantenimiento, para garantizar el servicio de la estructura en las condiciones actuales, proyectando el tiempo de servicio con dichas acciones planteadas.

Capítulo 2. GENERALIDADES

Con base en la definición del eje del proyecto, la sección transversal del sitio de la estructura (cualquiera que esta sea), y criterios definidos de drenaje, geología y geotecnia, además del reconocimiento directo del sitio, se procederá a la adaptación de modelos, en lo referente a puentes, pontones, muros de contención, box-culverts y en general estructuras que atraviesen el eje definitivo del proyecto. Todos los diseños estructurales preliminares de puentes y pontones de luces mayores a 10 m, deberán considerar los estudios de efectos sísmicos según se requiera en las normas.

Para el diseño de obras de drenaje menores, deberán utilizarse los modelos de Manual de Drenaje para carreteras INVIAS vigente al momento de los estudios, en concordancia con el Especialista de Hidrología, Hidráulica y Socavación.

En el análisis y dimensionamiento de todas las estructuras, el Consultor deberá cumplir como mínimo, con los requerimientos pertinentes establecidos en los siguientes documentos vigentes al momento de la elaboración de los estudios:

- Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP2014 – Resolución 108 de 2015 – Ministerio de Transporte.
- Standard Specifications for highway bridges, para todos los casos que no se contemplen en el código colombiano de diseño sísmico de Puentes, o en los casos donde los procedimientos contemplados en su texto ya no sean válidos a la fecha del proyecto.
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo-Resistente NSR-10
- ICONTEC
- ASTM
- AWS Asociación Americana de Soldadura Especificación AWS D1.5 Bridge Welding Code versión vigente.

Capítulo 3. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS PARA ESTRUCTURAS

La ejecución del levantamiento topográfico del sitio donde se localizará la estructura se realizará de tal manera que permita la elaboración de los prediseños para Puentes y estructuras propuestos.

a. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Siendo la topografía el documento base para la coordinación y evaluación de los estudios y diseños de esta fase, el Consultor deberá realizar:

- Un levantamiento topográfico en el área de localización de las estructuras, de tal manera que se cubra con suficiencia las posibles variaciones de diseño a tener en cuenta en la evaluación de alternativas. Esto es al menos 50 m aguas arriba y aguas abajo o más si la condición de diseño lo requiere.
- Referenciar el eje del proyecto horizontal, a la entrada y salida del ponteadero mediante mojones de concreto, estableciendo los valores X, Y y Z del proyecto.
- Presentar las carteras topográficas con los listados de tránsito, nivel y topografía.

b. PLANO GENERAL

Se elaborará un plano general a escala 1:200 (mínimo). La planta-perfil a la misma escala del ponteadero 1:200 (mínimo). Todos los elementos deberán estar amarrados a la red geodésica nacional.

Se presentarán los perfiles longitudinales y transversales En la proyección del obstáculo se presentarán elementos del diseño geométrico de la vía, el eje debidamente referenciado y abscisado, cotas de rasante.

Se deberá referenciar espacialmente y a escala cualquier construcción existente tales como, estructuras de contención, obras de drenaje, alcantarillas, torres y cualquier otra estructura; indicando claramente en el plano el tipo de elemento.

Para cada una de las alternativas estudiadas, se deberán mostrar perfiles por el eje de la vía.

Para la alternativa seleccionada se realizará topografía a escala 1:200, replanteando la localización el perfil topográfico por el eje seleccionado y por los bordes del tablero proyectado, así como perfil topográfico paralelo por el eje de las unidades de infraestructura

Capítulo 4. FASES DEL PROYECTO ESTRUCTURAL

El proyecto estructural abarcara las siguientes fases:

a. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El estudio de alternativas comprende la implantación, definición arquitectónica general, pre- dimensionamiento estructural hasta estimación de cuantías para cálculo de cantidades y evaluación económica, técnica, ambiental de cada una de las alternativas propuestas.

El Consultor deberá presentar tres (3) alternativas estructurales para cada uno de los puentes, muros de contención o viaductos objeto del estudio, con sus correspondientes análisis justificados de ventajas y desventajas

En el análisis de ventajas y desventajas se deberán analizar aspectos técnicos, económicos y ambientales,

esto tomando en cuenta variables como sistema estructural, material (concreto, acero), geometría, luces, afectación ambiental, urbanismo y paisajismo, hidráulica, estética.

Para seleccionar la alternativa que resulte más favorable, se hará en forma conjunta con el Interventor de los estudios designado por el INVIAS.

En el caso de requerir obras complementarias como: muros de contención de acompañamiento de terraplenes de acceso-pantallas, muros de defensa o protección de ribera aguas arriba ó aguas abajo, aliviaderos (box-coulvert, bateas, tuberías), entrega de aguas superficiales y aguas lluvias, para los accesos de los puentes o en algunos sectores del proyecto, el Consultor deberá presentar dos (2) prediseños, de tal forma que en conjunto con el Interventor se determine la alternativa más conveniente a seleccionar desde el punto de vista técnico, estético, económico y ambiental.

El capítulo de evaluación de alternativas deberá presentar para cada alternativa evaluada planos de localización y dimensionamiento total y memorias justificativas de cantidades y cuantías así:

b. INFRAESTRUCTURA

Se deberá elaborar plano de localización general debidamente georreferenciado con coordenadas y medidas que permitan la ubicación exacta de las unidades de infraestructura y elementos de fundación. Planos de Geometría estructural con pre-dimensiones, indicando tipo de cimentación y los parámetros geotécnicos adoptados como criterio, cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

Estribos y Pilas: Vista en planta y alzado (frontal y lateral), cortes por el eje de la vía, por el arranque y los extremos de las aletas y muros de acompañamiento, con las pre-dimensiones, distribución de refuerzos y detalles indispensables para su correcta interpretación.

El Consultor a través de su especialista de geotecnia deberá revisar hasta su aprobación el plano de pre-dimensionamiento estructural de la cimentación, donde el especialista estructural del Consultor indicará claramente las presiones, o cargas obtenidas del análisis.

c. PRE-DIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En esta etapa se realiza el estudio y pre-dimensionamiento de la alternativa seleccionada en lo correspondiente a la estructura del puente y las obras complementarias y por ende de todos y cada uno de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Se llevará a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado. Todos los elementos estructurales se pre-dimensionarán de acuerdo con los requisitos del código.

d. PRE-DIMENSIONAMIENTO DE LA CIMENTACIÓN

Las cargas obtenidas del análisis y la combinación de carga a nivel de fundación, se emplearán para el pre-dimensionamiento de los elementos de cimentación siguiendo los requisitos propios del material estructural y los criterios geotécnicos establecidos a partir de las recomendaciones de los Volúmenes de Geotecnia y Geología.

e. EDICIÓN DE MEMORIAS DE CÁLCULO

En las memorias de cálculo de diseño de la alternativa seleccionada se deben incluir como mínimo los siguientes aspectos

- Descripción del proyecto.
- Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del proyecto.
- Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura.
- Criterios para el análisis y estimación de cargas.
- Análisis sísmico. (participación de la masa, cortante basal, periodos fundamentales…)
- Memoria de cálculo.
- Índice del contenido de cálculos.
- Prediseño estructural inicial para la estructura en condiciones de servicio

El Consultor establecerá las recomendaciones y procedimientos para que en la etapa de construcción, a todos los puentes se les efectúe una prueba de carga, para recibo final de las obras, la cual deberá ser presentada en planos y especificaciones.

f. SUPER ESTRUCTURA

Se evaluará para cada caso particular de puente, el pre-dimensionamiento transversal y longitudinal, así como el ancho de tablero de acuerdo con el diseño geométrico y si es necesaria la colocación de andenes y/o barreras vehiculares. Se presentará cuadro de cuantías y cuadro de cantidades.

Se estudiará la disposición de elementos constructivos, ancho de calzada pavimentada, ancho de sardineles y andenes, alturas de placas, detalles de vigas, elementos de protección: barreras y barandas, juntas, elementos de drenaje y detalles del refuerzo.

En el caso de que se contemple la construcción de puentes metálicos para la solución de los sitios de ponteadero, el Consultor deberá establecer los procedimientos para que en la etapa de construcción se realicen pruebas de resistencia de los elementos de acero, y se efectúen las verificaciones de los cordones de soldadura y la tornillería, mediante ensayos.

Capítulo 5. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada una de las alternativas se calcularán con base en los planos elaborados. El Consultor tendrá en cuenta que las cantidades de obra podrán cuantificarse en forma global por elementos estructural, (losa, vigas, cimentación, montaje, etc.)

Capítulo 6. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO

Para cada una de las alternativas deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente con base en información secundaria procedente de obras de características similares, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems.

El análisis de los precios unitarios para cada ítem estará de acuerdo con las especificaciones, normas y planos de construcción.

Con los precios globales de cada una de las unidades estructurales, el consultor elaborará el presupuesto aproximado para cada una de las alternativas consideradas, el cual servirá de referencia para la selección de la más conveniente. Anexo al plano o planos de cada alternativa se deberá entregar la memoria de cálculo de cantidades para presupuesto.

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá compilar las conclusiones del estudio, las cuales harán referencia al estudio de alternativas (análisis de ventajas y desventajas y evaluación presupuestal) alternativa constructiva seleccionada, en cuanto a sus características principales, dimensiones y los costos asociados a su construcción, así mismo presentará los aspectos más relevantes de cada una de las especialidades tenidas en cuenta para el dimensionamiento de las estructuras.

El Consultor deberá garantizar que solución seleccionada, sea viable técnica, económica y que sea una solución ingenieril construible.

El consultor dependiendo de la particularidad del proyecto, podrá presentar alternativas de solución que involucren el empleo de elementos prefabricados de gran escala para los diferentes elementos tanto de la superestructura y subestructura, siempre y cuando cumpla con la normativa vigente para tal fin; en dicho caso de propuesta el consultor generará las recomendaciones constructivas lo cual se verá a su vez reflejado en el respectivo procedimiento constructivo (especificación particular) y estimación de costos de la tarea específica.

La consultoría deberá recomendar los ensayos y/o pruebas que se deben realizar sobre cada una de las estructuras una vez materializadas y previo a la entrada en funcionamiento de las mismas, las cuales se deben desarrollar de manera amplia y suficiente en la siguiente etapa de diseño, al igual que recomendar como deberán ser los planteamientos de instrumentación de estructuras para una siguiente etapa de diseño.

f. VOLUMEN VI. ESTUDIOS COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL

En este documento se presentan los desarrollos y contenidos correspondientes al Análisis para Proyectos de construcción de carreteras. Estos lineamientos, tienen un carácter genérico y en consecuencia deben ser adaptados a la magnitud y otras particularidades del proyecto, así como a las características ambientales regionales y locales en donde se pretende desarrollar. Se incluye lo referente a la metodología general para la presentación de Estudios Ambientales, expedida por la Autoridad Ambiental.

De acuerdo con la legislación ambiental aplicable, el Decreto No. 2041 de 2014 o aquellos que los sustituyan, y sus reglamentarios, el Contratista deberá revisar y analizar el alcance de las labores contratadas, con el objeto de tener claridad si el proyecto a estudiarse y/o ejecutarse se hace bajo los lineamientos generales del PAGA y/o requiere licenciamiento ambiental y/o requiere Diagnóstico Ambiental de Alternativas DAA.

El Volumen final del Componente Ambiental y Social, se desarrollará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice D – Ambiental y Apéndice E Gestión Social**, documentos que hacen parte integral del presente proceso de contratación.

g. VOLUMEN VII. ESTUDIO GESTION PREDIAL

El Volumen final del Estudio de Gestión Predial, se elaborará teniendo en cuenta lo estipulado en el **Apéndice F Gestión Predial**, documento que hace parte integral del presente proceso de contratación.

h. VOLUMEN VIII. ESTUDIO ESTIMACIÓN DE CANTIDADES DE OBRAS, COSTOS Y PRESUPUESTOS.

El informe final para la elaboración de los Estudios de estimación de cantidades de obras, costos y presupuesto debe contener los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPÍTULO 2. CANTIDADES DE OBRA
CAPÍTULO 3. ESTIMACION DE PRECIOS UNITARIOS
CAPITULO 4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION
CAPÍTULO 5. PRESUPUESTO

CAPÍTULO 6. PRODUCTOS ENTREGABLES
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

a. OBJETIVO

Proporcionar la información de ingeniería necesaria que permita a este nivel una estimación más aproximada del costo de ejecución del proyecto, tomando como base el cálculo más exacto de unas cantidades de obra.

b. ALCANCES

Para lograr el objetivo propuesto, el Consultor dentro de este estudio específico debe desarrollar los siguientes temas basado en los estudios, planos y prediseños adelantados por las diferentes áreas técnicas del proyecto.

- Identificar las características técnicas del Proyecto a partir de las diferentes áreas técnicas: volúmenes de obra, posibles materiales a emplear, longitudes aproximadas de transporte de materiales de construcción y de materiales sobrantes, etc.
- Calcular las cantidades de Obra, sobre todo en lo relacionado con movimientos de tierra, requerimientos de materiales y las que resulten del predimensionamiento de estructuras.
- Estimar los Precios Unitarios
- Calcular el Presupuesto aproximado para la obra.
- Debido que la presente fase del proyecto es “Fase II – Avanzada y/o Fase III contratación” con alcances definidos, con el objetivo que en una etapa posterior se llegue hasta la “Ingeniería de detalle”, el consultor debe indicar para cada volumen cuales son las actividades faltantes para obtener dicha ingeniería de detalle, cuantificando (determinando de igual forma recursos necesarios) todos los costos asociados para tal fin.

Capítulo 2. CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos y según la sectorización de la vía, presentando una matriz con las cantidades de obra por km, separando cada obra de drenaje u obra especial si los hay. Esta valoración debe hacerse teniendo en cuenta las Especificaciones Generales de Construcción vigentes del INVIAS.

Estos valores se presentan en el formato “LISTA DE CANTIDADES DE OBRA, PRECIOS UNITARIOS Y VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO, en el cual debe incluirse el número y la descripción del ÍTEM de PAGO.

Capítulo 3. ESTIMACION DE PRECIOS UNITARIOS

Para estimar lo Precios Unitarios el Consultor debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las condiciones de ejecución de acuerdo a los ítems de pago de las Especificaciones Generales de Construcción establecidas por INVIAS y las Especificaciones Particulares definidas en el estudio.

- Con base en información secundaria como bibliografía, proyectos similares tanto en zona geográfica como características técnicas propias del proyecto y apoyado en la recolección de información primaria de la zona específica para aquellas actividades o aspectos de gran relevancia o complejidad, como por ejemplo los relacionados con la construcción de túneles o demás aspectos que puedan influir en el costo final de los precios unitarios y que afectan los rendimientos como los factores de humedad, altura sobre el nivel del mar, etc. establecerá en precio unitario para cada una de las actividades más representativas en la ejecución del proyecto

- La unidad de medida para pago deberá estar de acuerdo con la especificación correspondiente.

- Los precios de los materiales deben corresponder a valores actualizados. Es necesario relacionar las cantidades requeridas para ejecutar cada ítem, según su unidad de medida incluyendo desperdicios y los materiales o elementos auxiliares y/o adicionales transitorios (formaletas, cimbras, vigas de lanzamiento, etc.)

- Para la determinación de los Precios Unitarios de m3 de los materiales para la estructura de pavimento con base en el predimensionamiento desarrollado en esta fase, como materiales granulares, capas de rodadura, etc., se considerarán cuantificándolos en su posición definitiva y se reconocerá el transporte desde la Fuente de Material o Planta de Producción hasta el sitio de la colocación por m3-Km., siendo este m3 compacto.

- Análisis de las tarifas horarias y estudio de rendimientos y ciclos del equipo que se empleará.

- Se permitirá el uso de precios referenciales o usar el promedio de precio de otros proyectos de características similares.

Capítulo 4. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

a. ESPECIFICACIONES GENERALES

Se tendrá en cuenta todo lo estipulado en las “Especificaciones Generales de Construcción”, vigentes del INVIAS, siguiendo su estructura de capítulos y subcapítulos

b. ESPECIFICACIONES PARTICULARES

Generalidades

Cuando las características del proyecto lo requieran podrán existir Especificaciones Particulares de Construcción, correspondientes a trabajos no cubiertos por las Especificaciones Generales, las cuales complementan, sustituyen o modifican las Especificaciones Generales.

El Consultor elaborará Especificaciones Particulares cuando las características especiales de construcción del proyecto así lo requieran, teniendo en cuenta las condiciones de la zona donde se van a ejecutar los trabajos y cuando estas no tienen total cubrimiento por las Especificaciones Generales de construcción.

Las Especificaciones Particulares se identificarán con el número del ítem la Especificación General de la cual se derivan seguido de la letra P que modifica parcial o totalmente la Especificación General.

Estructura

La estructuración de las Especificaciones Particulares debe contener:

Descripción: Relacionando el conjunto de operaciones por realizar y sus límites.

Clasificación: Algunos trabajos pueden ser clasificados, ya sea por sectores, por características del trabajo o por características de los materiales, o condiciones especiales de la zona donde se desarrollan

Materiales: Se indicarán los diferentes materiales y las características, calidades y ensayos que deben cumplir.

Equipo: Relación del equipo mínimo y adecuado para ejecutar la actividad especial o particular.

- Procedimiento de construcción: Descripción de un procedimiento apropiado en concordancia con una secuencia. Algunas veces no se incorpora esta información por considerar que el constructor conoce las prácticas correspondientes de construcción.

- Control y tolerancia: Valores admisibles para aceptación de una labor en cuanto a espesores, cotas, pendientes, etc.

- Medida: Determinación de la unidad de medida y la forma de su cuantificación y aproximación

- Pago: Diferentes aspectos cuyo costo se debe tener en cuenta en la elaboración del precio unitario de acuerdo a la labor realizada

- Ítem de pago: Descripción del tipo de obra a ejecutar según la unidad de medida especificada.

Cuando la Especificación Particular modifique la Especificación General, el texto de la especificación particular debe corresponder al numeral complementado o modificado.

Capítulo 5. PRESUPUESTO

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el Presupuesto Básico de la obra en pesos colombianos, a la fecha de presentación del estudio.

Debe agruparse de acuerdo con los Capítulos de las Especificaciones. Los códigos de los ítems, sus unidades y descripción deben corresponder también con las especificaciones.

El presupuesto oficial total, será la suma del Presupuesto Básico o costo directo más el valor correspondiente al A.I.U. calculado para el proyecto, como se indica a continuación.

Capítulo 6. PRODUCTOS ENTREGABLES

El consultor deberá entregar como productos resultantes de los estudios y diseños para este volumen un presupuesto para licitación, que sirva como referencia para la estimación más aproximada del costo total del proyecto con sus soportes (Análisis APU y AIU, rendimientos mano de obra y equipos y cotizaciones) en los formatos dispuestos por el INVIAS en su sistema de calidad.

Capítulo 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá presentar las conclusiones y recomendaciones que considere pertinentes con referencia al área de estudio y que deben tenerse en cuenta durante la etapa de construcción del proyecto de infraestructura.

i. VOLUMEN IX. INFORME FINAL EJECUTIVO

En este volumen se presentará un informe ejecutivo de todos los volúmenes realizados, de tal manera que le permita al lector como mínimo localizar geográficamente el tramo de vía en estudio, conocer la importancia socioeconómica y los resultados técnicos más importantes de la consultoría. Debe considerar los siguientes capítulos:

CAPITULO 1. OBJETIVO Y ALCANCES
CAPITULO 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

Capítulo 1. OBJETIVO Y ALCANCES

En el Informe Final, el Consultor integrará todos los estudios mencionados a continuación. Este informe

constará de los siguientes capítulos (depende de la fase a estudiar):

VOLUMEN I. ESTUDIO DE GEOLOGIA.
VOLUMEN II. ESTUDIO DE SUELOS PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES, OBRAS DE DRENAJE Y OTRAS ESTRUCTURAS DE CONTENCION.
VOLUMEN III. ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y ESTABILIZACION DE TALUDES Y ZONAS DE DISPOSICION DE MATERIALES.
VOLUMEN IV. ESTUDIO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION.
VOLUMEN V. ESTUDIO Y DISEÑOS DE ESTRUCTURAS.
VOLUMEN VI ESTUDIOS COMPONENTES AMBIENTAL Y SOCIAL.
VOLUMEN VII ESTUDIO GESTION PREDIAL.
VOLUMEN VIII. ESTUDIO DE CANTIDADES DE OBRA, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS, PRESUPUESTO.
VOLUMEN IX INFORME FINAL EJECUTIVO

A su vez, parte de este informe será un resumen ejecutivo que contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los volúmenes enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe. Además, debe contener la descripción de la localización, un análisis de tipo socioeconómico, importancia y la ficha técnica del proyecto.

Para la localización geográfica, el consultor deberá indicar la troncal o transversal a la que pertenece, e identificar la ruta y tramo o las más cercanas de acuerdo con lo establecido en el decreto 1735 del 28 de agosto de 2001 o el documento equivalente que se encuentre vigente en el momento de realización de los estudios. Esta localización se podrá ilustrar con cartografía del IGAC para el contexto regional y para el detalle se utilizará el levantamiento topográfico realizado durante los estudios, amarrado a coordenadas planas de Gauss en el sistema Magna-Sirgas.

El Informe Final Ejecutivo contendrá el contenido requerido en cada uno de los estudios enunciados en las presentes especificaciones, como los resultados más importantes de cada volumen desarrollado.

Este documento también constará de las fichas técnicas indicativas que servirán para la preparación de los procesos de licitación para los futuros proyectos.

Se debe incluir una ficha técnica que incluya por lo menos la siguiente información: localización y longitud de la meta física ejecutada, transito promedio diario (discriminado por composición vehicular), ejes equivalentes a partir del TPD, parámetros de diseño geométrico, consideraciones generales de seguridad vial y señalización, relación de la señalización diseñada, listado del resultado del inventario de zonas inestabilidades - obras de drenaje – estructuras (En los casos que las áreas específicas contemplen diseño, se deben relacionar las obras diseñadas), ubicación de cruces con zonas pobladas, ubicación de fuentes de material, tipos y tratamientos

para estructuras de pavimento, valor del proyecto (etapas y plazos) y toda aquella información base que permita al lector que de manera rápida tenga acceso a la descripción y resultado de la propuesta de diseño.

A continuación, se ilustran alguna información resumen a ser incluida en la ficha:

-Descripción del alcance de los estudios y diseños:
-Objeto del contrato:
-Carretera
-Tramo
-Sector
-Localización y longitud de la meta física de estudios y diseños ejecutada: (alcance físico de la ruta _____ sector_____desde el PR_____hasta_____).

Información del Tránsito para el año_____en el corredor_____tramos_____	
Auto	70,00
Bus	20,00
C2P	9,00
C2G	16,00
C3 y C4	1,00
C5	0,00
>C5	0,00
Moto	180,00
Total Mixto	**296,00**

Nota: incluir información de puntos de alto conflicto, incluso peatones

Información de ejes equivalentes en el corredor_____tramos_____	
Ejes equivalentes de 8,2Ton (____años) - T0	

PARAMETROS GEOMETRICOS		
Sección Típica de la Carretera		**Velocidad de Diseño**
Número de carriles		
Ancho de Carril		

Ancho de Berma		
Ancho de Cuneta		
Ancho Total de la Corona		
Sección Típica de Pasos Urbanos		**Velocidad de Diseño**
Número de carriles		
Ancho de Carril		
Ancho de Andén		
Ancho Total de la Corona		

Consideraciones generales de seguridad vial y señalización: (INCLUIR PARTICULARIDADES)

Señalización: Relación de la señalización que se proyecta instalar.

ITEM	CANTIDAD	Unidad
Línea de demarcación con pintura en frío		m
Señalización vertical		Unidades
Marca vial con pintura en frio		m2
Otros ítems		

SOLUCIÓN GEOTECNICA - ZONAS INESTABILIDADES					
N°	**ABSCISA INICIAL**	**ABSCISA FINAL**	**Longitud (m)**	**Ruta**	**SOLUCIÓN GEOTECNICA**
1					
2					
n					

ZODMES PROPUESTOS				
N°	**LOCALIZACIÓN**	**TRAMO**	**RUTA**	**CAPACIDAD (m3)**
1				
2				
N				

Alternativa_____- Estructura de Pavimento

Capa A	
Capa B	
Capa C	

Relación obras de drenaje TRAMO_____RUTA_____del PR_____HASTA EL PR						
N°	**Abscisa**	**Tipo de Obra Propuesta**	**Diámetro(m)**	**Altura (m)**	**Base (m)**	**Longitud(m)**
1		Box Culvert				
2		Alcantarilla				
3		OTRA				

RELACION DE PUENTES EXISTENTES/NUEVOS/DISEÑADOS

Puente	**No, De luces**	**Luz (m),**	**Ancho Tablero (m),**	**Características generales**	**Resultados de los ensayos de patología (Si aplica)**

Cunetas diseñadas		
Abscisas	Costado	Long.

RELACIÓN DE MUROS DISEÑADOS					
MURO	**INICIO**	**FIN**	**Longitud (m)**	**Altura Máxima Muro (m)**	**Tipología**

Cruces urbanos y veredales: A continuación, se relacionan los cruces veredales y urbanos para los cuales se proyecto diseño urbanístico.

TRAMO	**SECTOR**	**ABSCISA**	**Tipo de cruce**

Predial: A continuación se identificaron los predios y/o requeridas para intervención

MUNICIPIO	NÚMERO DE PREDIOS	ÁREA REQUERIDA (Ha)	Tipo de uso o clasificación delárea homogénea

Presupuesto final del proyecto con un plazo de		
Item	Descripción	Valor a la fecha aprobación volumen
Siguiente etapa de Estudios y Diseños para llegar a ingeniería de Detalle		

Nota: Incluir si el resultado de los estudios arroja que se deben contemplar varias etapas.

Además, deberá entregar una presentación con videos, renders, y demás expresiones gráficas, donde muestre las principales características del proyecto definido, descripción, localización y la ficha técnica.

REQUERIMIENTO PARA EL VOLUMEN: INFORME FINAL EJECUTIVO EN LA APLICACIÓN DE METODOLOGÍA PARA EL MANEJO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN

Dentro del informe final ejecutivo se debe incluir la Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional, tal y como se indica en el aparte introductorio de los presentes requerimientos técnicos.

- Modelación de la información en formato IFC y/o compatible para el trazado geométrico aprobado, y la modelación en las demás áreas técnicas del proyecto será opcional.

Capítulo 2. FORMA DE PRESENTACIÓN

En cumplimiento de los criterios establecidos por el Archivo General de la Nación de Colombia para la organización y conservación de los Archivos y teniendo en cuenta la normatividad vigente “Ley 594 de 2000”, ley General de Archivos, se informa que para la entrega de los volúmenes se recibirán teniendo en cuenta las especificaciones detalladas a continuación.

Presentación Documentos Físicos

Cada Volumen se entregará impreso a doble cara en original (un original) y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) y/o dispositivos externos de almacenamiento, en medio en formato PDF y formato editable en el software correspondiente. Cada Volumen debe estar identificado con un rótulo o Sticker que contenga la siguiente información:

- Logo del Instituto Nacional de Vías INVIAS.
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Número del volumen con su respectivo nombre.
- Número del tomo cuando este exceda más de un tomo para el respectivo volumen.
- Ruta, Tramo e indicar PR de inicio y PR final. En el caso que aplique.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha de entrega de los estudios y diseños.

Cada Volumen se foliará de forma independiente y tendrá máximo 200 folios, si el Volumen es muy voluminoso y sobrepasa el número de folios se deben presentar varios tomos en las cuales de acuerdo al número se identificarán como 1 de 2, 2 de 2, sucesivamente según el caso y tendrá una foliación consecutiva. La fuente del texto del rótulo es Arial 12, espaciado a 1.5.

<table>
<tr><td rowspan="6">LOGO INVIAS</td><td rowspan="6">CONSULTOR:</td><td rowspan="6">INTERVENTOR:</td><td rowspan="6">CONTRATO:</td><td>Director consultoria:</td><td>Director interventoria:</td><td colspan="2">MODIFICACIONES</td><td colspan="2" rowspan="4">CONTIENE:</td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Especialista consultoria:</td><td>Especialista interventoria:</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>FIRMA</td><td>FIRMA</td><td>Dibujó:</td><td>Fecha:</td></tr>
<tr><td>Nombre y Matricula</td><td>Nombre y Matricula</td><td></td><td></td><td>ESCALA</td><td>PLANO No.</td></tr>
</table>

Se debe entregar junto con los volúmenes y planos finales un listado maestro de los planos y volúmenes (tomos) allegados. Los volúmenes deben contar con la firma de los directores de consultoría e interventoria, así como la firma de los especialistas responsables en la elaboración del respectivo volumen; para los planos también se debe contar con las firmas tanto de los directores de consultoría e interventoria, así como la firma de los especialistas responsables en la elaboración. Los archivos magnéticos también deberán contar con las respectivas firmas en sus formatos PDF, los cuales deben ser fiel copia de los documentos y planos impresos. Los volúmenes deber se escaneados para garantizar que sean fiel copia de su original.

Para cada volumen técnico que contenga información georreferenciada (incluidos los resultados de las exploraciones y ensayos) se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista

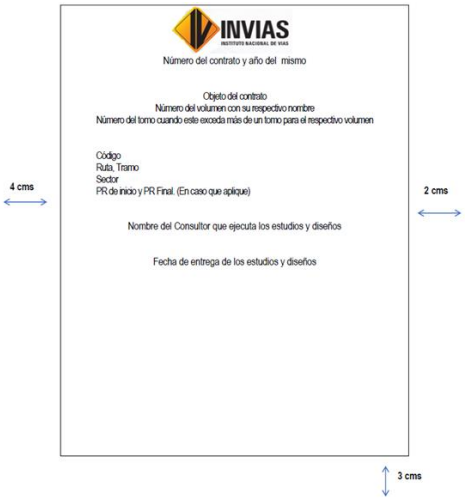
en SIG y cumpliendo con lo establecido por la oficina encargada del SIG en el INVIAS (Aplicar el modelo de datos para Planos Record, Diseños y Estudios vigente a la fecha de entrega final de los estudios y diseños, el cual se puede obtener a través del enlace https://hermes.invias.gov.co/geiv/) o consultando al Grupo de Estadística e Información Vial de la Subdirección de Estudios e Innovación.

lo cual deberá ser consultado por el consultor en dicha oficina.

De acuerdo con el memorando SA 35138 del 28 de mayo de 2015, de la Subdirección Administrativa del INVIAS, la documentación escrita correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente forma:

Carátula: Tapa dura en cartón liso de 2.5 mm color azul estampado dorado. Forrada en percalina o cuerina, cocida.
Páginas. Máximo 200
Impresión: 1x2 tintas
Formato: Carta 21,59 cm * 27,94 cm
Fuente: Arial 12, espaciado a 1.5
Tipo de Papel: Propalibros 70g a 1x1 tintas; art lemon a 1x1 tintas; esmaltado brillante de 150g.
Rotulado: Logo de INVIAS; número del contrato y fecha y código. Contenido: Normas ICONTEC

Esquema de la portada



c. Presentación en Formato Magnético

Para la presentación de información en formato CD o DVD, igualmente deben identificarse con rotulo que contenga como mínimo los siguientes datos.

- Logos Corporativos
- Número del contrato y año del mismo.
- Objeto del contrato.
- Nombre del Consultor ejecutor de los estudios y diseños.
- Nombre del Interventor que acompaño en la ejecución de los estudios y diseños.
- Fecha del Documento.
- Dirección.

Los CD o DVD deben entregarse en una caja de pasta delgada que proteja el formato. Deben de ser no re escribible para garantizar que NO sea posible la modificación de la información en él contenida. En los casos del empleo de dispositivos externos de almacenamiento, estos deben estar debidamente marcados y protegidos.

Documento digital de Metadatos según Norma NTC 4611, mínimos o detallados, dependiendo del proyecto.
El registro fotográfico del proyecto deberá insertarse al Sistema de Información Geográfico por medio de links o hipervínculos que deberán funcionar adecuadamente, incluso desde el CD o DVD.

d. Presentación de Planos

No se utilizará color en los planos ploteados en papel de seguridad a fin de obtener una buena calidad en reproducciones de éstos.

Los planos deberán contener código, ruta, tramo, sector, PR de inicio y PR final. Los mapas deberán entregarse también en formato PDF/A. No se deberá entregar archivos comprimidos.

En caso de que el proyecto supere una cantidad de 12 planos, se elaborará un nuevo tomo denominado Mapas, que deberá contener páginas preliminares como los otros tomos del proyecto doblándose a mitades.

Los originales de los planos se entregarán enrollados, con protección en sus bordes para evitar posibles deterioros y protegidos por tubo. No se deberá hacer ningún pliegue.

Solo se recibirá un ejemplar en original tanto de informes como de los planos y también copia en CD no re escribible.

Los planos originales se entregarán debidamente firmados en papel de seguridad y cuatro (4) copias en medio magnético (DVDs) en formato PDF y en Software de dibujo asistido por computador de lectura universal editable.

De acuerdo con el memorando SA 35138 del 28 de mayo de 2015, de la Subdirección Administrativa del INVIAS, la presentación de los planos correspondiente a los Estudios Técnicos deberá prestarse en la siguiente

forma:

Empaque: Porta planos debidamente rotulados (ver información de la portada estudio técnico)
Tamaño: Pliego 70 cm * 100 cm
Papel: De seguridad Cronalfex o Diazzo ribeteado (original).

ENTREGA Y FORMA DE PRESENTACIÓN

Se debe entregar al INVÍAS, previa revisión por parte de la Interventoría un (1) original y una (1) copia impresa y en medio magnético el resultado de la revisión, ajuste y/o actualización y/o modificación y/o complementación de los estudios y diseños existentes y/o elaboración del cálculo de la estructura del pavimento y/o cálculos estructurales y/o de todas las obras requeridas para garantizar la estabilidad de la infraestructura vial.
El contratista deberá presentar semanalmente a la interventoría y gestor del contrato un informe del desarrollo de esta actividad.

Para la elaboración y entrega de planos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Los planos del componente abiótico se entregarán conforme los estándares cartográficos que apliquen a cada cobertura con superposición de la (s) obra (s) a ejecutar

En la evaluación de las todas las obras programadas y aquellas que se requieran para garantizar la estabilidad de la infraestructura vial tales como la construcción de estructuras cajón, el diseño geométrico, la fundación de las estructuras en concreto, metálicas y la estructura del pavimento, entre otras deberá presentar memorias de cálculo, los planos de todas las plantas, los despieces, cortes y todos los detalles de los elementos estructurales y las especificaciones técnicas en caso de requerirse, en lo cual se determinará con todo detalle las partes de la estructura necesarias para su interpretación y ejecución (materialización de la obra.)

Las especificaciones y normas técnicas que se incluyen en el proyecto, son un documento donde se establecen las condiciones y requisitos de carácter técnico que deben cumplir los materiales, formaletas y todo lo relacionado con las obras a ejecutar.

Los planos de construcción: el contratista elaborará los planos de cada una de las obras que contempla el proyecto, incluyendo los planos complementarios (detalles de construcción, cuadro resumen, esquemas de localización del proyecto, reducidos, etc.), que se requieren para la construcción de las obras, presentados de acuerdo con la metodología vigente del sistema de información del INVIAS, y en medio magnético, acorde igualmente a lo indicado anteriormente para cada una de las áreas de estudio

El contratista deberá entregar un (1) juego completo digitalmente de los planos que corresponden al proyecto y sus respectivos planos constructivos.

Se deberá entregar un informe ejecutivo que permita localizar geográficamente las obras del proyecto, sus antecedentes, las características técnicas de cada una de las áreas de los estudios y diseños adicionalmente debe incluir el cuadro de cantidades de obra.

La descripción de las especialidades relacionadas y actividades descritas no es limitativa. El contratista a través de su grupo de especialistas, en cuanto lo considere necesario, los ampliará o profundizará, adelantando igualmente la revisión y/o verificación y/o actualización y/o modificación y/o complementación de todas las áreas o componentes que considere necesarios, siendo responsable de todos los trabajos y estudios que realice.

REVISIÓN Y APROBACIÓN

Todos los documentos y planos que hayan resultado de la complementación ajuste y actualización de los estudios, por parte del grupo de especialistas del contratista serán revisados por el interventor del contrato y sus especialistas en el área de su competencia.

El contratista presentará los estudios de actualización y ajuste por intermedio de su director de estudios y grupo de especialistas, para la revisión de la interventoría y sus especialistas respectivos.

De presentarse observaciones, el contratista deberá proceder con las aclaraciones, correcciones y ajustes objeto de las revisiones y las someterá a aprobación por parte de la Interventoría.

El contratista será responsable por los posibles diseños propuestos para cada una de las actividades desarrolladas, de acuerdo a la presente especificación particular.

PLAZO

La elaboración de esta actividad tendrá un plazo según lo estipulado en el **Anexo Técnico**. En este plazo esta actividad debe ser elaborada, revisada y aprobada por las partes, para lo cual deberá existir total coordinación entre contratista e interventor. Esta actividad es independiente de la ejecución de las demás obras de mejoramiento y mantenimiento programadas en el sector contratado, las cuales deben iniciarse una vez dada la orden de iniciación.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago de este ítem será por el Valor Global para la revisión y/o ajuste y/o actualización y/o modificación y/o incorporación y/u optimización y/o complementación de los Estudios y Diseños a nivel de Fase II Avanzada y/o Fase III (según corresponda), de la propuesta del Contratista en concordancia con lo estipulado en el anexo tecnico del Pliego de Condiciones, debidamente elaborados de acuerdo con esta especificación particular. El pago total se efectuará mediante pagos parciales contra entregas parciales de Estudios por

sectores terminados, revisados y aprobados por el Interventor, según el cronograma de elaboración de los Estudios previsto por el contratista e interventor para este efecto.

Se aclara que el tope máximo para el pago de los estudios y diseños a ejecutar es el valor estipulado en el FORMULARIO No. 1, es decir, el CONTRATISTA debe ajustarse a ese valor para alcanzar la meta física relacionada con esta actividad.

El pago del item Revisión y/o ajuste y/o actualización y/o modificación y/o incorporación y/u optimización y/o complementación de los Estudios y Diseños, cubre los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades requeridas para tal fin y de esta manera garantizar que se contará con los productos técnicos de las diferentes áreas de estudio y requeridas, para la posterior materialización de la infraestructura y así suplir la necesidad contratada.

Para este caso "recursos necesarios" son: **1)** Costos de personal de las diferentes disciplinas según alcance: Especialistas, profesionales, técnicos, auxiliares y trabajadores de apoyo (incluye factor multiplicador honorarios, prestaciones sociales, costos de perfeccionamiento e impuestos que se generen por la celebración y ejecución del contrato, gastos generados por la adquisición de herramientas o insumos necesarios para la realización de la labor, gastos de administración, gastos de oficina, gastos de equipos de cómputo, telefonía, gastos contingentes y demás costos indirectos en que él incurra por la ejecución del contrato.), **2)** Costos directos: (Adquisición de información secundaria, viáticos, desplazamientos, transportes, vehículos, toma de información, ensayos de campo y laboratorio, levantamientos topográficos, batimetrías, perforaciones en diferente material, exploración y muestreo, ensayos geofísicos, inventarios, gestión social, predial, sosteniblidad y ambiental requerida, edición de informes, planos, conceptos técnicos, copias magnéticas, entre otros.).

El Contratista se obliga a efectuar los aportes al Sistema de Seguridad Social Integral, so pena de hacerse acreedor a las sanciones correspondientes impuestas por la autoridad competente. Corresponderá al interventor del contrato durante la ejecución del mismo y en el momento de su liquidación, efectuar el control de las obligaciones contraídas por El Contratista en la forma establecida en el artículo 50 de la Ley 789 de 2002 y artículo 25 de la Ley 1607 de 2012. La acreditación de estos aportes se requerirá para la realización de cada pago derivado del presente contrato, al tenor de lo dispuesto por el artículo 23 de la Ley 1150 de 2007.

Una vez se adelante la revisión de los estudios existentes, el Contratista deberá presentar a la Entidad para aval, con la debida revisión y aprobación de la Interventoría, un Informe Técnico de condición del estado de arte de los estudios y diseños, así como los alcances necesarios para obtener un producto que permita la materialización de cada volumen.

Los alcances deben estar soportados con un plan de trabajo "*Cronograma*", en el cual se deberá: **1)** desglosar las actividades a desarrollar en cada volumen, **2)** indicar la fecha máxima de aprobación por la interventoría

de los volumenes y **3)** realizar la asignación porcentual y costo de cada volumen, calculado sobre el costo global estimado por la Entidad.

Al final, el costo global estimado por la Entidad debe ser el resultado de la suma aritmética del valor porcentual de cada uno de los volúmenes acogidos para el proyecto.

En ese orden de ideas, el Consultor debe presentar al Instituto para aprobación final, un Informe Técnico de condición del estado de arte con su respectivo cronograma de trabajo específico para cada una de las áreas de estudio de acuerdo con las actividades mencionadas anteriormente, sin superar el plazo y los recursos establecidos por la Entidad y debidamente revisado y aprobado por el interventor.

El pago al consultor por cada uno de los volúmenes correspondientes será a precio global fijo, de acuerdo al peso porcentual asignado a cada volumen y al valor calculado por el consultor, debidamente presentado a la Entidad con la revisión y aprobación de la interventoría.

Se aclara que todas las "FECHA MAXIMA DE APROBACION POR LA INTERVENTORÍA DE LOS VOLUMENES" que sean aprobadas, corresponden a fechas de radicados en la entidad, por lo que será de responsabilidad del Consultor e Interventor, coordinar y programar los plazos de entrega parciales y finales de productos y subproductos para cumplir con las fechas establecidas en él cronograma. De la misma forma, es responsabilidad de la Interventoría, definir los tiempos y/o plazos que estime necesario para la revisión de versiones preliminares de cada uno de los productos por parte de sus especialistas, garantizando la entrega de la "versión final" de cada uno de los volúmenes dentro de las fechas pactadas.

Todos los productos y/o volúmenes tienen la estricta obligación de contar con la revisión y aprobación de la interventoría.

Para el pago total de un volumen, el consultor debe anexar a la correspondiente acta de costos, copia del oficio donde el interventor manifieste en forma clara y expresa la aprobación del correspondiente volumen y copia del radicado al INVIAS donde conste la entrega en forma física y magnética del volumen correspondiente, con todos sus anexos y planos, de acuerdo a las especificaciones de impresión, empaste y edición, establecidas en los presentes requerimientos técnicos para la entrega de los volúmenes y de acuerdo a las fechas establecidas en el Cronograma de Trabajo presentado por el consultor y aprobado por la interventoría.

La Entidad recomienda a la Consultoría, que, durante la elaboración de cada uno de los volúmenes, vaya haciendo entregas parciales a la Interventoría del material trabajado, con el fin de que este proceso de revisión no se concentre en el último mes del límite establecido en el cronograma de trabajo.

Una vez que la totalidad de los volúmenes que hacen parte de los Estudios y Diseños se encuentren aprobados por la Interventoría, se suscribirá el Acta de Entrega y Recibo Definitivo de los Estudios y Diseños.

Si las observaciones y compromisos descritos por parte de la interventoría no son atendidos por parte del consultor, se procederá a efectuar la aplicación de los procedimientos administrativos correspondientes y el siniestro por calidad ante la compañía aseguradora.

Esta Acta deberá contener de manera clara y explícita toda la información técnica que se haya elaborado durante la ejecución del contrato. Esto con el fin de que cuando se requiera una certificación de ejecución se pueda relacionar esta información. La Entidad no expedirá certificaciones de ejecución y acreditación de experiencia con información adicional a la que contenga el acta de recibo suscrita entre el Consultor e Interventor.

ÍTEM DE PAGO

ÍTEM DE PAGO		
Especificación Particular	Revisión y/o Ajuste y/o Actualización y/o Modificación y/o Incorporación y/u Optimización y/o Complementación de los Estudios y Diseños a Fase III.	Global

ESPECIFICACIÓN PARTICULAR 621.1P PILOTE VACIADO 'IN SITU' EN CONCRETO DE RESISTENCIA F'C 28 MPA, DIÁMETRO 1.00 M, INCLUYE EXCAVACIÓN (NO INCLUYE ACERO DE REFUERZO)

DESCRIPCIÓN

Para la construcción de los pilotes pre-excavados se aplicará la Especificación General Artículo 621-22, adicionado con los requerimientos y procedimientos indicados en esta especificación particular.

MATERIALES

Concretos: la dosificación del concreto para el vaciado del tipo subacuático deberá tener las siguientes características.

- Asentamiento: 20+/-2 cm.
- Resistencia a la compresión de acuerdo con lo indicado en los planos de construcción .
- Cemento y agregados compatibles con la agresividad del medio envolvente.
- Diámetro máximo de los agregados igual a 1/8 del diámetro interno del tubo para vaciado del concreto.
- Retardador de fraguado para un máximo de tres horas.

Suspensión o lechada:

Las características del lodo serán controladas en la central de lodos antes de iniciar las excavaciones, durante las excavaciones y al finalizar las mismas; en el inicio y término del cambio de lodo; y durante y después del vaciado.

El lodo bentonítico que se prepare deberá cumplir con lo especificado en la siguiente tabla:

Características Admisibles	Definición	Dispositivo Ensayo	Parámetros
Concentración(%)	Kg. bentonita por 100 Kg. agua	-	4-6
Densidad	Peso / volumen de bentonita	Balanza de lodo	1.02 – 1.05 g/ml
Viscosidad Marsh (s)	Tiempo de escurrimiento a través del cono estándar	Cono de Marsh	30-60 s
PH	Concentración de iones de hidrógeno	Papel tornasol	8-10(básico)
Espesor del cake (mm)	Película impermeabilizante	Filter press	1-3 ml
Filtrado (ml)	Pérdida de agua	Filter press	10-15ml
Contenido de arena	% de arena retenida en el tamiz No. 200	Sand Content set	9%

EQUIPO

El equipo para la preparación de lodo deberá estar constituido por:

- Mezcladora de bentonita
- Depósito para distribución
- Depósito para decantación
- Zarandas vibratorias
- Desarenadores (hidrociclones)
- Bombas de descarga
- Sistema para agitación de la bentonita almacenada
- Sistema “air lift” o equivalente

- Laboratorio para control de lodo

El dimensionamiento de la central de producción de lodos será función del rendimiento de los equipos de perforación, en ningún caso inferior a una producción de 15 m3/hr.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Método de excavación:

Antes de iniciar la excavación de cada pilote, se deberá hincar un revestimiento con la finalidad de mantener estable la parte superior de la excavación del respectivo pilote, posteriormente se procederá con la verificación de localización y control de verticalidad del pilote que se va a excavar.

Las perforaciones podrán ser efectuadas en seco, hasta alcanzar el nivel freático, en el caso de estabilidad garantizada en las paredes del hueco. A partir del nivel freático la excavación proseguirá con el uso de lodos bentoníticos o polímeros; el nivel de lodo dentro de la perforación deberá mantenerse obligatoriamente del nivel freático a una altura de por lo menos dos veces al diámetro del pilote.

En el caso eventual de que el lodo de perforación fuere insuficiente para contener las paredes, deberá revestirse el tramo inestable.

Después de terminada la excavación se debe efectuar la limpieza del fondo en función del análisis del lodo bentonítico extraído del fondo. El análisis del lodo deberá ser repetido después de la colocación de la armadura y si no se cumple con los parámetros admisibles indicados en la tabla anterior, deberán realizarse tantas limpiezas cuantas sea necesario.

Podrá utilizarse el sistema “Air Lift” o cualquier otro proceso de succión apropiado y aprobado previamente por el Interventor, que no perturbe la estabilidad de las paredes de la excavación, mantenida por la acción de la bentonita o el polímero.

El Constructor deberá emplear un sistema de excavación y manejo de lodos que garantice la no contaminación de las aguas del cauce sobre el cual se construye el puente y de cualquier otra fuente de aguas existente en el área.

Inspección de la excavación: después de la limpieza del fondo deberá realizarse mediciones de la profundidad alcanzada para el pilote por medio de un cable de acero calibrado o cualquier otro instrumento equivalente. Las mediciones se harán por lo menos en tres puntos: en el centro del pilote y en dos puntos diametralmente opuestos.

Deben tomarse nuevas medidas de profundidad antes de iniciarse la colocación del concreto. Estas medidas corresponderán a los mismos puntos medidos anteriormente y serán efectuadas con la misma sonda. Son aceptables diferencias entre mediciones de aproximadamente 5 cm, debido a las irregularidades del fondo provocadas por las herramientas de la excavación. En el caso de verificarse la existencia de material suelto en el fondo de la perforación, se procederá nuevamente con la limpieza de éste.

Tiempos de espera:

Si el intervalo de tiempo entre la operación de colocación de la armadura y el inicio del vaciado del concreto es mayor de una hora, necesariamente deberán efectuarse ensayos del lodo del fondo de la excavación. En el caso de obtener resultados de los ensayos por fuera de los parámetros establecidos en la tabla anterior, obligatoriamente deberá disponerse el cambio de lodo con remoción del depósito de fondo. Cuando por cualquier motivo se retarde la iniciación del vaciado del concreto por un tiempo superior a una hora, después de la colocación de la armadura, se tomarán cuidados especiales con ensayos del lodo cada media hora, con el propósito de detectar eventuales desmoronamientos o derrumbes. Si estos se presentan, deberá ser removida la armadura y se rellenará la excavación, para posteriormente re-excavar la misma. En este caso deberá ser consultado el Diseñador.

Construcción y colocación de la canasta de refuerzo:

La armadura de los pilotes deberá ceñirse a lo establecido en los planos de construcción. La armadura deberá tener en su estructura asas para izamiento, anillos de rigidez y separadores anulares.

- Los separadores tienen por objeto asegurar el recubrimiento especificado para la armadura. Serán fabricados de mortero y deberán presentar resistencia igual o mayor a la indicada para el concreto del pilote.
- Los empalmes fabricados de la armadura deberán ser por traslapo, con utilización de clips o grapas forjadas para unir cables de acero.
- La armadura deberá estar libre de cualquier impureza o elemento corrosivo que pudiere afectar la integridad de la misma y perjudicar la calidad del concreto del pilote.
- En caso de que la armadura permanezca en la excavación por más de 12 horas sin que se coloque el concreto, la armadura deberá ser retirada de la excavación para la limpieza.
- Las armaduras de los pilotes llevarán en su extremo superior un refuerzo de empate superior que sobresalga del nivel teórico del concreto, de acuerdo con lo indicado en planos o por el Interventor.

Colocación, curado y protección del concreto:

En caso de usarse el procedimiento de tubo Tremie, el diámetro interno del tubo deberá ser ocho veces mayor que el diámetro máximo del agregado grueso utilizado en el concreto. Como obturador se usará una bola de caucho o chapa metálica perdida o cualquier otro elemento que a juicio del Interventor pueda aislar el concreto del lodo, proporcionando una estanqueidad perfecta. Las secciones que componen el tubo Tremie deberán ser acopladas por medio de rosca, las cuales deberán ser motivo de cuidados especiales para garantizar estanqueidad e impedir la pérdida del concreto durante el proceso de vaciado. La extremidad superior del tubo Tremie deberá disponer de un acople apropiado para el vaciado del concreto, que a su vez, deberá tener una adaptación para ser operado por medio de una grúa.

El proceso del vaciado del concreto será del tipo subacuático. El control de la inmersión del tubo en el concreto

será proporcional a la altura del vaciado, no debiendo ser inferior a 3.0 m para impedir la incorporación del lodo en la mezcla del concreto. Durante el vaciado se deberá verificar la subida de la mezcla de concreto dentro del hueco, para poder certificar que todos los vacíos están siendo llenados.

Deberán trazarse curvas del consumo del concreto, comparándolas con el volumen teórico, dependiendo del tipo de material excavado, calidad del lodo bentonítico o utilización de camisas metálicas.

En caso de interrupciones en el vaciado, para la reiniciación de la operación se dará un plazo máximo de 30 minutos, y deberá efectuarse con el tubo Tremie seco, estando inmerso en el concreto anteriormente vaciado (mínimo de 3.0 cm), con el fin de garantizar la continuidad de la columna de concreto.
El constructor deberá dar especial atención a la colocación del concreto, para evitar la formación de juntas frías o estrangulamiento del pilote.
El extremo superior del pilote presenta normalmente concreto no satisfactorio, que deberá removerse hasta encontrar material adecuado, aunque se llegue a una cota menor de la cota superior de diseño. En este caso se procederá con el vaciado del tramo del pilote cortado debajo de esa cota, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Control del concreto: adicional a los controles indicados en las Especificaciones Generales se ejecutará:

- Para cada pilote se tomará una muestra compuesta por lo menos de 12 cilindros d prueba del concreto utilizado, para ser ensayados por pares a 3, 7 y 28 días, de acuerdo con la norma INV-E-410.
- La prueba de asentamiento para determinar la consistencia del concreto será obligatoria cada 5 m3 del vaciado y siempre que ocurra un cambio en el abastecimiento del concreto y se hará según la norma INV-E-404.
- Antes de iniciarse la etapa de construcción, deberán ser aprobados por el Interventor: la dosificación del concreto, tipo y marcas de cemento, bentonita, agregados, aditivos y demás materiales a ser usados en la obra.

Ensayos no destructivos: los ensayos no destructivos serán del tipo P.I.T. (Pile Integrety Test), se ejecutarán a la totalidad de los pilotes construidos y deberán cumplir con la norma ASTM D 5882 y las normas ICE y EUROCODE.
El objetivo del ensayo es observar que el pilote construido satisface las premisas básicas de diseño para transferir las cargas de la estructura de manera segura al subsuelo, manteniendo su integridad durante el funcionamiento normal a carga axial, así como durante un sismo o con posterioridad al mismo. El ensayo debe detectar defectos constructivos inadmisibles, tales como cuellos, ensanchamientos, cortes, discontinuidades u otras anomalías por fuera de las tolerancias de construcción.

Con 30 días de anticipación a la iniciación de la excavación de los pilotes, el Constructor deberá presentar para aprobación del Interventor, el procedimiento propuesto para ejecutar los ensayos no destructivos tipo PIT. El personal presentado para ejecutar esta actividad deberá acreditar su experiencia y los equipos propuestos deben poseer un certificado de control de calidad de lecturas con fecha de expedición menor a 30 días.

La interpretación de los resultados deberá efectuarse por un profesional de amplia experiencia certificada, el cual será aprobado previamente por el Interventor. El Constructor, a través del profesional aprobado para la interpretación de los resultados, presentará los análisis respectivos y las evaluaciones efectuadas de las dimensiones y calidad del concreto, con relación a las tolerancias de construcción.

El Constructor debe incluir los costos de ejecución e interpretación de los ensayos no destructivos, dentro del precio unitario de los pilotes preexcavados.

FORMA DE PAGO

Para la construcción de los pilotes pre-excavados y zapatas el Constructor decidirá sobre el método constructivo a utilizar, bien sea utilizando medios mecánicos y/o manualmente, es de anotar que la entidad recomienda la construcción mediante medios mecánicos con el fin de aumentar los rendimientos en dicha actividad.

Este ítem incluye la camisa metálica recuperable, bien sea metálica o anillos en concreto. En caso de emplearse un sistema constructivo que conlleve al uso de camisas metálicas permanentes, el costo de las mismas deberá estar incluido igualmente en el precio unitario de los pilotes.

En caso de utilizar anillos en concreto, estos serán considerados parte de la formaleta. Por lo tanto en el momento de cubicar el concreto del pilote, no se tendrá en cuenta el volumen de dichos anillos.

El pago para pilotes pre-excavados se hará de acuerdo con el precio unitario del contrato e incluye todos los costos relacionados con la excavación, retiro, cargue, transporte y disposición de material proveniente de la excavación, procedimientos constructivos para evitar la contaminación d las aguas del cauce sobre el cual se construye el puente y demás cauces existentes en la zona; el suministro y colocación de la formaleta, suministro y colocación del concreto, el curado de este último, la ejecución de los ensayos no destructivos, lo mismo que la mano de obra, equipos, materiales, suministro, instalación y remoción de las camisas temporales o suministro e instalación de camisas perdidas; así como la provisión de todos los demás accesorios necesarios para completar el trabajo de acuerdo con los planos y esta especificación, a satisfacción del Interventor. No incluye el suministro y colocación del acero de refuerzo el cual será objeto de pago por separado conforme a la especificación 640-22.

ITEM DE PAGO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
621.1P	Pilote vaciado 'in situ' en concreto de resistencia f'c 28 MPa, diámetro 1.00 m, incluye excavación (No incluye acero de refuerzo)	Metro lineal (m)

ESPECIFICACIÓN PARTICULAR 650.1P ESTRUCTURA METÁLICA PARA BARANDAS

DESCRIPCIÓN

Rige todo lo dispuesto por la especificación general *650 – 22 Estructuras de acero* de las *Especificaciones generales de construcción de carreteras 2022*, con excepción de lo descrito a continuación:

FORMA DE PAGO

El pago se debe realizar al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con los documentos del proyecto aprobados por el interventor; el precio unitario de cubrir: la fabricación de la estructura metálica, el transporte de la estructura metálica y todos sus componentes, el montaje y pintura de la estructura metálica, y el tratamiento anticorrosivo apropiado.

ITEM DE PAGO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
650.1P	Estructura metálica para barandas	Kilogramo (kg)

ESPECIFICACIÓN PARTICULAR 663.1P TUBERÍA DE PLÁSTICO PERFORADA DE DIÁMETRO 4"

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de P.V.C. de 4” de diámetro, para la construcción de filtros, la cual será colocada al respaldo de estructuras de contención, de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto o de lo ordenado por el Interventor.

MATERIALES

La tubería de PVC utilizada deberá presentar resistencia y durabilidad adecuadas para la obra en la cual va a ser utilizada, la garantía de la cual queda bajo responsabilidad de El Contratista.

EQUIPO

Se requieren, principalmente, equipos para el transporte de la tubería y para su colocación en el sitio de las obras.

EJECUCION DE LOS TRABAJOS

Una vez construida la estructura tras la cual va a colocarse el filtro, se procederá a colocar el material filtrante que servirá de apoyo al tubo del filtro, dando con este material la pendiente necesaria para asegurar el drenaje del agua captada por el tubo. Después de colocada la tubería se procederá a colocar las capas restantes de material granular, de acuerdo con lo establecido en la especificación general 673-07.

CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- Comprobar que los tubos y demás materiales por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de drenaje requeridos y con los planos.
- Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Constructor.

MEDIDA

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de tubería de PVC de 4” de diámetro, para filtro, debidamente colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por el Interventor.

FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro en el lugar de la tubería y su instalación; el suministro de los demás materiales requeridos; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte, disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

ITEM DE PAGO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD
663.1P	Tubería de plástico perforada de diámetro 4"	Metro Lineal (m)