



Libertad y Orden

---

REPÚBLICA DE COLOMBIA  
MINISTERIO DE TRANSPORTE  
AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA

---

CORREDOR TRANSVERSAL DEL SISGA

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No[•] DE [•]  
Entre:

Concedente:  
Agencia Nacional de Infraestructura

Concesionario:  
[•]

**APENDICE TÉCNICO 3**  
**ESPECIFICACIONES GENERALES**

## **CAPÍTULO I Introducción**

- (a) De conformidad con lo previsto en las Secciones 1.59 y 1.60 de la Parte General del Contrato, el presente Apéndice contiene las obligaciones y las especificaciones generales que deberá atender el Concesionario para el desarrollo y presentación de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico, los Estudios de Detalle, así como para el desarrollo de las Intervenciones. En consecuencia, el Concesionario deberá cumplir con todas y cada una de las especificaciones y/o normas técnicas que se indican en el presente Apéndice al momento de desarrollar dichas actividades, sin perjuicio de lo previsto en la Sección 4.12 de la Parte General.
- (b) El cumplimiento de las normas y parámetros que se establecen en este Apéndice Técnico corresponden a las especificaciones mínimas exigidas, las cuales no excusan al Concesionario de la obtención de los resultados establecidos en el Apéndice Técnico 4 Indicadores.
- (c) En el caso en que dos o más normas y/o Especificaciones Técnicas de las listadas en las Secciones del presente Apéndice establezcan condiciones diferentes para el desarrollo de una misma obligación a cargo del Concesionario, este deberá aplicar lo previsto en la Sección 4.12 (c) de la Parte General.
- (d) En el caso que exista contradicción entre una norma nacional y una internacional primará la norma nacional.
- (e) La aplicación de este Apéndice deberá ser efectuada en concordancia con lo establecido en la Parte General y Especial del Contrato. En todo caso, de presentarse alguna contradicción entre lo previsto en este Apéndice y los demás documentos contractuales, se atenderá a lo previsto en el numeral 19.14 de la Parte General.

## **CAPÍTULO II Carreteras**

### 2.1 Estudios y Diseños

- (a) En el desarrollo y presentación de los Estudios de Detalle y de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico relacionados con las Intervenciones que impliquen la Construcción, Mejoramiento y/o Rehabilitación de carreteras, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 Alcance del Proyecto y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de estas actividades, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA CARRETERAS, adoptado mediante Resolución No. 000744 del 4 de marzo de 2009 del INVIAS.
  - (ii) MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, adoptado mediante Resolución No.002857 del 6 de julio de 1999 del INVIAS.
  - (iii) MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS EN VÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO adoptado mediante Resolución No. 003482 de 2007 del INVIAS.
  - (iv) MANUAL DE CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES SEGUNDA VERSIÓN adoptado mediante Resolución No. 005864 del 12 de noviembre de 1998 del INVIAS.
  - (v) GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS. Adoptada por la Resolución 743 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (vi) MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS DE COLOMBIA. Modificación adaptada por Resolución 004577 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (vii) METODOLOGÍAS DE TRABAJO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD Y ZONAS DE ADELANTAMIENTO EN LA RED NACIONAL DE CARRETERA adoptado mediante Resolución No 001384 de abril 20 de 20 10.
  - (viii) MANUAL DE DRENAJE DE CARRETERAS, adoptado mediante Resolución 000024 de 2011 del Ministerio de Transporte.
  - (ix) NORMAS DE ENSAYOS PARA CARRETERAS INV-07, adoptado mediante Resolución 03290 de 2007 del Ministerio de Transporte.
  - (x) MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, adoptado mediante Resolución 000803 de 2009 del Ministerio de Transporte

- (xi) METODOLOGÍA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, expedida por el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial conforme Resolución 1503 del 4 de Agosto de 2010.
  - (xii) Criterios para el diseño geométrico y paisajístico de la franja de aislamiento y la calzada de desaceleración establecidos en los decretos 3600 de 2007 y 4066 de 2008
  - (xiii) Ley 105 de diciembre 30 de 1993. Diario Oficial No. 41158. Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.
  - (xiv) Ley 1228 de julio 16 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones.
  - (xv) Criterios para los diseños específicos para los pasos urbanos definidos en el decreto 2976 de 2010
- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores el Concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) AASHTO. A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS, 6th Edition, 2011, by the American Association of State Highway and Transportation Officials AASHTO.
  - (ii) AASHTO. AASHTO GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURES. 1993.
  - (iii) PCA. THICKNESS DESIGN FOR CONCRETE HIGHWAYS AND STREET PAVEMENTS. 1984.
  - (iv) AASHTO. GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS. 2004
  - (v) MECHANISTIC-EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN GUIDE. 1<sup>ST</sup> EDITION 2008
- (c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- (i) [CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.
  - (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
  - (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.

- (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
  - (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
  - (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
  - (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.
  - (viii) Resolución numero de 1517 de 31 de agosto de 2012 por la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensación por Pérdida de Biodiversidad.
- (d) El contenido y alcance de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico y los Estudios de Detalle, junto con su respectiva metodología, deberán desarrollarse cumpliendo, como mínimo, lo establecido por el INVÍAS para Diseños Fase III, como resultado de la Consultoría con la Sociedad Colombiana de Ingenieros, que obra como Anexo 1 del presente Apéndice.

## 2.2 Intervenciones

- (a) Para el desarrollo de las Intervenciones del Proyecto relacionadas con la Construcción, Mejoramiento y/o Rehabilitación de carreteras, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
  - (i) ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION DE CARRETERAS adoptadas mediante Resolución No. 003288 del 15 de agosto de 2007 por el MINISTERIO DE TRANSPORTE, además de los documentos posteriores que las actualicen, modifiquen, desarrollen o sustituyan.
  - (ii) NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES PARA CARRETERAS, adoptadas mediante Resolución No. 003290 del 15 de agosto de 2007 por el MINISTERIO DE TRANSPORTE, además de los documentos posteriores que las actualicen, modifiquen, desarrollen o sustituyan.
  - (iii) REGLAMENTO PARA LA CERTIFICACIÓN SOBRE LA CALIDAD TÉCNICA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PROYECTOS DE PAVIMENTACIÓN adoptado mediante la Resolución No. 000070 del 21 de enero de 2004 por el MINISTERIO DE TRANSPORTE, además de los documentos posteriores que las actualicen, modifiquen, desarrollen o sustituyan.

- (iv) GUÍA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS DE CARRETERAS. Adoptada por la Resolución 743 de 2009 del Ministerio de Transporte.
  - (v) EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
  - (vi) Ley 361 DE 1997, Ley 1618 de 2013, Decreto 1660 de 2003 y el Decreto 1538 de 2005, en cuanto a la accesibilidad, movilidad y transporte para personas con discapacidad. Normas para la Movilidad de Discapacitados.
  - (vii) Decreto 798 de 2010, reglamentan los estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de la vivienda, los equipamientos y los espacios públicos, necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad, principalmente con la red peatonal y de ciclorrutas que complementen el sistema de transporte y se establecen las condiciones mínimas de los perfiles viales al interior del perímetro urbano de los municipios y distritos que hayan adoptado Plan de Ordenamiento Territorial, en los términos del literal a) del artículo 9° de la Ley 388 de 1997.
  - (viii) NTC 4144 de 1997: Accesibilidad de las personas al medio físico, edificios y señalización.
  - (ix) NTC 4279 de 1.998: Accesibilidad de las personas al medio físico, espacios urbanos y rurales, vías de circulación peatonales planos.
  - (x) NTC 4774 de 2.000: Accesibilidad de las personas al medio físico, espacios urbanos y rurales, cruces peatonales a nivel y elevados o puentes peatonales
  - (xi) NTC 4201 de 1.997: Accesibilidad de las personas al medio físico, edificios, equipamientos, bordillos, pasamanos y agarraderas
- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores, el Concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) ASTM INTERNATIONAL en los códigos de construcción.
  - (ii) LCPC, “VIZIR, méthode assistée par ordinateur pour l’estimation des besoins de entretien d’un réseau routier”, Paris, Décembre 1991
  - (iii) ASTM, “Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys. Designation D6433-03”, West Conshohocken, PA
  - (iv) SAYERS M.W., GILLESPIE T.D. & QUEIROZ C.A.V, “The international road roughness experiment.”, World Bank, Technical Paper Number 45, Washington, 1986
- (c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- (i) CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.

- (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
- (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
- (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
- (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
- (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
- (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.

### 2.3 Requerimientos a la terminación de la Unidad Funcional

- (a) Como requisito para la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional respectiva, el Concesionario deberá entregar los planos As Built y la memoria de construcción sobre dicha Unidad Funcional en los cuales quede plasmado la obra finalmente construida con las modificaciones que se hayan realizado.
- (b) Esta información deberá ser entregada cumpliendo los requisitos exigidos en la Sección 2.1 del presente Apéndice.

### **CAPÍTULO III Puentes, viaductos y otras estructuras**

#### 3.1 Estudios y Diseños

- (a) En el desarrollo y presentación de los Estudios de Detalle y de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico relacionados con las Intervenciones que impliquen la Construcción, Rehabilitación y/o Mejoramiento de puentes, viaductos y otras estructuras, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de los estudios y diseños de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES de 1995 (CCP-200-94) y el Adendo No. 1 de 1996 adoptado mediante Resolución 3600 de 1996 del INVIAS.
  - (ii) NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR10.
  - (iii) MANUAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS adoptado mediante Resolución No 001049 del 11 de Abril de 2013.
- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores, el Concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS, Customary U.S. Units, 4th Edition with 2008 U.S. Edition Interim, and AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, SI Units, 4th Edition. AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2009 Interim Revisions.
  - (ii) EDITION AASHTO GUIDE SPECIFICATIONS FOR LRFD SEISMIC BRIDGE DESIGN 2009
  - (iii) LRFD GUIDE SPECIFICATIONS FOR THE DESIGN OF PEDESTRIAN BRIDGES
  - (iv) STANDARD SPECIFICATIONS FOR STRUCTURAL SUPPORTS FOR HIGHWAY SIGNS, LUMINAIRES, AND TRAFFIC SIGNALS.
- (c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:
- (i) CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.

- (ii) LEY AMBIENTAL- Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
  - (iii) RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
  - (iv) CÓDIGO DE MINAS Y OTRAS DISPOSICIONES adoptadas mediante Ley 685 de 2001.
  - (v) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
  - (vi) Decreto 1320 de 1998 Por el cual se reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
  - (vii) Ley 1228 de 2008 por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional.
- (d) El contenido y alcance de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico y de los Estudios de Detalle, junto su respectiva metodología, deberán desarrollarse cumpliendo, como mínimo, con lo establecido por el INVÍAS para diseños Fase III, como resultado de la Consultoría con la Sociedad Colombiana de Ingenieros que obra como Anexo 1 del presente Apéndice.

### 3.2 Intervenciones

- (a) Para el desarrollo de las Intervenciones del Proyecto relacionadas con la Construcción, Rehabilitación y/o Mejoramiento de puentes, viaductos y otras estructuras, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, con las identificadas en el siguiente listado.
- (i) CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES de 1995 (CCP-200-94) y el Adendo No. 1 de 1996 adoptado mediante Resolución 3600 de 1996 del INVÍAS.
  - (ii) NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR10.
  - (iii) MANUAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS adoptado mediante Resolución No001049 del 11 de Abril de 2013.

- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores, el Concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
- (i) AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications, 2009 Interim Revisions.
  - (ii) American Standards for Testing and Materials – ASTM
  - (iii) American Concrete Institute – ACI
  - (iv) American Institute of Steel Construction – AISC
  - (v) Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC

### 3.3 Requerimientos a la terminación de la Unidad Funcional

- (a) Como requisito para la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional respectiva, el Concesionario deberá entregar los Planos As Built y la Memoria de Construcción sobre dicha Unidad Funcional en los cuales quede plasmado la obra finalmente construida con las modificaciones que se hayan realizado.
- (b) Esta información deberá ser entregada cumpliendo los requisitos exigidos en la Sección 3.1 del presente Apéndice.

## **CAPÍTULO IV Túneles**

### **4.1 Introducción**

La presente Sección contiene las especificaciones y/o normas técnicas generales obligatorias para el Diseño y Construcción de las Intervenciones que comprendan obras subterráneas de los Túneles del Proyecto. Para efecto de esta Sección el término Túnel o Túneles debe entenderse como aplicable a el(los) túnel(es) previstos para este Proyecto.

El Concesionario podrá escoger la forma en que ejecutará estas Intervenciones siempre y cuando los mismos cumplan como mínimo con las especificaciones y normas técnicas obligatorias de Diseño y Construcción de túneles señaladas en este apéndice.

### **4.2 Estudios y Diseños**

(a) Todos los trabajos de diseño de la obra civil y de los equipos electromecánicos, sus sistemas e instrumentación, se elaborarán de acuerdo con lo establecido en este documento y con las últimas versiones de las normas publicadas por las entidades listadas a continuación, al momento de la presentación de la Oferta, y que sean aplicables para el Diseño y la Construcción de túneles, todas las cuales deberán ser aplicadas de forma integral, es decir, cumpliendo con todas las especificaciones de las diferentes normas:

(i) ICONTEC. Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

(ii) NTC 2050. Código Eléctrico Colombiano.

(iii) NTC 1500 Código Colombiano de Fontanería.

(b) El Concesionario estará obligado a cumplir, también, con las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:

(i) IEC. International Electrotechnical Comision.

(ii) IEEE. Institute of Electrical and Electronic Engineers.

(iii) ANSI. American Nacional Standards.

(iv) CIE. Comité Internacional de Iluminación.

(v) NFPA. National Fire Protection Association.

(vi) RFC. Internet Request for Comments. Red Local.

(vii) TU-T. International Telecommunication Union – Series G, V, L, M, H, K, O.

- (viii) NTSC. National Television Standards Committee–Video.
- (ix) ASTM. American Society for Testing and Materials.
- (x) ISA. Instrument Society of America.
- (xi) ICEA. Insultad Cable Engineers Association, USA.
- (xii) NEC. National Electric Code.
- (xiii) NEMA. National Electric Manufactures Association.
- (xiv) ISO. International Standards Organization.
- (xv) PIARC. Permanent International Association Road Committee.
- (xvi) FHWA. Federal Highway Administration.
- (xvii) Directiva Europea 2004/54/CE.
- (xviii) SIA-280. Swiss Standard Schweizer Norm 1994.
- (xix) American Institution of Steel Construction (AISC)
- (xx) American Society of mechanical Engineers (ASME)
- (xxi) American Wire Gage (AWG)
- (xxii) American Welding Society (AWS)
- (xxiii) Guide for Lighting of Road Tunnels and Underpasses (CIE 88-1990)
- (xxiv) Deutsche Institute für Normen (DIN)
- (xxv) Under Writers Laboratories (UL)
- (xxvi) RAS 2000

#### 4.3 Alcance de los Estudios y Diseños

- (a) El Concesionario tiene plena autonomía para definir la metodología de Diseño y Construcción, y asume toda la responsabilidad por las variaciones, modificaciones y ajustes que se requieran durante la Construcción y Operación del Proyecto.
- (b) Como resultado de los Estudios de Detalle y Estudios de Trazado y Diseño Geométrico de los túneles, el Concesionario deberá entregar un documento que contenga las Especificaciones Técnicas particulares de construcción para cada una de las obras y equipos a instalar en los túneles, de acuerdo con la metodología y redacción planteada para las Especificaciones Generales de Carreteras del INVIAS.
- (c) El Informe Final Resumen de los Estudios y Diseños Definitivos para la Construcción, deberá incluir como mínimo una síntesis de cada uno de los siguientes volúmenes, incluyendo su alcance, 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.
- (d) Los Estudios de Detalle y los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico de un túnel para carretera unidireccional deben cumplir con todas las características mínimas consignadas en esta Sección y deben comprender metodología, resultados, cálculos, planos, especificaciones, conclusiones y recomendaciones de cada una de las áreas que lo conforman, cuyo contenido y alcances se describen a continuación:
  - (i) Estudio de topografía.
    - (1) El informe final de los Estudios de Topografía, debe contener como mínimo una red de puntos (portales y brocales) amarrada al Sistema Nacional de Coordenadas.
    - (2) La información final debe estar soportada sobre información que posea el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y como producto final esperado como mínimo se entregará las carteras de campo donde se haya consignado toda la información topográfica, planos de topografía a escala 1:1000 para planimetría y 1:100 para altimetría.
  - (ii) Estudio de diseño geométrico.
    - (1) En este volumen se describirá la zona por donde atravesará el Proyecto y los puntos geográficos que se van a vincular.
    - (2) Se establecerán los parámetros de diseño geométrico, sitios críticos, zonas de falla de acuerdo con los resultados de los

estudios geológicos, geotécnicos, de sísmica, También se incluirán los levantamientos topográficos para la localización , en su caso, de los pozos de ventilación, áreas de fuentes de materiales, zonas de disposición de materiales sobrantes, entre otros.

(3) Se determinarán las características de las secciones transversales tipo de acuerdo con la geología y la geotecnia, los anchos de calzada, andenes, gálibo mínimo, nichos para parqueo de emergencia y nichos de auxilio e instalaciones necesarias. A lo cual no podrá ser modificado salvo previa autorización de la ANI.

(4) Dentro de los productos a entregar, junto con las memorias de cálculo se espera como mínimo planos de:

- Ubicación geográfica del Proyecto.
- Reducido del Proyecto. Se presentará a escala 1:10.000.
- Planta – perfil de construcción a escalas H: 1:2000 y V: 1:200 con el alineamiento y vertical del túnel, los elementos de curvatura, ancho de calzada, andenes, nichos, localización de obras de drenaje y otros.
- Localización en planta- perfil con las respectivas carteras de campo que deberán contener el diseño geométrico detallado de los Túneles y sus obras requeridas para la conexión.

(iii) Estudio de geología y geotecnia para túneles.

(1) Este Volumen deberá contener las memorias de cálculo y planos de los siguientes puntos como mínimo:

(2) Exploración del subsuelo

- Columnas de perforaciones
- Informes de los estudios geofísicos
- Resultados de ensayos de laboratorio e in-situ que se realicen.
- Ensayos de laboratorio e in-situ adicionales, requeridos como complemento a los mencionados en el numeral anterior.

(3) Geología y Morfología

- Recopilación y análisis de la información geológica básica de referencia existente.
- Trabajo de fotointerpretación geológica y geomorfológica y su verificación de campo.
- Levantamientos geológicos de los portales y brocales y levantamiento de información estructural complementaria.
- Análisis de los registros de núcleos de perforaciones.
- Marco geológico regional.
- Geomorfología.
- Estratigrafías.
- Geología estructural.
- Condiciones geológicas esperadas en la excavación de los túneles y sus instalaciones
- Análisis de riesgos geológicos identificados

(4) **Propiedades Geomecánicas de los Macizos Rocosos**

- Propiedades geomecánicas de las rocas en el área de estudio.
- Estimación de los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.

(5) **Diseño del Soporte**

- Principios básicos.
- Tipos de comportamiento del macizo rocoso.
- Caracterización del macizo rocoso.
- Definición de tipos de terreno.
- Requisitos de soporte.
- Análisis de esfuerzos y deformaciones.
- Análisis de cuñas potencialmente inestables.
- Análisis de situaciones especiales anticipadas durante la excavación.
- Definición de tipos de soporte.

(6) **Sectorización del túnel**

- Sectorización geológica.
  - Sectorización geotécnica.
  - Sectorización por soporte.
- (7) Secuencia de Excavación e Instalación de Soporte para cada Tipo de Terreno
- Esquema para cada uno de los tipos de terreno.
- (8) Instrumentación
- Para la medición de las deflexiones de los soportes.
- (iv) Estudio ventilación, nichos y galerías
- (1) Este volumen deberá contener los estudios y diseños pertinentes para la ventilación nichos y galerías.
- (v) Estudio hidrogeológico, hidrológico e hidráulico.
- (1) Este volumen debe contener todo lo referente a las aguas subterráneas del macizo, su circulación, su condicionamiento geológico y su criterio de captación, así como la relación existente con el ciclo hidrológico y su posible modificación al inicio y durante las obras.
- (2) A partir de los estudios de hidrogeología e hidrología se deben diseñar todas las estructuras necesarias para la captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas subterráneas y de escorrentía para minimizar la afectación de los terrenos y sus habitantes, además de los cambios en los regímenes hidrológicos e hidráulicos de las fuentes de agua a las que son dispuestas estas aguas.
- (3) Como producto mínimo a entregar se espera:
- Caracterización hidrogeológica.
  - Caracterización de los ciclos hidrológicos.
  - Modelo hidrogeológico del macizo.
  - Modelo del comportamiento hidrológico e hidráulico de las fuentes de agua receptoras de las aguas de infiltración.
- (4) Específicamente, en los túneles que los estudios de Fase II hayan determinado que tienen una probabilidad significativa de afecciones al sistema hidrogeológico, el estudio a realizar

deberá tener en cuenta las siguientes especificaciones adicionales:

- Realizar un completo inventario de puntos de agua en la zona de afección de los túneles, y complementar la toma de datos de los puntos de captación de abastecimiento de agua potable y de otros aprovechamientos realizados en Fase II.
- Continuar la medida de niveles piezométricos en los sondeos ejecutados en Fase II, extendiendo en el tiempo las medidas realizadas.
- En los sondeos se realizarán ensayos de tipo Lugeon para estimar la conductividad hidráulica de las formaciones, y medida de niveles freáticos.
- Con la ayuda de todos los datos anteriores, se profundizará en la definición del modelo hidrogeológico de los acuíferos afectados. Se generarán unos modelos matemáticos mediante el código MODFLOW-2000, en los que se efectuarán simulaciones en régimen permanente o transitorio, según se considere adecuado a cada túnel.
- Se deberá analizar el comportamiento hidrogeológico de los niveles de suelos superficiales y de la circulación de caudales por la zona no saturada, especialmente en los túneles cortos. Esto ayudará a efectos de establecer la relación de interdependencia, si existiera, entre el macizo y los diferentes puntos de agua de ladera, así como a estimar con más precisión los caudales de infiltración de los túneles cortos y de los portales.
- El diseño presentado deberá definir una serie de secciones tipo de impermeabilización del túnel, desde la más ligera a la más potente, y las condiciones de aplicación de cada una de estas secciones tipo, según lo que se encuentre durante la ejecución de la obra.
- En todo caso, el diseño deberá contemplar el revestimiento completo de los túneles con concreto en masa o reforzado (según los casos) a lo largo de toda su longitud.

(vi) Estudio de impermeabilización, revestimiento y drenaje.

- (1) Con los resultados del estudio anterior se determinarán el origen, volumen y puntos de afluencia de las aguas de infiltración al interior del túnel, a fin de diseñar la impermeabilización y el revestimiento de los Túneles y garantizar de esta manera las condiciones de impermeabilidad de los túneles del Proyecto, de tal manera que los equipos y demás instalaciones al interior de los túneles no se vean afectados por dichas aguas y de esta manera garantizar seguridad y comodidad a los usuarios de los mismos.
- (2) Entre los conceptos mínimos a tener en cuenta para el diseño de la impermeabilización, revestimiento y drenaje de los túneles están la captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas de infiltración, así como la captación, conducción, tratamiento y disposición del agua en la superficie de la vía y de líquidos provenientes del

derramamiento por conducción de sustancias peligrosas al interior del túnel.

- (3) Los diseños deberán garantizar fácil accesibilidad a aquellas obras e instalaciones del sistema de drenaje que requieran mantenimiento rutinario y periódico.
- (4) Como productos a entregar se espera como mínimo:
  - Diseño de los sistemas para la impermeabilización en todas sus fases (primaria, intermedia, principal o posterior).
  - Diseño estructural para la impermeabilización y revestimiento y su técnica constructiva.
  - Las características técnicas y de resistencia de los materiales empleados.
  - Sistema de drenaje para aguas de infiltración.
  - Sistema de drenaje para aguas del lavado de los túneles y para derramamiento de sustancias tóxicas e inflamables.
  - Sistemas de tratamiento de las aguas tanto de infiltración, como de lavado y derramamiento de sustancias peligrosas

(vii) Estudio de requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la Construcción

- (1) Dentro de los diseños el Concesionario deberá considerar los requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la Construcción de los Túneles, para lo cual deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- (2) Para la ventilación se deberá estimar la producción de gases contaminantes y polvo generados por la operación de la maquinaria de construcción, la quema de explosivos en el frente y la presencia de gases del macizo rocoso, con el fin de establecer el tipo y requerimientos de la ventilación en el frente y a lo largo de los túneles y su eficiencia a lo largo de la Construcción.
- (3) Para la Energía e Iluminación se deberá estudiar, analizar y definir los requerimientos de potencial eléctrico necesario para abastecer el sistema de ventilación, iluminación y demás elementos eléctricos de los túneles. Para esto se deberá estudiar las diferentes fuentes de abastecimiento de energía que satisfagan las necesidades del Proyecto.
- (4) Para el bombeo de las aguas de infiltración durante la Construcción, se deberá estudiar y diseñar el sistema de

evacuación, tratamiento y disposición final de las aguas provenientes de todos los túneles y obras subterráneas.

(5) Como productos a entregar se espera como mínimo:

- Las Memorias de cálculo de todas las redes diseñadas.
- Planos de despiece escala 1:50.
- Plano de localización general escala 1:1000.
- Recomendaciones para la adecuada instalación, funcionamiento, mantenimiento y operación de todos los sistemas descritos en el presente volumen.

(viii) Estudios y Diseños de las instalaciones electromecánicas, de los centros de control y edificios auxiliares

(1) El Informe Final de los Estudios y Diseños de las instalaciones electromecánicas y de equipos de control para la operación, debe contener como mínimo los aspectos generales y los parámetros de Diseño y Construcción para los sistemas que se operarán a partir de los centros de control únicos para el sistema de túneles, mediante un sistema de supervisión y adquisición de datos (SCADA).

(2) Cada uno de los sistemas tendrá criterios mínimos de diseño que se describen a continuación:

- Sistema de iluminación.
- Sistema de detección y extinción de incendios.
- Sistema de ventilación.
- Sistema de suministro de energía.
- Sistema de auxilio S.O.S.
- Sistema de control de tráfico.
- Sistema de circuito cerrado de televisión, que deberá garantizar cobertura visual de 100% en cada tubo de túnel.
- Sistema de comunicaciones.
- Sistema de avisos alfanuméricos.
- Un sistema de control, supervisión y adquisición de datos.

(ix) El Concesionario deberá entregar para este volumen todas las memorias de cálculo de las estructuras y equipos diseñados, los planos generales y de detalle para Construcción e Instalación, y Estudios Definitivos de acuerdo con las obras y sistemas requeridos para la Operación. Igualmente, la relación completa de las normas técnicas empleadas y que cumplen cada uno de los diseños elaborados.

(x) Estudio para el Diseño del Pavimento de los Túneles

(1) Las consideraciones mínimas a tener en cuenta para el estudio y diseño de la estructura del pavimento de los Túneles son:

- Geología.
- Topografía.
- Suelos y materiales.
- Drenaje y sub-drenaje.
- Tránsito (TPD).
- Diseño de pavimento en concreto, con una vida útil de 20 años.

(2) El Concesionario entregará como mínimo:

- Memorias de los cálculos realizados, incluyendo las proyecciones del tránsito.
- Planos de las secciones transversales de los túneles y sus nichos con las especificaciones del pavimento recomendadas.
- Recomendaciones generales sobre el drenaje superficial y subterráneo y mantenimiento del mismo.
- Recomendaciones generales sobre el proceso constructivo.
- Programa de mantenimiento para el pavimento.

#### 4.4 Requisitos mínimos particulares para Diseño, Construcción y Operación

(a) Sin perjuicio de lo estipulado en las secciones anteriores, a continuación se establecen otros requisitos mínimos particulares para el Diseño y la Construcción de las obras y operación de los Túneles, los cuales atienden a estándares, metodologías y procedimientos internacionalmente aprobados.

(i) Andenes y Ductos para Cableado

(1) El ancho del andén construidos sobre los cárcamos que albergan los ductos para los cables de energía, la tubería contraincendio, cableado de control y otros ductos de servicios. El diseño de estos cárcamos debe tener en cuenta el proceso constructivo y el espacio requerido para estos ductos, deben ser de concreto hidráulico y se deben diseñar como mínimo para soportar la carga impuesta por un camión grande de dos ejes (C2 G), deberán cubrirse con placas fabricadas de un material resistente de tipo metálico o fibra de vidrio con una resistencia mínima de 80 kN, las cuales deben poder ser retiradas fácilmente para realizar labores de mantenimiento.

- Nichos para parqueo de emergencia.
- Nichos de auxilio (S.O.S.).
- Nichos contraincendios.

- Salidas de emergencia peatonales.
- Acceso de los servicios de emergencia.
- Nichos para instalaciones eléctricas.
- Tanque de almacenamiento de agua contraincendios.
- Sistema de tratamiento de agua residual.

(ii) Impermeabilización

- (1) El túnel contará con un sistema de impermeabilización que garantice que la calzada y las canalizaciones eléctricas del túnel estén siempre secas, evitando la posibilidad de flujos, goteos, etc, que pudieran afectar a la circulación de los vehículos o al funcionamiento de las instalaciones eléctricas, mecánicas o de comunicaciones.
- (2) El diseño detallado analizará y valorará la conveniencia de diferentes sistemas de impermeabilización, de acuerdo con las conclusiones del Estudio Hidrogeológico correspondiente. De manera general, los túneles deberán tener una barrera impermeable entre el soporte primario y el revestimiento definitivo y, adicionalmente, podrá ser necesario realizar inyecciones u otros tratamientos para reducir el caudal de infiltración, según se determine.
- (3) En caso de que las aguas afloren por el piso, éstas deberán ser conducidas hacia el sistema de drenaje de agua subterránea. De acuerdo con el Estudio Hidrogeológico, en ciertos sectores del túnel podrá ser necesaria una impermeabilización completa de la sección, incluso en solera. En tal caso el revestimiento de concreto se dimensionará para resistir las cargas hidráulicas correspondientes.

(iii) Soporte Primario

- (1) El soporte primario debe ser diseñado para estabilizar la excavación subterránea, evitando las inestabilidades en las paredes de roca y limitando los movimientos por debajo de los valores que se hayan predeterminado para el tipo de roca/suelo esperado y encontrado durante toda la etapa de Construcción, dependiendo de la profundidad.
- (2) Los esfuerzos y deformaciones en el soporte primario y el desarrollo de zonas de falla en la roca/suelo alrededor, deben ser determinados para cada etapa de la Construcción, tanto a

corto como a largo plazo. La situación a largo plazo se debe considerar como el periodo entre la excavación y la colocación del revestimiento definitivo, debe asumirse que no será menos de 1 año.

- (3) El soporte primario de los túneles excavados en roca deberá componerse de concreto lanzado adicionado con fibra metálica y/o sintética, malla electrosoldada, pernos y arcos en acero, según las condiciones geotécnicas requeridas para las estructuras subterráneas y con el diseño correspondiente que el Concesionario deberá presentar en detalle en cada sección del soporte, acorde con cada tipo de terreno establecido en sus diseños geotécnicos.
- (4) El Concesionario presentará un diseño para la ejecución de los túneles en suelos residuales, suelos sueltos y rocas descompuestas (saprolitos), en los que será preceptiva la ejecución de la excavación en fases y la adopción de las medidas necesarias para garantizar la estabilidad de la excavación (tanto de las paredes como del frente) y minimizar los asientos superficiales.

(iv) Revestimiento Definitivo

- (1) La utilidad de los estados límites de agrietamiento, los límites de esfuerzos y el estado último de ruptura deben ser analizados para el diseño del revestimiento definitivo, en el caso de que éste tenga una función estructural. El revestimiento definitivo deberá construirse de concreto convencional o concreto lanzado con un espesor tal que garantice la estabilidad geotécnica y estructural, así como su impermeabilización durante la vida útil de los túneles. Se requiere la Construcción de un revestimiento definitivo en todo caso, sin tener en cuenta el método de excavación aplicado ni el tipo de soporte primario utilizado.
- (2) El revestimiento definitivo deberá tener la función de soporte permanente de los túneles, debe estar libre de infiltraciones y una superficie uniforme que cumpla con los requerimientos de acabado de acuerdo con las especificaciones de construcción y debe tener un coeficiente de resistencia menor en relación con los ductos de ventilación. Las características de acabado del revestimiento serán definidas en los pliegos de construcción a desarrollar durante el Estudio de Detalle.

(v) Recubrimiento

- (1) Las paredes laterales de los túneles deben ser recubiertas con una pintura clara, reflectiva, no intensa compatible con la efectividad de la luz, o con un enchape que cumpla la efectividad de la luz, o con otro material de igual o mejores condiciones. Igualmente, podrá utilizar en los concretos del revestimiento cementos blancos. Sea cual sea el recubrimiento a utilizar este debe poseer todas las facilidades de limpieza y debe cumplir con una duración mínima de 5 años antes de su primera Intervención por mantenimiento periódico. El recubrimiento debe ser resistente al lavado mecánico del túnel, debe ser aplicado estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (2) La superficie del concreto debe ser tratada previamente según las normas para este tipo de recubrimientos.
- (3) El recubrimiento debe ser inflamable y no producir ningún tipo de gases en caso de un incendio.

(vi) Sistema de Drenaje del Túnel

- (1) Como los Túneles serán diseñados con un sistema impermeable, el agua subterránea debe entrar al túnel únicamente por las tuberías laterales de drenaje y no debe aparecer en la superficie de la vía. El sistema de drenaje de aguas en la superficie de la vía deberá considerar las aguas procedentes de lavado de los túneles como las que entran a éste por los portales.
- (2) Adicionalmente, el sistema de drenaje de la vía debe recibir cualquier tipo de líquido proveniente de derrames accidentales.
- (3) Todos los elementos para la conducción, tratamiento y disposición deberán ser diseñados bajo la normatividad consignada en el RAS-2000 y para el cumplimiento de la normatividad ambiental de vertimientos.
- (4) El diseño del drenaje del agua en la superficie de la vía, debe considerar las condiciones de mantenimiento eficiente de los canales de drenaje (cárcamos) durante el tiempo de operación del túnel, para lo cual deberán diseñar obras de fácil mantenimiento.

(vii) Cableado y Servicios

- (1) Con respecto a los Túneles, se deben proveer e instalar los siguientes servicios y cables:
  - Cables para suministro de electricidad.
  - Cables eléctricos para la supervisión y control del túnel.
  - Cableado de detección de incendios.
  - Cable radiante.
  - Cableado de comunicaciones y teléfonos de emergencia.
  - Otros cables.
- (2) Los servicios para terceros no son permitidos en el túnel. Todos los servicios y cables deben ir a través de ductos y/o bandejas portables que deben estar debajo de los andenes cubiertos por tapas de fácil retiro por los técnicos de mantenimiento.
- (3) Los cables a instalar en el túnel deberán ser blindados contra roedores y resistentes a altas temperaturas y apantallados en la medida que el diseño y las normas así lo requieran.

#### 4.5 Intervenciones

- (a) Para el desarrollo de las Intervenciones del Proyecto relacionadas con la Construcción, Rehabilitación y /o Mejoramiento de túneles, el Concesionario deberá cumplir con las especificaciones establecidas en el Apéndice Técnico 1 y los manuales y/o normas técnicas que de acuerdo con la Ley Aplicable vigente al momento de la presentación de la Oferta sean obligatorias para la ejecución de este tipo de Intervenciones, y, en particular, pero sin limitarse, a las identificadas en el siguiente listado.
- (b) En caso de que algunos parámetros no estén establecidos en las normas anteriores, el Concesionario deberá utilizar las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:
  - (i) Technical Manual for the Design and Construction of Road Tunnels – Civil Elements, AASHTO, 2010.
  - (ii) Suggested Methods for Rock Bolt Testing, International Society for Rock Mechanics, 1974.
  - (iii) American Concrete Institute (ACI):
    - ACI 506R-05, Guide to Shotcrete

- ACI 506.2-95, Specification for Shotcrete
- ACI 506.1R-08, Guide to Fiber-Reinforced Shotcrete
- ACI 506.5R-09, Guide for Specifying Underground Shotcrete

(c) Adicionalmente, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

(i) Excavación y sostenimiento de los túneles

La excavación de los túneles y la Construcción del sostenimiento primario se realizarán de forma que, en todo momento, se garantice la estabilidad de la excavación y se eviten las deformaciones excesivas que pudieran afectar a la superficie. La ejecución de los túneles deberá seguir las especificaciones que se detallan a continuación:

- (1) La excavación se realizará por fases, cuyo número y dimensiones dependerán de las características del terreno, según se haya definido en el diseño detallado del túnel. Como mínimo se excavarán tres fases. El inicio de la excavación de la segunda o posteriores fases no se realizará hasta que en la fase anterior el sostenimiento primario esté completamente colocado y las deformaciones estabilizadas.
- (2) La longitud de excavación máxima en la primera fase, sin colocar el sostenimiento primario, se limitará a 4 m en rocas de buena calidad y a 1 m en suelos residuales. En cualquier caso, la longitud de pase será función de la litología de excavación, de la calidad geomecánica de la roca y de la profundidad, siempre de acuerdo con las recomendaciones incluidas en el Estudio de Túneles. Después de la excavación, se colocará el sostenimiento primario lo más rápidamente que sea posible, a fin de limitar las deformaciones del túnel y evitar posibles inestabilidades. El Concesionario dispondrá en obra en todo momento del acopio de materiales necesario para hacer frente a una inestabilidad del túnel en el caso de que ésta se produjera.
- (3) El Concesionario llevará un registro geomecánico continuo, en cada avance de la excavación, del terreno que aparece en el frente de excavación. Este registro deberá contener, entre otra, la siguiente información mínima: situación (PK), litología, estructura del macizo, fracturación y alteración, presencia de agua, índice de calidad del macizo RMR o GSI y levantamiento geológico del frente. Este registro formará

parte de la Memoria de Construcción que se entregará a la Administración a la finalización de las obras.

- (4) Si la excavación se realiza mediante perforación y voladura, el Concesionario deberá contar con el equipo necesario para realizar mediciones de las vibraciones producidas en la superficie por las voladuras. El diseño de la voladura se realizará de forma que se garantice un nivel de vibraciones suficientemente reducido en superficie, en función de las condiciones del túnel, de la proximidad de edificaciones u otras construcciones, etc. La medición de vibraciones en los puntos más sensibles se realizará de forma sistemática en todas las voladuras.
- (5) El túnel contará con un sistema de instrumentación geotécnica, que se habrá definido en la etapa de diseño detallado. La ejecución de un tramo de túnel requerirá la colocación previa de los instrumentos de medición previstos en superficie (inclinómetros, piezómetros u otros). En lo referente a los instrumentos colocados en el interior del túnel (convergencias, extensómetros u otros), éstos se colocarán lo más rápido posible tras la excavación.
- (6) El Concesionario llevará un registro continuo de las medidas de la instrumentación colocadas en el interior del túnel y en la superficie. Estas medidas se realizarán de forma diaria hasta la estabilización de las lecturas o, en cualquier caso, siempre que la zona de trabajos esté situada a menos de 150 m de la situación del instrumento. El registro completo de las medidas formará parte de la Memoria de Construcción que se entregará a la Administración a la finalización de las obras.
- (7) En cada pase de excavación, el Concesionario analizará la información disponible (levantamiento geomecánico del frente, lecturas de la instrumentación, etc.) a fin de determinar el tipo de sostenimiento primario que se aplicará en el túnel en los sucesivos avances, de entre los tipos de sostenimiento que se hayan definido previamente en el diseño de detalle del túnel.
- (8) El Concesionario dispondrá en el interior del túnel de las medidas necesarias para garantizar la seguridad y las adecuadas condiciones de trabajo de los operarios, tales como iluminación, ventilación, equipos personales de seguridad, etc. Se tomarán las medidas necesarias tendentes a garantizar la seguridad de los operarios en relación con el movimiento de la maquinaria pesada.

(ii) Afecciones al sistema hidrogeológico

En los túneles que los estudios de Fase II hayan determinado que tienen una probabilidad significativa de afecciones al sistema hidrogeológico, durante la ejecución de las obras se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones, tendentes a evitar dichas afecciones:

- (1) Complementar y actualizar el inventario de puntos de agua y de aprovechamientos realizado en la fase de Proyecto, incidiendo con todo el detalle posible en la zona de portales de los túneles.
- (2) Continuar la medida de niveles piezométricos en los sondeos ejecutados, extendiendo en el tiempo las medidas realizadas.
- (3) Colocar estaciones meteorológicas que permitan medir las precipitaciones, temperaturas, horas de sol, evapotranspiración potencial, etc., durante el periodo de ejecución del túnel.
- (4) Obtener muestras de agua y realizar ensayos químicos para conocer su composición. Estos datos servirán para comparar los resultados con los obtenidos sobre muestras obtenidas una vez terminado el túnel y en fase de explotación.
- (5) Perforar y colocar una red de piezómetros en los puntos que haya definido el Proyecto constructivo. Estos piezómetros servirán para controlar la evolución del nivel freático durante la excavación del túnel.
- (6) Medir los caudales de infiltración al túnel durante la Construcción. Estos datos ayudarán a calibrar los modelos de cálculo transitorio. Igualmente, se deberá llevar un control exhaustivo de la presencia de agua a lo largo del túnel, para definir posteriormente los tramos en que se aplicará cada una de las secciones de impermeabilización y drenaje (o tratamientos) que haya definido el proceso constructivo.
- (7) Los modelos MODFLOW realizados en la fase de Proyecto se irán actualizando y calibrando conforme avanza la excavación del túnel, incorporando los datos obtenidos con la monitorización de los piezómetros instalados, con la medida de caudales en el túnel y con los datos geomecánicos que se encuentren en el frente de excavación.

- (8) En el caso de que se haya estimado posible que se produzcan asientos en superficie que afecten a edificaciones, se deberá colocar una instrumentación en dichas zonas tanto superficial (hitos de control de asientos) como profunda (inclinómetros, piezómetros). Durante la ejecución de las obras se deberá utilizar esta instrumentación para medir los asientos producidos, y actuar en el caso de que se rebasen unos umbrales admisibles.
- (9) Se deberán realizar pruebas a escala real de la eficacia de las inyecciones para impermeabilidad del terreno, en el caso de que se hayan considerado en el diseño.
- (10) Una vez excavado el túnel, y antes de la ejecución del revestimiento definitivo, se deberá tramificar el túnel y determinar las zonas o tramos en los que se colocará cada una de las secciones de impermeabilización que se hayan definido.
- (11) Se controlará adecuadamente el procedimiento de ejecución de la lámina plástica de impermeabilización, o de imprimaciones o membranas proyectadas de forma que se garantice el que las soldaduras quedan correctamente ejecutadas y que la lámina no sufre rasgaduras u otros daños que permitan la entrada de agua al interior del túnel.

#### 4.6 Requerimientos al Final de la Etapa de Construcción

- (a) Como requisito para la suscripción del Acta de Terminación de Unidad Funcional respectiva el Concesionario deberá entregar los Planos As Built y la Memoria de Construcción sobre dicha Unidad Funcional en los cuales quede plasmado la obra finalmente construida con las modificaciones que se hayan realizado.
- (b) Esta información deberá ser entregada cumpliendo los requisitos exigidos en la Sección 4.2 del presente Apéndice.

## **CAPÍTULO V Otras especificaciones y normativas aplicables a sistemas y equipos**

### 5.1 Equipos

En el desarrollo del diseño, construcción, operación de la infraestructura relacionada con el Proyecto, el Concesionario deberá cumplir en lo correspondiente las siguientes especificaciones.

#### (a) Sistema de distribución de energía eléctrica

Las especificaciones concretas exigibles para el equipamiento eléctrico del proyecto serán las que establezca la compañía de suministro, si bien a continuación se especifican unas características técnicas cuyo objetivo es el de garantizar una calidad mínima necesaria para todo el equipamiento eléctrico.

#### (1) Líneas subterráneas de Media Tensión

##### Datos técnicos del conductor:

Se adoptará un cable de aluminio con una sección de 1 x 150 mm<sup>2</sup>, y con las siguientes características:

Clase: Unipolar.

Tipo: Aluminio compacto de sección circular, clase 2.

Pantalla sobre conductor: Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión, pelable, no metálica y asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.

Aislamiento: Polietileno Reticulado (XLPE)

Pantalla: Corona de hilos de cobre de 16 mm<sup>2</sup>., obturada para evitar la propagación longitudinal del agua.

Cubierta: Poliolefina termoplástica sin contenido de componentes clorados y otros contaminantes, no propagador llama, no propagador de incendios, reducida emisión de humos tóxicos, libre de halógenos.

Resistencia máxima (a 20°C): 0,124 Ω / Km.

Resistencia máxima (a 90°C): 0,262 Ω / Km

Reactancia por fase 0,121 Ω / Km

Capacidad: 0,194 μF / Km.

Intensidad máxima: 315 A.

Temperatura máxima en servicio permanente: 90 ° C.

#### (2) Centros de transformación

##### Características nominales de las celdas

Las características nominales de las celdas de media tensión son las siguientes:

Número de fases:	3 fases.
Frecuencia nominal:	50 Hz.
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial (1')	
A tierra y entre fases:	70 kV.
A la distancia de seccionamiento:	80 kV
Intensidad nominal en barras:	400 A.
Capacidad de cierre en cresta:	40 KA.

### Características de la instalación eléctrica

#### ***Celdas de Media Tensión:***

Las celdas serán del tipo modular con una función específica para cada módulo o celda. Cada celda dispone de su propia envolvente metálica que alberga una cuba llena de gas SF6, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado. El conexionado entre los diversos módulos se realizará mediante elementos específicos.

#### *Características eléctricas comunes:*

Intensidad asignada (A)	
400	
Intensidad de corta duración (kA)	20
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
A tierra y entre fases (kV)	70
A la distancia de seccionamiento (kV)	
80	
Impulso tipo rayo	
A tierra y entre fases (kV) cresta	170
A la distancia de seccionamiento (kV) cresta	
195	
Capacidad de corte	
Corriente principalmente activa (A)	400
Corriente capacitiva (A)	
50	
Corriente inductiva (A)	
16	
Falta a tierra ICE (A)	63
Falta a tierra 30,5 ICL (A)	31,5

#### *Transformadores de distribución MT/BT*

- Potencia: 50-100 kVA

- Aislamiento: Seco, encapsulado en el lado MT e impregnado en el lado BT.
- Clase ambiental, climática y contra fuego E2/C2/F1. (catalogación máxima)
- Regulador 5 posiciones (0%, +2,5%, +5%, +7,5%, +10%)
- Conexión DyN-11.
- Impedancia de cortocircuito 6%
- Accesorios: 3 Sondas PT-100 y central digital T-154.
- Ruedas de transporte orientables.
- Cáncamos de elevación.
- Placa de características.

*Puesta a tierra:*

*Tierra de protección*

A lo largo de las celdas, y en la parte posterior e inferior, se dispone un circuito colector de puesta a tierra. Este colector está constituido por una pletina de cobre de 30 x 3 mm, directamente anclado a la propia estructura de la respectiva celda.

La continuidad de tierra en la estructura se consigue, para los componentes atornillados, por medio de unos tornillos especiales que fresan la pintura. El aparellaje y las partes móviles, tales como puertas, se conectan a tierra por mediación de trenzas flexibles de cobre, de tal manera que todas las partes metálicas que no forman parte del círculo principal, están eficazmente unidas al colector de tierra, el cual puede ser cómodamente conexionado a la red exterior de tierras.

*Tierra de servicio*

Con el objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra, y se emplea un cable de 95 mm<sup>2</sup> aislado.

*Instalaciones secundarias incluidas*

Además del propio transformador, la unidad incluye al menos:

- *Alumbrado*
- *Baterías de condensadores: Para compensar el factor de potencia en carga, se instalará una batería de condensadores con compensación automática de "coseno de fi".*
- *Ventilación: de forma natural por medio de rejillas.*

(3) **Distribución en Baja Tensión**

Características de los cuadros de distribución

#### *ARMARIO*

Material utilizado: Chapa de acero galvanizada de calidad mínima AE235 grado B.

Espesor: 1,5.

Grado de protección: IP-54

Existirá un ventilador para forzar la ventilación.

#### *CABLE CONEXIONADO*

Tipo: Afumex o equivalente formado por una cuerda de 7 o más hilos.

Tensión nominal:

Hasta 1mm<sup>2</sup>: 500V, como corresponde al aislamiento previsto de 0,6mm.

A partir de 1,5mm<sup>2</sup>: 750V

Rápida extinción de la llama (FL-RF)

No propagación del incendio (FI-RT)

Baja emisión de halógenos

#### *APARAMENTA*

Según Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas normativa asociada, de las características requeridas para cada uno de los circuitos.

- (4) Características de los cables de distribución RZ1 0,6/1 KV

#### Definición.

Cables de energía 0,6 - 1Kv, del tipo flexible de la sección requerida según cálculos.

#### Características técnicas.

No propagador de llamas

No propagador de incendio

Libre de halógenos

Reducida emisión de gases tóxicos

Baja emisión de humos opacos

Nula emisión de gases corrosivos

- (5) Canalizaciones

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente por las aceras si es posible. La profundidad mínima entre el tubo superior y el nivel del suelo no será inferior a 0,60 m. Las curvas practicadas en los tunos serán continuas y no originarán reducciones de sección. Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados.

En la canalización entubada se instalará una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos por debajo de ella y será necesaria la construcción de arquetas en todos los cambios de dirección o de pendiente de los tubos. En alineaciones superiores a 25 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los trabajos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 25 m.

Las arquetas solo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe tener tránsito rodado, si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas. En general las tapas y marcos estarán contruidos por piezas de fundición.

(b) Sistema de Iluminación

(1) Tipos de luminarias

Se ha optado por luminarias de vapor de sodio alta presión de 150, 250 y 400 W.

(2) Características de las luminarias

Tanto las luminarias de 150 W, 250 W como las de 400 W dispondrán de las siguientes características:

Luminaria cerrada y resistente a la intemperie con equipo de encendido incorporado para una lámpara de alta intensidad de descarga.

Desmontable.

Elevada eficiencia y altos factores de utilización.

Reflector de aluminio, cuyo acabado se conseguirá mediante el recubrimiento, por procedimientos químicos, de una finísima película irrompible de vidrio (sílice casi puro) que proporcionará protección contra la corrosión, durabilidad y facilidad de limpieza.

Filtro de carbón activado que absorberá los contaminantes gaseosos y las partículas sólidas presentes en el aire. Este filtro absorberá, como mínimo, los 60% de los gases contaminantes y partículas sólidas en suspensión, aspirados por el conjunto óptico de la luminaria.

Dotada de prensaestopas PG-13,5.

Carcasa de fundición inyectada de aluminio en dos piezas, pintadas en color gris RAL 7035. Su acabado deberá cumplir

que, sometido a envejecimiento acelerado de 1.000 horas, se verifiquen las siguientes especificaciones:

- El brillo no será inferior al 60% del brillo inicial.
- El ensayo inicial de cuadrulado será del grado cero, y después del envejecimiento no será inferior al grado dos.
- El cambio de color no será superior al grado 3.N.BS.

Cierre de vidrio borosilicatado prismático.

Peso aproximado: 20 Kg.

Grado de protección: IP66. Clase 1.

Especificaciones técnicas de las luminarias

Vida media a 10 horas por arranque: horas	24.000
Flujo medio en % del inicial:	90%
Flujo al final de su vida media en % del inicial: 75%	
Tiempo de encendido: minutos	3 a 4
Tiempo de reencendido:	1 minuto
Base:	E 40

(c) Sistema de Detección, Clasificación y Conteo de Vehículos

El Sistema de Control del Tráfico de Aforos de Tráfico está formado por un conjunto de detectores formados a base de espiras inductivas, instaladas de manera idónea para medir las diversas variables de tráfico, situadas en una serie de puntos.

El sistema de medida de datos de tráfico se implantará en general, a lo largo de toda la vía, para conocer los parámetros básicos de tráfico: El sistema permitirá obtener información en todos los sectores como apoyo a la señalización variable. Estará basado en Estaciones de toma de datos por detectores electromagnéticos y espiras situadas bajo el pavimento.

La Estación de Toma de Datos (ETD) será la encargada de obtener los parámetros básicos de tráfico de las carreteras (flujo, ocupación, velocidad, distancia entre vehículos, porcentaje de vehículos pesados, etc.) a partir de los que, mediante su tratamiento, se obtendrá información del estado de la circulación de vehículos en esas vías. Generará también diferentes alarmas (retenciones, vehículos circulando en sentido contrario, vehículos circulando a velocidad excesiva, etc.).

La información sobre el tráfico la obtendrá mediante integración de los parámetros básicos durante un período de tiempo determinado, que será variable

según el tipo de carretera donde se actúe y las necesidades que marque el manual de explotación.

La información obtenida al cabo del intervalo de tiempo de integración se mantendrá almacenada hasta que transcurra otro nuevo período con el que se actualizará consecutivamente.

El sistema de Toma de Datos deberá transmitir la información sobre el tráfico del último intervalo de tiempo de integración al sistema de Control siempre y cuando éste le pregunte. Así mismo, mantendrá un registro temporal, actualizable cada intervalo de integración, con los datos de los últimos intervalos de al menos 24 horas, al que podrá acceder el Sistema de Control en cualquier momento.

La Estación de Toma de Datos (ETD) será la encargada de procesar la información de los detectores magnéticos calculando los parámetros básicos de tráfico.

#### *Especificaciones técnicas* *Estación de Toma de Datos (ETD)*

La estación de toma de datos, estará configurada para suministrar, en tiempo real e integrado para un periodo de tiempo establecido, los datos siguientes:

- Intensidad. Número de vehículos que han pasado por un detector durante el periodo de integración.
- Velocidad (Km/h). Velocidad media de los vehículos en el periodo de integración.
- Longitud (decímetros). Longitud media de los vehículos que han pasado por las espiras durante el período de integración.
- Distancia media entre vehículos (metros). Promedio de distancias entre la parte trasera de un vehículo y la delantera del siguiente.
- Ocupación (%). Tanto por ciento del periodo de integración que una espira ha permanecido ocupada por vehículos.
- Detección de congestión (booleano: 1 = Hay congestión; 0 = No hay congestión).
- Detección de Intensidad inversa. Booleano que indica si ha circulado algún vehículo en sentido contrario al establecido (1= Algún vehículo ha circulado en sentido contrario; 0 = Ningún vehículo ha circulado en sentido contrario).
- Sentido de Circulación Establecido. Para caso de detectores dobles indica cual de los dos sentidos (0 = Directo, 1 = Inverso) es el vigente actualmente.
- Clasificación de Vehículos por Longitud. En número absoluto de vehículos y por clase, clasificación mínima en 2 umbrales de longitud.
- Clasificación de Vehículos por Velocidad. En número absoluto de vehículos y por clase, clasificación mínima en 3 umbrales de velocidad.

Además de estos datos estadísticos es capaz de proporcionar las siguientes alarmas:

- Congestión de Carril. La ETD ha de poder determinar el estado de “Congestión en Carril”.
- Vehículo en Sentido Contrario por carril.

- Cambio de Sentido en carril. Se determinará automáticamente tras la detección de paso de 3 vehículos consecutivos en sentido contrario.

#### *Espira electromagnética*

El sistema típico usado para detección de vehículos consiste en tender bajo el pavimento un cable formando una espira cuadrada de 3 o 4 vueltas con medidas aproximadas de 2 x 2 m.

La inductancia de dicha espira forma parte de un circuito resonante tipo tanque que oscila a una frecuencia determinada por los parámetros eléctricos de este circuito RLC. Al entrar un vehículo en la zona de influencia del lazo se produce una bajada en la inductancia aparente de la espira debida a la pérdida de energía ocasionada por las corrientes circulantes en la masa metálica del vehículo (efecto Eddy). Esto a su vez se traduce en una variación de frecuencia de oscilación del circuito RLC, ocasionada por esta disminución de inductancia de la espira. La mayor parte de los detectores usados en la actualidad se basan en medir los cambios de frecuencia de este tipo de circuito que un dispositivo electrónico se encarga de monitorizar y convertir en una información inteligible para el sistema de control de tráfico al que sirven.

La anchura de la regata será de 8mm con una tolerancia de -1mm -0mm y su profundidad de 45mm +6n, siendo n = número de vueltas. En ningún caso será la profundidad inferior a 50mm.

Los ángulos se achaflanarán con un corte dado con la máquina en el vértice del ángulo, de manera que la profundidad de éste coincida con el de la regata del bucle.

El corte para el cable de alimentación del bucle a lo largo de la calzada, será de anchura tal que el cable tenga un juego de al menos 2mm a lo largo de la regata. Consiste en un bucle inductivo capaz de detectar la perturbación de un campo magnético producido por una espira ante la presencia de una masa sobre ella. Comprende la apertura de la regata, colocación de los cables y sellado, de acuerdo con las indicaciones de la Dirección de Obra.

#### (d) Sistemas de Postes SOS

Adicionalmente a lo dispuesto en los Apéndices Técnicos 1 y 2, los Postes S.O.S deberán incluir los siguiente elementos:

##### Barrera de seguridad de postes S.O.S.

Elemento mecánico de protección física del poste, interrumpida para permitir el paso de personas.

##### Poste S.O.S. exterior

.Poste de auxilio diseñado para su colocación a la intemperie, con electrónica capaz de soportar un segundo poste.

Electrónica contenida en un módulo monoplaca de fácil sustitución a efectos de mantenimiento, basada en microprocesador y lógica CMOS de bajo consumo.  
Baterías de larga duración.

Equipo receptor-emisor de baja frecuencia.  
Sencillo sistema de accionamiento para su puesta en funcionamiento (pulsado de un botón).

En su parte frontal tendrá los siguientes dispositivos:

- Altavoz y micrófono
- Pulsador estanco
- Información escrita en distintos idiomas.

#### Estación de trabajo SOS

Se ubicará en el Centro de Gestión y Control y tendrá capacidad para gestionar todo el sistema.

#### (e) Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

##### Cámaras TV

La unidad completa de cámara incluye los siguientes elementos:

*Cámara TV color móvil de exterior:*

Cámara digital en color de alta sensibilidad.

*Zoom motorizado.*

Zoom motorizado de 15 aumentos.

*Carcasa:*

Carcasa para cámara digital, enchufable.

Calefactor de ventana controlado termostáticamente.

*Depósito de líquido limpiador de 25 litros.*

Depósito de líquido limpiador de 25 litros con bomba

*Limpia parabrisas cámara.*

*Armario de cámara.*

Armario para equipos accesorios de cámara (receptor telemétrico, equipo de fibra óptica protecciones eléctricas) en poliéster prensado.

*Cable de interconexión armario-cámara.*

Cable de interconexión armario cámara que incluye la alimentación eléctrica, la señal de vídeo y el control de pan, tilt y zoom.

*Columna de cámara exterior.*

Columna de chapa galvanizada de 15 m. de altura para sujeción de cámara, hormigonada hasta los 10m para evitar vibraciones.

*Cimentación.*

Cimentación hormigonada para soporte de cámara, de dimensiones según el terreno.

*Posicionador.*

Posicionador para cámara móvil con movimiento horizontal y vertical (pan-tilt).

*Receptor telemétrico.*

Receptor telemétrico para el control de los movimientos desde la matriz de vídeo a la cámara, controla el pan, el tilt, el zoom y el limpiador de cámara.

(f) Equipo de Transmisión de Frecuencias Moduladas de Radio.

(1) Amplificadores

*Amplificador selectivo de canal de FM*

El amplificador selectivo de canal de FM está compuesto por tantos amplificadores selectivos de canal, como emisoras de FM comercial se han incorporado al sistema de comunicaciones.

El amplificador selectivo de canal es un repetidor en frecuencia de una vía, en inglés “one-way on-frequency repeater” para trabajar cuando se requiere una gran selectividad y amplificar emisoras de FM independientes y no todo el resto de frecuencias próximas en un contorno de varios megahercios. Generalmente, este es el caso en el que se trabaja con varias emisoras de FM cuyas frecuencias no tienen valores de consecutivas y están separados.

(2) Unidades de fibra

Las unidades de Fibra Óptica son las encargadas de modular las señales de RF en una portadora laser y transmitir las vía un cable de fibra óptica, hasta una unidad remota cuya función es demodular la señal recibida y recuperar la señal original de RF, con un nivel similar a la original. La transmisión y recepción se realiza a través de una única fibra óptica haciendo uso de una unidad separadora y combinadora de señales ópticas

El sistema de Fibra Óptica, encargado del transporte del conjunto de señales de RF, está integrado por las siguientes unidades:

- Unidad transmisora de Fibra Óptica.
- Unidad receptora de Fibra Óptica.
- Unidad separadora WDM.

(3) Unidades comunicación inalámbrica

En los puntos de la red vial donde no exista red de comunicaciones por fibra óptica disponible, se empleará un dispositivo de comunicaciones inalámbricas vía telefonía móvil para la comunicación entre el pupitre de operador del sistema de radio y las unidades amplificadoras de señal.

(4) Pupitre de operador, canal de explotación, SRD 1000

El pupitre de operador, es un control remoto que combina las funcionalidades de llamada selectiva, controlador de radio y funcionalidad telefónica en una sola consola. La unidad puede gobernar, si ello fuera necesario, dos estaciones bases, vía líneas privadas o contratadas. Igualmente el controlador puede ser configurado para su funcionamiento como extensión de un teléfono estándar lo que permite la conexión teléfono-a-radio a través del operador o utilizando la facilidad de auto-conexión.

Ambas opciones de llamadas selectivas, básica y avanzada, así como las aplicaciones telefónicas están incluidas en la misma unidad. Este nivel de flexibilidad unido a la llamada selectiva avanzada y las facilidades de codificación y decodificación, proporcionan la solución perfecta para una amplia gama de aplicaciones en las comunicaciones.

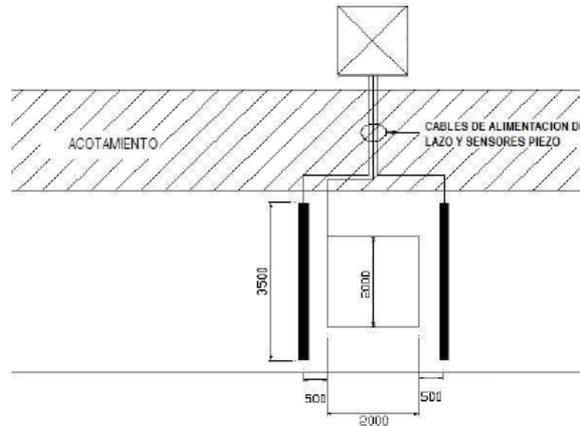
(5) Antenas

Para enlazar con las estaciones de cobertura o repetidoras, el sistema hace uso de las antenas que mejor se adaptan a las especificaciones y características del enlace. Cuando se reciben las señales desde una única ubicación se hace uso de antenas directivas; por el contrario cuando se reciben las señales desde diversos emplazamientos se hace uso de antenas omnidireccionales.

Al primero de los casos, antenas directivas, corresponde el sistema de VHF banda baja, que recibe señal de un único emplazamiento; al segundo de los casos corresponde el sistema de FM y el sistema de VHF banda alta que reciben señales de varios emplazamientos.

(g) Sistema de Pesaje Dinámico

Sistema que mide el peso de cada semieje, la longitud y la velocidad de los vehículos pesados que circulan por una carretera sin interferir en la circulación. El sistema de toma de datos a alta velocidad ofertado supone un medio de bajo coste para obtener datos de clasificación vehicular y de pesaje eje por eje sin interrumpir el flujo del tráfico. En su configuración estándar, se instalan en la vía dos sensores piezoeléctricos y un lazo inductivo para cada carril y sentido. Los sensores piezoeléctricos miden la velocidad de los ejes y el espacio entre ellos. El lazo inductivo informa de la presencia del vehículo y mide la longitud del mismo. Además, en el caso de emplear sensores piezoeléctricos de Clase I, se obtienen también los datos de pesaje de cada eje.



Una primera aplicación de este sistema es como estación estática de toma de datos, para poder obtener la carga a la que está sometida la vía controlada. Otra aplicación más avanzada es su utilización como sistema detector de vehículos con sobrepeso dentro del flujo normal del tráfico. En esta aplicación es posible controlar como salidas del sistema las señales luminosas disponibles, que interceptarán al vehículo con sobrepeso y lo dirigirán fuera del tráfico, hacia la estación de verificación y pesaje.

El equipo propuesto incluye un software de operación, con el cual se puede obtener acceso vía Módem y mediante un portátil para facilitar el análisis de datos y diagnosticar el funcionamiento del sistema.



Incluirá armario de intemperie en el que se instala el sistema de pesaje dinámico.

### Especificaciones técnicas

- Velocidad de operación: 5 Km/h a 180 Km/h
- Rango de temperatura: -20 °C hasta + 65 °C
- Capacidad de almacenamiento: 4 Mbytes (expandible)
- Capacidad de vías: 4 vías (expandible a 8 vías)
- VBV Grabadora de datos Peso por eje Velocidad de vehículo
- Peso total de vehículo Número de vías
- Número de ejes Temperatura de superficie
- Espaciamiento entre ejes Código de identidad de sitio
- Clasificación de vehículo Datos de ruedas
- Conteo de vehículo Código de violación
- Hora y fecha Carga por grupo de ejes
- Longitud de vehículo Sentido de circulación
- Avance de vehículo Peso equivalente por eje
- Código de autorización

- Puertos de salida: RS232 – Para PC o Portátil
- RS232 – Para Módem
- RS232 – Para impresora / módulo de inserción de texto para CCTV.
- RS485 – Para sistema multiplexor
- Entradas: 2 Interruptores de entrada
- Fuente de alimentación: 85 a 264 VAC @ 47 a 440 Hz
- Batería recargable de 12 VDC
- Dimensiones: 600 mm x 350 mm x 350 mm
- Peso: 7 Kg.
- Operación de pesaje en movimiento (WIM).
- Pantalla alfanumérica de 4 líneas de 20 caracteres.
- Calendario permanente con año bisiesto y ajuste horario.
- Puertos de comunicación para Portátil y Módem.
- Módulo de salida de telemetría para descarga vía red móvil telefónica.
- Clasificación de más de 100 tipos de vehículos.
- Almacenamiento de datos Vehículo a Vehículo (VBV).
- Transmisión de datos comprimidos a alta velocidad – un mínimo de 10.000 registros de vehículos por minuto (típicamente 20.000).
- Vistas en tiempo real de la onda del sensor para diagnóstico de incidencias.
- Actualizaciones de memoria por cambio de tarjeta PCMCIA SRAM.
- Salida a módulo de inserción de texto para conexión de cámara de CCTV.
- Puerto de comunicación RS485 (transmisión de datos a más de 1 Km.).
- Conexión para 4 sensores piezoeléctricos.
- Conexión para 8 lazos inductivos.
- 4 Líneas de Conteo/Clasificación mediante Lazo-Lazo.
- 2 Líneas de Pesaje en movimiento usando Piezo-Lazo-Piezo.
- Almacenamiento de datos vehículo por vehículo.
- Definición de las clasificaciones Euro 6 (por defecto).
- Alertas de tráfico, monitorización y detección de incidentes.
- Módem de comunicaciones GSM para envío de datos o visión y diagnóstico de datos en tiempo real.
- Sensor de medición de temperatura de la calzada.

Se comprobará el correcto funcionamiento de los datos recibidos desde los sensores instalados según especificaciones, y su comunicación con el centro de control. Las alarmas en el caso de las pruebas de funcionalidad del conjunto de sistema, han de recibirse correctamente en el centro de control.

(h) Paneles de Mensaje Variable (PMV)

El Panel de Mensaje Variable estará constituido por una zona alfanumérica, compuesta por dos o tres líneas de 12 caracteres de 320 mm de altura y una o dos zonas gráficas full-color.

El panel está compuesto por los siguientes sistemas:

- Sistema de fuentes de alimentación
- Sistema de ventilación

- Sistema de comunicación
- Placas visualizadoras de leds
- CPU

Los mensajes que se visualizarán en los paneles pueden clasificarse en tres tipos:

- Información de carácter general (obras, estado del firme, visibilidad, condiciones meteorológicas que afecten al deslizamiento)
- Información de datos obtenidos por los sistemas de vigilancia de las carreteras (accidentes, retenciones, eliminación o cambio de carril, velocidad aconsejable)
- Información con datos obtenidos fuera de las carreteras (desvíos para vías alternativas, congestión en itinerarios alternativos o complementarios)

Se instalarán Paneles de Mensaje Variable en diferentes puntos del trazado de la vía, montados sobre pórtico o banderola visitable.

Estos paneles se ubicarán con anterioridad a una posible alternativa. La misión fundamental de estos paneles es dar información de estado del tráfico a cielo abierto, posibilidad de desvío por alternativa y de tiempos de recorrido. Igualmente permitirán dar información de carácter general, estado de las salidas, congestiones o incluso cierres.

Para su ubicación se deberá tener en cuenta su compatibilidad con la señalización fija. Este panel de señalización variable está formado por:

- 1 o 2 gráficos FULL-COLOR
- 2 o 3 líneas alfanuméricas de 12 caracteres y 320 mm. de altura.
- 1 o 2 Soportes en aluminio para anclarse en el pórtico o banderola.

### **Especificaciones ópticas**

- Se utilizarán LEDs de alta luminosidad como elementos de visualización
- El tipo de LED utilizado para la zona alfanumérica será del tipo AlInGaP, color ámbar y los de la zona gráfica GaP los verdes, AlGaAs los rojos y SiC los azules.
- La alimentación de los diodos nunca rebasa la típica especificada en las características técnicas suministradas por los fabricantes (normalmente 20 mA)
- El ángulo de visibilidad es de 30°
- Los píxeles son los elementos formados por un grupo de diodos luminiscentes que tienen un encendido conjunto. La distribución de los diodos por color dentro del píxel dará como resultado, con todos los elementos encendidos, el color blanco en la versión full-color.
- Píxeles con luminosidad suficiente para ser vistos con luz diurna e incidencia solar. Los píxeles tienen una altura de 320 mm y una anchura de 190 mm.
- La placa matriz alfanumérica está compuesta por grupos de píxeles formando 7 filas y 5 columnas, y la placa gráfica está compuesta por una matriz de 8 filas y 4 columnas.
- La luminosidad de los mensajes representados será ajustable manual o automáticamente de acuerdo a las condiciones de visibilidad.

### **Alimentación eléctrica**

- Paneles alimentados en monofásica o trifásica
- Paneles provistos de un interruptor general (situado en su interior) y protegidos mediante fusibles.

- Elementos de potencia (transformadores y rectificadores) ubicados en el interior de la carcasa del Panel de Mensaje Variable y aislados mecánicamente del resto de componentes, con objeto de minimizar el aumento de temperatura en los LEDs.
- Micro cortes de duración inferior a 10  $\mu$ s no afectan al funcionamiento del panel. Los micropulsos de alta tensión que pueden transmitirse por la red no influyen en el funcionamiento del equipo, para ello se dispone de los filtros adecuados a la entrada de la red y, si fuera necesario, de descargadores y diodos de protección de las fuentes.

### Sistema de ventilación

El VMS posee en su parte interior los siguientes dispositivos para la monitorización de la temperatura:

- Termostatos de 85° C y 50° C: ubicados en los elementos disipadores de potencia.

<u>Ventilación asistida</u>	<u>Causas</u>
<u>ON</u>	<p><u>Cuando la temperatura en la sonda interior alcanza los 40° C.</u></p> <p><u>Cuando el sistema de control detecta que se abierto la línea de termostatos de 50 °C.</u></p>
<u>OFF</u>	<p><u>Cuando la temperatura en la sonda interior decrece por debajo de</u></p> <p><u>40° C o se cierra la línea de termostatos de 50° C</u></p>

Mediante esta configuración de sensores el panel trabaja de manera óptima en el rango de temperaturas - 25°C a +55°C, que se corresponde con la clase T2 según normativa EN12966.

### Sistema de comunicación

- El controlador del panel está comunicado con la estación remota más próxima vía RS-485 a través de un módem o bien con el centro de control a través de la red de datos o por vía inalámbrica.
- El panel puede ser interrogado desde el centro para conocer el mensaje mostrado y su estado (Operativo / no operativo, detección de LED fundido).
- En caso de pérdida de comunicaciones el panel presentará un mensaje por defecto preconfigurado.

El panel dispone de dos puertos para conectores DB9H para la comunicación. Un conector está pensado como terminal de mantenimiento. Cuando se conecta el equipo de mantenimiento podrá tener control absoluto del panel. El panel volverá a la normalidad, bien cuando el operador de mantenimiento envíe la

orden de fin de sesión o cuando venza el temporizador de inactividad (por defecto 15 minutos).

El segundo conector es el que se utiliza para realizar todas las funciones de comunicación con el panel.

Dicha comunicación soporta los protocolos RS-232, RS-422 y RS-485, y contempla comunicación multipunto. Las entradas y salidas para el estándar RS-422 se encuentran optoacopladas.

La velocidad de transmisión es configurable para ambos puertos y puede ser 1200, 2400, 4800 y 9600 baudios.

(i) Sistemas de Cobro

Para la instalación y operación de las Estaciones de Peaje, el Concesionario deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Vía mixta de peaje de cobro manual, mediante tarjeta de crédito, o con dispositivo de telepeaje.

Vía de cobro del sistema de peaje abierto de la vía cuyo objetivo es permitir el cobro por paso a los vehículos en función de su clasificación, bien mediante el pago en efectivo o tarjeta de crédito con la intervención del operador o peajista, bien mediante el pago automático con tarjeta de crédito, o bien mediante pago automático mediante dispositivo de telepeaje.

La vía mixta, cuando está atendida por un cobrador, acepta todos los medios de pago definidos: efectivo, tarjetas bancarias de banda magnética o chip EMV, y telepeaje. También puede ser operada en modo desatendida como vía exclusiva para pago con tarjeta y para vehículos con telepeaje multicategoría o monocategoría.

La vía está constituida por una unidad de proceso denominada “controlador de vía” y un conjunto de elementos periféricos que son necesarios para realizar la identificación del vehículo que entra y poder proceder al cobro de la tarifa en función de la clasificación del vehículo:

- Armario de vía con controlador de vía y cuadro de distribución eléctrica
- Barrera de entrada, manual.
- Barrera de salida, con funda de amortiguación de impactos
- Espira para lazo detector
- Peanas de clasificación

- Panel de marquesina (estado de la vía y señal de telepeaje)
- Semáforo de paso con alarma
- Cámaras
- SAI monofásico 3 KVA
- Aplicación de vía

En los planos se detalla la disposición de los elementos en la vía.

A continuación se describen las características técnicas de los elementos que componen las vías de entrada.

- (1) Barrera de entrada: La barrera manual de entrada tiene como objetivo impedir físicamente la entrada a una vía cerrada. Está formada por el mueble y el brazo.
- (2) Barrera de salida, con funda de amortiguación de impactos

La barrera automática de salida constituye el elemento de control del paso de los vehículos a través de las vías del peaje. Tiene como objetivo impedir físicamente la salida de los vehículos, hasta asegurar que las operaciones de control de la vía se han realizado con éxito (pago de tarifa en vía de salida, en efectivo, con tarjeta o con OBE de telepeaje). Está formada por el mueble y el brazo y tiene un final de carrera para señalar las posiciones extremas de la pluma.

Deberá ser una barrera automática de gran velocidad, con variador de frecuencia incorporado que permita una selección de las velocidades de maniobra en cada sentido para apertura muy rápida y cierre más lento, con inicio y disminución progresivos.

La barrera deberá disponer de un medio de detección de obstáculos (brazo capacitivo, fotocélula o similar, que permita asegurar la inversión instantánea del movimiento en caso de que un obstáculo, vehículo o peatón se encuentre en la trayectoria de cierre, por simple detección de proximidad, sin necesidad de contacto físico.

Teniendo en cuenta el alto grado de maniobras al que estará sometida, la barrera de cierre deberá estar diseñada para un uso intensivo y con bajo nivel de mantenimiento.

- (3) Peanas de clasificación

Pulsador longitudinal constituido por 2 láminas metálicas colocadas en el interior de una carcasa de goma. Se suministrarán con su soporte correspondiente. Instaladas en el carril de la vía permiten la caracterización de los ejes de los vehículos o la doble rueda, en función de su disposición.

Estos elementos deben ser insensibles a los agentes exteriores que habitualmente se encuentran sobre la calzada: Hidrocarburos (aceites, grasa, gasolina, etc.), sales (cloruro sódico y potásico), así como a la radiación solar, en particular resistir los rayos ultravioleta.

Colocación, según planos. La disposición redundante de las peanas en uno y otro lado de la vía deberá ser interpretada por el controlador de vía para detectar fallos en las mismas.

- (4) Controlador de vía: Ubicado en el interior del armario, el controlador de vía de peaje será el elemento que gestiona todos los periféricos la vía.

- (5) Panel de marquesina (estado de la vía y señal de tipo de cobro) Se trata de un elemento de señalización formado por dos módulos, uno variable y otro fijo, que sirven para indicar el estado de apertura o cierre de la vía y si ésta admite o no tránsitos con telepeaje. Cada uno de los paneles (aspa/flecha y fijo) se encontrarán anclados a sus correspondientes bastidores y éstos a su vez al frontis de la marquesina y justo en medio del carril que atienden. Desde esta cota superior gozarán de una mejor visibilidad. Se coloca mediante anclajes en el frontal de la marquesina, sobre el carril de acceso de cada una de las vías.

En el panel aspa flecha se podrá mostrar cualquiera de los siguientes iconos:



La señalización del panel de marquesina se encontrará acorde con el estado de apertura o cierre de la vía.

- (6) Semáforo con alarma

Elemento constituido por 2 módulos semafóricos (rojo en el superior y verde en el inferior) que se montará sobre un poste

de 1.200 mm de altura y que incluye mecanismos de alarma acústica y alarma óptica para señalar las infracciones de paso registradas.

Su función es la de indicar al usuario la autorización de paso por la vía, y la de comunicar las infracciones que se produzcan en la vía mediante la alarma. Se coloca junto a la barrera de salida, orientado en sentido contra el flujo de tráfico.

La secuencia de apertura y cierre de barrera y semáforo durante la realización de un tránsito será la que sigue: (1) autorización del tránsito y subida de barrera (2) encendido de la luz verde del semáforo (3) tras la salida del vehículo, el semáforo se colocará en rojo y (4) bajada de barrera y fin del tránsito.

En caso de que un vehículo no autorizado tratase de salir de la vía con el semáforo en rojo, se activará la alarma acústica y luminosa para comunicar la incidencia.

(7) Espira para lazo detector de salida

La espira para lazo detector permite identificar la presencia de vehículos en la zona de la barrera de salida. Irá conectada al controlador de vía, que gestionará la subida y bajada de barrera.

Consiste en un bucle inductivo capaz de detectar la perturbación de un campo magnético producido por una espira ante la presencia de una masa sobre ella.

(8) SAI monofásico 3 KVA

Sistema de Alimentación Ininterrumpida que tiene por objeto mantener al controlador de vía y otros elementos críticos de la vía, operativos en caso de corte de suministro eléctrico, durante al menos 10 minutos. Suministran una tensión continua y acondicionada a la vía. La protegen, contra cortes de corriente, microcortes, fluctuaciones de la tensión, sobretensión, puntas y parásitos de la red y eliminan toda fluctuación o parásito antes de dirigir la energía a su propio bus interno de corriente continua, para tras el convertidor transformar la energía DC a corriente AC suministrando una tensión de salida limpia.

Según el entorno puede ir colocado en el local técnico de la estación de peaje, o en la propia vía.

(9) Foco antiniebla: Los focos antiniebla deberán diseñarse de modo que proporcionen iluminación con deslumbramiento limitado.

(10) Cuadro de distribución B.T. en vía de entrada: El cuadro eléctrico está constituido por un conjunto de soportes donde se ubican toda una serie de elementos de distribución de energía y protección de las líneas de alimentación de los distintos elementos, introduciendo además un nivel de aislamiento galvánico para las señales de E/S del controlador de vía. El cuadro eléctrico está integrado estructuralmente por una placa de montaje y varios carriles DIN 35 y canaletas.

(11) Máquina automática de cobro de dos niveles (tarjetas)

Para alojar el controlador de vía y los periféricos de cobro automático con tarjeta, se preverá un armario con características de mueble antivandálico, que alojará en su interior los siguientes elementos:

- Módulos de lectura de tarjetas bancarias, a doble altura.
- Pulsador de solicitud de recibo, a doble altura.
- Impresora de recibos, a doble altura.
- Pantalla (de usuario y de mantenimiento)
- Pulsadores de aceptación o cancelación de la transacción, a doble altura.
- Teclado de mantenimiento
- Módulos adaptadores de teclado y pantalla
- Interfonos de usuario (incluyendo micrófono, altavoz y pulsador), a doble altura.
- Contacto de detección de puerta abierta.
- Controlador de vía secundario, para la gestión de los dispositivos de la máquina.

A fin de mantener un control sobre la temperatura en el interior del equipo, se preverá un termostato, así como una salida de aire, calefactor, ventilador y todo lo necesario para que, en función de las condiciones climatológicas en que se encuentre, se pueda garantizar la conservación de los elementos interiores y el papel.

El armario dispondrá de elementos que permitan ajustar la altura para adaptar la posición de los módulos en función del tipo mayoritario de vehículos.

El sistema de interfonía previsto será basado en la tecnología IP, integrado en el controlador de vía.

(12) Equipamiento de cabina de operador

En el interior de la cabina, el cobrador dispondrá de los siguientes equipos:

- Display táctil de cobrador
- Impresora de recibos de cobrador
- Lector de tarjetas de banda magnética y chip
- Detector de monedas y billetes falsos
- Sistema de interfonía de cobrador
- Indicador de tarifas
- Climatizador y pedal de emergencia.

(13) Aplicación de vía

La aplicación de vía deberá ser altamente amigable, facilitando en todo momento las actuaciones de los cobradores y operadores. Se valorará también el grado de estandarización del software de vía propuesto.

El diseño funcional de las aplicaciones deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

El controlador de vía podrá encontrarse en alguno de los siguientes estados:

- Apagado.
- Vía cerrada.
- Vía abierta.
- Modo mantenimiento.
- Modo bloqueo.

El estado “apagado” se corresponde al estado en el que se encuentra la vía cuando el controlador no se encuentre encendido.

En estado *apagado*, la vía se encontrará inactiva y no se podrá realizar ninguna operación en ella, ni siquiera de mantenimiento. La única operación posible será la de encendido.

Por defecto, cuando el panel de marquesina pierda la comunicación con el controlador de vía, se deberá mantener en estado de vía cerrada (con aspa rojo).

Cuando el controlador se encuentre apagado, no se mostrará ninguna información por el monitor de la vía.

La vía estará *cerrada* cuando el controlador esté encendido, con la aplicación funcionando y sin un turno abierto.

En ese estado, la vía se deberá encontrar a la espera de comandos ya sea desde el servidor o locales. Así mismo,

registrará todas las incidencias que pueda detectar (presencia o paso de vehículos), que generarán el registro correspondiente.

Todos los vehículos que pasan por la vía en este estado serán contabilizados como violación en vía cerrada y almacenados en el sistema con la información relativa a los tránsitos; hora, fecha, número de vía, categoría e imágenes asociadas.

Para poder cerrar la vía no debe haber vehículos en ella. Se podrá cerrar una vía localmente, desde su controlador de vía, remotamente desde otra vía, la estación o el centro de gestión.

Desde la vía en estado de cerrada, se podrá pasar a los estados de abierta, bloqueo o mantenimiento, o se podrá realizar el apagado del controlador.

Una vía pasará a estar *abierta* cuando se le ordene pasar a este estado, que podrá realizarse local o remotamente. Para abrir una vía habrá que introducir en el sistema una tarjeta magnética autorizada o un número de usuario o cobrador (responsable de la apertura de la vía), que tendrá asociado un turno. Estos datos son los elementos que identificarán toda la información generada durante el turno de trabajo del cobrador que abra la vía. La apertura de vía generará un registro, junto con su hora y el operador que la haya abierto.

(14) Gestión de las comunicaciones con niveles superiores

Las vías se comunican con los niveles superiores a través del servidor de estación. La comunicación con la estación se realizará de una de estas dos formas posibles:

- On-line: Es el estado normal de funcionamiento, en comunicación permanente.
- Off-line: En caso de perder conexión, el software de vía trabajará de forma autónoma. Las validaciones se realizarán con los parámetros recibidos en la apertura del turno. En este caso sólo se pueden actualizar los archivos de la vía desde la Estación, utilizando un medio externo con los archivos que contienen los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de las vías (Tarifas, Listas Negras, etc.)

El software del controlador de vía detectará, de forma automática, el corte de las comunicaciones con la estación, continuando con el almacenamiento de todos los mensajes que se vayan generando. El controlador de vía, una vez que esté convenientemente arrancado, debe ser capaz de almacenar, en caso de fallo de comunicaciones, los tránsitos

correspondientes a un período de 30 días. Cuando las comunicaciones con la estación se recuperen, los mensajes almacenados serán transmitidos automáticamente. Al margen de esto, debe preverse la descarga manual por medios alternativos, en caso de ser necesario.

(15) Supervisión de vías

En las vías atendidas existirá un conjunto de funciones que permitan a un cobrador u operador de estación o centro de gestión tener acceso remoto a cualquier vía desatendida de la estación en la que se está trabajando. Deberá poder observarse un sinóptico de la vía, con toda la información sobre lo que acontece en ella (número de vehículos, tickets en boca, etc...).

Se podrán realizar las siguientes operaciones:

- Consulta sobre el estado de la vía, modo de operación y estado de periféricos.
- Acceso a la información del último tránsito, así como a información histórica del día.
- Interfonía con los usuarios.
- Visualización de las cámaras de la vía.
- Simulación de paso: simulará el paso de la vía tutorada en el caso de que se haya quedado la barrera abierta.
- Simulación de presencia.
- Emisión forzada de ticket, con nivel y boca de emisión seleccionable.
- Retirada o tragado forzado de ticket.
- Cierre o apertura de la vía: Permitirá cerrar o abrir la vía en cualquiera de sus modos de funcionamiento.
- Cierre o apertura de barrera de salida: Permitirá abrir la barrera de salida de una vía, para la gestión de incidencias, (por ejemplo, evacuación de los vehículos de un tramo de vía).
- Supervisión de alarmas.

(16) Funcionamiento en modo degradado

El concepto de funcionamiento en modo degradado de una vía se refiere a la situación que se produce cuando la vía sigue funcionando pese a que algún dispositivo relacionado con la gestión del tránsito haya quedado inhabilitado.

En general, siempre que sea posible en caso de fallo de alguno de los componentes se utilizarán vías alternativas. La vía generará un aviso para funcionamiento en modo degradado, y será el operador quien decida si la vía debe cerrarse o puede seguir operando.

## 5.2 Sistema Inteligente de Transporte (ITS)

Para el desarrollo de las actividades establecidas en las Secciones anteriores, el Concesionario deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones y/o normas técnicas que se listan a continuación:

- (i) El sistema Eléctrico y el sistema de tierra debe cumplir lo consagrado en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y seguir las recomendaciones del Código Eléctrico Colombiano.
- (ii) PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL, Resolución 4101 de diciembre 28 de 2004

### **De Carácter Internacional:**

- (iii) NORMAS Y ESTÁNDARES ISO del COMITÉ TÉCNICO TC-204, sobre el Sistema Inteligente de Transporte.
- (iv) La Fibra Óptica a instalar con el objetivo realizar la Infraestructura central de Telecomunicaciones debe cumplir con la recomendación ITU-T G.652d, con un mínimo de cuarenta y ocho (48) hilos.
- (v) Las características y especificaciones de la fibra óptica deben cumplir con las recomendaciones ITU-T serie G.600 a serie G.900, aplicables y pertinentes en relación con la red de transporte y fibra óptica.

### **Otras Especificaciones:**

- (vi) Los sistemas de gestión deben cumplir con el modelo de arquitectura física, funcional y de información, Recomendación UIT-T M.3010.
- (vii) Los sistemas de cableado estructurado deben cumplir con las recomendaciones de la norma EIA/TIA 568A.

## 5.3 SEGURIDAD VIAL

Para el desarrollo de las actividades en las Secciones anteriores, el Concesionario deberá cumplir con lo dispuesto en las especificaciones y/o normas técnicas que se listan a continuación:

- (a) PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL 2011-2016, adoptado mediante la Resolución 1282 de 2012 del Ministerio de Transporte.
- (b) MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS DE COLOMBIA. Adoptado por Resolución 4577 de 2009 del Ministerio de Transporte.

- (c) METODOLOGÍAS DE TRABAJO PARA LA SEÑALIZACIÓN DE VELOCIDAD Y ZONAS DE ADELANTAMIENTO EN LA RED NACIONAL DE CARRETERA adoptado mediante Resolución No 001384 de abril 20 de 2010.

El Concesionario estará obligado a cumplir, también, con las especificaciones y/o normas técnicas de carácter internacional listadas a continuación:

- (a) ISO 39001 de SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD
- (b) DIRECTIVA 2008/96/CE, del 19 noviembre 2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS.

## **CAPÍTULO VI Sistemas de gestión de la seguridad y gestión integral**

### 6.1 Sistema de gestión de la seguridad vial

- (a) El Concesionario deberá estructurar y aplicar un sistema de gestión de la seguridad vial – SGSV, que le permita la identificación, evaluación y priorización de los peligros que puedan afectar los distintos usuarios del Proyecto, de tal manera que se puedan poner en marcha medidas de intervención apropiadas para reducir el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.
- (b) Este sistema se deberá incorporar para todas las Etapas del Contrato un enfoque organizado para la gestión de la seguridad vial, por medio del cual se establece la estructura organizacional, se identifican las responsabilidades del Concesionario, los documentos de política y los procedimientos para la gestión efectiva de la seguridad vial.
- (c) Para lo anterior se deben tener en cuenta los lineamientos que se describen en las secciones siguientes.
  - (i) Estrategias del sistema de gestión de la seguridad vial: El SGSV deberá desarrollarse aplicando los métodos que se describen a continuación de acuerdo con las características particulares de cada unidad funcional.
    - (1) Método reactivo: Responde a los acontecimientos que ya ocurrieron, como los accidentes de tránsito.
    - (2) Método proactivo: Busca activamente identificar los riesgos potenciales para los distintos usuarios de la vía Concesionada.
    - (3) Método predictivo: Analiza los resultados de procesos de monitoreo, control y seguimiento del sistema y su entorno para identificar los problemas potenciales futuros.
  - (ii) Técnicas para la definición de medidas de Intervención para mejorar la seguridad vial.
    - (1) Las Intervenciones, Obras de Mantenimiento y, en general, cualquier acción para mejorar la seguridad vial que implemente el Concesionario, deberán realizarse utilizando un concepto de vías seguras y en consideración con los efectos producidos por la entrada y salida de vehículos y personas a la carretera, así como con la atención de las víctimas en el evento que ocurran accidentes de tránsito.

- (2) A partir de esta concepción, el objetivo de las Intervenciones y/o Obras de Mantenimiento son la creación de un sistema que ofrezca seguridad, por lo que se requiere enfatizar en las características de protección que la infraestructura debe brindar a los usuarios.
- (3) Para el cumplimiento de los Indicadores de seguridad vial y la gestión de la seguridad vial en las vías Concesionadas, el Concesionario deberá realizar Intervenciones que modifiquen las condiciones de las vías y reduzcan la accidentalidad vial. En el caso en que se incluyan Obras Complementarias y/o Obras Adicionales, el Concesionario deberá verificar periódicamente que con ellas se cumplen con los estándares de seguridad vial y se reducen riesgos potenciales.
- (4) En la ejecución del Contrato, el Concesionario deberá recurrir a las siguientes técnicas o brindar su apoyo en las mismas, según correspondan a acciones reactivas o proactivas:
  - Auditorías de Seguridad Vial – ASV: Las auditorías de seguridad vial (ASV), corresponden a la aplicación de métodos sistemáticos con fines preventivos, que permiten verificar no solo el cumplimiento de todos los estándares de la seguridad de las vías y su entorno, sino verificar si alguno de los estándares en particular y en casos específicos no da suficiente seguridad a los usuarios y pueden constituirse en riesgos potenciales. Las ASV serán implementadas durante la ejecución del Contrato, en especial, durante la revisión por parte de la Interventoría de los Estudios de Trazado y Diseño Geométrico y los Estudios de Detalle.
  - Inspecciones de Seguridad Vial: Las inspecciones de seguridad vial (ISV) serán realizadas por el Interventor con profesionales independientes y expertos en el tema, como parte de la gestión de seguridad vial en carreteras y corresponde a una herramienta proactiva de evaluación sistemática para identificar los riesgos o peligros en el tránsito, relacionados especialmente con las señales de tránsito, los elementos laterales de las vías, los factores ambientales y el estado de la superficie de la vía y sugerir medidas correctivas. Las ISV están basadas en listas y procedimientos de chequeo se desarrollarán sobre vías en Operación. Se realizarán periódicamente, dependiendo del aspecto que se vaya inspeccionar.

- Análisis de tramos de concentración de accidentes – (ATCA): El análisis de tramos críticos de accidentalidad por tránsito es una técnica reactiva para la gestión de la seguridad vial que debe realizarse por lo menos una vez cada año. Los tramos críticos de accidentalidad vial son tramos donde se espera un alto número de accidentes, que tiene como resultado factores locales de riesgo. Estos espacios se identifican en términos del número de accidentes reportados, pero preferiblemente por el número de accidentes esperados. En el caso en que se impongan Deducciones a la Retribución en razón a los Indicadores relacionados con la seguridad vial, el Concesionario deberá realizar los ATCA que sean indicados por la Interventoría. Cada uno de los ATCA comprenderá los siguientes elementos:

- Recolección de información sobre la vía, el tránsito y los accidentes.
- División de la vía en puntos y tramos.
- Identificación y calificación de los espacios críticos (puntos y tramos peligrosos).
- Análisis teórico y en campo.
- Elaboración de la propuesta de intervención o tratamiento.
- Pre-evaluación de las propuestas de tratamiento.
- Priorización de los proyectos y espacios de tratamiento.
- Implementación y operación del tratamiento.
- Post-evaluación antes después de los efectos de la intervención.
- Para la realización del ATCA, se requieren registros sobre los accidentes ocurridos, y datos sobre los volúmenes de tránsito, el Diseño de la vía y el entorno.
- Estudio de comportamiento de los usuarios: Como parte del sistema de gestión de la seguridad vial, el Concesionario está obligado a disponer de metodologías de evaluación del comportamiento de los usuarios y de las causas que originan los comportamientos de las personas dentro de la vía.

(iii) Sistema de monitoreo, control y seguimiento

- (1) Como parte del SGSV el Concesionario debe implementar un sistema de monitoreo, control y seguimiento para medir los efectos de las medidas correctivas aplicadas, hacer seguimiento a la programación de actividades y a controlar la

ejecución de los trabajos y el cumplimiento de las especificaciones y recomendaciones de intervención.

- (2) El sistema de monitoreo se debe convertir en un sistema de alerta temprana sobre los cambios en las condiciones de seguridad vial en el Proyecto.

(iv) Registros de apoyo al sistema de gestión de la seguridad vial

- (1) A partir de los registros nacionales, el Concesionario deberá conformar un registro de accidentes georreferenciado para el Proyecto, indicando todas las características asociadas, que permitan la realización de los análisis para establecer las causas que los originan, su relación con la infraestructura y faciliten la definición de medidas de intervención.
- (2) Este registro es la base fundamental del proceso de monitoreo, las variaciones que muestren síntomas de empeoramiento de las condiciones de seguridad vial deben disparar las alarmas de alerta para que se tomen medidas correctivas.
- (3) El Concesionario deberá contar con un registro de las infracciones que frecuentemente cometan los usuarios de la vía, que deberá ser actualizado mensualmente, a fin de identificar conductas que se puedan convertir en un riesgo para la operación de tránsito y traducirse en accidentes, como por ejemplo el exceso de velocidad o el tránsito en contravía y tomar las acciones preventivas necesarias.

(v) Apoyo de la comunidad y cuerpos de control

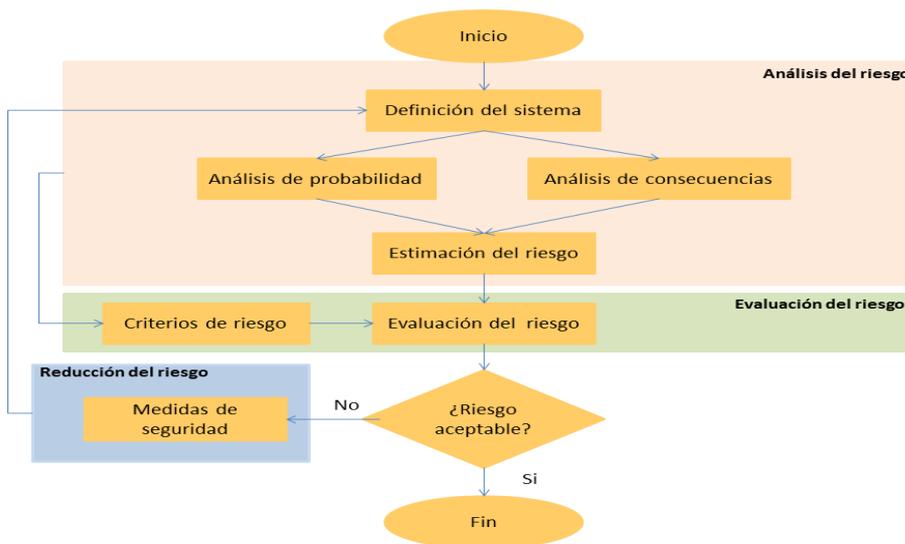
- (1) En el marco del SGSV el Concesionario deberá crear mecanismos para recibir por parte de los usuarios de la vía, los habitantes de pasos urbanos y poblaciones vecinas y de la comunidad en general las percepciones en materia de seguridad vial y sobre los riesgos que los usuarios cotidianos perciben. El Concesionario deberá procesar la información e incluirla en los análisis que hacen parte del propio SGSV para las acciones de mejoramiento a que haya lugar.
- (2) El Concesionario deberá realizar el análisis de las recomendaciones de los cuerpos encargados del control del tránsito en la vía y para la ejecución del método proactivo para la gestión de la seguridad vial.

(vi) Gestión del Riesgo: en materia de seguridad vial

- (1) El SGSV debe estar basado en la gestión de los riesgos a que están expuestos los usuarios de la vía y pobladores vecinos, de sufrir accidentes de tránsito, para lo cual es necesario tener en cuenta los siguientes conceptos:
- Peligro: Condición u objeto que potencialmente puede causar lesiones al personal, daños al equipamiento o estructuras, pérdida de material, o reducción de la habilidad para desempeñar una función determinada. Fundamentos del peligro:
    - Entendimiento de los peligros (naturales, técnicos, económicos).
    - Identificación de los peligros (factores de diseño, humanos, organizacionales)
    - Análisis de los peligros (identificación peligro genérico, componentes y consecuencias específicas.
    - Documentación de los peligros
  
  - Consecuencia: Resultado potencial de un peligro
    - Riesgo: Es la evaluación de las consecuencias de un peligro, expresada en términos de probabilidad y severidad, tomando como referencia la peor condición previsible. Fundamentos del riesgo:
      - Gestión del riesgo: término genérico que engloba la evaluación y mitigación de los riesgos en el tránsito que afectan la seguridad vial como consecuencia de los peligros que amenazan al usuario de la vía, llevándolo en la práctica, a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible.
      - Probabilidad del riesgo.
      - Severidad del riesgo.
      - Índice/tolerabilidad del riesgo.
      - Control/mitigación del riesgo.

- (2) Se definen tres niveles de riesgo en orden descendente partiendo de una región no tolerable, en la cual el riesgo es inaceptable en cualquier nivel, una región tolerable, el donde el riesgo es aceptable basado en la mitigación, por lo cual se requiere un análisis de costo beneficio, y finalmente una región aceptable en la que el riesgo es aceptable tal como existe.
- (3) En la región tolerable se aplican las técnicas de gestión del riesgo en la medida que se introduzcan medidas de mitigación. Se busca llevar el riesgo a un nivel tan bajo como sea razonablemente posible en la práctica.
- (4) En la gráfica se muestra el diagrama de proceso para la gestión del riesgo propuesto para ser ejecutado dentro del Sistema de Gestión de la Seguridad Vial de la vía Concesionada.

Figura 1 – Diagrama de la gestión del proceso



(vii) Constitución del Sistema de Gestión de la Seguridad Vial

- (1) El Sistema de Gestión de la Seguridad Vial estará integrado por los módulos que se describen a continuación.
- (2) Estructura Organizacional: Comprende la estructuración de una organización encargada de la gestión de la seguridad vial, con los niveles de dirección, líneas dependencia, funciones y responsabilidades. Como mínimo el Sistema de Gestión de Seguridad Vial debe contar con una coordinación del SGSV,

una sección de Ingeniería de Seguridad Vial y una Consultoría externa.

- (3) Sistema de Información: La gestión de la seguridad vial de la vía Concesionada se basa principalmente en la recolección, clasificación y análisis de información relacionada con los hechos que afectan la seguridad de los distintos usuarios de la vía y de las Intervenciones y mejoras, por consiguiente se debe constituir un sistema el tratamiento y administración de datos e información, organizados y listos para su uso en la gestión de la seguridad vial, el cual debe disponer al menos de los siguientes registros:

- Registro de accidentes de tránsito.
- Registro de infracciones.
- Registro de las características e inventarios de la vía.
- Registro de información proporcionada por los usuarios.
- Registro de información proporcionada por las autoridades de control.
- Registro de estudios e Intervenciones de seguridad vial.
- Registro de Indicadores de seguridad vial.

- (4) Sistema de Información Geográfica: La información referida en el sistema de información debe ser georreferenciada y cada punto localizado en la red debe estar acompañado con sus distintos atributos que permitan su visualización espacial. El sistema de información geográfica para el SGSV de la vía Concesionada debe permitir como mínimo lo siguiente:

- Recolectar, almacenar y obtener información basada en su localización espacial
- Identificar lugares en un determinado entorno geográfico que cumpla con un criterio de selección específica
- Explorar relaciones entre grupos de datos en un entorno geográfico previamente definido
- Analizar la información espacial relacionada a un entorno geográfico como ayuda a la toma de decisiones.
- Facilitar la selección y traspaso de información a modelos analíticos capaces de evaluar los impactos que originarían la elección de una u otra alternativa en un entorno geográfico previamente definido.
- Permitir la visualización gráfica y numérica del entorno geográfico definido ya sea antes o después del análisis.

- (viii) Sistema de Gestión del Riesgo: La gestión del riesgo hace referencia a un proceso institucional a través del cual el Concesionario busca controlar los elementos de creación o generación de riesgo o disminuir el riesgo existente con la intención de fortalecer la seguridad integral de los usuarios del Proyecto. La gestión del riesgo es un proceso sistémico, sistemático y cíclico que debe hacer parte de la organización de la Concesión y su sistema de gestión de la seguridad vial.

(ix) Técnicas o Estrategias para la Definición de Intervenciones: El SGSV debe utilizar para la definición de las medidas de intervención algunas de las siguientes técnicas según correspondan a acciones reactivas o proactivas.

- (1) Auditorías de seguridad vial.
- (2) Inspecciones de seguridad vial.
- (3) Análisis de tramos de concentración de accidentes.
- (4) Estudio de comportamiento de los usuarios.

(x) Sistema de Indicadores de Seguridad Vial: Los Indicadores de seguridad vial a los cuales hace referencia el SGSV, y que se encuentran dentro del grupo de Indicadores de disponibilidad, calidad y nivel de servicio que trata el Apéndice Técnico 4 son los siguientes:

- (1) E6: Baches
- (2) E8: Estado de Márgenes, Separador Central. Área de servicio y Derecho de vía
- (3) E11: Señalización Vertical
- (4) E12: Señalización Horizontal
- (5) E13: Barreras y Elementos de Contención
- (6) E14: Iluminación
- (7) O1: Índice de Mortalidad
- (8) O4: Tiempo de Atención de Incidentes,
- (9) O5: Tiempo de Atención de Accidentes y Emergencias

(xi) Políticas y Procedimientos: El SGSV de una vía Concesionada debe funcionar sobre la base del establecimiento de una política de seguridad vial, con metas y objetivos precisos, definidos en la creación del mismo. De igual manera, el sistema debe estar apoyado sobre la construcción de procedimientos claros, realizables y documentados.

## 6.2 Otras especificaciones

De carácter Local:

- (a) NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos.
- (b) NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC OHSAS 18001:2007 Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional-Requisitos.
- (c) NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC ISO 14001:2004 Sistemas de Gestión Ambiental-Requisitos
- (d) NORMA TÉCNICA DE CALIDAD – IS09002.

- (e) GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA – SUBSECTOR VIAL, adoptado mediante Resolución 07106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.

De carácter Internacional:

- (f) ISO 9000 sobre NORMAS DE SISTEMA DE CALIDAD.
- (g) ISO 14000 sobre SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL.
- (h) CONVENIO 155 OIT, sobre seguridad y salud de los trabajadores.