



MINTRANSPORTE



**ANEXO TÉCNICO DE LA RESOLUCIÓN 4303 DE 2015
“POR LA CUAL SE REGLAMENTA LA
INTEROPERABILIDAD DE PEAJES CON RECAUDO
ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV)”**

**SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE PEAJES Y
RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV) PARA
COLOMBIA**

**MINISTERIO DE TRANSPORTE
OCTUBRE DE 2015**



INDICE DEL ANEXO TÉCNICO IP/REV

I. LISTA DE ABREVIATURAS.....	6
II.DEFINICIONES.....	11
INTRODUCCIÓN.....	16
1. CAPÍTULO 1 - METODOLOGÍA UTILIZADA	17
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA	18
1.2. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	20
2. CAPÍTULO 2 - CONCEPTO DE OPERACIÓN (CONOPS)	22
2.1. GENERALIDADES	23
2.2. ALCANCE.....	23
2.3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	31
2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ACTUAL.....	35
2.5. NECESIDADES OPERACIONALES	43
2.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IP/REV PROPUESTO	49
2.7. ENTORNO OPERACIONAL Y DE SOPORTE.....	59
2.8. ESCENARIOS OPERACIONALES.....	63
2.9. PLAN DE VALIDACIÓN DEL CONCEPTO DE OPERACIÓN INTEROPERABILIDAD DE PEAJES Y RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV).....	79
2.10. CONCLUSIONES.....	87
3. CAPÍTULO 3: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (ERS) - SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE PEAJES Y RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV) PARA COLOMBIA	89
3.1. GENERALIDADES	90
3.2. ALCANCE DEL CAPÍTULO.....	91
3.3. ALCANCE DEL SOFTWARE	91
3.4. PERSPECTIVA DEL SIGT.....	92
3.5. FUNCIONES DEL PRODUCTO.....	94
3.6. CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO	96



3.7. RESTRICCIONES.....	96
3.8. SUPUESTOS Y DEPENDENCIAS	99
3.9. REFERENCIAS.....	100
3.10. REQUISITOS ESPECÍFICOS.....	100
3.11. VERIFICACIÓN	130
3.12. REQUISITOS DEL CENTRO DE DATOS DEL SIGT.....	134
3.13. ACTUALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COMPONENTES DE SOFTWARE DEL SISTEMA IP/REV.....	138
4. CAPÍTULO 4: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE HARDWARE - SISTEMA DE INTEROPERABILIDAD DE PEAJES / RECAUDO ELECTRÓNICO VEHICULAR (IP/REV).....	139
4.1. GENERALIDADES	140
4.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA IP/REV DEL OPERADOR IP/REV (OP IP/REV)...	141
4.3. FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA SERVICIO A NIVEL DE CARRIL IP/REV O CARRIL MIXTO (MANUAL / IP/REV)	141
4.4. FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA EL SERVICIO A NIVEL DEL CENTRO DE CONTROL DE LA PLAZA DE PEAJE.....	162
4.5. PLAN DE PRUEBAS PARA ACEPTACIÓN DEL HARDWARE A NIVEL DE LA PLAZA DE PEAJE.....	168



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de funcionamiento actual de peajes en Colombia	39
Figura 2. Esquema de conexión propuesto.....	50
Figura 3. Esquema de funcionamiento IP/REV propuesto	57
Figura 4. Componentes de hardware del sistema IP/REV en concordancia con el estándar ISO 17573:2010 (Electronic fee collection – Systems architecture for vehicle-related tolling).....	61
Figura 5. Cuatro escenarios posibles en la gestión de inconsistencias.....	67
Figura 6. Paso por un punto de IP/REV sin dispositivo TAG RFID	75
Figura 7. Paso por un punto de IP/REV sin saldo en la cuenta	76
Figura 8. Falsificación / Clonación de un dispositivo TAG RFID	77
Figura 9. Emulación de un dispositivo TAG RFID	78
Figura 10. Remoción o manipulación del dispositivo TAG RFID sin permiso	79
Figura 11 Esquema de relación del SINITT con los SI de las entidades involucradas en el sistema IP/REV	90
Figura 12. Esquema de conexión del SiGT, los OP IP/REV, los INT IP/REV, y demás entidades participantes	91
Figura 13. Diagrama Entidad-Relación, Diseño Lógico de la BD del SiGT	117
Figura 14. Estructura de los componentes del sistema IP/REV	142
Figura 15. Estación de peaje: ubicación de semáforos, paneles de señalización variable y de la barrera automática de salida.....	156
Figura 16. Carril de escape.....	162



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Relaciones del esquema de funcionamiento actual de peajes.....	40
Tabla 2 Entidades entrevistadas	43
Tabla 3 Resumen de las necesidades y de los categorías afectados del sistema IP/REV	44
Tabla 4 Rol actual y futuro de los actores estratégicos internos del sistema	52
Tabla 5 Rol actual y futuro de los actores estratégicos externos del sistema	53
Tabla 6. Relaciones del esquema de funcionamiento IP/REV propuesto.....	57
Tabla 7. Matriz de obligaciones de los actores estratégicos en relación con la gestión de discrepancias	71
Tabla 8. Matriz de obligaciones en relación con la gestión de discrepancias	72
Tabla 9. Medidas de desempeño de la descripción general del sistema	83
Tabla 10. Medidas de desempeño de las actividades para el funcionamiento del sistema	83
Tabla 11. Codificación de los tipos de cobro	105
Tabla 12. Codificación de los estados de cobro.....	106
Tabla 13. Entidades de la DB del SiGT identificadas para el funcionamiento del sistema IP/REV	115
Tabla 14. Diccionario de datos relacionado con cada una de las entidades ilustradas en el diagrama Entidad-Relación del sistema IP/REV	118



I. LISTA DE ABREVIATURAS

ANI: acrónimo de Agencia Nacional de Infraestructura.

ALPR: del inglés Automatic License Plate Recognition.

BACKOFFICE: Sistemas de apoyan la toma de decisiones para el centro de operación de peajes

B2B: del inglés Business-to-Business, refiere a la interacción empresa-empresa.

B2C: del inglés Business-to-Consumer, refiere a la interacción empresa-usuario.

CA: del inglés Certificate Authority o Entidad Certificadora

CICOTT: acrónimo de Centro Inteligente de Control de Tránsito y Transporte.

ConOps: acrónimo de Concepto de Operación.

COP: acrónimo de Centro de Operación del Peaje.

DB: del inglés *Data Base*. En español, Base de Datos.

DITRA: acrónimo de Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional.

DRP: del inglés *Disaster Recovery Plan*, Plan de Recuperación ante Desastres.

ECC: del inglés *Errors Correcting Code*, Código de Corrección de Errores

EFC: del inglés *Electronic Fee Collection*, Recaudo Electrónico

EMC: del inglés *Electromagnetic Compatibility*, Compatibilidad Electromagnética

END-POINT: punto final, en esencia es el punto de entrada a un servicio, un proceso o un destino de cola

EPC: del inglés *Electronic Product Code*. Código de producto Electrónico

ERS: Especificación de Requisitos de Software.

ET: acrónimo de Entidades Territoriales

EXT: del inglés *Extension Conditions (failures and alternative courses)*, flujos alternativos de los casos de uso, a la secuencia normal de eventos.



FEC: del inglés *Failed End Condition* o Condición cuando el objetivo del Caso de Uso no es alcanzado.

FIPS: del inglés *Federal Information Processing Standard*, estándar de procesamiento de información federal

GIAI: del inglés *Global Individual Asset Identifier*, identificador de evaluación individual global

HOT SWAP: Conexión en Caliente

HW: del inglés *Hardware*.

IETF: del inglés *Internet Engineering Task Force*. Grupo de trabajo de Ingeniería de internet

INT IP/REV: acrónimo de Intermediador con sistema IP/REV

INVIAS: acrónimo de Instituto Nacional de Vías.

ITS: del inglés *Intelligent Transportation Systems*.

IP/REV: Interoperabilidad de Peajes con Recaudo electrónico vehicular.

ISO: del inglés *International Standard Organization*.

JSON: del inglés *javascript object notation*, formato ligero de intercambio de datos

LAN: del inglés *Local Area Network*, Red de Área Local

LPR: del inglés *License Plate Recognition*. Reconocimiento de Placa

MT: Ministerio de Transporte de Colombia.

MTBF: del inglés *Mean Time Between Failures* o Media Aritmética de Tiempo entre Fallas.

MSS: del inglés *Main Success Scenario*, flujo de eventos en caso de éxito.

NTC: Norma Técnica Colombiana

NTP: del inglés *Network Time Protocol*. Protocolo de Sincronización de tiempo

OBU: del inglés *On Board Unit* o Unidad a Bordo.



OP IP/REV: acrónimo de Operador de Peajes con sistema IP/REV.

PDM: del inglés *Physical Data Model*. Modelo físico de la base de datos

PRE: acrónimo de Pre-condiciones.

POST: acrónimo de Post-condiciones.

PQR: Peticiones, quejas y reclamos

RETIE: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas

REV: acrónimo de Recaudo Electrónico Vehicular.

RFID: del inglés *Radio-Frequency Identification*. Identificación por Radiofrecuencia.

RPO: del inglés *Recovery point objective*, pérdida de datos máxima tolerable ante una situación de desastre

RSU: del inglés *Roadside Unit*. Equipos instalados en la infraestructura vial.

RTO: del inglés *Recovery Time Objective*, límite de tiempo máximo tolerable para recuperar los datos

RUNT: acrónimo de Registro Único Nacional de Tránsito.

SAN: del inglés *Storage Area Network*, Red de Almacenamiento integral

SEC: del inglés *Success End Condition*. Condición cuando el objetivo del Caso de Uso es alcanzado con éxito.

SI: acrónimo de Sistema de Información.

SiGAAE: Subsistema de información para la Gestión de Autenticación de Actores Estratégicos de ITS

SiGD: Subsistema de información para la Gestión de Disputas

SiGT: Subsistema para la Gestión de Transacciones a través de RFID.

SINITT: acrónimo de Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte.



SIT: acrónimo de Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte.

SiGSI: acrónimo de Sistema de Información para la Gestión para la Seguridad de la Información.

S&I: del inglés *Stakeholders & Interests*. Actores Estratégicos e Intereses.

SW: del inglés *Software*.

SOA: del inglés *Service-Oriented Architecture* o Arquitectura de Software Orientada a Servicios.

SOAP: del inglés Simple Object Access Protocol. Protocolo de Acceso a objeto simple

SPOF: del inglés *Single Point of Failure* o Punto Único de Fallo.

SRS: del inglés *Software Requirements Specification* o Especificación de Requisitos de Software.

SSL: del inglés *Security Socket Layer*, protocolo de seguridad en aplicaciones que usan internet.

SUC: del inglés *Subordinate Use Case(s)* o Caso(s) de Uso Subordinado(s)

SUPERFINANCIERA: Superintendencia Financiera de Colombia.

SUPERINDUSTRIA: Superintendencia de Industria y Comercio.

SUPERTRANSPORTE: Superintendencia de Puertos y Transporte.

SyRS: del inglés *System Requirements Specification* o Especificación de Requisitos del Sistema.

TAG: véase TAG RFID.

TAG RFID: en español etiqueta de RFID

TID: del inglés *Tag ID*, Identificador de la etiqueta RFID.

TIE: acrónimo de Tarjeta de Identificación Electrónica.

TIER: Nivel del centro de datos



MINTRANSPORTE



TRIGGER: la acción/evento que da inicio a un procedimiento.

UML: del inglés *Unified Modeling Language* o Lenguaje de Modelación Unificado

WIM: del inglés *Weight In Motion* o Pesaje Dinámico.

WAF: del inglés *Web Application Firewall*, hardware o software que permite proteger los servidores de aplicaciones de ataques

XML: del inglés *Extensible Markup Language*. Lenguaje de etiquetado extensible



II.DEFINICIONES

Actor estratégico¹: persona natural o jurídica, pública o privada, relacionada directa o indirectamente con la planeación, regulación, desarrollo, implementación, operación, gestión, inspección, vigilancia, control, administración y uso del Sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV); o aquellos que realicen actividades de recaudo, intermediación o captación de dinero para el uso del Sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV) como medio para el pago de la tasa de peaje.

CA: entidad certificadora responsable de emitir y garantizar la validez de los certificados digitales utilizados por los Sistemas de Información (SI) involucrados.

Carril IP/REV: Dentro de una plaza de peaje, es el carril que tiene la tecnología para realizar el cobro de la tasa de peaje utilizando medios electrónicos y que está en capacidad de procesar todo dispositivo TAG RFID activado en el Sistema IP/REV sin importar el Intermediador IP/REV.

Centro de Operación de Peajes (COP): lugar físico desde donde se controla, configura, recoge, almacena y procesa la información de una o más plazas de peaje, incluyendo uno o más carriles IP/REV, bajo responsabilidad del Operador IP/REV (OP IP/REV). De igual forma, permite que la información sea consultada de forma remota por las entidades del sector transporte o cualquier otro interesado, previa solicitud; cuando requieran información de la concesión vial o del operador IP/REV de peajes.

Concesionario Vial: persona natural o jurídica adjudicataria en un proceso de selección, con quien la entidad estatal adjudicante ha suscrito un contrato de concesión vial. El concesionario vial es responsable, ante la entidad estatal adjudicante, de la operación del peaje y del recaudo de la tasa de peaje por el uso de su infraestructura.

Configuración de Vehículos: definición del vehículo de acuerdo al número de ejes.

ConOps: Concepto de Operación del sistema. Es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (o stakeholders). Documenta cómo el sistema previsto va a operar y cómo imaginan que el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de las partes interesadas. Este documento recoge las conclusiones publicadas por el US Department of Transportation en 2007.

¹ Traducción libre del término inglés Stakeholder, utilizado en "Systems Engineering for Intelligent Transportation Systems". Publicado por el US Department of Transportation en 2007.



Clonación de TAG: duplicación indebida de un dispositivo TAG RFID tomando toda la información de otro dispositivo TAG RFID legalmente expedido.

Dispositivo a Bordo: del inglés *On Board Unit (OBU)*. Es el equipo electrónico instalado en un vehículo, utilizado para interactuar con los Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte o con los Subsistemas de Información para la Gestión. Para el caso específico de peajes electrónicos en Colombia se considera el Dispositivo a Bordo como la etiqueta de radiofrecuencia (TAG RFID) según el estándar ISO 18000-63.

Emulación de TAG: activación indebida de la información de un dispositivo TAG RFID legalmente expedido, utilizando un medio electrónico diferente a los dispositivos TAG RFID.

Entorno de peaje: conjunto de acciones y actores estratégicos relacionados con la prestación del servicio de peajes.

Falsificación de TAG: acción o efecto de falsificar, que consiste en alterar o simular la verdad conllevando a efectos antijurídicos.

Interoperabilidad: es la interacción e intercambio de datos de acuerdo con un método definido, a través de la integración de tecnología y regulación normativa, entre dos o más sistemas (computadores, medios de comunicación, redes, software, y otros componentes de tecnología de información).

Interoperabilidad de Peajes (IP/REV): es la habilidad de los sistemas de recaudo electrónico vehicular (IP/REV) de interactuar y de intercambiar datos entre ellos, de acuerdo a estándares internacionales, a través de regulación normativa y la integración de tecnología, para realizar el pago de la tasa de peaje utilizando un único dispositivo TAG RFID por vehículo.

Intermediador IP/REV (INT IP/REV): Persona jurídica debidamente habilitada para la entrega y activación del dispositivo TAG RFID, administración de la información de las cuentas de los usuarios IP/REV asociadas a los dispositivos TAG RFID, y la gestión para el pago de la tasa de peaje a las entidades OP IP/REV por el uso de su infraestructura vial por parte de los clientes que tengan relación contractual con el INT IP/REV.

Lista Blanca: En el ámbito del Sistema IP/REV, hace referencia a los reportes de dispositivos TAG RFID válidos.

Lista Negra: En el ámbito del Sistema IP/REV, hace referencia a los reportes de dispositivos TAG RFID invalidados.

Marca de Certificación de Interoperabilidad: Marca de Certificación del Ministerio de Transporte, cuyo uso está limitado a los actores habilitados. Dicha



marca de certificación identifica, mediante un signo distintivo, la interoperabilidad a nivel Nacional del servicio IP/REV prestado por el actor habilitado o autorizado.

Modelo de interoperabilidad de peajes: define las condiciones requeridas en el IP/REV para que un usuario IP/REV pueda moverse entre Operadores IP/REV (OP IP/REV) de peajes que ofrecen funcionalidades similares, aún cuando estos (OP IP/REV) pertenezcan a diferentes entidades².

Novedad: cambio en relación con la información registrada en una base de datos existente. En el caso de las entidades Intermediadoras IP/REV, se refiere a la activación o inactivación de un dispositivo TAG RFID, cambio en el saldo asociado o cualquier otro cambio que incide en el sistema IP/REV. En el caso de los Operadores IP/REV, se refiere al reporte de cobros por un bien o servicio o cualquier cambio que incide en el sistema IP/REV.

OBU: del inglés *On-Board-Unit*. Ver Dispositivo a Bordo.

Operador IP/REV (OP IP/REV): persona natural o jurídica, habilitada por el Ministerio de Transporte, responsable de operar y garantizar el funcionamiento de los peajes IP/REV, como también el recaudo de la tasa de peaje por el uso de la infraestructura relacionada con el peaje a su cargo, proporcionando las herramientas, instalaciones, elementos (físicos y humanos) necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV. Para la Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular, el Concesionario Vial podrá realizar la Operación de sus Peajes IP/REV de forma directa o mediante la subcontratación de un tercero.

Paso: tránsito satisfactorio de un vehículo por un carril IP/REV o por un carril de pago manual. En el caso de vehículos exentos de pago, el paso corresponde al tránsito satisfactorio de un vehículo por una estación de peaje.

Plaza o estación de peaje: área o parte de una vía donde se gestiona el pago de una tasa por el uso de la infraestructura. Éste incluye todos los carriles del peaje y el lugar físico donde se controla la información de dichos carriles.

Peaje IP/REV: peaje que cuenta con uno o más carriles IP/REV.

Prioridad: En software, se utiliza para indicar el valor en la escala de prioridad de un caso de uso de acuerdo a los parámetros sugeridos en Alistair Cockburn, “*Writing Effective Use Cases*”, 2001, Addison-Wesley Professional, ISBN-10:

² En el modelo de interoperabilidad comercial seleccionado por el Ministerio de Transporte en el estudio de Evaluación y definición de un modelo de interoperabilidad comercial de la herramienta ITS (SIT) de recaudo electrónico vehicular, determinó que el modelo concesionario-intermediador-administrador-usuarios de peaje, cada uno con su correspondiente rol, es el más conveniente para el funcionamiento de sistemas de recaudo electrónico vehicular en Colombia.



0201702258, ISBN-13: 9780201702255. El rango definido es desde 1 a 5 indicando el valor de prioridad de mayor a menor.

Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV): Es un sistema inteligente para la infraestructura, el tránsito y el transporte, que permite a los usuarios IP/REV pagar mediante una transacción electrónica, servicios, mediante la utilización de tecnologías de apoyo, instaladas en la infraestructura o en dispositivos a bordo del vehículo.

Redes de Interconexión de Actores Estratégicos (RED IP/REV): Persona jurídica cuya actividad principal consiste en la administración y operación de una o varias redes de interconexión de sistemas de información, incluyendo los sistemas de pago de bajo valor, o las disposiciones que lo modifiquen, adicionen o sustituyan; y que cuenten con un acuerdo o contrato de vinculación con todos los OP IP/REV. El actor que desee asumir el rol de INT IP/REV, podrá suscribir un contrato o convenio con esta entidad RED IP/REV previamente habilitada.

Reportes de dispositivos TAG RFID: hace referencia a la información que reportan los intermediadores con respecto: a la activación de nuevos dispositivos TAG RFID, al abono a las cuentas asociadas a dispositivos TAG RFID, a los dispositivos TAG RFID dados de baja (por ejemplo: traspasos de vehículos, deterioro del dispositivo TAG RFID, entre otros) y también a la información que reportan los operadores IP/REV por los pasos de vehículos con dispositivos TAG RFID por carriles IP/REV. Toda esta información reportada por los actores estratégicos sirve de base para que los mismos hagan la conciliación y posterior compensación financiera, que deberá hacerse en forma directa entre los Intermediadores IP/REV y los Operadores IP/REV según los convenios que hagan entre los mismos.

SiGAAE: Subsistema perteneciente al SINITT, para la Gestión de la Autenticación de Actores Estratégicos de ITS, cuyo objetivo principal es permitir a los actores debidamente habilitados el acceso al SINITT y a los subsistemas de gestión de ITS.

SiGD: Subsistema (componente del SINITT) para la Gestión de Disputas generadas durante la operación de los Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte (ITS). Este sistema será especificado posteriormente por el Ministerio de Transporte.

SiGSI: acrónimo de Sistema de Gestión de la Seguridad de la Información. Se refiere al proceso sistemático, documentado y conocido al interior de una organización, con el fin de garantizar la Seguridad de la Información. De acuerdo con el ISO 27001:2013, la Seguridad de la Información consiste en la preservación de su confidencialidad, integridad y disponibilidad, así como de los sistemas implicados en su tratamiento, dentro de una organización.



SiGT: Subsistema perteneciente al SINITT, para la Gestión de Transacciones del sistema IP/REV utilizando dispositivos TAG RFID. Realiza la consolidación de la información de las transacciones REV realizadas por los usuarios (saldos, exentos, reducción de tarifas, entre otras funciones).

SIT: acrónimo de Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte. Internacionalmente se le denomina Intelligent Transportation Systems (ITS) e involucran todos los sistemas inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte. Son un conjunto de soluciones tecnológicas, diseñadas para hacer más eficiente, seguro, cómodo y sostenible la infraestructura, el tránsito, el transporte y la movilidad en general.

TAG RFID: en español, etiqueta RFID. Dispositivo electrónico que se emplea para Identificación por Radio Frecuencia (RFID). Para el caso específico de Recaudo Electrónico Vehicular en Peajes en Colombia, se considera como la etiqueta de radiofrecuencia (TAG RFID) según el estándar ISO 18000-63.

Tasa de peaje: valor cobrado por los Operadores IP/REV (OP IP/REV) de peajes por motivo de Paso por la plaza de peaje.

TID: Es el número único que se le asigna a cada etiqueta RFID en el momento de su fabricación.

Usuario IP/REV: Persona natural o jurídica que suscriba un contrato con un INT IP/REV debidamente habilitado por la autoridad competente, para la prestación del servicio de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular IP/REV

Validación: “Proceso de evaluación de productos que se realiza al final de la etapa de desarrollo para determinar si el producto cumple con las expectativas y requisitos del propietario del sistema”³ el propietario del sistema debe cumplir con las expectativas y requisitos del Ministerio de Transporte plasmada en el siguiente documento.

Verificación: “Proceso de evaluación de productos que se realiza durante la etapa de desarrollo o construcción para determinar si el producto cumple con los requisitos especificados”³.

³ "Systems Engineering for Intelligent Transportation Systems". Publicado por el US Department of Transportation en 2007.



INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Transporte de Colombia, en concordancia con la Ley 1753 de 2015, Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018), adelanta la planeación y estructuración de diferentes SIT, entre los cuales se incluye el subsistema para la Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV). Este subsistema comprende la definición de diferentes tecnologías y estándares para el intercambio de información entre operadores IP/REV (OP IP/REV) e intermediadores (INT IP/REV) dentro del dominio de peajes a nivel nacional.

El Sistema Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular IP/REV contempla una serie de tecnologías inalámbricas y cableadas para el intercambio de información, entre un dispositivo instalado a bordo del vehículo y un elemento de infraestructura fija instalado en un pórtico, de manera que, el usuario IP/REV no debe detener completamente su vehículo para realizar el pago de la tasa de peaje.

El presente documento está dividido en cuatro capítulos. Cada uno tiene su propia organización, incluyendo las generalidades, cuerpo y la descripción de su validación o verificación, según corresponda por capítulo. El primer capítulo presenta la metodología desarrollada. El segundo capítulo describe el Concepto de Operación del Sistema. El tercer capítulo expone la Especificación de Requisitos de Software (ERS) y el plan de verificación de los requisitos definidos. El cuarto capítulo se refiere a la Especificación de Requisitos de Hardware del Sistema, el cual incluye su plan de validación y verificación de requisitos.

El documento presenta la definición del sistema IP/REV, la especificación de requisitos del sistema y los elementos tecnológicos asociados. En el estudio, se analizó la situación actual de la operación de peajes electrónicos en el país con el fin de buscar su interoperabilidad (elementos de Software, Hardware y Regulación), tomando el punto de vista de los actores estratégicos. Además, con el acompañamiento de estos actores estratégicos, se identificaron las problemáticas del modelo actual las cuales se transformaron en condiciones iniciales para la creación del nuevo modelo de interoperabilidad.



MINTRANSPORTE



1. CAPÍTULO 1 - METODOLOGÍA UTILIZADA

Ministerio de Transporte
Octubre de 2015



1.1. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA UTILIZADA

La metodología está fundamentada en el estándar internacional para el desarrollo de sistemas⁴ ISO/IEC/IEEE 29148-2011 (Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering) y en el Modelo de Desarrollo en V propuesto en el documento “Systems Engineering Guidebook for Intelligent Transportation Systems v3.0” producido por el Departamento de Transporte (DoT, Federal Highway Administration) de Estados Unidos. Este modelo ha sido utilizado por diferentes autoridades de tránsito a nivel internacional. El modelo de desarrollo en V define no sólo el proceso de especificación-diseño-desarrollo, sino que también incluye los procedimientos de validación, homologación y verificación de las especificaciones y diseños.

A continuación, se realiza una descripción general de las etapas que contempla la metodología en V. Esta descripción se presenta a título ilustrativo.

Exploración del concepto del sistema. Se utiliza para realizar un primer análisis de viabilidad y beneficios, así como una definición preliminar de las necesidades, metas, objetivos y visión del proyecto.

Planeación del proyecto. En la primera etapa de planificación se desarrollan los planes maestros y cronogramas, que permitan identificar planes necesarios. Además, se desarrolla el calendario de ejecución del proyecto. En la segunda etapa, los planes identificados se deben completar durante las fases que van desde el Concepto de Operación al Diseño de Alto Nivel.

Concepto de Operación del Sistema. El Concepto de Operación, o *ConOps*, es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (o stakeholders). En esta etapa, se documenta la forma en que se prevé la operación del sistema y cómo el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de los actores estratégicos. La atención en esta fase se centra en la validación del sistema o prueba que el sistema previsto satisface las necesidades definidas.

- **Especificación de los Requisitos del Sistema.** Esta sección describe la transición del desarrollo del ConOps a la identificación de los requisitos del sistema. La ingeniería de especificación de requisitos funcionales en ITS⁵

⁴ Sistema: colección de componentes organizados para lograr una función específica o un conjunto de funciones. (IEEE Std. 610-12:1990, *Glossary of Software Engineering Terminology*. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990). Proporcionan productos o servicios en ambientes definidos para el beneficio de los usuarios y otros stakeholders. (IEEE Std. 15288-2008, *Systems and software engineering — System life cycle processes*. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008).

Software: programas computacionales, procedimientos y datos relativos a la operación de un sistema informático. (IEEE Std. 610-12:1990, *Glossary of Software Engineering Terminology*. New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1990).

⁵ Developing Functional Requirements for ITS Projects. Publicado por el US Department of Transportation en el año 2002.



define los requisitos como "*declaración de las capacidades que un sistema debe tener, orientadas a hacer frente a las necesidades que el sistema debe satisfacer*". En general hay dos tipos de requisitos: Requisitos Funcionales y No Funcionales. La Ingeniería de Requisitos define la diferencia como "... *Los requisitos funcionales describen lo que el sistema debe hacer y los requisitos no funcionales imponen restricciones de calidad a la implementación de estos requisitos funcionales*".

- **Diseño de Alto Nivel.** Define la arquitectura global del sistema. Esta arquitectura define los subsistemas a construir, las interfaces internas y externas a desarrollar, así como los estándares de interfaz identificados.
- **Diseño de Bajo Nivel.** Consiste en el diseño del hardware, software, la selección de productos comerciales y/o funcionalidades que serán adquiridos y utilizados.
- **Desarrollo de Hardware y Software.** En este paso del proceso se desarrolla el hardware y el software para el sistema, que se ajustan a la especificación de requisitos y a la documentación de diseño detallado a nivel de componentes.
- **Pruebas Unitarias.** Los componentes del desarrollo de hardware y software se verifican de acuerdo con el Plan de Verificación.
- **Integración de Subsistemas.** La integración es la combinación con éxito los componentes de hardware y software, subsistemas y sistemas en un todo, completo y funcional.
- **Verificación del Sistema.** El proceso de verificación es utilizado para comprobar que el sistema, subsistemas y componentes cumplen con todos los requisitos y el diseño especificado.
- **Validación del Sistema.** La validación es una evaluación del sistema en modo operativo. El proceso de validación asegura que el sistema cumple con el propósito y las necesidades previstas del propietario del sistema y de los actores estratégicos.
- **Operación y Mantenimiento.** Alude a la planificación y ejecución de actividades tales como la operación del sistema, monitoreo del desempeño, reparación, contratación y formación de operadores, realizar pruebas al sistema después de realizar cualquier cambio, así como la puesta a punto del sistema.



- **Cambios y Actualizaciones.** Este paso permite al propietario evolucionar el sistema para seguir el ritmo de cambio de las necesidades, el avance de la tecnología, y/o añadir funcionalidad al mismo (extensión).

1.2. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Específicamente, la primera fase de la metodología consistió en la construcción del documento ConOps para el sistema IP/REV. El contenido del documento y las actividades realizadas en esta etapa del proyecto se describen a continuación:

- **Identificación del alcance del sistema.** Se realizó la revisión de documentación de proyectos de ITS existentes relacionados con los sistemas IP/REV. Se establecieron la visión, las metas y los objetivos del sistema.
- **Identificación de los actores estratégicos (*Stakeholders*).** Se identificaron los actores estratégicos del entorno de operación de peajes en Colombia, describiendo cada actor y teniendo en cuenta su responsabilidad en relación con la operación de los peajes.
- **Documentos de referencia.** Se realizó la revisión de estándares internacionales de las tecnologías que aplican en el contexto y análisis del sistema IP/REV
- **Descripción general del sistema actual.** Se realizó la descripción del sistema actual de peajes en Colombia, contemplando la normativa vigente por la cual se rige y los actores estratégicos relacionados con el sistema.
- **Identificación de necesidades operacionales.** Se realizaron entrevistas para determinar las necesidades y la problemática de los actores estratégicos. Como conclusión de las entrevistas realizadas a los diferentes actores estratégicos, se identificaron una serie de condiciones para garantizar la correcta operación del sistema IP/REV.
- **Descripción general del sistema propuesto.** Se propuso el modelo del sistema IP/REV para Colombia, teniendo en cuenta cada uno de los roles definidos para el mismo.
- **Descripción del entorno operacional y de soporte del sistema.** Se realizó la descripción general de los equipos necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV, y de los sistemas o aplicaciones necesarias para el funcionamiento del mismo.
- **Descripción de los escenarios operacionales.** Se realizó la descripción de los escenarios operacionales del sistema propuesto para IP/REV, teniendo en



cuenta el intercambio de información, y los posibles escenarios de estrés y falla.

- **Plan de validación del sistema.** Una vez definido el ConOps se desarrolló el Plan de Validación del sistema, en el que se define el conjunto de medidas de desempeño que permite evaluar la eficacia y eficiencia del sistema IP/REV propuesto.

La segunda fase de la Metodología consistió en la especificación de los requisitos funcionales y de calidad tanto de Software como de Hardware. Las actividades realizadas en esta etapa del proyecto se presentan a continuación:

- **Identificación de requisitos.** Basándose en las necesidades de los actores estratégicos y el objetivo del sistema IP/REV, se definieron los Casos de Uso, los Requisitos Funcionales y No Funcionales para cada uno de estos.
- **Análisis de los requisitos identificados.** Se analizaron y definieron los requisitos, asignando prioridades a cada uno de estos.
- **Documentación de los requisitos identificados.** En este proceso se enumeraron los requisitos y se definió la Matriz de Trazabilidad. Se documentaron de forma organizada para facilitar su revisión e inteligibilidad por los actores estratégicos.
- **Construcción Matriz de Trazabilidad.** A partir de la documentación de los requisitos se estableció la Matriz de Trazabilidad. Esta matriz permite vincular las necesidades del usuario y su relación con los componentes del sistema.
- **Validación de los requisitos.** Los requisitos documentados se validaron para mantener la fiabilidad, coherencia, precisión y exhaustividad de los mismos, identificando posibles defectos en los requisitos y realizando su oportuna corrección.
- **Construcción de Diagramas UML de Casos de Uso.** Se realiza el diagrama UML de Casos de Uso y la documentación de cada caso, representando gráficamente los requisitos de software.
- **Elaboración del Plan de Verificación del Sistema.** Se definió el plan de verificación del sistema basado en los requisitos especificados para el mismo.



MINTRANSPORTE



2. CAPÍTULO 2 - CONCEPTO DE OPERACIÓN (CONOPS)

Ministerio de Transporte
Octubre de 2015



2.1. GENERALIDADES

El presente capítulo describe el Concepto de Operación (ConOps) del Sistema para la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV). El ConOps es una definición inicial del sistema a partir de las necesidades, expectativas y requerimientos de los actores estratégicos (stakeholders). En el desarrollo de esta tarea se documenta el mecanismo actual de funcionamiento del sistema de peajes en Colombia, se establece el modelo de operación del sistema IP/REV a partir de la normatividad existente y de los planes y políticas de los actores estratégicos gubernamentales; y se especifica la forma en la que el sistema cumplirá con las necesidades y expectativas de los actores estratégicos.

Este capítulo está estructurado de la siguiente forma: en la Sección 2.2 se presenta la descripción general, la visión, los objetivos y los actores estratégicos del sistema IP/REV. En la Sección 2.3 se listan los estándares internacionales utilizados como base para la especificación del sistema. En la Sección 2.4 se expone la descripción general del sistema de peajes actual, se describe la política, la normativa vigente y el funcionamiento del entorno de operación de peajes en Colombia. En la Sección 2.5 se presentan las necesidades operacionales del sistema, identificando un conjunto de condiciones a tener en cuenta para la operación del mismo. En la Sección 2.6 se realiza la descripción general del sistema propuesto, estableciendo los actores estratégicos del sistema y los roles relacionados con IP/REV, el diagrama de alto nivel con las relaciones entre los actores estratégicos y los procesos del sistema; y se introduce la arquitectura del sistema propuesto. En la Sección 2.7 se presenta el entorno operacional y de soporte del sistema, realizando una descripción de alto nivel de los equipos, sistemas y aplicaciones necesarias para su funcionamiento. Finalmente, en la Sección 2.8 se exponen los escenarios operacionales del sistema propuesto.

2.2. ALCANCE

Esta sección describe el alcance del presente capítulo y realiza una descripción general del sistema propuesto, incluyendo la visión y objetivos del mismo.

2.2.1. Alcance del capítulo

Este capítulo describe las características del sistema IP/REV, identificando los principales actores estratégicos, sus roles y responsabilidades asociadas. Asimismo, aquí se presentan los componentes principales, las interacciones entre los actores estratégicos y estos componentes; y el flujo de información correspondiente.

2.2.2. Descripción general del sistema

En el desarrollo de este capítulo se presenta un sistema para el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), mediante el cual un usuario IP/REV de la red vial



podrá circular por todo el territorio nacional, pasando por los diferentes peajes que se encuentren dentro de la red de interoperabilidad, sin detenerse por completo y con un único dispositivo en su vehículo. Teniendo en cuenta que en las diferentes regiones del país los peajes son operados, directa o indirectamente, por diferentes concesiones viales; lo anterior requerirá un modelo de funcionamiento que garantice la interoperabilidad. Este modelo, que permitirá lo que en adelante llamaremos Sistema Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico (IP/REV), también será descrito en el presente capítulo.

2.2.3. Visión y objetivos del sistema

A continuación se presenta la visión general y objetivos del sistema propuesto para la Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular en Colombia (IP/REV).

2.2.3.1. Visión del Sistema

El Ministerio de Transporte (MT) planea que en los próximos años, todos los peajes sean interoperables y cualquier usuario IP/REV pueda pagar electrónicamente la tasa de peaje en cualquier parte del territorio nacional, con un único dispositivo a bordo y asociado a un único contrato de prestación de servicios para el IP/REV.

Para tal efecto, el usuario suscribirá un contrato de adhesión con una entidad INT IP/REV, debidamente habilitada para este fin. El contrato podrá tener las siguientes modalidades:

- **Prepago simple:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID sin estar amparado por un producto financiero, haciendo una recarga mínima (definida en su contrato), utilizando dicho dispositivo hasta que se haga necesaria realizar una nueva recarga. Estos dineros captados deberán estar en una entidad vigilada por la Superintendencia Financiera de Colombia. En todo caso, los dineros captados a los usuarios que utilicen una cuenta IP/REV de prepago simple, solo podrán hacer egreso en el momento del uso de los peajes IP/REV por parte del usuario.
- **Prepago con cargo recurrente:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID indicando sus datos de facturación, además el límite que desee recargar con cargo a su tarjeta de crédito u otro producto financiero, y dicha recarga (\$10.000, \$15.000, \$20.000 por ejemplo) será automática una vez que el saldo restante llegue a un valor predeterminado por el usuario. En este caso el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación y el uso del dispositivo TAG RFID..



- **Pago Inmediato:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID cargando inmediatamente el costo de los pasos a su tarjeta de crédito u otro producto financiero en el momento del uso del peaje IP/REV. En este caso específico, el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación y uso del dispositivo TAG RFID.
- **Pospago:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID cargando el costo de los pasos a su tarjeta de crédito u otro producto financiero después de un periodo determinado. En este caso específico, el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación y uso del dispositivo TAG RFID.

Una vez suscrito el contrato, la entidad INT IP/REV entregará al usuario IP/REV una etiqueta RFID autoadhesiva, siendo el usuario IP/REV quien deberá pegarlo en el parabrisas de su vehículo siguiendo las indicaciones dispuestas por el INT IP/REV. Al pasar por un carril IP/REV, el lector RFID instalado en la infraestructura del carril IP/REV detectará el TID del dispositivo TAG RFID (número único en el mundo) y con base en esta información, y basado en la configuración del vehículo detectada por tecnologías de apoyo, se determinará la categoría del vehículo, y por lo tanto, la tasa a cobrar. La tasa cobrada por el Operador IP/REV (OP IP/REV) será reportada a la entidad INT IP/REV activadora del dispositivo TAG RFID, que actualizará el saldo de la cuenta asociada a la misma, y transferirá el valor correspondiente al operador IP/REV (OP IP/REV) del peaje o al que él designe.

2.2.3.2. Objetivo General del Sistema

Implementar un mecanismo a nivel nacional que permita a cualquier usuario IP/REV con un contrato de prestación de servicio para el IP/REV, pagar electrónicamente la tasa de peaje sin la demora asociada al pago en efectivo en carriles manuales; y permitir a cualquier Operador IP/REV (OP IP/REV) de peajes, recibir el pago correspondiente sin importar el intermediador con el que el usuario IP/REV tenga suscrito el contrato.

2.2.3.3. Objetivos Específicos del Sistema

- Disminuir el tiempo de paso de los vehículos por los peajes y los tiempos de viaje.
- Facilitar las actividades de supervisión de las condiciones acordadas dentro del contrato de concesión de vías.
- Mejorar el servicio al cliente de los usuarios de la red de peajes.



- Optimizar el proceso de cobro de tasa de peaje y reducir el costo de operación a través del uso de la tecnología.
- Implementar un mecanismo de interoperabilidad basado en la aplicación de estándares ITS internacionales a la operación del sistema de IP/REV, entre ellos ISO 17573:2010, ISO 17575:2011, e ISO 16410:2012.
- Garantizar que los concesionarios viales perciban de manera oportuna y segura todos los pagos de tipo IP/REV ocasionados en sus peajes.
- Disminuir el manejo de dinero en efectivo para el pago de las tasas de peaje.

2.2.4. Actores estratégicos

Son aquellas personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, relacionadas directa o indirectamente con la planeación, regulación, desarrollo, implementación, operación, gestión, inspección, vigilancia, control, administración y uso del Sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV); o aquellos que realicen actividades de recaudo, intermediación o captación de dinero para el uso del Sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV) como medio para el pago de la tasa de peaje.

En esta sección se presentan los actores estratégicos del entorno de operación de peajes en Colombia. Asimismo, se realiza la descripción del actor teniendo en cuenta su responsabilidad con la operación de los peajes.

2.2.4.1. Ministerio de Transporte

El Ministerio de Transporte es la cabeza del sector transporte en todas sus modalidades. Su objetivo principal es la formulación y adopción de políticas, planes, programas y proyectos, así como la regulación técnica y económica en materia de transporte, tránsito e infraestructura de los modos de transporte carretero, marítimo, fluvial, férreo y aéreo. Adicional y específicamente, es competencia del Ministerio definir la política pública de los Sistemas inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte ITS (SIT), entre los que se encuentra el sistema de interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV).

El Ministerio de Transporte será el administrador del ambiente de peajes en Colombia y del sistema de gestión correspondiente.

2.2.4.2. Instituto Nacional de Vías - INVIAS

Esta entidad se encarga de la ejecución de las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la Red Vial



Nacional de carreteras primarias y terciarias, de acuerdo con los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte⁶.

En la actualidad el INVIAS es el administrador de la concesión para el recaudo de la tasa de peajes, bajo el cual operan un total de cuarenta y dos (42) estaciones de peaje (agosto de 2015). Pese a que ninguna de las estaciones de peaje de la concesión del INVIAS cuenta con soluciones de tipo IP/REV, sí cuentan con Tarjetas de Identificación Electrónica (TIE). Estas últimas son utilizadas para la identificación de vehículos exentos, esto es, aquellos que no pagan al pasar por el peaje. Según la Ley 787 de 2002 del Ministerio de Transporte, el INVIAS es la única entidad autorizada de determinar los usuarios exentos y expedir las tarjetas TIE.

Desde el año 2009, el INVIAS cuenta con un Centro de Control Operativo por medio del cual se realiza el monitoreo de la operación y el recaudo de sus estaciones de peaje⁷. Este centro tiene una función orientada principalmente a la atención al cliente y, adicionalmente, permite a los funcionarios del Instituto comunicarse con los peajes en caso de detectar embotellamientos, accidentes u otras eventualidades. Además, el INVIAS tiene experiencias previas en la implementación de pilotos de IP/REV.

A continuación se presenta un resumen de las actividades del INVIAS que tienen relación con el tema de peajes:

- Aprobación y administración de los diferentes estados que maneja la TIE (digitada, emitida, activada, inactiva, cancelada, destruida) para los vehículos exentos.
- Administración del Centro de Control Operativo de estaciones de peaje.
- Comunicación con las estaciones de peaje en el caso de detección de embotellamientos, accidentes u otras eventualidades.
- Actualización de la tarifa de las estaciones de peaje administrados por INVIAS.
- Emisión, aprobación y cancelación de permisos de circulación para vehículos de carga extra dimensionada o extra pesada para todas las carreteras nacionales.
- Operación de las estaciones de peaje a través de su concesionario.

⁶ INVIAS. *Objetivos y Funciones*. Decretos N° 2056 y 2067 del 24 de julio de 2003. Página web: <http://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones>.

⁷ INVIAS. *Resolución 0036 del 09 de enero de 2015*. Página web: http://www.invias.gov.co/index.php/hechos-de-transparencia/informacion-financiera-y-contable/doc_download/3251-resolucion-0036-del-9-de-enero-de-2015.



- Interventoría a la operación de las estaciones de peaje por medio de su interventor.
- Establecimiento del convenio para el control operativo de las estaciones de peaje con la Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia (DITRA).
- Recaudo en las estaciones de peaje a través de su concesionario.
- Estudios de viabilidad de nuevos peajes por medio de sus consultores.

2.2.4.3. Agencia Nacional de Infraestructura - ANI

La Agencia Nacional de Infraestructura es la entidad encargada de desarrollar la infraestructura de transporte nacional a través de Asociaciones Público-Privadas (APP).

Como parte de su objeto misional, tiene veintinueve (29) concesiones viales sobre las cuales se encuentran localizados un total de noventa (90) estaciones de peaje (a agosto de 2015). Dentro de las funciones generales de la Agencia se encuentra: “elaborar los estudios para definir los peajes, tasas, tarifas, contribución de valorización y otras modalidades de retribución por el diseño, construcción, operación, explotación, mantenimiento o rehabilitación de la infraestructura relacionada con los proyectos de concesión u otras formas de Asociación Público-Privada a su cargo”⁸.

La ANI es, entonces, un administrador de concesiones viales y no de peajes. La operación del peaje la realiza el concesionario vial, directa o indirectamente a través de un operador que puede ser para este esquema un operador IP/REV (OP IP/REV). Sin embargo, la ANI es la responsable de verificar el cumplimiento de sus concesionarios a los lineamientos que el Ministerio de Transporte imparta para la interoperabilidad del recaudo electrónico de peajes.

2.2.4.4. Concesionario vial

Persona jurídica adjudicataria en un proceso de selección, con quien la entidad estatal adjudicante suscribe un contrato de concesión. El concesionario vial es responsable, ante la entidad estatal adjudicante, de la operación del peaje y del recaudo de la tasa de peaje por el uso de su infraestructura, mediante su habilitación como tal en el esquema IP/REV o la subcontratación de un Operador IP/REV (OP IP/REV) igualmente habilitado. Un concesionario vial sólo podrá asumir el rol de Operador IP/REV (OP IP/REV) o Intermediador IP/REV (INT IP/REV) dentro del esquema IP/REV, previo cumplimiento de los criterios de

⁸ <http://ani.gov.co/quienes-somos/funciones-generales>.



habilitación especificados en la legislación nacional por el Ministerio de Transporte.

2.2.4.5. Intermediador del Sistema de Recaudo Electrónico Vehicular IP/REV (INT IP/REV)

Persona jurídica debidamente habilitada para la entrega y activación del dispositivo TAG RFID, administración de la información de las cuentas de los usuarios IP/REV asociadas a los dispositivos TAG RFID, y la gestión para el pago de la tasa de peaje a las entidades OP IP/REV por el uso de su infraestructura vial por parte de los clientes que tengan relación contractual con el INT IP/REV.

2.2.4.6. Operador de peajes con recaudo electrónico vehicular IP/REV (OP IP/REV)

Persona natural o jurídica, habilitada por el Ministerio de Transporte, responsable de operar y garantizar el funcionamiento de los peajes IP/REV, como el recaudo de la tasa de peaje por el uso de la infraestructura relacionada con el peaje a su cargo, proporcionando las herramientas, instalaciones, elementos (físicos y humanos) necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV. Para la Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular, el Concesionario Vial podrá realizar la Operación de sus Peajes IP/REV de forma directa o mediante la subcontratación de un tercero. Sólo se podrá desempeñar el rol de operador si es previamente habilitado por el Ministerio de Transporte.

2.2.4.7. Redes de Interconexión de Actores Estratégicos (RED IP/REV):

Persona jurídica cuya actividad principal consiste en la administración y operación de una o varias redes de interconexión de sistemas de información, incluyendo los sistemas de pago de bajo valor definidas en el Decreto 2555 de 2010, o las disposiciones que lo modifiquen, adicionen o sustituyan. Su rol es conectar, a través de la conexión directa entre la RED IP/REV y el SiGT, a sus Intermediadores IP/REV (IP/REV) habilitados con los Operadores IP/REV (OP IP/REV) habilitados.

2.2.4.8. Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia – DITRA

La Dirección de Tránsito y Transportes de la Policía Nacional de Colombia, se constituye como el brazo operativo del Ministerio de Transporte y de otras entidades adscritas al mismo. Tiene la facultad de realizar el control en vía, velando por la correcta operación del tránsito y prestación del transporte y por lo tanto, está en capacidad de emitir órdenes de comparendo en dos modalidades:



- Comparendos por infracciones a las normas de tránsito: se impone a un usuario o vehículo de acuerdo a lo establecido por la Ley 769 de 2002⁹.
- Comparendos por infracciones a las normas del transporte público: se impone a propietarios, poseedores o tenedores de vehículos de transporte público; o a empresas de transporte público, de acuerdo a lo establecido por el Decreto 3366 de 2003¹⁰.

Las concesiones viales tienen un convenio de cooperación con la DITRA, el cual cubre tanto el corredor concesionado, como la estación de peaje. Este convenio normalmente incluye la dotación de equipos para apoyar las funciones de la DITRA.

2.2.4.9. Entidades Territoriales – ET

El Artículo 286 de la Constitución Nacional define a las entidades territoriales como: “los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas”. De igual manera señala: “la ley podrá darles el carácter de entidades territoriales a las regiones y provincias que se constituyan en los términos de la Constitución y de la ley”.

A nivel territorial, es el Artículo 30 de la Ley 105 de 1993 la norma que da la potestad a las entidades territoriales para establecer peajes en contratos de concesión, para el desarrollo de proyectos de infraestructura.

Teniendo esto presente, en el territorio nacional existen vías concesionadas por entidades territoriales, con sus respectivas estaciones de peaje, que tendrían la obligación de seguir los lineamientos dados por el Ministerio de Transporte en lo relativo a interoperabilidad y recaudo electrónico de peajes.

2.2.4.10. Superintendencia de Puertos y Transporte - SUPERTRANSPORTE

La Superintendencia de Puertos y Transporte tiene dentro de sus funciones¹¹ la vigilancia, la inspección y el control de la calidad de la infraestructura y la prestación del servicio público de transporte terrestre del país. Específicamente en el caso de peajes, esta relación se da a través de la Superintendencia Delegada de Concesiones e Infraestructura por medio de la cual aplica los siguientes procesos misionales¹²:

- Supervisión de los contratos de concesiones viales.

⁹ Ley 769 de 2002: "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones".

¹⁰ Decreto 3366 de 2003: "Por el cual se establece el régimen de sanciones por infracciones a las normas de Transporte Público Terrestre Automotor y se determinan unos procedimientos".

¹¹ <http://www.supertransporte.gov.co/index.php/la-entidad/objetivos-y-funciones>.

¹² <http://www.supertransporte.gov.co/index.php/la-entidad/objetivos-y-funciones>.



- Supervisión del estado y la calidad de la infraestructura de las concesiones viales.
- Supervisión de la formación y constitución de las empresas a las que se otorgan las concesiones viales.
- Supervisión del desarrollo legal en el tiempo de las concesiones viales.

De forma paralela, la SUPERTRANSPORTE recibe las solicitudes relacionadas con las discrepancias en el pesaje de vehículos de carga. En cuanto a la revisión de las básculas para estos pesajes, la entidad encargada es la Superintendencia de Industria y Comercio.

Desde este punto de vista, la SUPERTRANSPORTE se relaciona con los concesionarios viales del INVIAS y de la ANI.

2.2.4.11. Secretarías de Tránsito y Transporte.

Entidades llamadas a imponer las sanciones administrativas derivadas de las infracciones reportadas por la DITRA o por agentes de tránsito, a través de los comparendos interpuestos a los usuarios de la vía.

2.2.4.12. Superintendencia de Industria y Comercio y Superintendencia Financiera de Colombia

Ante la implementación de un sistema de IP/REV interoperable para los diferentes peajes del país, se prevé la introducción de nuevos actores estratégicos externos, como podrían ser la Superintendencia de Industria y Comercio y la Superintendencia Financiera de Colombia; siendo estas las entidades encargadas de realizar la vigilancia y control de los derechos de los consumidores y de las actividades desarrolladas por establecimientos financieros, respectivamente.

2.3. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En esta sección se exponen los estándares de tecnología y telemática que se aplican en el contexto y análisis del sistema de Interoperabilidad de Peajes con Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV). Además, se presentan documentos adicionales que están relacionados con la identificación de la arquitectura del sistema, identificación de actores estratégicos y roles y la evaluación del sistema.

2.3.1. ISO 18000-63/2013: information technology – radio frequency identification for item management.

El Gobierno Nacional, los proyectos de REV se deberán llevar a cabo basados en la norma ISO/IEC 18000-63 (*Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz Type C*). Por tal motivo, los equipos basados en tecnología RFID empleados para la detección de vehículos en sistemas de recaudo electrónico



deberán cumplir con este estándar. La Agencia Nacional del Espectro es la encargada de regular el uso del espectro radioeléctrico en Colombia y podrá emitir reglamentaciones al respecto.

2.3.2. ISO 14813-1: Intelligent Transport Systems – Reference model architecture(s) for the ITS sector – Part 1: ITS service domains, service groups and services

El estándar ISO 14813 engloba todos los dominios, grupos y servicios ITS que pueden presentarse en el desarrollo de arquitecturas ITS, incluyendo el servicio de recaudo electrónico vehicular en peajes asociado al dominio de Pago relacionado con el Transporte.

2.3.3. ISO 17573/2010: electronic fee collection (EFC) – systems architecture for vehicle-related tolling

El estándar ISO 17573:2010 involucra las nuevas arquitecturas desarrolladas para peajes en proyectos europeos, y por otro lado, sirve como referencia para los estándares relacionados con REV (del inglés *EFC*). Utiliza los conceptos y términos del estándar *Open Distributed Processing (ODP ISO 10746)*, el cual provee la terminología y las herramientas necesarias para el modelado de sistemas EFC incluyendo equipos, protocolos, interfaces y roles asociados. Es así como, la norma define la arquitectura de un sistema de peaje tipo IP/REV, de tal forma que un usuario, con un único contrato de adhesión, pueda utilizar su vehículo en una variedad de dominios de peaje con un Operador IP/REV (OP IP/REV) diferente en cada dominio.

2.3.4. ISO 17575/2011: electronic fee collection (EFC) – application interface definition for autonomous systems

Este estándar cumple con la arquitectura de negocios definida en ISO 17573:2010. Define el intercambio de información entre front-end y back-end del sistema IP/REV basado en equipos autónomos a bordo. A continuación se presentan las partes componentes del estándar:

- ISO 17575-1: cobro. Define los atributos para la transferencia de datos utilizados entre el front-end hacia el back-end. Los atributos requeridos variarán de un peaje a otro. Por lo tanto, se deberán contemplar todos los requisitos, que van desde los datos de localización (para ubicación geográfica) a las transacciones de peaje con los precios previamente estipulados.
- ISO 17575-2: comunicación y conexión con las capas inferiores. Define los servicios básicos de comunicación para la transferencia de datos a través del enlace aéreo, o entre front-end y back-end.



- ISO 17575-3: contexto de datos. Define los datos que se utilizan para obtener una descripción de los sistemas de cobro individuales en términos de objetos de ubicación geográfica, además de las reglas para el cobro y presentación de reportes. Para el caso de todos los operadores del sistema, los atributos definidos en la parte 3 se utilizan para transferir datos al front-end con el fin de definir los datos que se recogen y los reportados.
- ISO 17575-4: roaming. Define los detalles funcionales y elementos de datos necesarios para operar más de un IP/REV en paralelo. Los dominios de estos regímenes IP/REV pueden o no superponerse. Las reglas de carga de datos de diferentes regímenes IP/REV superpuestas pueden estar vinculadas, es decir, pueden incluir normas que rijan para un área superpuesta al peaje de toda la vía, y deberá considerar si ya efectuó el pago por ese derecho de paso.

2.3.5. ISO 27001/2013: information security management

Este estándar busca brindar un modelo para el establecimiento, implementación, operación, seguimiento, revisión, mantenimiento y mejora de un sistema de información para la gestión de la seguridad de la información (SiGSI).

2.3.6. ISO 16410/2012: electronic fee collection (EFC) – evaluation of equipment for conformity to ISO/TS 17575-3

El objetivo de este estándar es proporcionar una base para realizar las pruebas en el front-end y en el back-end, en el sistema IP/REV soportado por equipos autónomos a bordo, de conformidad con ISO/TS 17575-3 y permitiendo la interoperabilidad entre diferentes equipos suministrados por diferentes fabricantes.

2.3.7. ISO/TR 12859/2009 – intelligent transport systems – system architecture – Privacy aspects in ITS standards and systems

Esta norma parte de la presunción de que los Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte están ligados al movimiento e intercambio de información. En algunos casos puede incluir información personal del usuario.

De esta forma, la norma se debe analizar en el contexto del ordenamiento positivo colombiano y la jurisprudencia vigente en materia del *habeas data*, habida cuenta que el reporte técnico como tal se originó en discusiones sobre el ISO/TC 204 y en CEN TC 278 (con los subsecuentes estudios legales realizados en Austria), en lo concerniente al uso de la información personal en materia de ITS.

En este sentido, la norma menciona aspectos que se deben considerar al momento de implementar un ITS:



- Brindar atención al procesamiento, transmisión y almacenamiento de la información sin autorización del usuario al acceso de la misma teniendo en cuenta el potencial flujo de información a entidades externas que pueden resultar implicadas en el procesamiento mismo de la información.
- Consentimiento expreso del usuario de los términos y condiciones, con conocimiento de los riesgos de seguridad implícitos y los posibles tratamientos de la privacidad.
- Seguir el lineamiento del manejo de seguridad de la información establecido en el ISO/IEC 27000:2014, con especial referencia al ISO/IEC 27002:2013.
- Determinación explícita del tiempo de permanencia de la información recolectada por el sistema, cumpliendo exclusivamente con los propósitos del mismo. Anotando, a su vez, que toda la información recolectada debe ser adecuada, relevante y no debe exceder el propósito mismo del sistema para el cual está siendo procesada. De tal manera que esta información no puede ponerse a disposición de otros propósitos o usuarios que no cumplan el objeto mismo de su recolección.

2.3.8. ISO/TS 12855:2012 Electronic fee collection (EFC) – Information exchange between service provision and toll charging

La norma ISO 12855:2012 especifica las interfaces entre sistemas para vehículos relacionados con servicios de transporte, como son los usuarios de peajes y control de acceso a parqueaderos. No contempla interfaces en sistemas de transporte público.

Provee las bases para cualquier servicio de peaje y para cualquier tecnología utilizada en el recaudo, por ejemplo, RFID, sistemas automáticos de reconocimiento de placas, entre otros. Se define como un estándar de transacciones y mensajes que pueden ser utilizados para los propósitos asignados.

2.3.9. GSD+: “evaluación y definición del modelo de interoperabilidad comercial de la herramienta SIT de recaudo electrónico vehicular en apoyo a las políticas de logística y carga”

En este documento se realiza una evaluación multicriterio de diferentes modelos de interoperabilidad comercial para proyectos IP/REV en Colombia. Como conclusión de esta evaluación, GSD+ recomienda al gobierno nacional optar por la implementación de la alternativa *“Modelo de operación y prestación de servicios de peaje a cargo de diferentes actores estratégicos/organismos, y compensación de información tipo uno a uno”*, en donde cada par recaudador-concesionario



efectúa las transacciones necesarias para realizar los cobros/pagos sin que exista una cámara de compensación centralizada.

Este modelo general de interoperabilidad fue adoptado por el Ministerio de Transporte y es el punto de partida para el sistema IP/REV de Colombia, especificado en el presente documento.

2.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ACTUAL

Esta sección presenta el sistema actual de peajes en Colombia contemplando la normativa vigente por la cual se rige, así como los actores estratégicos relacionados con el sistema.

2.4.1. Política.

El Ministerio de Transporte tiene facultades para la adopción de “*tarifas, tasas y derechos, para el cobro por el uso de la infraestructura en los modos de transporte (excepto el aéreo)*” según lo contenido en el numeral 6.15 del artículo 6 del Decreto 087 de 2011¹³ y, en desarrollo de esas facultades, realiza el concepto vinculante para la determinación de la tasa de los peajes a cargo de la ANI y realizó la expedición de la Resolución 228 del 1 de febrero del 2013, por medio de la cual se fijan las tarifas de peaje a cargo de las estaciones del INVIAS. Estas tarifas han venido siendo actualizadas por dicha entidad en forma anual¹⁴.

Es de indicar que existen tarifas diferenciales o especiales en los peajes a nivel nacional, que parten de dos criterios básicos: frecuencia de utilización del peaje (15 al mes como mínimo) y proximidad de lugar de residencia al mismo. Cabe aclarar que para recibir una Tarjeta de Identificación Electrónica (TIE), la cual les permite beneficiarse de dicha tarifa, los usuarios deben cumplir con una serie de condiciones de ley. Las condiciones de esta tarifa diferencial o especial las proporciona la norma positiva, Resolución 228 del 1 de febrero del 2013, en su Artículo 18, subcapítulo *Condiciones para acceder a la tarifa especial*. De igual manera, la misma norma establece las causales para la pérdida del beneficio en donde se incluye el ser reportado como evasor de peajes ante el INVIAS.

Paralelo a lo anterior, la Ley 1450 del 16 de junio del 2011¹⁵, por medio del cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010 - 2014 señala que:

“Por medio de la cual se expide el plan de desarrollo 2010 – 2014” en su artículo 84 establece que: (...) “Los Sistemas Inteligentes de Tránsito y Transporte – SIT. Los Sistemas Inteligentes de Transporte son un conjunto

¹³ MINISTERIO DE TRANSPORTE. *DECRETO NÚMERO 087 DE 2011*. Diario Oficial No. 47.955 de 17 de enero de 2011, de la Imprenta Nacional. Página web: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_0087_2011.html

¹⁴ Ej. Resolución 0036 de 2015 expedida por el Director General de INVIAS.

¹⁵ CONGRESO DE LA REPÚBLICA. *LEY 1450 DE 2011*. Diario Oficial No. 48.102 de 16 de junio de 2011, de la Imprenta Nacional. Página web: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1450_2011.html



de soluciones tecnológicas informáticas y de telecomunicaciones que recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información, y se deben diseñar para mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito.

El Gobierno Nacional, con base en estudios y previa consulta con los prestadores de servicio, adoptará los reglamentos técnicos y los estándares y protocolos de tecnología, establecerá el uso de la tecnología en los proyectos SIT y los sistemas de compensación entre Operadores IP/REV (OP IP/REV).

Parágrafo 1°. Las autoridades de tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción, expedirán los actos administrativos correspondientes para garantizar el funcionamiento de los sistemas de gestión de tránsito y transporte de proyectos SIT, de acuerdo con el marco normativo establecido por el Gobierno Nacional. En aquellos casos en donde existan Áreas Metropolitanas debidamente constituidas, serán estas las encargadas de expedir dichos actos administrativos.”(...).

En desarrollo de lo contenido en el ordenamiento jurídico, se busca la implementación del sistema interoperabilidad de peajes con recaudo electrónico vehicular (IP/REV), con el objetivo de hacer más eficiente el tránsito de los vehículos automotores dentro de las carreteras nacionales, reduciendo así el tiempo de espera y tránsito por las casetas, además de hacer más seguro el tránsito a los transportistas al obviar el manejo del dinero en efectivo para el pago de los peajes.

Del mismo modo, se busca evitar experiencias con resultados no satisfactorios, como las presentadas en otros países, en donde cada concesionario u operador de peaje desarrollaba su propia solución tecnológica no interoperable entre sí, afectando en últimas al usuario de la vía¹⁶.

Cabe notar que en el año 2010¹⁷ se comenzaron a implementar sistemas para el recaudo electrónico de la tasa de peaje en concesiones a nivel local. Estos sistemas utilizan diferentes tecnologías, y por lo tanto, no son interoperables. Esto obliga a los conductores a llevar varios dispositivos a bordo en sus vehículos para poder utilizar los peajes que encuentran en sus recorridos.

¹⁶ En México (ver componente jurídico), el usuario tiene que inicialmente identificar el recaudador para luego acudir a la línea de atención al cliente de ese recaudador. En forma adicional, a pesar de que en México el recaudo electrónico se implementó hace más de 8 años, no ha sido posible lograr la interoperabilidad en el territorio por falta de acuerdo entre los actores estratégicos del sistema.

¹⁷ La primera concesión que implementó el REV para el pago de la tasa del peaje fue la concesión vial Cartagena S.A.



De igual manera, el Ministerio de Transporte (MT) debe dar cumplimiento a los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno el Línea¹⁸, en donde uno de los fundamentos es:

“(la) Excelencia en el servicio al ciudadano: propender por el fin superior de fortalecer la relación de los ciudadanos con el Estado a partir de la adecuada atención y provisión de los servicios, buscando la optimización en el uso de los recursos, teniendo en cuenta el modelo de Gestión Pública Eficiente al Servicio del Ciudadano y los principios orientadores de la Política Nacional de Eficiencia Administrativa al Servicio del Ciudadano”

En este sentido, la estructuración de peajes electrónicos interoperables está enfocado, entre otras cosas, a facilitar el pago del peaje a los usuarios de las vías.

2.4.2. Normativa

En Colombia el cobro de los peajes se consagró en los Decretos 3190 de 1964 y 1173 de 1980. El primero de ellos, estableció en su artículo 4º lo siguiente:

“Artículo 4º. Los Departamentos, previo concepto favorable del Ministerio de Obras Públicas, organizarán y cobrarán peaje en las carreteras departamentales que estén pavimentadas o que se pavimenten, así como en las nacionales que pavimenten los Departamentos, cuando la intensidad del tráfico y otros factores justifiquen tal cobro, y con el exclusivo objeto de destinar el producto del tributo a la conservación de las mismas vías”.

Por su parte, el artículo 2.8 del Decreto 1173 de 1980 estableció como uno de los objetivos y funciones del entonces Ministerio de Obras Públicas y Transporte: *“Organizar, tasar y recaudar los peajes y pontazgos”.*

Con posterioridad, en la Constitución de 1991 en su artículo 95, se estableció como deber general del ciudadano, el de contribuir mediante el pago de tributos *“al financiamiento de los gastos e inversiones del Estado dentro de conceptos de justicia y equidad”.*

A su vez, el Art. 21 de la Ley 105 de diciembre 30 de 1993, modificado por la Ley 787 de 2002, estableció que:

“Artículo 21. Tasas, tarifas y peajes en la infraestructura de transporte a cargo de la Nación. Para la construcción y conservación de la infraestructura de transporte a cargo de la Nación, ésta contará con los recursos que se apropien en el Presupuesto Nacional y además cobrará el uso de las obras de

¹⁸ Decreto 2573 de 2014



infraestructura de transporte a los usuarios, buscando garantizar su adecuado mantenimiento, operación y desarrollo.

Para estos efectos, la Nación establecerá peajes, tarifas y tasas sobre el uso de la infraestructura nacional de transporte y los recursos provenientes de su cobro se usarán exclusivamente para ese modo de transporte.

Todos los servicios que la Nación o sus entidades descentralizadas presten a los usuarios accesoriamente a la utilización de la infraestructura Nacional de Transporte, estarán sujetos al cobro de tasas o tarifas.

Para la fijación y cobro de tasas, tarifas y peajes, se observarán los siguientes principios:

a) Los ingresos provenientes de la utilización de la infraestructura de transporte, deberán garantizar su adecuado mantenimiento, operación y desarrollo;

b) Deberá cobrarse a todos los usuarios, con excepción de las motocicletas y bicicletas, máquinas extintoras de incendios de los Cuerpos de Bomberos Voluntarios, Cuerpo de Bomberos Oficiales, ambulancias pertenecientes a la Cruz Roja, Defensa Civil, Hospitales Oficiales, Vehículos de las Fuerzas Militares y de la Policía Nacional, vehículos oficiales del Instituto Nacional Penitenciario y Carcelario, Inpec, vehículos oficiales del (DAS) Departamento Administrativo de Seguridad y de las demás instituciones que prestan funciones de Policía Judicial;

c) El valor de las tasas o tarifas será determinado por la autoridad competente; su recaudo estará a cargo de las entidades públicas o privadas, responsables de la prestación del servicio;

d) Las tasas de peaje serán diferenciales, es decir, se fijarán en proporción a las distancias recorridas, las características vehiculares y sus respectivos costos de operación;

e) Para la determinación del valor del peaje y de las tasas de valoración en las vías nacionales, se tendrá en cuenta un criterio de equidad fiscal”

Derivado de lo anterior, se puede concluir que el cobro de peajes está determinado por Ley y tiene como fundamento principal la necesidad de financiar la Infraestructura Vial Nacional. Situación que, sumada a la necesidad de implementar soluciones inteligentes para la infraestructura, el tránsito y el transporte, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 1450 del 16 de junio del 2011, vuelve indispensable la regulación por parte del Estado de los sistemas



interoperables de recaudo electrónico vehicular, adaptándolos a la política pública en la materia y a los avances tecnológicos.

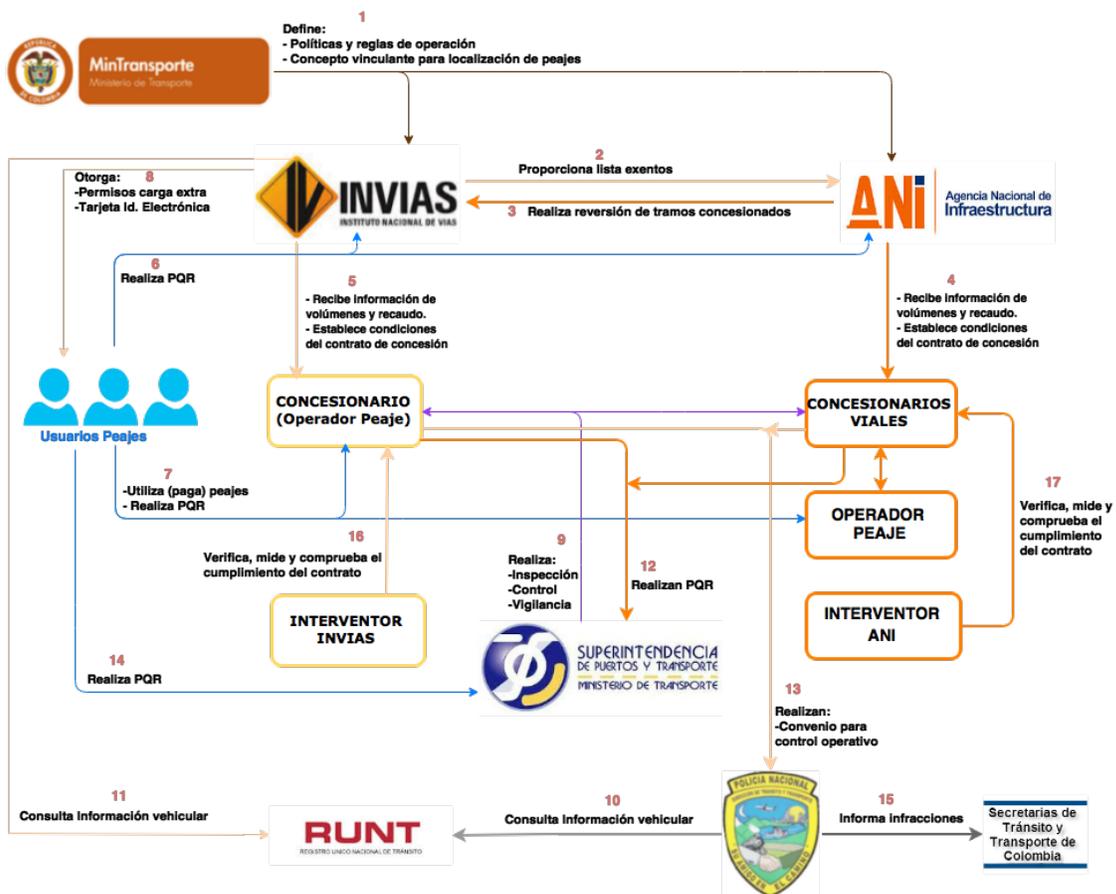
2.4.3. Funcionamiento actual

En esta sección se presenta de forma general el funcionamiento actual del entorno de operación de peajes en Colombia.

2.4.3.1. Diagrama representativo del funcionamiento actual

De acuerdo a la normatividad vigente, el Ministerio de Transporte (MT) define las políticas de operación de peajes, INVIAS, ANI y las entidades territoriales son las encargadas de adoptar estas políticas y realizar la supervisión de la operación de sus peajes. Por otro lado, los usuarios utilizan la infraestructura vial y, a cambio, pagan una tasa de peaje. En la Figura 1 se presenta el esquema de funcionamiento actual de los peajes en Colombia, representando gráficamente las relaciones entre los actores estratégicos involucrados.

Figura 1. Esquema de funcionamiento actual de peajes en Colombia





Como complemento a la Figura 1 se incluye la Tabla 1, en la cual se presentan las relaciones existentes entre un Actor A y un Actor B del esquema de funcionamiento actual de peajes en Colombia.

Tabla 1 Relaciones del esquema de funcionamiento actual de peajes

#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
1	MT	INVIAS	(1) Establece políticas. (2) Define reglas de operación. (3) Emite conceptos vinculantes para la localización de peajes.
		ANI	
2	INVIAS	ANI	(1) INVIAS envía listado de vehículos exentos del pago de tarifa a la ANI. (2) Solicita información de volúmenes y recaudo.
3	ANI	INVIAS	(1) Realiza reversión de tramos concesionados. (2) Solicita información de volúmenes y recaudo.
4	ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión.
5	INVIAS	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión.
6	USUARIO	ANI	(1) Realiza peticiones, quejas y reclamos. (2) Solicita el beneficio de tarifa especial para una estación de peaje del concedente.
		INVIAS	
7	USUARIO	CONCESIONARIO DEL INVIAS	1) Realiza peticiones, quejas y reclamos relacionados con la prestación del servicio. (2) Realiza el pago en las estaciones de peaje.
		CONCESIONARIO DE LA ANI	
8	INVIAS	USUARIO	(1) Otorga permisos de circulación para vehículos de carga extra dimensionados o extra pesados. (2) Otorga exención del pago de la tarifa de peajes a nivel nacional. (3) Otorga tarifa especial a un ciudadano que cumpla con lo establecido por la Resolución 228 de 2013.
9	SUPERTRANSPORTE	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Realiza inspección, vigilancia y control a la prestación del servicio de peaje. (2) Realiza inspección, vigilancia y control a los términos del contrato de concesión.
		CONCESIONARIO DEL INVIAS	
10	DITRA	RUNT	(1) Consulta información vehicular



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
11	INVIAS	RUNT	(1) Consulta información del RUNT para validar los requisitos para tarifas especiales y exención de tarifas.
12	CONCESIONARIO DE LA ANI	SUPERTRANSPORTE	(1) Reporta irregularidades.
	CONCESIONARIO DEL INVIAS		
13	CONCESIONARIO DEL INVIAS	DITRA	(1) Realiza convenio para control operativo del tramo concesionado y de las estaciones de peaje. (2) Suministra material de apoyo a la DITRA para desempeñar el control operativo.
	CONCESIONARIO DE ANI		
14	USUARIO	SUPERTRANSPORTE	(1) Reporta irregularidades
15	DITRA	SECRETARIA DE TYT	(1) Reporta las infracciones al Código Nacional de Tránsito Terrestre cometidas. (2) Reporta las órdenes de comparendo expedidas a los infractores.
16	INTERVENTOR DE CONTRATO DE LA ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre la ANI y sus concesionarios.
17	INTERVENTOR DE CONTRATO DEL INVIAS	CONCESIONARIO DEL INVIAS	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre el INVIAS y su concesionario.

2.4.3.2. Procesos operacionales actuales

A continuación se presentan los procesos operacionales actuales más relevantes dentro de la operación de peajes.

- **Administración del entorno de peajes.** La administración del entorno de operación de peajes en Colombia está a cargo del Ministerio de Transporte (MT), siendo la entidad encargada de definir las políticas y reglas de operación. El INVIAS, la ANI y las ET, se encargan de la ejecución de las políticas establecidas por el Ministerio de Transporte. El INVIAS realiza la operación de sus peajes a través de su concesionario, y la ANI y las ET operan sus peajes a través de contratos de operación suscritos entre sus concesionarios, quienes a su vez, pueden tercerizar o no la operación de los peajes. Por lo tanto, el INVIAS, la ANI y las ET son los encargados de administrar sus concesiones. Los interventores del INVIAS y de la ANI verifican, miden y comprueban el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre el INVIAS y sus concesionarios y el contrato de concesión firmado entre la ANI y sus concesionarios, respectivamente.



- **Gestión de lista de exentos, especiales y carga extra-dimensionada en el entorno de operación del peaje.** La Ley 787 de 2002, indica que la única entidad autorizada para determinar usuarios exentos es el INVIAS, siendo esta la entidad responsable de la recepción de solicitudes de la exención de pago y de la instalación de la TIE, para que un usuario pueda obtener el beneficio (descuento, exoneración, permiso) al momento de pasar por un peaje. En la actualidad (agosto 2015), el usuario es el encargado de realizar la respectiva solicitud ante la entidad concedente (INVIAS, ANI, ET) y ésta determina si le otorga el beneficio. A continuación, se presenta la secuencia de acciones se llevan a cabo:
 - El usuario se dirige a la entidad concedente y solicita el beneficio de su interés (tarifa especial, exoneración, carga sobredimensionada).
 - La entidad concedente revisa los documentos suministrados por el usuario. En caso de ser necesario, valida dichos documentos contra la información almacenada en el sistema RUNT.
 - La entidad concedente otorga el beneficio solicitado y le emite al usuario una Tarjeta de Identificación Electrónica (TIE).
 - El usuario se dirige al peaje y el Operador IP/REV realiza la lectura de la TIE mediante el dispositivo correspondiente. En ese momento, al usuario se le reconoce su beneficio y puede continuar transitando por el peaje.

- **Peticiones, quejas y reclamos (PQR).** El usuario de un peaje, como su nombre lo indica, al ser usuario de un servicio (pago) cuenta con canales y entidades encargadas de atenderlo y responderle sus inquietudes y observaciones. De esta forma, si al usuario se le presenta alguna irregularidad con el servicio o la tarifa cobrada, o simplemente tiene alguna duda con algún procedimiento, puede ir ante las siguientes entidades y realizar PQR (Peticiónes, quejas y reclamos):
 - ANI, INVIAS, ET.
 - Concesionarios (ANI, INVIAS, ET).
 - Superintendencia de Puertos y Transporte.

- **Inspección, vigilancia y control a la prestación del servicio de peaje.** La Superintendencia de Puertos y Transporte es la entidad encargada de realizar los procesos de inspección, control y vigilancia en los concesionarios de



INVIAS, ANI y ET. Para ello, realiza la supervisión de los contratos de concesiones viales, supervisa el estado y la calidad de la infraestructura de las concesiones viales, supervisa la formación y constitución de las empresas a las que se otorgan las concesiones viales; y supervisa el desarrollo legal en el tiempo de las concesiones viales. Adicionalmente, la Superintendencia de Puertos y Transporte recibe las PQR de los usuarios y concesionarios.

- **Control Operativo DITRA.** La DITRA suscribe convenios con el INVIAS y la ANI, para realizar el control operativo de sus tramos concesionados y de sus estaciones de peaje. En el marco de esos convenios, el INVIAS y la ANI suministran material de apoyo a la DITRA para desempeñar esta función. La DITRA reporta a las Secretarías de Tránsito y Transporte las infracciones al Código Nacional de Tránsito Terrestre cometidas por los usuarios. De igual manera, reporta las órdenes de comparendo expedidas a los infractores.

2.5. NECESIDADES OPERACIONALES

2.5.1. Entrevistas para levantamiento de información

En el marco de la construcción del ConOps del sistema IP/REV, se realizaron entrevistas para determinar las necesidades y las problemáticas de los actores estratégicos. En total se realizaron un total de cincuenta (50) reuniones entre visitas y entrevistas a partir de las cuales se fundamentan las secciones presentadas a continuación (ver Tabla 2).

Tabla 2 Entidades entrevistadas

ENTIDAD	NÚMERO REUNIONES	DE
Agencia Nacional de Infraestructura (ANI)	5	
Instituto Nacional de Vías (INVIAS)	8	
Ministerio de Transporte (MT)	15	
Superintendencia de Puertos y Transportes (SUPERTRANSPORTE)	1	
Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional (DITRA)	1	
Otras entidades ¹⁹	20	
Total	50	

¹⁹ Incluye reuniones con concesionarios, intermediadores y proveedores de tecnología.



2.5.2. Condiciones para la operación del sistema propuesto

Como conclusión de las entrevistas realizadas a los actores estratégicos, se identificaron una serie de condiciones necesarias para garantizar la correcta operación del sistema IP/REV. En la Tabla 3 se presenta una lista de las mismas, marcando con una X las categorías en las que aplica la condición.

Tabla 3 Resumen de las necesidades y de los categorías afectados del sistema IP/REV

#	Condición	Categoría		
		Software	Hardware	Jurídico
1	Esquema de color de los dispositivo TAG RFID	X	X	X
2	Validación <i>offline</i> del dispositivo TAG RFID	X	X	
3	Habilitación de servicios de información al usuario IP/REV	X	X	X
4	Empleo tabla equivalencias de categorías vehiculares	X		X
5	Sistema de clasificación de vehículos y cámaras de reconocimiento de placas	X	X	X
6	Integración de centros de control existentes	X	X	X
7	Selección de combinación de métodos de pago por carril IP/REV	X	X	
8	Protocolo prueba equipos de clasificación de vehículos	X	X	
9	Definición del tiempo de retención de la información	X	X	X
10	Protocolo de reporte de pasos con pago manual	X	X	
11	Asignación de códigos de identificación únicos de plazas y carriles IP/REV	X	X	X
12	Notificación de dispositivos TAG RFID exentos*	X		X
13	Gestión de tarifas especiales*	X		X
14	Gestión de inconsistencias en la información*	X	X	
15	Gestión de discrepancias en cobro de tasa de peaje*	X	X	
16	Gestión de disputas por el cobro de la tasa de peaje*	X		X

* Nota a la tabla: estas condiciones marcadas se abordan en la sección Escenarios de Intercambio de Información para la operación de los peajes.



A continuación, se describe en qué consiste cada una de las condiciones necesarias que fueron identificadas.

2.5.2.1. Esquema de color de los dispositivos TAG RFID

Actualmente se realiza una verificación visual de la TIE en el punto de peaje. En el caso del REV, el Ministerio de Transporte deberá establecer un esquema de colores de los dispositivos TAG RFID para el control operativo por parte de la DITRA²⁰.

De forma independiente de la asignación de colores que en particular establezca el Ministerio, se recomienda la siguiente agrupación de las clases de vehículos actuales del RUNT²¹, diferenciadas con cuatro colores:

- Color 1: para vehículos exentos.
- Color 2: para automóvil, camioneta y campero.
- Color 3: para bus, busetas y microbús.
- Color 4: para camión, tractocamión y volqueta

2.5.2.2. Validación offline del dispositivos TAG RFID

Al ser el dispositivo TAG RFID un dispositivo pasivo y no portar más información que un número de identificación, la validación de la información adicional (p.e., estado, tipo de contrato, saldo) se debe hacer mediante una conexión al SiGT.

Previendo una eventual intermitencia en el canal de comunicación o una conexión con alto tiempo de latencia, se debe mantener en cada COP (y plaza de peaje con sus carriles IP/REV una copia de las listas consolidada de dispositivos TAG RFID descargada desde el SiGT, de tal forma que se pueda decidir oportunamente si un vehículo puede pasar por el carril IP/REV o si debe ser desviado a un carril de pago en efectivo. Sin embargo, en los contratos entre los usuario IP/REV y los INT IP/REV se deberá contemplar el pago de la tasa de peaje por uso de la infraestructura, aún cuando el sistema se encuentre desactualizado u offline.

En la lista consolidada deberá incluirse el TID, la placa, la categoría vehicular, la pertenencia a una lista de exentos o a una lista de tarifas especiales, tipo de contrato del usuario (prepago, pago inmediato, pospago), si el vehículo tiene

²⁰ Es claro que, además de la inspección visual, se requiere una lectura del tag, a través de un lector RFID conectado a la base de datos de TAGs, para poder realizar una verificación total con fines de control por parte de la DITRA.

²¹ De acuerdo con el formulario de solicitud de trámites del RUNT, las clases de vehículo son: automóvil, bus, buseta, camión, camioneta, campero, microbús, tractocamión, motocicleta, motocarro, mototriciclo, cuatrimoto, volqueta y otro



derecho a paso (dispositivo TAG RFID activado o desactivado), o en el caso de que el contrato sea en la modalidad de prepago se deberá incluir el saldo de la cuenta asociada. Esto para los dispositivos TAG RFID entregados y activados por todos los INT IP/REV pertenecientes al sistema IP/REV.

2.5.2.3. Habilitación de servicios de información al usuario IP/REV

Se identifica la necesidad de implementar en el carril IP/REV, paneles de mensajería variable como sistema de notificación a los usuarios IP/REV del peaje para informar el valor de la tasa cobrada e información de saldo bajo en caso de que esta se presente. La alerta de saldo bajo debe estar relacionada con el valor de la tarifa del peaje por el cual se está transitando.

Además el intermediador deberá habilitar una interfaz (página web, aplicación móvil o cualquier otro servicio de consulta) para que el usuario IP/REV pueda consultar su saldo y el historial de pagos realizados, incluyendo otros servicios de información que considere el Ministerio de Transporte que deban ser habilitados por parte del intermediador.

2.5.2.4. Empleo de tabla de equivalencias de categorías vehiculares

Las categorías vehiculares para la tarifa se manejan de forma heterogénea para cada plaza de peaje, existiendo por consecuencia múltiples sistemas de clasificación. En la actualidad se pueden encontrar entre 5 y 7 categorías de vehículos, dependiendo de la entidad estatal concedente (ANI ó INVIAS). Esta condición representa un reto para la interoperabilidad de peajes.

Debido a que existen diferencias de designación de categorías entre el RUNT, la ANI y el INVIAS para un mismo vehículo, se hace necesario implementar una tabla de equivalencia de categorías para garantizar tanto la uniformidad de la información en el sistema de gestión del Ministerio de Transporte, como el cobro estipulado en los contratos de dichas entidades con sus concesionarios. Esta tabla de equivalencias de categorías será establecida por el Ministerio de Transporte.

2.5.2.5. Sistema de clasificación de vehículos y cámaras de reconocimiento de placas

Los peajes del INVIAS cuentan con un sistema de clasificación de vehículos por medio de los cuales se realiza una verificación en dos pasos. En primer lugar, el personal operativo realiza un reconocimiento visual del vehículo y le asigna una categoría. En segundo lugar, el vehículo pasa por un sensor que, igualmente, asigna una categoría al vehículo. En caso de que las categorías asignadas por ambas partes difieran, se reporta como una discrepancia que se concilia posteriormente con el apoyo de imágenes del vehículo que pasa por el peaje.



Se deberá disponer de un sistema de clasificación de vehículos que permita determinar la categoría de forma automática. Este sistema estará compuesto por sensores de distintos tipos y su objetivo será el de suministrar información a un software instalado en un equipo de cómputo, que determine la categoría a la que pertenece un vehículo en el momento de transitar por el carril IP/REV. Esta información deberá ser contrastada con la información del vehículo que fue descargada desde el sistema de información del Ministerio de Transporte.

Además, se debe disponer de un sistema de reconocimiento de placas en cada uno de los carriles IP/REV. Los caracteres reconocidos deben igualmente ser contrastados con la información del vehículo que haya sido descargada desde el sistema de información del Ministerio de Transporte.

2.5.2.6. Acceso a la información de los centros de control

Al existir diferentes operadores de peajes, no se puede realizar una monitorización de las condiciones de corredores completos y no se cuenta con información consolidada en tiempo real de las condiciones de operación de los peajes a nivel nacional.

Se debe garantizar el acceso a la información producida por los centros de control de peaje a un único sistema que permita observar la operación nacional, generar alertas y mantener información consolidada.

2.5.2.7. Selección de combinación de métodos de pago por carril

Se exige por lo menos un carril IP/REV con talanquera, dejando la posibilidad de seleccionar una de las siguientes alternativas (o una combinación de éstas) para los carriles restantes: carril exclusivo IP/REV con talanquera, carril IP/REV mixto con talanquera, carril exclusivo manual con talanquera. Como proyección a mediano y largo plazo, cuando se haya logrado la masificación del dispositivo TAG RFID en la mayoría del parque automotor, se podrá considerar la alternativa de carril exclusivo IP/REV sin talanquera.

Se debe seleccionar la configuración más eficiente teniendo en cuenta los niveles de servicio de cada carril de las estaciones de peaje, considerando que la masificación del TAG será progresiva. En este sentido, se espera que la adopción de carriles exclusivos IP/REV sin talanquera se realice de mediano a largo plazo. Una vez el dispositivo TAG RFID haya sido adoptado de manera masiva, debido al conocimiento del funcionamiento del sistema y que existan los mecanismos operativos y sancionatorios para garantizar un correcto uso del sistema IP/REV.

Se debe recordar que en algunos casos ya se tiene un diseño definido de la configuración de los carriles de aproximación a la estación de peaje, así como restricciones físicas para añadir carriles adicionales.



2.5.2.8. Protocolo de prueba de equipos de clasificación de vehículos

Existe una gran variedad de proveedores que ofrecen diferentes tecnologías para la identificación y clasificación de vehículos. Con el fin de garantizar que la tecnología adquirida cumpla con el objetivo buscado, se debe definir un procedimiento de prueba de equipos a nivel de carril IP/REV, para verificar en campo que la solución a adoptar sea efectiva.

2.5.2.9. Definición del tiempo de retención de la información

La información que se almacena en los sistemas inteligentes, además de tener potencial para la supervisión y conocimiento del sector, así como soportar la generación de políticas, puede ser empleada como prueba o material de apoyo en caso de procesos judiciales (investigación de accidentes de tránsito, hurtos, entre otros). Sin embargo, no existe una política clara en cuanto al tiempo de retención de esta información, situación que tiene relación con los requerimientos de espacio en servidores para el almacenamiento de la misma, especialmente cuando se trata de imágenes y video.

Se debe definir el tiempo de retención de la información que se almacene en el sistema de información del Ministerio de Transporte, la cual no contempla videos ni imágenes. A manera de ejemplo, en el Centro de Control de Operación Vial (CCOV), ubicado en el Ministerio de Transporte, se seleccionó un período de retención de 1 año, considerándose este como el plazo máximo en el que una autoridad judicial realiza una solicitud de información..

2.5.2.10. Protocolo de reporte de pasos con pago en efectivo

Pese a que las plazas de peaje cuentan con carriles IP/REV, existirá la posibilidad de pago de la tasa de peaje mediante efectivo. Estos pagos serán reportados al sistema de información del Ministerio como pasos regulares con modalidad de pago en efectivo, con fines estadísticos de interés para el Ministerio de Transporte y de sus entidades adscritas.

Igualmente, existe la posibilidad de que se presenten situaciones en las que el usuario IP/REV no pueda completar el pago electrónico por falta de saldo, o eventuales errores en la lectura del dispositivo TAG RFID, incluyendo un posible mal funcionamiento del mismo o del lector de carril IP/REV. En ambos casos, el vehículo será desviado a un carril de pago manual. En el primer caso, el paso será reportado al SI del Ministerio como paso regular con modalidad de pago en efectivo. En el segundo caso, el OP IP/REV deberá reportar la novedad de cobro en efectivo por falla de lectura del dispositivo TAG RFID. Basándose en esta información, reportada al SI del Ministerio y descargada posteriormente por la entidad INT IP/REV activador del dispositivo TAG RFID, la entidad INT IP/REV podrá determinar si hay un problema con el dispositivo TAG RFID (varios reportes



similares en diferentes plazas o carriles IP/REV) y debe ser sustituida; o si se trata de un problema con el lector RFID del carril IP/REV de la plaza en cuyo caso le corresponde intervenir al Operador IP/REV (OP IP/REV) de la plaza de peaje.

2.5.2.11. Asignación de códigos únicos de identificación de plazas y carriles IP/REV

La asignación de los códigos de identificación únicos para plazas y carriles IP/REV se hace necesaria para la asociación del paso de un vehículo por una determinada estación de peaje.

El Ministerio de Transporte efectuará la asignación de estos códigos de identificación para las diferentes plazas de peaje y de sus carriles IP/REV, previo a la entrada en funcionamiento del sistema IP/REV.

2.6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IP/REV PROPUESTO

Esta sección describe el funcionamiento del sistema para la Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular (IP/IP/REV), el cual permitirá cumplir con la visión y los objetivos planteados. De esta forma, se seguirá manteniendo los procesos administrativos y operativos existentes, a la vez que se incorporan nuevos procesos y actores estratégicos para el funcionamiento del sistema IP/REV, de acuerdo a lo que se presenta en esta sección.

Para el funcionamiento del sistema de la interoperabilidad en modalidad IP/REV es necesario asegurar el intercambio de la información relevante entre los principales actores estratégicos, en particular, entre operadores IP/REV (OP IP/REV) de peaje (información de cobro por uso de la vía) y entidades intermediadoras (información de pagos –pre o post– por tasa de peaje).

Para lograr este objetivo, se debe implementar una topología de comunicaciones en estrella²², puesto que minimiza el número de conexiones entre los actores estratégicos y garantiza la escalabilidad del modelo, sin costo adicional para los INT IP/REV y los OP IP/REV. Esto requiere la existencia de un ente mediador en el centro de la estrella que, para el caso, se denominará Sistema de Gestión de Transacciones con RFID (SiGT) (véase Figura 2)

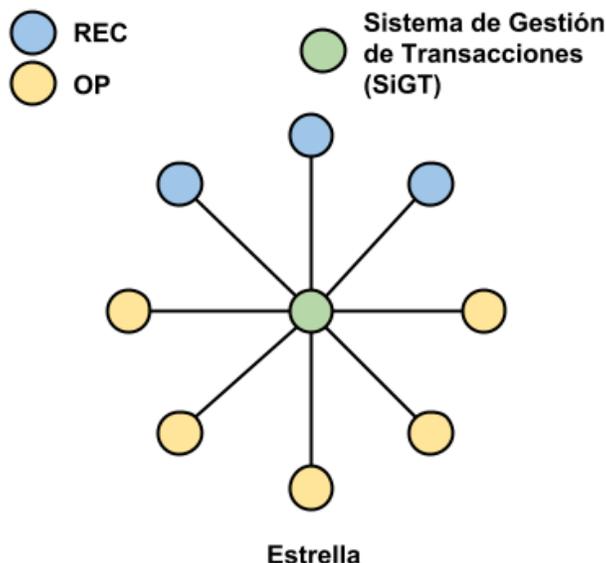
La función del SiGT es la de actuar como un sistema de intercambio de información y gestión de las transacciones que conlleva este intercambio entre los actores estratégicos (Intermediadores IP/REV, Redes IP/REV, Operadores IP/REV, MT, INVIAS, ANI y otras según se requiera). Es decir, el SiGT actuará como mediador entre los OP IP/REV, los INT IP/REV y todas las otras entidades

²² Véase: “Redes de Computadoras”, Andrew S. Tanenbaum, 2003.



(previamente autorizadas por parte del Ministerio de Transporte) que provean o necesiten información relacionada con la operación de los peajes.

Figura 2. Esquema de conexión propuesto



- Confidencialidad de la información: el criterio seguido para garantizar la privacidad de la información (*habeas data*) del usuario IP/REV, es el de separar la información personal del usuario IP/REV y la información del dispositivo TAG RFID que pega en el vehículo.
- Compatibilidad con la tecnología en uso: basándose en la revisión de la tecnología en uso en los peajes IP/REV, en la actualidad, se buscó maximizar la compatibilidad de los dispositivos existentes con los especificados en el nuevo modelo. Con respecto a la tecnología RFID, la revisión se realizó con aquellos peajes que utilizan el estándar ISO 18000-63.
- Escalabilidad: con base en el crecimiento del parque automotor colombiano previsto por el Ministerio de Transporte, y la adopción proyectada del sistema IP/REV, el modelo de funcionamiento propuesto deberá considerar la escalabilidad del sistema de tal forma que garantice la calidad del servicio.

2.6.1. Funcionamiento del sistema propuesto

A continuación se presenta la secuencia regular de actividades para el funcionamiento del sistema IP/REV propuesto:



- Cada concesión de peaje (con carriles IP/REV) debe suscribir un contrato o convenio, con los INT IP/REV o las Redes IP/REV prehabilitadas o habilitadas.
- El propietario o locatario de un vehículo adquiere un TAG mediante un contrato (modo prepago, pago directo o pospago) con un INT IP/REV habilitado. Cuando un usuario se registra ante un INT IP/REV, debe proveer la información relacionada con el vehículo de su propiedad o bajo su responsabilidad contractual (p.e., tarjeta de propiedad del vehículo, leasing, contrato, etc.).
- La entidad INT IP/REV valida la información del vehículo con los documentos aportados por el usuario y realiza la activación del dispositivo TAG RFID a un único vehículo usando su número de placa.
- El usuario IP/REV instala el dispositivo TAG RFID en su vehículo y queda en capacidad de transitar por los peajes con carriles IP/REV.
- La entidad INT IP/REV envía al SiGT la información de los dispositivos TAG RFID activados, los tipos de contrato correspondientes y los saldos asociados.
- Los OP IP/REV actualizan los dispositivos TAG RFID en su base de datos a partir de la información descargada del SiGT.
- Cuando un vehículo se acerca a un carril IP/REV se realiza la lectura del dispositivo TAG RFID, de la placa del vehículo y se detecta la configuración del mismo a través de los sensores del carril IP/REV. Se consulta la base de datos de carril IP/REV, se obtiene la categoría registrada para dicho vehículo y, de acuerdo a ésta y a la configuración detectada, se define la tarifa a cobrar. Desde la plaza de peaje el OP IP/REV envía al COP la información de los pasos realizados y las tarifas correspondientes.
- El OP IP/REV desde su base de datos (pudiendo esta estar alojada en el COP) envía al SiGT el reporte de los pasos realizados y las tarifas asociadas.
- El SiGT almacena los reportes de pasos y tarifas en su base de datos.
- Los INT IP/REV descargan del SiGT la información relacionada con los pasos y tarifas reportadas por los OP IP/REV (y que corresponden a dispositivo TAG RFID activados por la entidad) y actualizan los saldos de las cuentas asociadas a cada TID reportado.
- Los usuarios IP/REV pueden realizar recargas (contrato prepago) o pagos (contrato pago inmediato o pospago) de la cuenta asociada al dispositivo TAG



RFID a través de los canales definidos por el INT IP/REV (personales, electrónicos).

- Los INT IP/REV actualizan las listas de saldos y las envían al SiGT, junto con las novedades relacionadas (activación de nuevos dispositivos TAG RFID, dispositivos TAG RFID inactivos –p.e., mora–, o dadas de baja –p.e., traspaso de propiedad del vehículo–) para la posterior descarga por parte de los OP IP/REV.
- Los operadores IP/REV (OP IP/REV) pasan su cuenta de cobro correspondiente a cada INT IP/REV del sistema, utilizando el mecanismo y la frecuencia que esté estipulado en el contrato privado entre el INT IP/REV y el OP IP/REV.
- El INT IP/REV realiza el pago de los cobros registrados a los operadores IP/REV (OP IP/REV) de peaje mediante el método (p.e., transferencia bancaria) y con la frecuencia que hayan estipulado en el contrato privado entre el INT IP/REV y el OP IP/REV.

2.6.2. Roles.

En la Tabla 4 y Tabla 5 se presentan los roles actuales y futuros de los actores estratégicos del sistema de peajes. Estos actores estratégicos se dividen en internos y externos. Los actores estratégicos internos son aquellos que están directamente relacionados con el funcionamiento IP/REV. Los actores estratégicos externos son aquellos que tienen asociadas labores de supervisión y control.

Tabla 4 Rol actual y futuro de los actores estratégicos internos del sistema

ACTORES ESTRATÉGICOS INTERNOS	ROL ACTUAL	ROL FUTURO
MINISTERIO DE TRANSPORTE	ADMINISTRADOR	ADMINISTRADOR
INVIAS	CONCEDENTE	CONCEDENTE
CONCESIONARIO DE INVIAS	OPERADOR RECAUDADOR	OPERADOR IP/REV (OP IP/REV)*
ANI	CONCEDENTE	CONCEDENTE
CONCESIONARIO DE ANI ²³	OPERADOR RECAUDADOR	OPERADOR IP/REV (OP IP/REV)*

²³ También incluye a quien delegue o subcontrate.



ACTORES ESTRATÉGICOS INTERNOS	ROL ACTUAL	ROL FUTURO
ENTIDADES TERRITORIALES (ET)	CONCEDENTE	CONCEDENTE
CONCESIONARIO DE ET ²⁴	OPERADOR RECAUDADOR	OPERADOR IP/REV (OP IP/REV)*
ENTIDAD HABILITADA PARA RECAUDO	-	INTERMEDIADOR
USUARIO	USUARIO	USUARIO
SISTEMA DE GESTIÓN DE TRANSACCIONES (SIGT)	-	SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN DE TRANSACCIONES POR RFID
RUNT	SISTEMA DE INFORMACIÓN	-

Tabla 5 Rol actual y futuro de los actores estratégicos externos del sistema

ACTORES ESTRATÉGICOS EXTERNOS	ROL ACTUAL	ROL FUTURO
INTERVENTOR CONTRATO DE INVIAS	INTERVENTOR	INTERVENTOR
INTERVENTOR CONTRATO DE ANI	INTERVENTOR	INTERVENTOR
INTERVENTOR CONTRATO DE ET	INTERVENTOR	INTERVENTOR
DITRA ²⁵	APOYO	APOYO
SUPERTRANSPORTE ²⁶	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL

²⁴ También incluye a quien delegue o subcontrate.

²⁵ Ver sección 2.2.4.

²⁶ Ver sección 2.2.4.



ACTORES ESTRATÉGICOS EXTERNOS	ROL ACTUAL	ROL FUTURO
SUPERINDUSTRIA	–	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL ²⁷
SUPERFINANCIERA	–	INSPECCIÓN, VIGILANCIA Y CONTROL ²⁸
SECRETARÍAS DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE (MOVILIDAD)	SANCIONADOR	SANCIONADOR

*: El rol de recaudador pasa al rol de intermediador y para ello se precisa cumplir los requisitos de habilitación tanto para ser operador como intermediador.

A continuación, se definen cada uno de los roles dentro del IP/REV, de acuerdo con lo establecido en el estándar ISO-17573:

Cabe aclarar que los actores estratégicos pueden ejercer más de un rol dentro del sistema de recaudo electrónico IP/REV.

2.6.2.1. Administrador

Rol que ejerce el Ministerio de Transporte de Colombia, en concordancia con lo establecido en la Ley 1450 del 16 de junio del 2011, así como las demás disposiciones que la modifiquen o adicionen.

2.6.2.2. Operador de Peajes IP/REV (OP IP/REV)

Véase definición al inicio del documento

2.6.2.3. Intermediador del Sistema de Recaudo Electrónico Vehicular IP/REV (INT IP/REV)

Véase definición al inicio del documento

²⁷ La SUPERINDUSTRIA supervisa la prestación del servicio desde el punto de vista del consumidor, y el eventual abuso de la posición dominante, fallas del producto, baja calidad del mismo. Fuente: SUPERINDUSTRIA, *¿Qué es la protección al consumidor?*. Consultado el 05/05/2015. Página web: <http://www.sic.gov.co/drupal/que-es-la-proteccion-al-consumidor>.

²⁸ En caso de que un dispositivo TAG RFID sea considerado como un producto financiero, la supervisión del producto estará a cargo de la SUPERFINANCIERA que vigila, supervisa y controla las entidades financieras.



2.6.2.4. Usuario

Persona natural o jurídica que suscriba un contrato para la prestación del servicio de Recaudo Electrónico Vehicular - IP/REV- con un Intermediador debidamente habilitado por la autoridad competente.

2.6.2.5. Inspección, vigilancia y control

Entidad pública que ejerza las labores de protección al usuario, supervisión, vigilancia y control de los actores estratégicos del sistema de Recaudo Electrónico Vehicular - IP/REV-. De forma adicional, se presenta una descripción de los siguientes roles, que no se encuentran definidos dentro del estándar ISO-17573, pero que hacen parte integral del esquema de funcionamiento IP/REV propuesto.

2.6.2.6. Concedente

Entidad que funge como contratante en el desarrollo de contrato de concesión²⁹.

2.6.2.7. Interventor

Persona natural o jurídica encargada de asegurar el cumplimiento técnico, financiero y administrativo del contrato durante su ejecución.

2.6.2.8. Sistema de información

Corresponden a herramientas computacionales de apoyo para garantizar el funcionamiento del sistema de IP/REV. De acuerdo con el estándar ISO-17573 no se consideran como un rol pero se incluye en la Tabla 5 debido a que gestiona la información.

2.6.2.9. Supervisor

Persona designada por el concedente para realizar el seguimiento técnico, financiero y administrativo del contrato durante su ejecución hasta la liquidación del mismo.

2.6.2.10. Arquitectura propuesta

El SiGT contendrá una Base de Datos con la información necesaria para soportar la interoperabilidad. El modelo lógico E/R mínimo se presenta en la Sección 3.10.5 del Capítulo 3 del presente documento. Asimismo, el SiGT contará con el software necesario (web services, end-points, etc.) para que los actores estratégicos puedan reportar las novedades (dispositivos TAG RFID dados de baja/alta, saldos de los usuarios IP/REV, listas negras, exentos, etc.) a esta Base de Datos.

²⁹ Para efectos del presente capítulo, se refiere exclusivamente a concesiones de infraestructura vial.



El funcionamiento del SiGT se puede ilustrar con un ejemplo del proceso de intercambio de listas de recaudo: cada intermediador enviará al SiGT la lista de sus usuarios IP/REV y saldos (en el esquema de cobro prepago) y la lista de sus usuarios IP/REV con contrato vigente (en el caso de cobros de pago inmediato y pospago). El SiGT se encargará de conformar una sola lista con la información remitida por los intermediadores y la pondrá a disposición de los operadores IP/REV (OP IP/REV).

Las concesiones deberán mantener actualizada una base de datos local a partir de esta información y esta base de datos, deberá estar a disposición de sus operadores IP/REV (OP IP/REV), en caso que sean entidades diferentes. Asimismo, las concesiones enviarán periódicamente al SiGT la lista de usuarios IP/REV que han pasado por el peaje y la tarifa correspondiente aplicada. Cada minuto el SiGT pondrá a disposición de cada intermediador una lista actualizada con la información de sus usuarios IP/REV que han pasado por los carriles IP/REV. La lista contendrá la tarifa aplicada y las novedades asociadas al paso: por ejemplo, cobro regular, cobro con discrepancia, o cobro con inconsistencia.

Es de notar que el SiGT no realizará ninguna de las siguientes funciones:

- No será cámara de compensación.
- No realiza autorización de transacciones.
- No realiza el cobro, ni el recaudo de la tasa de peaje.

El SiGT realizará las siguientes funciones:

- Proveer el servicio web (o mecanismo similar) para que las entidades INT IP/REV (IP/REV) reporten la activación de nuevos dispositivos TAG RFID, los saldos correspondientes y demás información relacionada.
- Proveer el servicio web (o mecanismo similar) para que los OP IP/REV reporten los pasos y tarifas aplicadas.
- Consolidar las listas de usuarios IP/REV, saldos, exentos, tarifas reducidas, y demás información relacionada.
- Proporcionar visualización de la información para su consulta.
- Garantizar la seguridad de la información y acceso permanente a la misma.



2.6.4. Diagrama de relaciones del sistema propuesto

En esta sección se presentan las relaciones entre los actores estratégicos del sistema IP/REV en relación con los procesos de Administración, Operación, Recaudo y Supervisión. Como complemento a la Figura 3, se incluye la Tabla 6, en la que se presentan las relaciones existentes entre un Actor A y un Actor B del esquema propuesto de funcionamiento IP/REV en Colombia.

Figura 3. Esquema de funcionamiento IP/REV propuesto

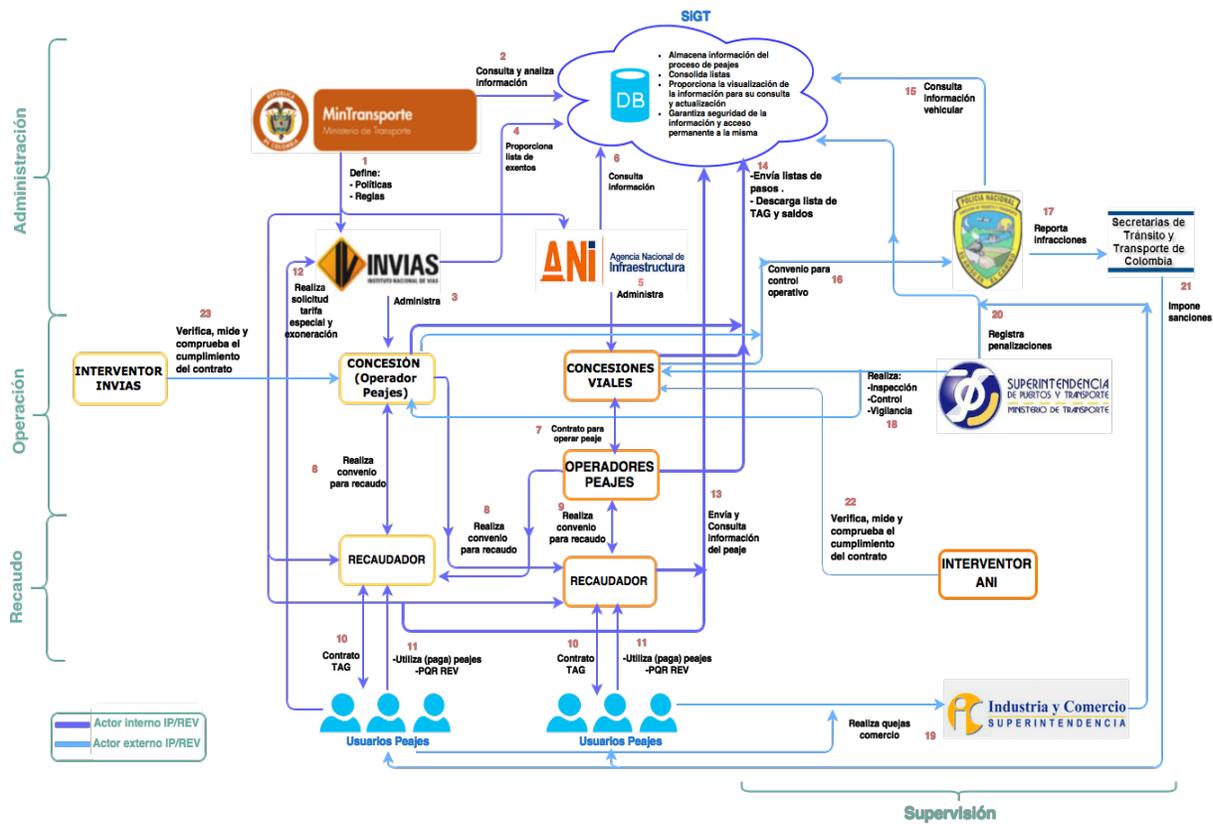


Tabla 6. Relaciones del esquema de funcionamiento IP/REV propuesto

#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
1	MT	ANI	(1) Establece políticas. (2) Define las reglas. (3) Emite conceptos vinculantes para la localización de peajes.
		INVIAS	
		INTERMEDIADOR INT IP/REV	(1) Define criterios de habilitación
1'	ANI	MT	(1) Adopta políticas. (2) Respeta las reglas. (3) Supervisar el cumplimiento de las reglas por parte de sus concesionarios.
	INVIAS		
2	MT	SiGT	(1) Realiza consulta de información disponible en el SiGT.



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
3	INVIAS	CONCESIONARIO DE INVIAS	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión. (3) Supervisar el cumplimiento de las reglas por parte de sus concesionarios.
4	INVIAS	SiGT	(1) Envía listado de vehículos exentos del pago de tarifa.
5	ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Recibe información de volúmenes y recaudo. (2) Establece las condiciones del contrato de concesión. (3) Supervisar el cumplimiento de las reglas por parte de sus concesionarios.
6	ANI	SiGT	(1) Descarga información disponible en el SiGT.
7	CONCESIONARIO DE la ANI	OPERADOR IP/REV (OP IP/REV) DEL CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Realiza contrato de operación del peaje IP/REV.
8,9	OPERADOR DEL CONCESIONARIO DE LA ANI CONCESIONARIO DE INVIAS	INTERMEDIADOR INT IP/REV	(1) Realiza convenio para recaudo.
10, 11	USUARIO	INTERMEDIADOR INT IP/REV	(1) Suscribe un contrato de adhesión para poder realizar el pago electrónico de la tasa de peaje por medio de un dispositivo TAG RFID.(2) Realiza peticiones, quejas y reclamos relacionados con el contrato de adhesión. (3) Emplea el dispositivo TAG RFID para realizar el pago electrónico en las estaciones de peaje que cuentan con tecnología de IP/REV.
12	USUARIO	INVIAS	(1) Solicita el beneficio de tarifa especial para una estación de peaje del INVIAS. (2) Solicita la exención del pago de la tarifa de peajes a nivel nacional.
13	INTERMEDIADOR INT IP/REV	SiGT	(1) Envía listas de usuarios IP/REV y saldos. (2) Descarga la lista de pasos y tarifas.
13'	SiGT	INTERMEDIADOR INT IP/REV	(1) Consolida la lista de pasos y tarifas. (2) Recibe listas de usuarios IP/REV y saldos. (3) Brinda acceso a la lista de pasos y tarifas.
14	CONCESIONARIO DE INVIAS OPERADOR IP/REV (OP IP/REV) DEL CONCESIONARIO DE LA ANI	SiGT	(1) Envía listas de pasos.. (2) Descarga la lista de dispositivo TAG RFID y saldos.



#	ACTOR A	ACTOR B	CONEXIÓN
14'	SiGT	CONCESIONARIO DE INVIAS	(1) Consolida la lista de usuarios y saldos. (2) Recibe listas de pasos y tarifas. (3) Brinda acceso a la lista de usuarios IP/REV y saldos.
		OPERADOR IP/REV (OP IP/REV) DEL CONCESIONARIO DE ANI	
15	DITRA	SiGT	Consulta información vehicular
16	CONCESIONARIO DE LA ANI	DITRA	(1) Realiza convenio para control operativo del tramo concesionado y de las estaciones de peaje. (2) Suministra material de apoyo a la DITRA para desempeñar el control operativo.
	CONCESIONARIO DE INVIAS		
17	DITRA	SECRETARÍAS DE TyT	(1) Reporta las infracciones al Código Nacional de Tránsito Terrestre cometidas. (2) Reporta las órdenes de comparendo expedidas a los infractores.
18	SUPERTRANSPORTE	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Realiza inspección, vigilancia y control a la prestación del servicio público. (2) Realiza inspección, vigilancia y control a los términos del contrato de concesión.
		CONCESIONARIO DEL INVIAS	
19	USUARIO	SUPERINDUSTRIA	(1) Realiza peticiones, quejas y reclamos relacionados con la actividad comercial.
20	SUPERTRANSPORTE	SiGT	(1) Descargar información para realizar sus funciones .
	SUPERINDUSTRIA		
21	SECRETARÍAS DE TyT	USUARIO	(1) Sanciona a los infractores.
22	INTERVENTOR DE CONTRATO DE LA ANI	CONCESIONARIO DE LA ANI	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre la ANI y sus concesionarios.
23	INTERVENTOR DE CONTRATO DEL INVIAS	CONCESIONARIO DE INVIAS	(1) Verifica, mide y comprueba el cumplimiento de las condiciones del contrato de concesión firmado entre el INVIAS y su concesionario.

2.7. ENTORNO OPERACIONAL Y DE SOPORTE

En esta sección se presenta el entorno operacional y de soporte del sistema IP/REV, realizando una descripción general de los equipos necesarios para el funcionamiento del mismo.

2.7.1. Descripción del software necesario

A continuación se presenta el software y componentes de comunicaciones que son necesarios para el funcionamiento del sistema IP/REV.



2.7.1.1. Administrador

El software y componentes de comunicaciones necesarios para el administrador son:

- Sistema de Información para administrar la información de transacciones de cobros y recaudos (SiGT). La información almacenada no contendrá imágenes ni video.

2.7.1.2. Operador IP/REV (OP IP/REV)

El software y componentes de comunicaciones necesarios para el Operador IP/REV (OP IP/REV) son:

- Sistemas de información para la gestión de la base de datos local (COP) y operación del peaje (carriles IP/REV).
- Sistema de información para la actualización de la base de datos local del COP desde el SiGT y para el envío de información desde la base de datos local del COP al SiGT.
- Sistema de información para el intercambio (consulta y envío) de información entre la base de datos local de cada carril IP/REV de la(s) plaza(s) de peajes y el COP.

2.7.1.3. Intermediador (INT IP/REV)

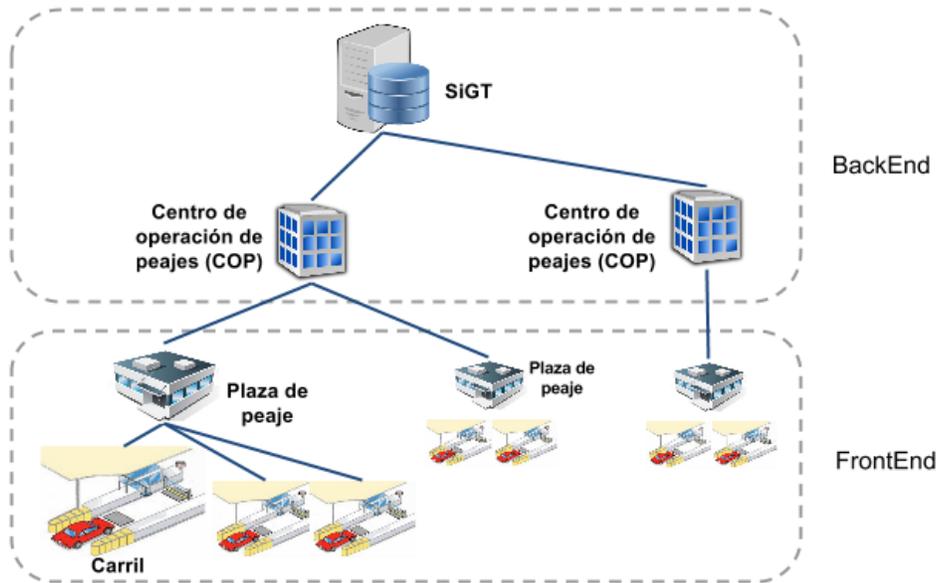
El software y componentes de comunicaciones necesarios para el intermediador son:

- Sistema de información para la gestión de la base de datos local del INT IP/REV con información de usuarios IP/REV, dispositivos TAG RFID activados y saldos asociados.
- Sistema de información para la actualización de la base de datos local del INT IP/REV desde el SiGT y para el envío de información desde la base de datos local del INT IP/REV al SiGT.
- Nota Aclaratoria:** Con el objetivo de garantizar la interoperabilidad del sistema, el INT IP/REV deberá contar con un sistema de información capaz de establecer conexiones recurrentes con el SiGT o el sistema o subsistema designado por el Ministerio de Transporte para que cumpla con su función, una vez se creen los mismos. La conexión con el SiGT debe ser de forma directa o a través del sistema de información de la RED IP/REV.

2.7.2. Descripción del hardware necesario

La Figura 4 muestra los componentes de hardware del sistema IP/REV con los elementos de hardware necesarios para su funcionamiento básico según la norma ISO 17573:2010 (Electronic fee collection – Systems architecture for vehicle-related tolling).

Figura 4. Componentes de hardware del sistema IP/REV en concordancia con el estándar ISO 17573:2010 (Electronic fee collection – Systems architecture for vehicle-related tolling)



A continuación se presentan los componentes más importantes del front-end. La descripción detallada de estos componentes, así como la especificación de requisitos se encuentra en el Capítulo 4 del presente documento.

- Lectores RFID, según estándar ISO 18000-63.
- Sistema para reconocimiento de número de placa.
- Cámaras para grabación del número de ejes.
- Cámaras de seguridad.
- Sensores para determinar la categoría del vehículo.
- Báscula Electrónica.
- Sistema para gestión de información de carril IP/REV.



- Red de transmisión de datos entre carril IP/REV y centro de control de la plaza de peaje.
- Barrera de salida automática.
- Semáforos.
- Paneles de señalización variable.
- Señalización e iluminación en las vías.
- Sistema de respaldo eléctrico.
- Detectores de altura.
- Medidor de volumen vehicular (tránsito promedio diario).

Se debe garantizar la existencia de equipos de hardware que provean soporte a las siguientes actividades:

- Recopilación de la información de monitoreo y supervisión. Se deberá contar con equipos para el almacenamiento y consulta remota de imágenes de seguridad desde los COP sobre la actividad general del peaje.
- Identificación de placas. Se deberá contar con equipos de hardware dedicados al procesamiento de imágenes que permitan la identificación de placas de todos los vehículos que transitan por todos los carriles IP/REV del peaje. El resultado de dicho reconocimiento deberá ser contrastado con los datos almacenados en la base de datos, campo seleccionado según el número de identificación del dispositivo TAG RFID (TID).
- Recolección de información de tráfico, pesajes, entre otros. Se dispondrá de equipos para el almacenamiento de información acerca del flujo vehicular, discriminando las categorías que fueron detectadas y las tarifas aplicadas.
- Gestión de discrepancias. Se dispondrá de equipos de cómputo y de software para la gestión de posibles discrepancias. Los videos e imágenes que hagan parte de la prueba del paso de un vehículo por un carril IP/REV, deberán estar disponibles desde el COP para ser enviados a las entidades intermediadoras en caso de que éstas los soliciten.
- Información de intermediador. Se deberá disponer de equipos de cómputo para gestionar las bases de datos que se obtengan desde el SiGT. Estos se



encargarán de gestionar la coherencia entre la base del SiGT y la que se dispone en cada computador a nivel de carril IP/REV.

- Información de configuración. Se dispondrá de equipos de cómputo para la configuración de tarifas, gestión de listas, gestión de operadores IP/REV (OP IP/REV) (service management) y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV.

En lo relacionado al back-end, en un sistema IP/REV es necesario contar con un centro de operación de peajes (COP) para la recolección de información de todas las plazas de peajes que pertenezcan al sistema. Entre las funciones que debe cumplir un centro se encuentran:

- Informar las discrepancias (detección de ejes que define el valor a cobrar, sistema para el reconocimiento de número de placa vs. placa almacenada en la DB, etc.).
- Monitorear las plazas y carriles IP/REV de peaje.
- Mantener una interfaz con back-office.
- Información de intermediador: base de datos para gestionar los cobros.
- Información de configuración: información de tarifas, listas, y demás (service management).

2.8. ESCENARIOS OPERACIONALES

En esta sección se describen los escenarios operacionales del sistema propuesto para IP/REV, haciendo énfasis en la interacción de los sistemas de información de los OP IP/REV (verificación de saldos y notificación de cobros) y de la entidades INT IP/REV (dispositivos TAG RFID habilitados o deshabilitados, dispositivo TAG RFID con tarifa especial y saldos).

2.8.1. Escenarios de intercambio de información para la operación de peajes

A continuación se presentan los escenarios en los cuales ocurre intercambio de información de los diferentes actores estratégicos con el Sistema de Gestión de Transacciones del Ministerio (SiGT). De acuerdo con cada escenario, se mencionan a los actores estratégicos involucrados en el escenario y la descripción del escenario.

2.8.1.1. Actualización de la base de datos de los COP

Con el fin de realizar la correcta operación del entorno del peaje, el Operador IP/REV (OP IP/REV) debe mantener actualizada la información en cada una de



sus plazas y carriles IP/REV de peaje. Para ello, el Operador IP/REV (OP IP/REV) deberá realizar la consulta de información (relacionada con los dispositivos TAG RFID activados) en el SiGT, descargar las novedades y almacenar esta información en su base de datos local. Este proceso lo debe realizar periódicamente (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”) para asegurar que la información almacenada de forma local refleje la información actualizada por los intermediadores.

2.8.1.2. Notificación de novedades desde los COP

Con el objetivo de realizar la actualización y consolidación de la información (relacionada con los cobros), el Operador IP/REV (OP IP/REV) debe enviar periódicamente al SiGT las novedades ocurridas en cierto período de tiempo previamente determinado (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”). Para esto, el Operador IP/REV (OP IP/REV) debe estar autorizado para establecer comunicación con el SiGT y habilitado para enviarle información a través del canal de comunicaciones establecido (ver Capítulo 4 “Especificación de Requisitos de Hardware”). De esta forma, al momento de cumplirse el período de tiempo determinado desde el COP se realizará el envío de las novedades al SiGT.

Este intercambio de información implica también el manejo de disputas, el cual requiere que el Operador IP/REV (OP IP/REV) garantice mecanismos con los intermediadores para la solución de aquellas que sean reportadas como cobros al SiGT y que requieran su posterior revisión. Estas disputas serán supervisadas y resueltas mediante el Sistema de Gestión de Disputas – SiGD, cuando sea especificado por el Ministerio de Transporte y esté disponible.

2.8.1.3. Actualización de la base de datos de las entidades INT IP/REV

Con el propósito de garantizar el sistema IP/REV, toda entidad INT IP/REV deberá descargar periódicamente (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”) desde el SiGT, las novedades relacionadas con el paso de vehículos con dispositivos TAG RFID asociados a sus usuarios IP/REV y almacenar esta información en su base de datos local. Con base en esta información, y la información de recargas y pagos, las entidades INT IP/REV procederán a actualizar los saldos correspondientes y reportarlos al SiGT, como se describe a continuación.

2.8.1.4. Notificación de novedades desde las entidades INT IP/REV

Con el objetivo de realizar la actualización y consolidación de la información, toda entidad INT IP/REV deberá enviar periódicamente al SiGT las actualizaciones que haya realizado en un determinado período de tiempo (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”). Estas actualizaciones



están relacionadas con la suscripción de nuevos contratos (activación de dispositivo TAG RFID), desactivación de dispositivos TAG RFID existentes, incluyendo desactivación por traspaso de propiedad del vehículo, y en particular, de los saldos asociados a las cuentas de usuario IP/REV.

Para esto, la entidad INT IP/REV debe estar autorizada para establecer comunicación con el SiGT y habilitado para enviarle información a través del canal de comunicaciones especificado (ver Capítulo 4 “Especificación de Requisitos de Hardware”).

2.8.1.5. Solicitud de información al SiGT

Con el fin de realizar la supervisión y control del sistema de operación de peajes en modalidad IP/REV, el personal autorizado del Ministerio de Transporte, o de cualquier entidad adscrita, podrá consultar la información requerida a través de la interfaz web del SiGT.

2.8.1.6. Notificación de novedades al SiGT

Personal autorizado de otras entidades adscritas al Ministerio de Transporte, podrán reportar novedades (p.e., nuevas plazas de peaje, nueva ubicación de los peajes y nuevos carriles IP/REV) a través de la interfaz web del SiGT.

2.8.1.7. Notificación de dispositivos TAG RFID exentos

El INVIAS deberá remitir al SiGT del Ministerio de Transporte la lista de dispositivos TAG RFID exentos de pago. Bajo este modelo, en las plazas de peaje se tendrá acceso a la lista de todos los vehículos exentos, descargada desde el SiGT por los OP IP/REV.

La adquisición e instalación del dispositivo TAG RFID para vehículo exento deberá seguir las indicaciones impuestas por INVIAS. Además, INVIAS será el encargado de la administración del dispositivo TAG RFID de los exentos de pago. El Ministerio de Transporte prevé un período de transición hacia el dispositivo TAG RFID, durante el cual el usuario deberá hacer uso de ambas tecnologías (TIE y dispositivo TAG RFID) hasta que todos los peajes pertenezcan al sistema IP/REV y se expida la modificación de las normas correspondientes.

2.8.1.8. Gestión de tarifas especiales

El Ministerio de Transporte establece el conjunto de requisitos que debe cumplir un usuario para acceder a una tarifa especial. El interesado debe entonces realizar una solicitud ante el concedente de la plaza de peaje (ANI, INVIAS o Entidad Territorial), y justificar que cumple con las condiciones para hacerse acreedor del beneficio (esto es, que reside en la vecindad, entre otras).



En la actualidad, un usuario que obtiene el beneficio de una tarifa especial en un punto de peaje se identifica en el carril manual por medio de una TIE o tarjeta inteligente, o cualquier otro medio expedido por el concedente respectivo, o por su concesionario, en caso de que así se haya acordado.

Con el sistema IP/REV propuesto, no se hará necesario el uso de una TIE por parte de los usuarios sino que estos al obtener el beneficio de tarifa especial emitido por el concedente respectivo, deberán ir al OP IP/REV de la plaza de peaje de interés y notificarle el beneficio recibido (mediante una resolución que portará el usuario y que deberá ser acogida por el OP IP/REV. En ese momento, el OP IP/REV deberá asociar en su base de datos local al usuario con la tarifa especial, y al momento en que éste transite por la respectiva plaza de peaje, el OP IP/REV debe reportar al SiGT el tipo de cobro “tarifa especial” (código definido en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”).

NOTA: cuando un concedente otorgue el beneficio de tarifa especial a un usuario que no tenga (y no suscriba) un contrato IP/REV, el usuario deberá portar un TIE o similar en su vehículo, igual que en la actualidad. El concedente notificará a sus concesionarios la lista de usuarios con tarifa especial, que no cuentan con sistema IP/REV.

2.8.1.9. Gestión de inconsistencias en la información

A continuación se presenta una serie de obligaciones a cargo de cada uno de los actores estratégicos del sistema IP/REV, las cuales deberán cumplirse con el objetivo de evitar inconsistencias:

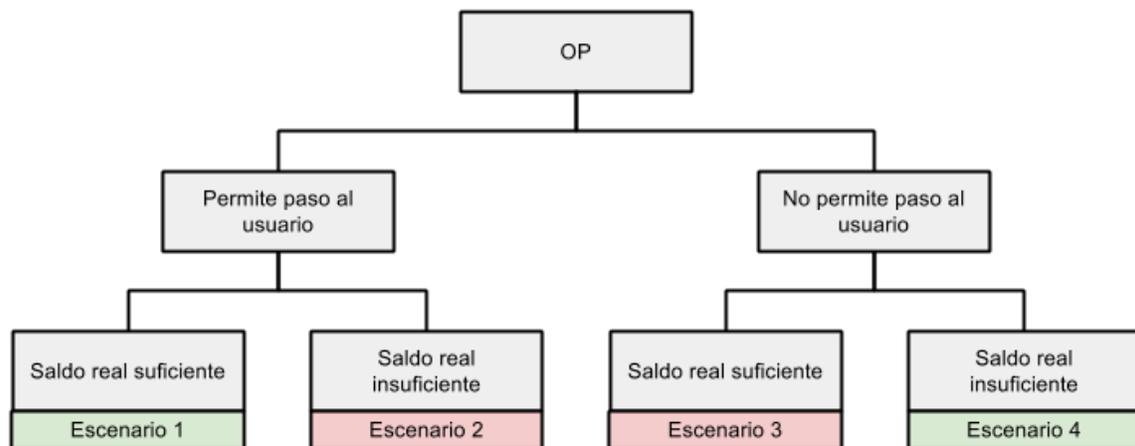
- La entidad INT IP/REV debe descargar del SiGT los cobros reportados por los OP IP/REV con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- La entidad INT IP/REV debe reportar al SiGT las novedades de saldos, con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- El OP IP/REV debe descargar del SiGT las novedades de saldos con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).
- El OP IP/REV debe reportar al SiGT las novedades de los cobros realizados por sus carriles IP/REV, con la periodicidad especificada por el Ministerio de Transporte (tiempo definido en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”).



- El INT IP/REV debe garantizar la comunicación con el SiGT a través de la redundancia en sus sistemas de información y canales de comunicación INT IP/REV-SiGT.
- El OP IP/REV debe garantizar la comunicación del COP con el SiGT a través de la redundancia en sus sistemas de información y canales de comunicación COP-SiGT.
- El Operador IP/REV (OP IP/REV) debe garantizar la comunicación del COP con la plaza de peaje y cada carril IP/REV a través de la redundancia en sus sistemas de información y canales de comunicación COP-Plaza de peaje-Carril IP/REV.
- El SiGT debe garantizar una disponibilidad del 99.98%.

En caso de que se incumpla alguna de las condiciones anteriores, debido a la caída de alguno de los sistemas de información involucrados o a fallas en los canales de comunicación; es posible que un OP IP/REV no cuente en el COP, con información actualizada al momento de permitir o no, el paso de un vehículo por un carril IP/REV (exclusivo o mixto), esto constituirá una inconsistencia. En la Figura 5 se presentan los cuatro escenarios posibles.

Figura 5. Cuatro escenarios posibles en la gestión de inconsistencias



Convenciones: ● No representa problema ● Sí representa problema

- **Escenario 1. Se permite el paso a un usuario IP/REV que tiene saldo real suficiente.** No presenta problema, ya que a pesar de que en el COP no se tiene la información actualizada, el funcionamiento es el correcto.



- **Escenario 2. Se permite el paso a un usuario IP/REV que tiene saldo real insuficiente.** Se trata de un usuario IP/REV que transita por un peaje sin tener saldo de respaldo para su uso. En este caso el OP IP/REV va a reportar un uso IP/REV como si fuera en condiciones normales. Esta opción deberá considerarse dentro de los contratos de adhesión a suscribirse para la prestación del servicio IP/REV entre el usuario IP/REV y el INT IP/REV, donde el usuario se hace responsable del pago de la tasa por el uso de la infraestructura vial, aun cuando el sistema se encuentre desactualizado u offline.

- **Escenario 3. No se permite el paso a un usuario IP/REV que tiene saldo real suficiente.** En este escenario no se permite el paso a un usuario IP/REV que cuenta con un saldo real suficiente, debido a la existencia de una inconsistencia; es decir, el OP IP/REV cuenta con información desactualizada en la que se indica que el dispositivo TAG RFID del usuario IP/REV está inactivo o que éste no cuenta con saldo suficiente para pasar por el peaje. Si el usuario IP/REV no dispone de dinero en efectivo suficiente³⁰, no podrá pasar el peaje a pesar de contar con un dispositivo TAG RFID en regla. En relación con esta situación, la única entidad con capacidad para tomar la decisión de dejar pasar al usuario IP/REV en ese momento es el OP IP/REV. Sin embargo, con el ánimo de garantizar la prestación del servicio IP/REV ininterrumpidamente al usuario IP/REV de la vía, esta situación debe estar contemplada en los contratos o convenios a suscribirse entre el INT IP/REV y el OP IP/REV, y entre el INT IP/REV y el usuario IP/REV, de tal manera que se respalde el pago de la tasa del peaje por el uso de la infraestructura vial por parte del usuario IP/REV, aun cuando el sistema se encuentre desactualizado u offline.

- **Escenario 4. No se permite el paso a un usuario IP/REV que tiene saldo real insuficiente.** No presenta problema, ya que a pesar de que en el COP no se tiene la información actualizada, el funcionamiento es el correcto.

2.8.1.10. Gestión de discrepancias en el cobro de la tasa de peaje

Cuando un vehículo hace uso de un carril IP/REV, es posible que la configuración del vehículo detectada por los sensores ubicados en la plaza de peaje y la categoría consultada a partir de la lectura del dispositivo TAG RFID en la base de datos (descargada desde el SiGT), sean diferentes. En este caso se presenta una discrepancia en el valor a cobrar por la tasa de peaje.

³⁰ En la actualidad, en el contrato que establecen usuario-concesión (p.e. FacilPass), está establecido que el usuario siempre debe contar con dinero en efectivo para el caso en que el recaudo electrónico falle. Sin embargo, esta situación sería inviable para el caso de empresas de transporte que reemplacen el uso efectivo por el dispositivo TAG RFID, debido al volumen y magnitud de sus transacciones.



Los operadores IP/REV (OP IP REV) deberán solucionar la discrepancia utilizando como criterio básico el tipo de contrato asociado al dispositivo TAG RFID (prepago, pago inmediato o pospago) de la siguiente forma:

- Contrato pospago o prepago con saldo suficiente
 - Si el contrato asociado al dispositivo TAG RFID es pospago, o es prepago y el usuario IP/REV dispone de saldo suficiente, el vehículo pasa y el OP IP/REV reporta al SiGT la mínima de las tarifas entre la detectada por los sensores y la asociada a la cuenta del usuario IP/REV del dispositivo TAG RFID. El SiGT reportará al INT IP/REV el cobro con la anotación de discrepancia³¹.
 - El OP IP/REV dispondrá de 24 horas para resolver la discrepancia y reportar la novedad al SiGT. Para esto el OP IP/REV realizará un proceso interno que puede involucrar la revisión del tiempo de paso por el carril IP/REV en la base datos, revisión del video correspondiente y cualquier otro mecanismo que considere apropiado. Podrá así determinar si el cobro ha sido el correcto o no.
 - Una vez el SiGT reciba la novedad de resolución de la discrepancia (esto es, un nuevo registro de cobro esta vez sin la anotación de discrepancia, con el mismo valor de cobro o actualizado con el valor máximo) reportará la novedad al INT IP/REV.
 - Si el cobro mínimo fue el correcto, el INT IP/REV solo tendrá que actualizar la anotación de discrepancia en el registro de cobro correspondiente en su base de datos.
 - Si el cobro mínimo no fue el correcto, el INT IP/REV deberá actualizar el saldo de la cuenta asociada al dispositivo TAG RFID de forma acorde.
 - Si después de 24 horas de haberse presentado la discrepancia el OP IP/REV no ha reportado su resolución, el SiGT reportará la resolución al INT IP/REV con el mismo valor cobrado, y el OP IP/REV pierde la posibilidad de cobrar la diferencia que pudiera existir.

³¹ Cuando se trate de un vehículo tipo tractocamión con cabezote y tráiler, en el contrato de adhesión para la prestación del servicio IP/REV a suscribirse entre el usuario y el INT IP/REV, se debe registrar la categoría del vehículo según la configuración que el usuario utilice en forma frecuente. Lo anterior, con el objeto de minimizar las discrepancias generadas por las diferencias entre la configuración detectada por los sensores y la registrada en la cuenta asociada con el dispositivo TAG RFID.



- En caso de que el usuario IP/REV dispute el cobro resultante, el OP IP/REV deberá proveer al INT IP/REV correspondiente³², la evidencia que sustente la tarifa final cobrada. Esta evidencia será la misma utilizada por el OP IP/REV cuando resolvió la discrepancia original. En caso de que el OP IP/REV no pueda aportar las evidencias, el INT IP/REV descontará de lo que debe transferir al OP IP/REV la diferencia del valor cobrado y no aceptado, y la acreditará a la cuenta o saldo del usuario IP/REV.
- **Contrato prepago sin saldo suficiente.** Si el contrato asociado al dispositivo TAG RFID es prepago y el usuario IP/REV no dispone de saldo, el usuario IP/REV deberá pagar en efectivo y para esto hará uso del mismo carril si este es mixto, o en caso de que haya ingresado por un carril IP/REV exclusivo será desviado a un carril de pago manual, en efectivo. De igual manera, en el contrato a suscribir entre el usuario IP/REV y el INT IP/REV, se pueden pactar pasos sin saldo amparados con las garantías que solicite el INT IP/REV al usuario IP/REV. Además, se debe especificar en el contrato a suscribir entre el usuario IP/REV y el INT IP/REV, el lapso de tiempo de activación de un nuevo dispositivo TAG RFID en el sistema, así como el lapso de tiempo en el que se hará efectiva una recarga.
- **Error de lectura de placa.** Dadas las posibilidades de error en el sistema de reconocimiento de placa (5% aproximadamente) se puede dar la situación en la que se realice la lectura del dispositivo TAG RFID, basándose en el TID del dispositivo TAG RFID se consulta su placa asociada desde la DB del COP, pero no es posible validar – automáticamente, al menos – que ésta coincida con la placa del vehículo. En este caso, el OP IP/REV deberá reportar el cobro con discrepancia y será el encargado de verificar manualmente la placa mediante revisión del video. Si a partir de la revisión, el OP IP/REV determina que la placa efectivamente coincide con la asociada al dispositivo TAG RFID, entonces deberá reportar la novedad de resolución de la discrepancia (sin cambio en el valor cobrado). Se debe destacar que es recomendable que la entidad INT IP/REV, dentro de los contratos para la prestación del servicio IP/REV, incluya cláusulas que contemplen sanciones administrativas por el uso indebido del dispositivo TAG RFID por parte del usuario IP/REV.
- **Discrepancia por diferencia de placa.** Dadas las posibilidades de error en el reconocimiento de placa (5% aproximadamente), se puede dar la situación en la que se realice la lectura del dispositivo TAG RFID, y con base en el TID del dispositivo TAG RFID se consulta su placa asociada desde la DB del COP. En el caso de que el OP IP/REV después de un proceso de verificación determine

³² Según los mecanismos y condiciones de contrato que establezca la concesión (OP IP/REV) y la entidad INT IP/REV.



que la placa leída no coincide con la asociada al dispositivo TAG RFID, deberá reportar la inconsistencia al SiGT para que el INT IP/REV incluya dicho dispositivo TAG RFID en la lista negra (véase definición al inicio del documento) y no se permita el paso del vehículo en otros carriles IP/REV.

A continuación, se presenta la matriz de obligaciones de los actores estratégicos (ver Tabla 7) en relación con la gestión de discrepancias:

Tabla 7. Matriz de obligaciones de los actores estratégicos en relación con la gestión de discrepancias

Obligación	Entidad Encargada			
	Carril IP/REV	OP IP/REV	SiGT	INT IP/REV
Identificar la discrepancia entre la categoría detectada por los sensores y la asociada al dispositivo TAG RFID en la base de datos.	X			
Determinar el tipo de contrato y saldo asociado al dispositivo TAG RFID con discrepancia, basados en esta información determinar si se levanta la talanquera o si se desvía el vehículo a un carril manual de pago en efectivo.	X			
Reportar la discrepancia detectada al OP IP/REV.	X			
Reportar el cobro con discrepancia al SiGT.		X		
Reportar el cobro con discrepancia al INT IP/REV asociado a la cuenta de usuario IP/REV (asociada a su vez al dispositivo TAG RFID).			X	
Con base en la información registrada en la base de datos, video capturado y demás información relevante (p.e., OCR), determinar si el cobro reportado ha sido el correcto o no.		X		
En un lapso menor a 24 horas, notificar al SiGT la resolución de la discrepancia, incluyendo el valor final a cobrar.		X		
Reportar la novedad de resolución de la discrepancia al INT IP/REV asociado a la cuenta de usuario IP/REV (asociada a su vez al dispositivo TAG RFID).			X	



Obligación	Entidad Encargada			
	Carril IP/REV	OP IP/REV	SiGT	INT IP/REV
Disponer del software necesario para la resolución automática de aquellas discrepancias que no sean notificadas como resueltas dentro del lapso definido por el Ministerio de Transporte.			X	
Desistir del cobro de la diferencia causada por las discrepancias que no sean notificadas como resueltas al SiGT en el tiempo definido por el Ministerio de Transporte.		X		
Actualizar y notificar al SiGT los saldos de aquellos usuarios IP/REV con cobros adicionales por motivo de resolución de discrepancias.				X

Posterior al proceso de gestión de discrepancias en el sistema, un usuario IP/REV podrá, eventualmente, realizar reclamos sobre cobros adicionales a través de los mecanismos que sean proporcionados por su entidad INT IP/REV y que estén contemplados en el contrato de adhesión. Estas reclamaciones serán supervisadas y resueltas mediante el Sistema de Gestión de Disputas – SiGD que será definido por el Ministerio de Transporte. A continuación se presenta la Tabla 8 con las obligaciones identificadas de cada uno de los actores estratégicos involucrados:

Tabla 8. Matriz de obligaciones en relación con la gestión de discrepancias

Actor	Obligación
Usuario del dispositivo TAG RFID	Basado en el reporte de cobros provisto periódicamente por su entidad INT IP/REV, el usuario IP/REV debe notificar las inconformidades sobre cobros realizados por pasos en carriles IP/REV, en un período menor al especificado por Ministerio de Transporte para tal fin.
Intermediador (INT IP/REV)	Proveer los mecanismos necesarios (atención personal o telefónica, página web, aplicación móvil) para que sus usuarios IP/REV puedan presentar reclamos relacionados con el cobro de tasas de peaje.
	Solicitar a la concesión correspondiente los soportes (registros de base de datos, video, reconocimiento de placa) que sustenten un cobro, realizado a un dispositivo TAG RFID en particular, en una fecha y hora, plaza de peaje y carril IP/REV en específico.



	Con base en información que reside en su base de datos (propia y descargada del SiGT) y la información provista por el OP IP/REV correspondiente, el INT IP/REV deberá notificar al usuario IP/REV la veracidad del cobro y transferir el monto adicional al OP IP/REV.
Concesionario (OP IP/REV)	Proveer los mecanismos necesarios para que las diferentes entidades intermediadoras (INT) puedan solicitar los soportes asociados con un cobro en particular (dispositivo TAG RFID, fecha y hora, plaza de peaje, carril IP/REV).
	Convenir con las entidades intermediadoras (INT IP/REV) los protocolos, lapsos de tiempo y mecanismos anteriores.
	Proveer, dentro del tiempo convenido con las entidades intermediadoras (INT IP/REV), la información de soporte que le sea solicitada.
	Si el concesionario no provee a la entidad INT IP/REV la información que soporte un cobro en particular dentro del tiempo convenido con la misma, la entidad INT IP/REV estará en capacidad de devolver al usuario IP/REV el cobro adicional reportado por el OP IP/REV y de descontar este valor del monto a transferir al OP IP/REV.

2.8.1.11. Gestión de disputas por el cobro de la tasa de peaje

Cualquier usuario IP/REV podrá disputar el cobro de una tasa de peaje en particular. Este reclamo lo realizará ante la entidad INT IP/REV con la cual ha firmado el contrato de adhesión y estas reclamaciones serán supervisadas y resueltas mediante el Sistema de Gestión de Disputas - SiGD. En todo caso, el usuario IP/REV podrá acudir a la entidad competente en materia de protección al consumidor.

Para resolver la disputa se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Al recibir el reporte de cobros por tasa de peaje, el usuario IP/REV decide presentar una queja a su INT IP/REV por uno o más cobros por los pasos de peajes con los que esté en desacuerdo.
- Utilizando el canal de comunicación habilitado por el INT IP/REV, el usuario IP/REV realiza una solicitud de disputa de los cobros en cuestión. Pasado el plazo que definirá el Ministerio de Transporte, el usuario IP/REV ya no podrá disputar los cobros.
- La entidad INT IP/REV reporta las disputas al SiGD, generando un nuevo caso con su respectivo identificador.
- Periódicamente, el OP IP/REV deberá descargar las disputas que hay en el SiGD que corresponden a sus plazas de peaje.



- El OP IP/REV dispondrá de un plazo que definirá el Ministerio de Transporte para analizar la información de soporte (transacción en DB, placa detectada, video). Una vez esto ocurra, se pueden presentar los siguientes escenarios:
 - **Escenario 1. El OP IP/REV detecta que efectivamente el cobro realizado al usuario IP/REV no fue el correcto.** Lo notifica al INT IP/REV a través del SiGD, quien devuelve el saldo a favor del usuario IP/REV y lo descuenta de la siguiente transferencia de dinero al OP IP/REV correspondiente. Resuelta la disputa, se realiza la correspondiente notificación al SiGD por parte del INT IP/REV.
 - **Escenario 2. El OP IP/REV detecta que el cobro realizado al usuario IP/REV fue el correcto, pero no aporta las pruebas.** Lo notifica al INT IP/REV a través del SiGD. En caso de no aportar las pruebas o de no notificar la respuesta dentro del plazo estipulado, el INT IP/REV procede igual que en el escenario 1.
 - **Escenario 3. El OP IP/REV detecta que el cobro realizado al usuario IP/REV fue el correcto y aporta las pruebas.** Lo notifica al INT IP/REV a través del SiGD, proporcionando la URL para acceder a las pruebas. El INT IP/REV niega la disputa del usuario IP/REV y pone a su disposición la URL publicada por el OP IP/REV para visualizar la información de soporte (imágenes, video). El INT IP/REV notifica al SiGD que el caso ha sido resuelto.
- En caso de que la entidad INT IP/REV y el OP IP/REV no acuerden una solución a la disputa, el Ministerio de Transporte, como administrador del sistema IP/REV, podrá intervenir en la resolución de la misma.

2.8.2. Comportamientos antijurídicos

En esta sección de escenarios se ilustran las conductas antijurídicas objeto de regulación, identificadas en un primer acercamiento al IP/REV. Los escenarios son descritos y además representados mediante su diagrama de flujo.

2.8.2.1. Paso por un punto de IP/REV sin dispositivo TAG RFID

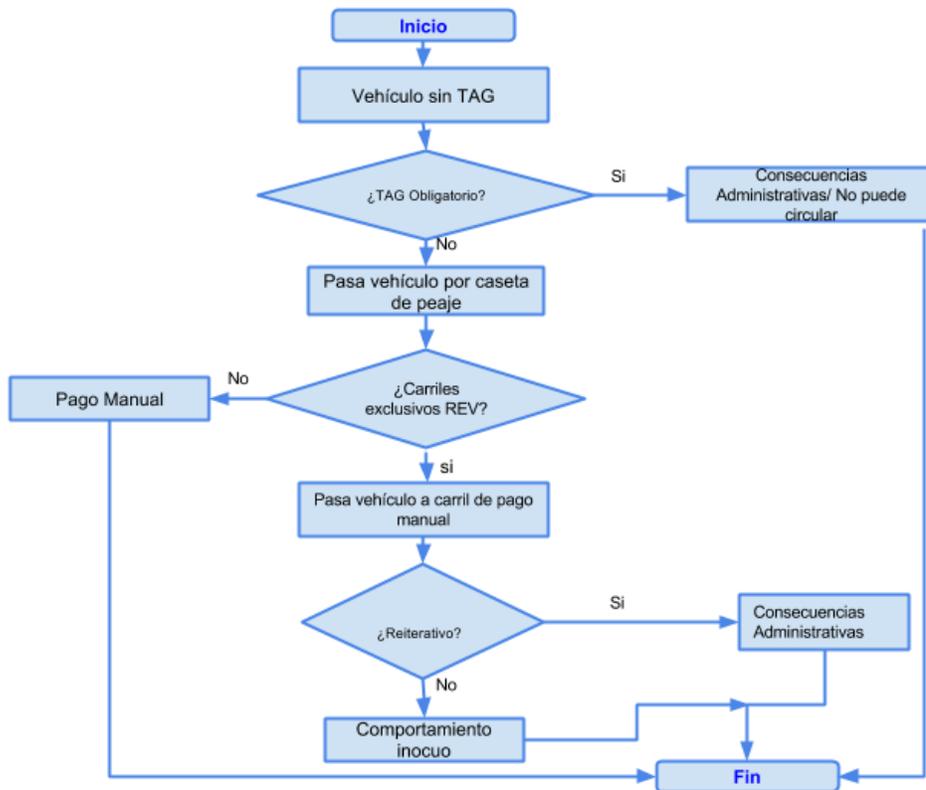
Este comportamiento se describe como el derivado del paso del vehículo sin un dispositivo TAG RFID activo, en este sentido, las consecuencias de la tipificación de la conducta por parte del usuario IP/REV del peaje son más o menos severas dependiendo de la obligatoriedad del uso del dispositivo TAG RFID por parte del dueño del vehículo y de la reincidencia de su comportamiento, teniendo en cuenta como una de las variables a presentarse la existencia de un carril IP/REV



exclusivo para el pago con dispositivo TAG RFID. La Figura 6 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

En este caso, se debe acudir a lo regulado por el Art. 131 del Código Nacional de Tránsito Terrestre, que contempla con una infracción de tránsito el : “C.3. *Bloquear una calzada o intersección con un vehículo, salvo cuando el bloqueo obedezca a la ocurrencia de un accidente de tránsito*”.

Figura 6. Paso por un punto de IP/REV sin dispositivo TAG RFID³³

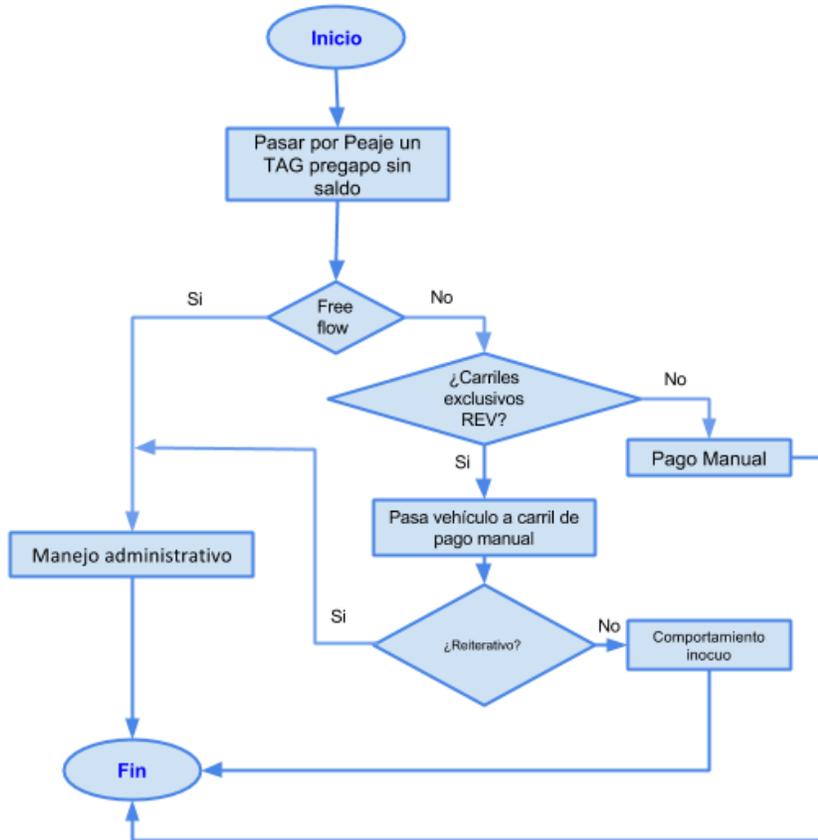


2.8.2.2. Paso por un punto de IP/REV sin saldo en la cuenta

Este comportamiento parte de la existencia de un dispositivo TAG RFID asociado al usuario IP/REV del vehículo, el cual no cuenta con el saldo necesario para pagar lo correspondiente al peaje, esta opción solo es válida en el modelo comercial prepago, debido a que en el modelo pospago no se maneja por saldo, sino de habilitación del dispositivo TAG RFID. La Figura 7 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

³³ En el diagrama de flujo el comportamiento inocuo (que no hace daño) se determina cuando el comportamiento descrito en el diagrama arroja un comportamiento sin relevancia jurídica.

Figura 7. Paso por un punto de IP/REV sin saldo en la cuenta³⁴

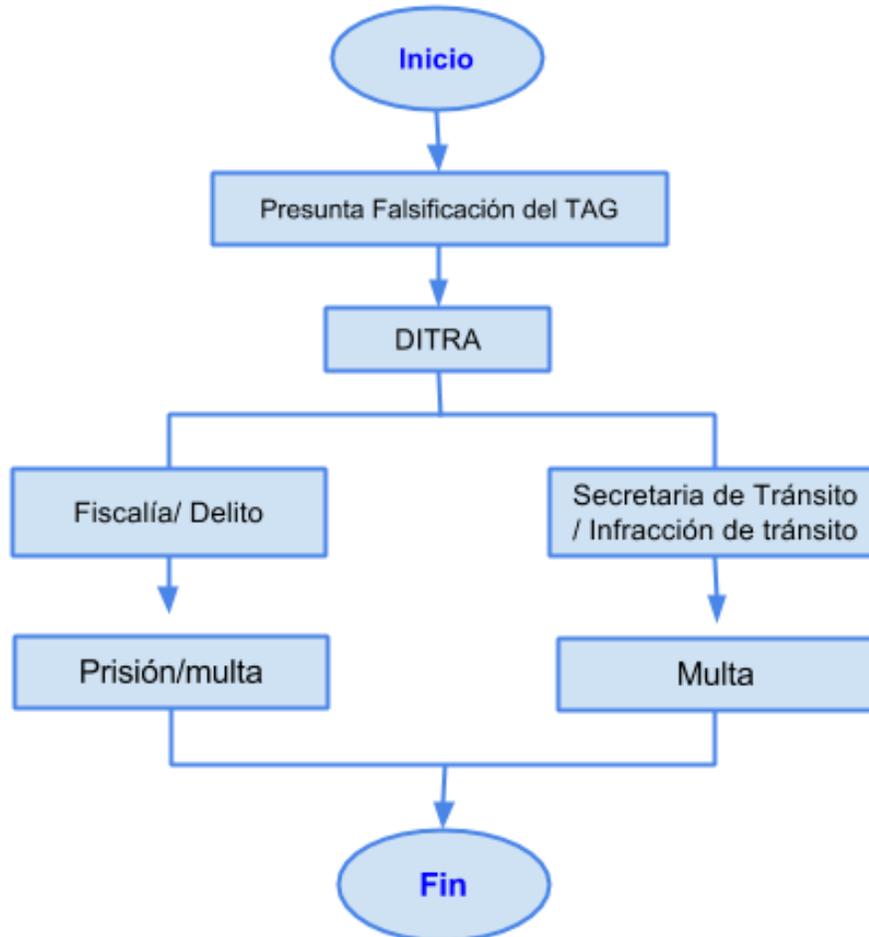


2.8.2.3. Presunta falsificación o clonación del dispositivo TAG RFID

Este tipo de conducta se tipifica cuando un usuario IP/REV es sorprendido con un dispositivo TAG RFID modificado, alterado y, en todo caso, con información presuntamente falsa. De igual manera, la clonación de un dispositivo TAG RFID podría subsumirse en la conducta de presunta falsedad del dispositivo TAG RFID, debido a que en la práctica es la elaboración de un dispositivo TAG RFID, partiendo de una auténtica, asumiendo o suplantando a la persona que tiene la autorización legítima para el uso del adminículo, configurando de esta manera una presunta falsedad. La Figura 8 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

³⁴ En el diagrama de flujo el comportamiento inocuo (que no hace daño) se determina cuando el comportamiento descrito en el diagrama arroja un comportamiento sin relevancia jurídica.

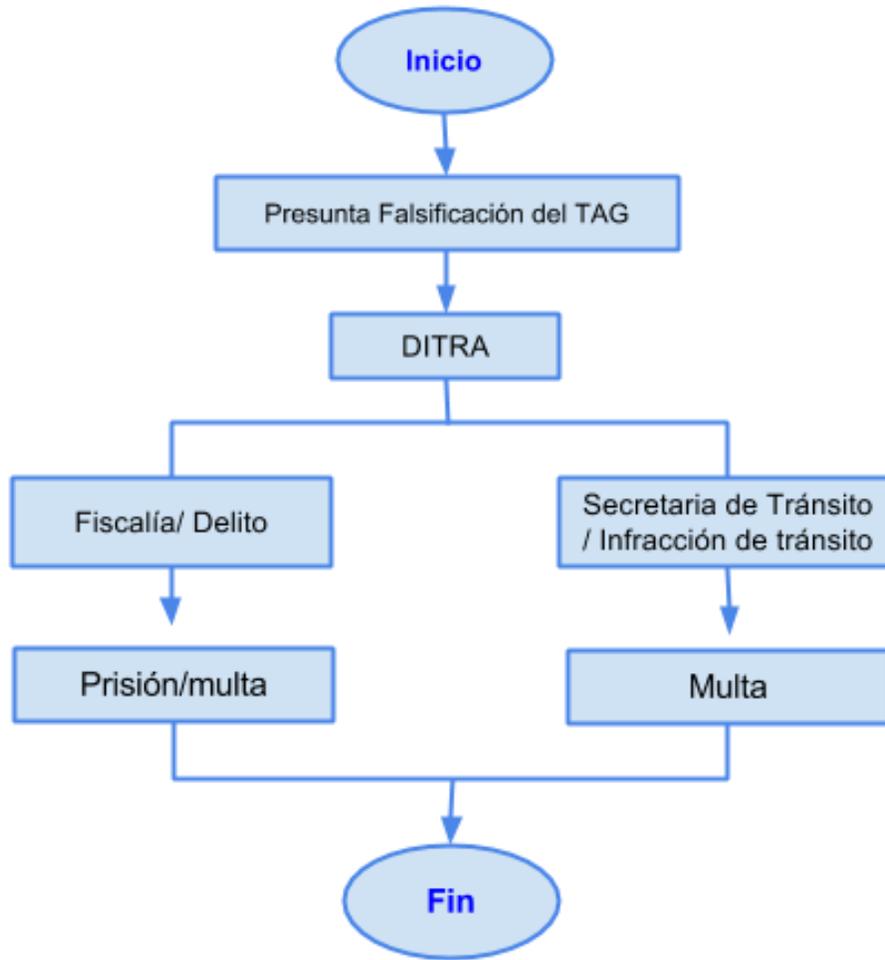
Figura 8. Falsificación / Clonación de un dispositivo TAG RFID



2.8.2.4. Emulación del dispositivo TAG RFID

Este tipo de conducta parte de la utilización de un medio alternativo para transmitir información para el pago del peaje, esta conducta podría ser objeto de regulación teniendo en cuenta su incidencia en el adecuado desarrollo del sistema IP/REV. La Figura 9 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.

Figura 9. Emulación de un dispositivo TAG RFID

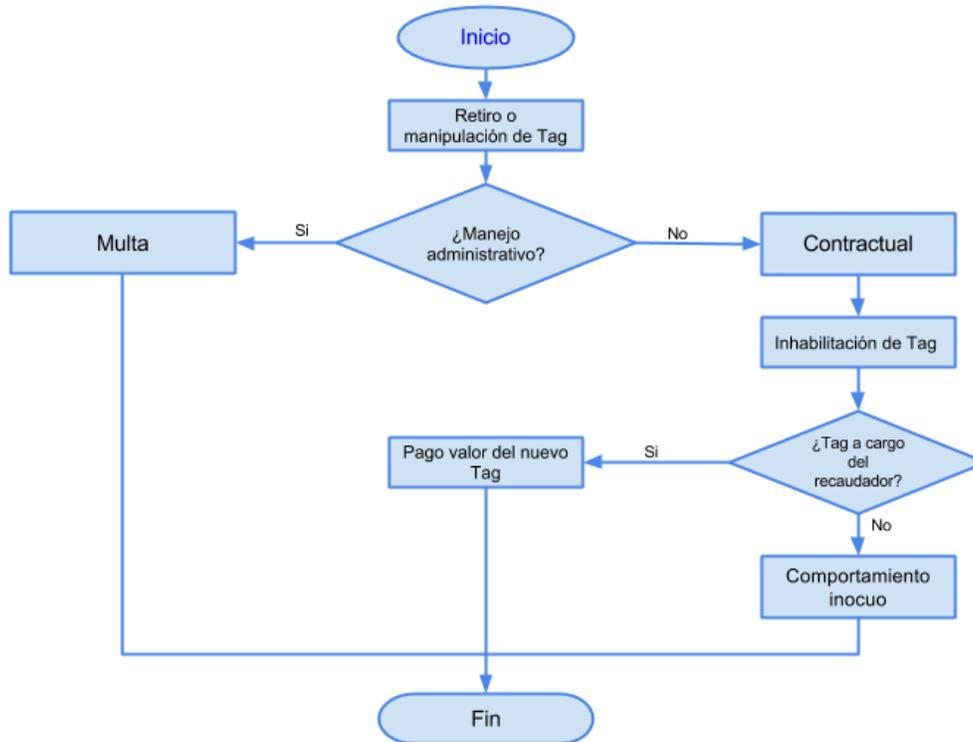


2.8.2.5. Remoción o manipulación del dispositivo TAG RFID sin permiso

Este tipo de conducta puede ser regulada desde el punto de vista contractual, dependiendo del modelo a implementar (valor del dispositivo TAG RFID a cargo del concesionario, o a cargo del usuario IP/REV) la conducta generaría sobrecostos en la operación que serían endilgables al usuario IP/REV. Asimismo, el dispositivo TAG RFID como fuente de información y medio de pago, se debe inhabilitar al momento en que se manipule por terceros no autorizados. La Figura 10 presenta el diagrama de flujo de este comportamiento antijurídico.



Figura 10. Remoción o manipulación del dispositivo TAG RFID sin permiso³⁵



2.9. Plan de Validación del Concepto de Operación Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV)

A continuación se presenta lo relacionado con el plan de validación

2.9.1. ALCANCE

Esta sección describe el alcance del documento y presenta la descripción general del sistema propuesto con la visión y objetivos del mismo.

Se realiza la aclaración respecto a que los elementos incluidos en el sistema propuesto se encuentran acorde con las observaciones y sugerencias obtenidas de reuniones con entidades del estado, operadores, concesionarios, entidades financieras y proveedores de tecnología para peajes.

2.9.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO

El documento lista las medidas de desempeño y su aceptación definida para el sistema, con el fin de validar el funcionamiento esperado del sistema para la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV).

³⁵ En el diagrama de flujo el comportamiento inocuo (que no hace daño) se determina cuando el comportamiento descrito en el diagrama arroja un comportamiento sin relevancia jurídica.



2.9.1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

En el desarrollo de este capítulo se presenta un sistema para el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), mediante el cual un usuario IP/REV de la red vial podrá circular por todo el territorio nacional, pasando por los diferentes peajes sin detenerse por completo, y con un único dispositivo en su vehículo. Teniendo en cuenta que en las diferentes regiones del país los peajes son operados, directa o indirectamente, por diferentes concesiones viales, lo anterior requerirá un modelo de funcionamiento que garantice la interoperabilidad. Este modelo permitirá la Interoperabilidad de Peajes (IP) y también se describe en el capítulo 2.

2.9.1.3. VISIÓN Y OBJETIVOS DEL SISTEMA

A continuación se presenta la visión general y objetivos del sistema propuesto para la Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular en Colombia (IP/REV).

2.9.1.3.1. Visión del sistema

El Ministerio de Transporte planea que en los próximos años, cuando todos los peajes sean interoperables, cualquier usuario pueda pagar electrónicamente la tasa de peaje en cualquier parte del territorio nacional, con un único dispositivo a bordo, y asociado a un único contrato de prestación de servicios.

Para tal efecto, el usuario IP/REV suscribirá un contrato de adhesión con una entidad INT IP/REV, debidamente habilitada para este fin. El contrato podrá tener las siguientes modalidades:

- **Prepago simple:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID sin estar amparado por un producto financiero, haciendo una recarga mínima (definida en su contrato), utilizando dicho dispositivo hasta que se haga necesaria realizar una nueva recarga. Estos dineros captados deberán estar en una entidad vigilada por la Superintendencia Financiera de Colombia. En todo caso, los dineros captados a los usuarios que utilicen una cuenta IP/REV de prepago simple, solo podrán hacer egreso en el momento del uso de los peajes IP/REV por parte del usuario.
- **Prepago con cargo recurrente:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID indicando sus datos de facturación, además el límite que desee recargar con cargo a su tarjeta de crédito u otro producto financiero, y dicha recarga (\$10.000, \$15.000, \$20.000 por ejemplo) será automática una vez que el saldo restante llegue a un valor predeterminado por el usuario. En este caso el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación y el uso del dispositivo TAG RFID..



- **Pago Inmediato:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID cargando inmediatamente el costo de los pasos a su tarjeta de crédito u otro producto financiero en el momento del uso del peaje IP/REV. En este caso específico, el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación y uso del dispositivo TAG RFID.
- **Pospago:** El INT IP/REV activa al usuario un dispositivo TAG RFID cargando el costo de los pasos a su tarjeta de crédito u otro producto financiero después de un periodo determinado. En este caso específico, el usuario debe contar con un producto financiero que respalde la activación y uso del dispositivo TAG RFID.

Una vez suscrito el contrato, la entidad INT IP/REV entregará al usuario IP/REV una etiqueta RFID autoadhesiva, que este deberá pegar en el parabrisas de su vehículo. Al pasar por un carril IP/REV, el lector RFID instalado en la infraestructura del carril IP/REV detectará el TID del dispositivo TAG RFID (número único en el mundo) y con base en esta información, y con base en la configuración del vehículo detectada por tecnologías de apoyo, se determinará la categoría del vehículo, y por lo tanto, la tasa a cobrar. La tasa cobrada por el OP IP/REV será reportada a la entidad INT IP/REV activadora del dispositivo TAG RFID, que actualizará el saldo de la cuenta asociada a la misma, y transferirá el valor correspondiente al Operador IP/REV (OP IP/REV) del peaje o al que él designe.

2.9.1.3.2. Objetivo general del sistema

Implementar un mecanismo a nivel nacional que permita a cualquier usuario IP/REV con un contrato USUARIO IP/REV - INTERMEDIADOR IP/REV, pagar electrónicamente la tasa de peaje sin la demora asociada al pago en efectivo en carriles manuales; y permitir a cualquier Operador IP/REV (OP IP/REV) de peajes, recibir el pago correspondiente sin importar el Intermediador IP/REV con el que el usuario IP/REV tenga suscrito el contrato.

2.9.1.3.3. Objetivos específicos del sistema

- Disminuir el tiempo de paso de los vehículos por los peajes.
- Facilitar las actividades de supervisión de las condiciones acordadas dentro del contrato de concesión de vías.
- Mejorar el servicio al cliente de los usuarios de la red de peajes.
- Optimizar el proceso de cobro de tasa de peaje y reducir el costo de operación, a través del uso de la tecnología.



- Implementar un mecanismo de interoperabilidad basado en la aplicación de estándares ITS internacionales a la operación del sistema de IP/REV, entre ellos ISO 17573:2010, ISO 17575:2011, e ISO 16410:2012.
- Garantizar que los concesionarios viales perciban de manera oportuna todos los pagos de tipo IP/REV ocasionados en sus peajes.
- Disminuir el manejo de dinero en efectivo para el pago de las tasas de peaje.

2.9.2. VALIDACIÓN DE LAS CONDICIONES PARA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

A partir de los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas con los actores estratégicos, se identificaron una serie de condiciones que garantizarán la correcta operación del sistema. Para la validación de las condiciones del sistema, se realizaron dos reuniones junto con el Ministerio de Transporte, INVIAS y ANI.

Estas sesiones de iteración permitieron ajustar en este capítulo las condiciones para la Operación, que están descritas en la sección 2.5.2. del documento de Concepto de Operación, de acuerdo a los procedimientos y normativas de las entidades gubernamentales.

2.9.3. MEDIDAS DE DESEMPEÑO DE LA DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA IP/REV

Las medidas de desempeño son aquellas métricas definidas para el sistema, con el fin de evaluar que su funcionamiento es el correcto. El criterio que se toma en cuenta para medir el funcionamiento del sistema es la presencia de los elementos que lo componen y que el desempeño esperado por cada elemento se cumpla. La evaluación se podrá realizar al verificar el cumplimiento de cada desempeño esperado de los elementos descritos.

A continuación, se listan los elementos a ser medidos (véase Tabla 9) de acuerdo al orden en que fueron desarrollados en el documento de Concepto de Operación, y su descripción. Por cada elemento, se establece el desempeño esperado y de su cumplimiento (calificado con SÍ / NO) dependerá la aceptación del sistema en su desarrollo y al final de su implementación:



Tabla 9. Medidas de desempeño de la descripción general del sistema

#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
1	Topología de comunicación del sistema	IP/REV utiliza una topología de comunicación tipo estrella, que minimiza el número de conexiones entre los actores y garantiza la escalabilidad del modelo.	El sistema IP/REV cuenta con el SiGT, que centraliza la información de los actores estratégicos y se identifica en el centro de la topología de red tipo estrella.	SÍ / NO
2	Implementación de Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT)	El SiGT asegura el intercambio de información y gestión de las transacciones entre todos los actores estratégicos.	El SiGP actúa como mediador entre los OP IP/REV, los INT IP/REV y todas las otras entidades (previamente autorizadas por parte del Ministerio de Transporte) que provean o necesiten información relacionada con la operación de los peajes.	SÍ / NO

A partir de la secuencia de actividades para el funcionamiento del sistema IP/REV, se establecen las siguientes medidas (véase Tabla 10)

Tabla 10. Medidas de desempeño de las actividades para el funcionamiento del sistema

#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
1	Proceso de habilitación de INT IP/REV	Abarca los criterios y el proceso de habilitación para INT IP/REV definido por MT	La entidad intermediadora es habilitada como INT al cumplir con el proceso definido por el MT.	SÍ / NO
2	Proceso de habilitación de COP	Abarca los criterios y el proceso de habilitación para COP definido por MT	El centro operativo de la concesión es habilitado como COP al cumplir con el proceso definido por el MT.	SÍ / NO
3	Suscripción de contrato COP – INT IP/REV	Relación comercial suscrita entre las concesión de peaje u OP IP/REV y los INT IP/REV.	Cada concesión de peaje (con carriles IP/REV) debe suscribir un contrato o convenio, con los INT IP/REV o las Redes que cumplan todos los requisitos para su habilitación.	SÍ / NO



#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
4	Suscripción de contrato INT IP/REV – Usuario	Relación comercial suscrita entre un INT IP/REV y una persona natural o jurídica. Puede ser en modo prepago o pospago.	El propietario de un vehículo adquiere un dispositivo TAG RFID mediante un contrato con un INT IP/REV autorizado.	SÍ / NO
5	Activación del dispositivo TAG RFID	Definición del proceso para la activación de un dispositivo TAG RFID.	Cuando un usuario IP/REV se registra ante un INT IP/REV, debe proveer la información relacionada con el vehículo de su propiedad (p.e., tarjeta de propiedad del vehículo). La entidad INT IP/REV valida la información del vehículo con los documentos aportados por el usuario IP/REV y realiza la activación del dispositivo TAG RFID.	SÍ / NO
6	Inicio de funcionamiento o del dispositivo TAG RFID	De acuerdo con las condiciones definidas en la suscripción del contrato INT IP/REV - Usuario, se establecerán los periodos y detalles de inicio de funcionamiento del dispositivo TAG RFID en el sistema IP/REV.	El usuario IP/REV instala el dispositivo TAG RFID en su vehículo y queda en capacidad de transitar por los peajes que cuenten con carril IP/REV a nivel nacional.	SÍ / NO
7	Ingreso y actualización de los dispositivos TAG RFID en el sistema IP/REV	Proceso de envío de información de los dispositivos TAG RFID a la base de datos del SiGT, posterior a su activación en el INT IP/REV.	La entidad INT IP/REV envía al SiGT la información de los dispositivos TAG RFID activados, los tipos de contrato correspondientes, y los saldos asociados.	SÍ / NO



#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
8	Actualización de base de datos de los OP IP/REV	Proceso interno de los OP IP/REV y previo a la lectura de los dispositivo TAG RFID del sistema IP/REV, para garantizar la información actualizada en el COP y a nivel de carril IP/REV.	Los OP IP/REV actualizan los dispositivos TAG RFID en su base de datos, a partir de la información descargada del SiGT.	SÍ / NO
9	Identificación de la configuración del vehículo	Proceso definido para la identificación automática de la configuración del vehículo.	Cuando un vehículo se acerca a un carril IP/REV se realiza la lectura del dispositivo TAG RFID, la placa del vehículo, y se detecta la configuración del mismo a través de los sensores del carril IP/REV.	SÍ / NO
10	Definición de la tarifa a cobrar por paso de vehículo	Posterior a la identificación de la configuración del vehículo, se debe definir la tarifa a cobrar a cada vehículo que transita por el carril IP/REV del peaje.	Se consulta la base de datos de carril IP/REV, se obtiene la categoría registrada para dicho vehículo, y de acuerdo a ésta y a la configuración detectada, se define la tarifa a cobrar.	SÍ / NO
11	Envío de pasos de vehículos y tarifas asociadas	Proceso interno de los OP IP/REV que garantiza la centralización de la información de pasos y tarifas asociadas a los mismos.	Desde la plaza de peaje el OP IP/REV envía al COP la información de los pasos realizados y las tarifas correspondientes.	SÍ / NO
12	Reporte de pasos de los dispositivo TAG RFID en el sistema IP/REV	Proceso de envío de información de los pasos y tarifas asociadas a los pasos de los vehículos con dispositivo TAG RFID por carriles IP/REV.	El OP IP/REV desde su base de datos (COP) envía al SiGT, el reporte de los pasos realizados y las tarifas asociadas.	SÍ / NO
13	Almacenamiento de pasos de los dispositivo TAG RFID en el sistema IP/REV	Funcionalidad definida para el SiGT, a partir de los reportes de pasos enviados por los COP.	El SiGT almacena los reportes de pasos y tarifas en su base de datos.	SÍ / NO



#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
14	Descarga desde los INT IP/REV de información de pasos y tarifas reportadas	Los INT IP/REV descargan información relacionada con los pasos y tarifas asociadas desde el SiGT.	Los INT IP/REV descargan del SiGT la información relacionada con los pasos y tarifas reportadas por los OP IP/REV (y que corresponden a dispositivos TAG RFID activados por la entidad).	SÍ / NO
15	Actualización de saldos en los INT IP/REV	Proceso interno que se desarrolla en el INT IP/REV, de acuerdo con la información descargada desde el SiGT.	Los INT IP/REV actualizan los saldos de las cuentas asociadas a cada TID reportado.	SÍ / NO
16	Recargas de usuarios IP/REV	Procesos que deben ser definidos mediante la suscripción de contrato entre los INT IP/REV y los usuarios IP/REV.	Los usuarios IP/REV pueden realizar recargas (contrato prepago) o pagos (contrato pago inmediato o pospago) de la cuenta asociada al dispositivo TAG RFID, a través de los canales definidos por el INT IP/REV (personales, electrónicos).	SÍ / NO
17	Actualización de los dispositivos TAG RFID y sus saldos en el sistema IP/REV	Amplía el descrito en "Ingreso y actualización de los dispositivos TAG RFID en el sistema IP/REV"	Los INT IP/REV actualizan las listas de saldos y las envían al SiGT, junto con las novedades relacionadas (activación de nuevas dispositivo TAG RFID, dispositivos TAG RFID inactivados –p.e., mora–, o dadas de baja –p.e., traspaso de propiedad del vehículo–), para la posterior descarga por parte de los OP IP/REV.	SÍ / NO



#	Elemento	Descripción del elemento	Desempeño esperado	¿Cumple?
18	Cobro de los pasos a los INT IP/REV	Proceso que debe ser definido en el contrato suscrito entre los INT IP/REV y los OP IP/REV.	Los operadores IP/REV (OP IP/REV) pasan su cuenta de cobro correspondiente a cada INT IP/REV del sistema, utilizando el mecanismo y la frecuencia que esté estipulado en el contrato privado INT IP/REV-OP IP/REV.	SÍ / NO
19	Pago de los cobros registrados en el sistema IP/REV	A partir de la información descargada desde el SiGT y sus contratos con los OP IP/REV, los INT IP/REV deben pagar los cobros registrados en el sistema IP/REV a cada OP IP/REV.	El INT IP/REV realiza el pago de los cobros registrados a los operadores IP/REV (OP IP/REV) de peaje mediante el método (p.e., transferencia bancaria) y con la frecuencia que hayan estipulado en el contrato privado INT IP/REV-OP IP/REV.	SÍ / NO

2.10. CONCLUSIONES

Este capítulo presentó el Concepto de Operación del Sistema de Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular para Colombia (IP/REV). Este documento ha sido elaborado a partir de las necesidades identificadas con los actores estratégicos del sistema, reflejando, principalmente, el objetivo del Ministerio de Transporte con la implementación de diferentes Sistemas Inteligentes de Infraestructura, Tránsito y Transporte ITS (SIT). En ese sentido, el Ministerio de Transporte implementará el Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte (SINITT), y el SiGT será un subsistema de este.

La definición del sistema IP/REV propuesto se basa en la norma internacional ISO/IEC 18000-63, acogida por el Gobierno Nacional. Esta norma da lineamiento al ámbito IP/REV para Colombia y se relaciona con el modelo general de interoperabilidad adoptado por el Ministerio de Transporte. Allí se evidencia que cada par INT IP/REV - OP IP/REV efectúa las transacciones necesarias para realizar los cobros/pagos sin que exista una cámara de compensación centralizada.

De acuerdo a lo identificado, se determinó que la mejor opción para desplegar en el contexto nacional el IP/REV es la implementación del sistema IP/REV, para ello,



se hace necesaria la creación del Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT) que tiene como objetivo asegurar el intercambio de la información entre los INT IP/REV y los OP IP/REV y a su vez, tiene la capacidad de gestionar las transacciones que conlleva este intercambio de información. Lo inmediatamente anterior minimiza el número de conexiones entre estos y garantiza la escalabilidad del modelo sin costo adicional para los INT IP/REV y los OP IP/REV.

Los escenarios en los cuales ocurre intercambio de información de los diferentes actores estratégicos con el SiGT son la actualización de la base de datos de los COP, la notificación de novedades desde los COP, la actualización de la base de datos de las entidades INT IP/REV, la notificación de novedades desde las entidades INT IP/REV, la solicitud de información al SiGT por personal autorizado del Ministerio de Transporte o de cualquier entidad adscrita; y la notificación de novedades al SiGT por parte de estos mismos actores estratégicos.

La información que gestiona el SiGT, es la generada por los INT IP/REV y los OP IP/REV y corresponde únicamente a las transacciones que se generan de la actividad de estos en el sistema IP/REV (no circulará dinero). De esta manera, se identifican dos tipos de información. Por un lado, la información relacionada con los dispositivo TAG RFID activados por los INT IP/REV, y por el otro, la información acorde a los cobros de la tasa de peaje realizados por los OP IP/REV.

Como complemento a la operación del SiGT se propone la creación de un sistema que permita la resolución de las posibles disputas entre los INT IP/REV y los OP IP/REV por la tasa de peaje cobrada a un usuario IP/REV. Este sistema se denomina Sistema para la Gestión de Disputas SiGD y será definido posteriormente por el Ministerio de Transporte.

Se presentó el plan de validación para el CONOPS que cuenta con los elementos necesarios que permiten validarlo.

Por último se destaca la utilización de estándares del comité técnico de ITS (TC 204) para generar soluciones que propendan a la convergencia de servicios ITS.



MINTRANSPORTE



3. CAPÍTULO 3: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SOFTWARE (ERS) - Sistema de interoperabilidad de peajes y recaudo electrónico vehicular (IP/REV) para Colombia

Ministerio de Transporte
Octubre de 2015



3.1. GENERALIDADES

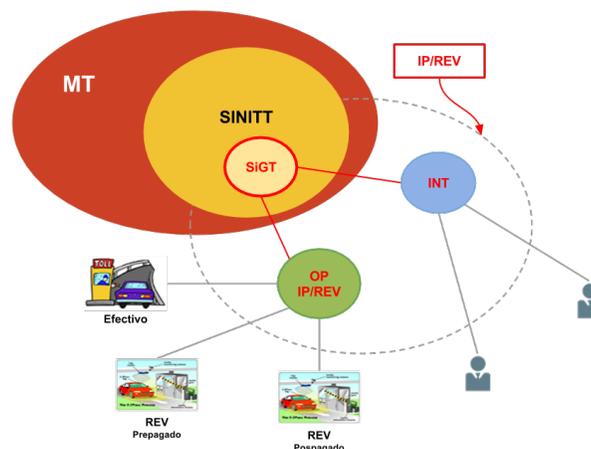
De acuerdo a la visión descrita en el Capítulo 2 “Concepto de Operación” del presente documento y con el objetivo de lograr la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular, se requiere la implementación de un **Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT)**.

Este sistema hará parte del sistema de información del Ministerio (Sistema Inteligente Nacional para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte - SINITT), y actuará como sistema de intercambio de información entre los Centros de Operación de Peajes (COP) y las Entidades Intermediadoras (INT), como se muestra en la Figura 11.

De esta forma, los OP IP/REV podrán reportar los pasos por carriles con IP/REV y los INT IP/REV, a su vez, podrán reportar las novedades (estado de los dispositivos TAG RFID, actualización de saldos) de las cuentas asociadas a los dispositivos TAG RFID a bordo de los vehículos. Esto último es importante para el funcionamiento del sistema IP/REV y, en particular, es fundamental en contratos con modalidad prepago, ya que los OP IP/REV deben verificar el saldo del usuario al momento en que éste ingresa al carril de peaje.

El presente capítulo de ERS se limita a la especificación de los requisitos funcionales y de calidad (no funcionales) relacionados con el sistema IP/REV, con el fin de garantizar la interoperabilidad de peajes en Colombia. Otros requisitos del SiGT, del SI de los COP y del SI de los INT IP/REV, tales como aquellos relacionados con su administración, mantenimiento y auditoría, requieren un proceso de análisis de sistemas (SyRS) y de software (SRS) que están por fuera del alcance del presente capítulo.

Figura 11 Esquema de relación del SINITT con los SI de las entidades involucradas en el sistema IP/REV



3.2. ALCANCE DEL CAPÍTULO

El propósito fundamental de este capítulo es presentar la especificación de los requisitos de software del sistema “Interoperabilidad de Peajes y Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV)”, el cual tiene como actores estratégicos principales al Sistema de Gestión de Transacciones (SiGT) del MT, los SI de los INT IP/REV y los SI de los COP. Se presentan también las relaciones existentes entre el SiGT y los demás actores estratégicos que componen el sistema IP/REV.

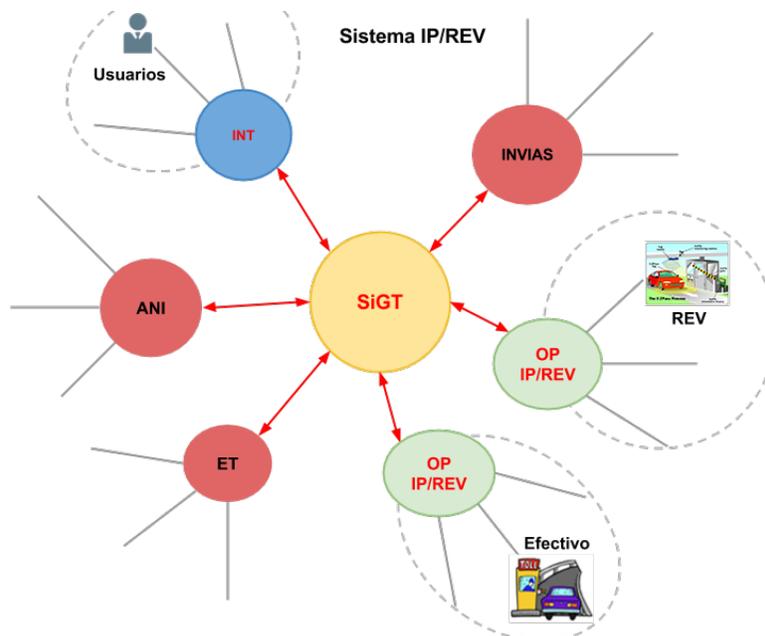
3.3. ALCANCE DEL SOFTWARE

El alcance de los requisitos de software que se especifican en este capítulo corresponde al software necesario (SiGT) para garantizar la interoperabilidad de peajes.

Se especifican los requisitos del SiGT relacionados con la consolidación de la información de recaudo (reportada por los INT IP/REV) y los cobros por tasa de peaje (reportados por los OP IP/REV) y aquellos relacionados con poner esta información a disposición de los actores estratégicos del sistema. De igual manera, se presentan los requisitos relacionados con los OP IP/REV y los INT IP/REV para que el sistema SiGT funcione de forma efectiva y eficiente.

La Figura 12 presenta el esquema de conexión del SiGT con los OP IP/REV, con los INT IP/REV y demás entidades participantes en el sistema IP/REV.

Figura 12. Esquema de conexión del SiGT, los OP IP/REV, los INT IP/REV, y demás entidades participantes





3.4. PERSPECTIVA DEL SiGT

El SiGT como parte del sistema IP/REV, objeto del presente capítulo, es el responsable de la gestión de las transacciones relacionadas con el IP/REV y estará basado en una arquitectura SOA (del inglés Service Oriented Architecture) donde unos actores estratégicos (INT IP/REV, OP IP/REV) utilizarán los servicios para actualizar periódicamente la información almacenada en su base de datos con las novedades pertinentes; y otros actores estratégicos (MT, ANI, INVIAS, ET, otros) utilizarán los servicios publicados para la consulta de la información allí almacenada.

A continuación se presentan las características principales del SiGT, sus interfaces con otros sistemas y sus modos de operación.

3.4.1. Interfaces con el SI del Ministerio de Transporte

El SiGT debe contar con la interfaz necesaria para comunicarse con otros sistemas de información. El SiGT, al ser un subsistema del SINITT, debe tener una interfaz con este sistema de información. Específicamente, los SI de los COP e INT IP/REV, así como los usuarios habilitados deben iniciar sesión en el SINITT para acceder a los servicios del SiGT.

3.4.2. Interfaces con el Usuario

El SiGT, como subsistema del SINITT, debe proveer la interfaz necesaria para que desde el SINITT se puedan hacer consultas de información. Los usuarios habilitados para consultar información del SiGT deben acceder a través de una interfaz gráfica para generar reportes con la información requerida (p.e., estadísticas). Estas consultas están relacionadas con indicadores que ayuden en la función de supervisión y control del MT. Estarán por lo tanto especificadas en el SyRS y la ERS del SINITT.

3.4.3. Interfaces con el Hardware de REV

El SiGT no tendrá interfaz directa con el hardware instalado en los carriles y plazas de peaje. Toda comunicación con las plazas de peaje se hará a través de los COP correspondientes. Para las especificaciones de hardware relacionadas con la operación de las plazas de peaje, por favor remitirse al Capítulo 4 “Especificación de Requisitos de Hardware”.

3.4.4. Interfaces con otros productos de Software

Para el correcto funcionamiento del sistema IP/REV, el SiGT debe proveer la interfaz y servicios web asociados necesarios para que los diferentes SI de las entidades participantes – en particular, desde los SI de los COP e INT IP/REV – puedan consultar la información requerida para su operación, así como para la



notificación de novedades. Los requisitos específicos asociados a estos servicios están descritos en la Sección 3.10, correspondiente a Interfaces Externas.

3.4.5. Interfaces de comunicación

Para asegurar seguridad y privacidad de la información, toda comunicación con y desde el SiGT se debe realizar de forma cifrada, por ejemplo, a través del protocolo HTTPS.

Para esto se recomienda el uso de una infraestructura PKI (del inglés *Public Key Infrastructure*), basada en certificados digitales X.509 v3, tal como especifica la serie de estándares ISO 27000.³⁶ Se recomienda, asimismo, la aplicación de la política de seguridad HSTS (del inglés HTTP Strict Transport Security) especificada en la RFC-6797³⁷ y conocida también como Always-On SSL (AOSSL).

3.4.6. Restricciones de memoria

Dada la periodicidad de notificación de novedades y consulta de listas relacionadas con las transacciones de cobros y con la información de los dispositivos TAG RFID, se recomienda una infraestructura de hardware (servidores) con memoria principal (RAM) suficiente para almacenar toda la DB del módulo IP/REV, y evitar así el uso de medios magnéticos persistentes (HD, etc.) que son más lentos en varios órdenes de magnitud.

3.4.7. Modos de operación

Como sistema de intercambio de información en el esquema de IP/REV, que debe funcionar 24 x 7, y desde el punto de vista de conectividad, el SiGT sólo tendrá el modo de operación continuo. En este único modo de operación, el SiGT exhibirá dos tipos de actividad: “empresarial” y “usuario”. En el modo “empresarial” o B2B, el SiGT atenderá solicitudes de otros SI, básicamente de los COP y de los INT IP/REV, y constituirá el soporte fundamental para el funcionamiento de sistema IP/REV. En el modo “usuario” o B2C, el SiGT atenderá solicitudes de personas, miembros de las entidades participantes.

3.4.8. Requisitos de adaptación del sitio

El sitio físico de operación del SiGT debe ser adaptado de tal forma que garantice el funcionamiento continuo del sistema. Para esto se deben tener en cuenta, entre otros: seguridad física, control de acceso, provisión ininterrumpida de energía y de aire acondicionado, redundancia de los servidores de procesamiento y de base de

³⁶ ISO/IEC 27000:2014 Information technology – Security techniques – Information security management systems – Overview and vocabulary.

³⁷ RFC-6797 HTTP Strict Transport Security (HSTS): “This specification defines a mechanism enabling web sites to declare themselves accessible only via secure connections and/or for users to be able to direct their user agent(s) to interact with given sites only over secure connections.”



datos, administración 24 x 7, mantenimiento preventivo, DRP (del inglés *Disaster Recovery Plan*³⁸) y todos los demás factores relacionados con el funcionamiento continuo de un centro de datos. Los requisitos y dimensionamiento del sistema de cómputo que alojará al SiGT se encuentran en la Sección 3.12 del presente capítulo.

3.5. FUNCIONES DEL PRODUCTO

La función principal del SiGT será proveer los mecanismos necesarios para garantizar la efectiva y automatizada interoperabilidad de peajes IP/REV. Así, su función será consolidar las transacciones de recaudo (reportadas por las entidades INT IP/REV) y de cobro por tasa de peaje (reportadas por los OP IP/REV), y poner esta información a disposición de todos los actores estratégicos.

De esta forma, con la información de los cobros enviada por los OP IP/REV, los INT IP/REV podrán actualizar los saldos asociados a los dispositivos TAG RFID y con la información enviada por los INT IP/REV, los OP IP/REV podrán identificar el tipo de contrato asociado al dispositivo TAG RFID presente en el vehículo, verificar su estado (activo/inactivo) y el saldo de la cuenta asociada en caso de que se trate de un contrato tipo prepago. Los OP IP/REV tienen la obligación de enviar al SiGT la información relacionada con los cobros de tipo IP/REV (para el funcionamiento del modelo de interoperabilidad) y los cobros en efectivo (para información del MT); los INT IP/REV tienen la obligación de enviar la información relacionada con los dispositivos TAG RFID en estado activo o dados de baja y los saldos correspondientes.

3.5.1. Funciones del SiGT.

Las funciones principales del SiGT serán las siguientes:

- Garantizar el registro y consulta de las transacciones originadas en otros SI (principalmente COP e INT IP/REV) y de usuarios externos, atendiendo y respondiendo las respectivas peticiones.
- Gestionar la base de datos con información de los dispositivos TAG RFID activados: tipo de contrato de pago asociado, su estado (Activo/inactivo), los saldos de los dispositivos TAG RFID con contrato tipo prepago, dispositivos TAG RFID exentos de pago y demás información relacionada con la interoperabilidad de peajes. La base de datos del SiGT tiene como objetivo principal almacenar y consolidar la información de los dispositivos TAG RFID en uso, incluyendo su estado (activo/inactivo), tipo de contrato asociado y saldo, entre otros.

³⁸ En general incluye otro centro de datos redundante que entra a operar en caso de falla del centro principal.



- Gestionar la base de datos con información de los dispositivos TAG RFID activados y las placas de los vehículos asignados para que no se presente la asignación y activación, por parte de los INT IP/REV, de más de un dispositivo TAG RFID a un mismo vehículo.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los OP IP/REV puedan actualizar las bases de datos de sus COP con la información de los dispositivos TAG RFID activos y contrato de pago asociado (prepagado/pago inmediato/pospagado, exentos); y saldo (en caso de contrato prepagado).
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los OP IP/REV puedan notificar los cobros realizados por concepto de tasa de peaje.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los INT IP/REV puedan actualizar sus bases de datos (saldos) con la información de los cobros realizados por los diferentes OP IP/REV.
- Proveer la funcionalidad necesaria para que los INT IP/REV puedan notificar la activación/desactivación de dispositivos TAG RFID, el tipo de contrato de pago asociado, y en caso de tipo prepagado, los saldos correspondientes.

Las funciones del SiGT que no son críticas para el funcionamiento del sistema IP/REV serán las siguientes:

Proveer la interfaz web para que los miembros de las entidades relacionadas (ANI, INVIAS, ET, SUPERTRANSPORTE, SUPERINDUSTRIA DITRA, y MT) puedan consultar información (estadísticas, indicadores, etc.) relacionada con el sistema IP/REV, necesaria para el cumplimiento de sus respectivas funciones.

Proveer la funcionalidad necesaria para que las entidades relacionadas con el sistema IP/REV (ANI, INVIAS, ET, SUPERTRANSPORTE, SUPERINDUSTRIA, DITRA, y MT) puedan reportar novedades al SiGT.

3.5.2. Funciones del Sistema de Información de los COP³⁹

Además de las tareas propias de la operación del peaje, las funciones relacionadas con IP/REV del SI de los COP, serán las siguientes:

- Administrar la base de datos local del COP con información de los dispositivos TAG RFID en uso, listas de exentos, listas negras y vehículos especiales, categoría de los vehículos, tarifas de cada categoría, entre otros; y toda información que considere necesaria cada administrador de COP.

³⁹Relacionado con el funcionamiento del sistema IP/REV.



- Proveer la funcionalidad necesaria para notificar al SiGT los cobros realizados por concepto de tasa de peaje y demás situaciones especiales (p.e. discrepancias).
- Procesar, almacenar y proveer acceso a la información de imágenes, videos y sensores relacionados con la operación del peaje.

3.5.3. Funciones del Sistema de Información de los INT IP/REV⁴⁰

Las funciones del SI de los INT IP/REV serán las siguientes:

- Proveer la funcionalidad necesaria para actualizar su base de datos local (estados y saldos) con la información de los cobros realizados por los diferentes operadores, que se relacionan con dispositivos TAG RFID de sus usuarios.
- Proveer la funcionalidad necesaria para notificar al SiGT la activación de nuevos dispositivos TAG RFID, así como la activación/desactivación de los mismos, la placa y el tipo de contrato de pago asociado a cada dispositivo TAG RFID, y en caso de contratos tipo prepago, los saldos correspondientes. En el caso de los contratos de tipo pospago los INT IP/REV deben reportar el estado del dispositivo TAG RFID.

3.6. CARACTERÍSTICAS DEL USUARIO

Los principales usuarios del SiGT serán los SI de las entidades participantes en el sistema IP/REV (OP IP/REV y INT IP/REV) que garantizan el funcionamiento automatizado del mismo. Adicionalmente, el SiGT tendrá usuarios de la ANI, INVIAS, ET, SUPERTRANSPORTE, SUPERINDUSTRIA, DITRA, y MT, quienes a través de una interfaz web, p.e., podrán hacer consultas relacionadas con la información almacenada en la base de datos (estadísticas, indicadores, entre otras).

3.7. RESTRICCIONES

A continuación se presentan las restricciones que incidirán directamente en el diseño e implementación del sistema IP/REV:

3.7.1. Políticas regulatorias.

Mediante la Ley 1581 de 2012, se expidió el Régimen General de Protección de Datos Personales, el cual, de conformidad con su artículo 1°, tiene por objeto “(...) *desarrollar el derecho constitucional que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en*

⁴⁰ En relación con el funcionamiento del sistema IP/REV.



bases de datos o archivos, y los demás derechos, libertades y garantías constitucionales a que se refiere el artículo 15 de la Constitución Política; así como el derecho a la información consagrado en el artículo 20 de la misma”, siendo esta norma positiva el marco general de la protección de los datos personales en Colombia.

Esta norma fue reglamentada parcialmente por el Decreto 1377 del 2013, el cual establece “(...) *las políticas de Tratamiento de los Responsables y Encargados, el ejercicio de los derechos de los Titulares de información, las transferencias de datos personales y la responsabilidad demostrada frente al Tratamiento de datos personales, este último tema referido a la rendición de cuentas (...)*”. En este sentido, es importante destacar que la única información almacenada en el dispositivo TAG RFID son el identificador del dispositivo TAG RFID (TID) y el código electrónico de producto (EPC); siendo el TID el componente utilizado en la identificación del dispositivo. En la DB de los COP se tiene el *tipo de contrato* asociado al dispositivo TAG RFID (prepago, pago inmediato, pospago), en caso de ser prepago, el saldo correspondiente. Los datos de la cuenta del usuario (y del usuario correspondiente) y la información del vehículo asociado al dispositivo TAG RFID residen en los SI de los INT IP/REV.

3.7.2. Restricciones impuestas por el Hardware

En cuanto a equipos, las principales limitaciones que afectan al funcionamiento del sistema IP/REV están relacionadas con el ancho de banda y la confiabilidad de los canales de comunicación involucrados. En particular, el SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, requerirán un ancho de banda suficiente para cumplir con los requisitos de disponibilidad y desempeño, en especial en lo relacionado con el tiempo de respuesta especificado en la Sección 3.10.4.1. Los centros de datos que proporcionen soporte a los SI de los INT IP/REV, COP y al SiGT deben garantizar una disponibilidad mínima del 99.98% del tiempo, como se especifica más adelante.

3.7.3. Interfaces con otras aplicaciones

La interfaz con otros sistemas se realizará a través de servicios web (o mecanismo similar, p.e., *end-points*) sobre protocolo HTTPS, por lo que el SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, deben ser implementados siguiendo los lineamientos planteados en el RFC-6797 HTTP Strict Transport Security (HSTS), según se recomienda en RFC-6797 de la IETF (*véase la sigla en el listado de acrónimos*).

3.7.4. Operación en paralelo

El SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, deben ser diseñados e implementados de tal forma que soporten la operación normal (atención de



usuarios y otros sistemas) y para que en paralelo puedan actualizar una instancia replicada de la base de datos en producción.

3.7.5. Funciones relacionadas con la auditoría

El SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, deben ser diseñados e implementados de tal manera que sea posible verificar sus funcionalidades, la información que se maneja en los procesos que implementan y las correspondientes interfaces. Asimismo, el SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, deben almacenar un registro histórico de las actividades que se realicen en éstos con el objetivo de proveer la información necesaria en el proceso de auditoría.

3.7.6. Funciones de control

El SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, deben contar con funcionalidades de control establecidas que garanticen el correcto funcionamiento del sistema. Estas se encuentran relacionadas con la integridad de los datos que cada entidad maneja y que el acceso sea restringido de acuerdo a los roles y privilegios definidos.

3.7.7. Requisitos de confiabilidad

La confiabilidad del sistema SiGT es un factor crítico en el sistema global y hace parte de la terna RAS (del inglés *Reliability, Availability and Serviceability*) que garantizará el correcto funcionamiento del sistema IP/REV. En la Sección 3.10.4 se especifica el nivel de confiabilidad esperado.

3.7.8. Criticidad de la aplicación

El funcionamiento del sistema IP/REV depende fundamentalmente del funcionamiento del SiGT. Por lo tanto, se deben aplicar todas las medidas que garanticen el funcionamiento sin interrupción (disponibilidad) del mismo: energía (UPS, planta eléctrica, fuentes redundantes en los servidores); equipos de cómputo (servidores redundantes, tarjetas de red redundantes, DRP); software (replicación de la DB, backup). En la Sección 3.10.4 se especifica el nivel de disponibilidad esperado. De igual manera, los SI de los COP y de los INT IP/REV deben garantizar el nivel de disponibilidad esperado teniendo en cuenta que su funcionamiento incide directamente en el funcionamiento del sistema IP/REV.

3.7.9. Consideraciones relacionadas con seguridad física y lógica

Las consideraciones relacionadas con seguridad física y lógica son las especificadas en las normas 17799:2005 y 27001:2013, según se documenta en la sección de referencias. En particular, se deben tener en cuenta todos los aspectos relacionados con el cifrado de las diferentes bases de datos del SiGT (versiones de servicio, replicación, respaldo, y archivo histórico).



3.8. SUPUESTOS Y DEPENDENCIAS

A continuación se describen algunos pre-requisitos generales identificados:

- Cada carril IP/REV de la plaza de peaje tiene un computador o equipo de cómputo conectado al sistema del COP.
- El COP está en capacidad de establecer conexiones recurrentes con el SiGT⁴¹.
- El COP cuenta con una base de datos local con toda la información asociada al TID de los dispositivos TAG RFID (descargada previamente del SiGT).
- El COP tiene una base de datos local con información (propia) relacionada con la operación del peaje, por ejemplo: categorías de los vehículos, valor de la tasa de peaje por categoría, usuarios con tarifa especial y demás información relevante para el operador.
- Los INT IP/REV cuentan con un SI donde se registra la información relacionada con los dispositivos TAG RFID que han sido dadas de alta/baja, los abonos realizados a las cuentas tipo prepago (con sus respectivos saldos) y el estado (activo/inactivo) de los dispositivos TAG RFID asociados a cuentas de tipo pospago; y demás información relacionada con sus usuarios y contratos respectivos.
- Los INT IP/REV están en capacidad de reportar de forma periódica al SiGT (especificado en la Sección 3.10.2. “Requisitos Funcionales”) la información relacionada con los dispositivos TAG RFID activados (estado, saldo, etc.).
- El SiGT contará con la infraestructura de hardware (energía, servidores, comunicaciones, y redundancia) y de software (en particular, un motor de base de datos, así como la replicación de la misma), que permitan operar el módulo de IP/REV propuesto, 24 horas por día, 7 días a la semana, en todas las semanas del año.
- El SINITT del MT gestionará un esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los SI de las entidades participantes (B2B).
- El SINITT gestionará un esquema de seguridad que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los SI de las entidades participantes.

⁴¹ Los peajes 4G deben contar con conexión a Internet (INVIAS).



- El SINITT gestionará un esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los usuarios, roles y permisos asociados (B2C).
- El SINITT gestionará un esquema de seguridad que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los usuarios de las entidades participantes.

3.9. REFERENCIAS

El contenido de la presente ERS se basa en los documentos que se listan a continuación:

- Norma internacional ISO/IEC/IEEE 29148:2011, Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering, Sección 9.5 Software requirements specification (SRS) document. <https://standards.ieee.org/findstds/standard/29148-2011.html>
- Norma internacional ISO/IEC 17799:2005, Information technology – Security techniques – Code of practice for information security management. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=39612
- Norma internacional 27001:2013, Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=54534
- Norma internacional ISO/TS 17575, Electronic fee collection – Application interface definition for autonomous systems – Part 1: Charging.
- Concepto de Operación del Sistema (Capítulo 2 “Concepto de Operación”).
- RFC-6797, HTTP Strict Transport Security (HSTS). <http://tools.ietf.org/html>

3.10. REQUISITOS ESPECÍFICOS

En esta sección se describen los requisitos funcionales del SiGT, del SI de los COP, del SI de los INT IP/REV y de otras entidades relacionadas, pertinentes para el funcionamiento del sistema IP/REV.

3.10.1. Interfaces externas

A continuación se especifican las interfaces externas del SiGT, del SI de los COP y del SI de los INT IP/REV, necesarias para la interoperabilidad de peajes.



3.10.1.1. Interfaces externas del SiGT.

- Interfaz con el SINITT

R001: el SINITT debe tener una interfaz de comunicación con el SiGT, a través de la cual el SINITT envía al SiGT información relacionada con la autenticación de los SI de los COP, de los INT IP/REV y de otras entidades.

R002: el SINITT debe tener una interfaz de comunicación con el SiGT, a través de la cual el SINITT envía al SiGT información relacionada con la autenticación y permisos de los usuarios (humanos) que pueden acceder a la información registrada en el SiGT.

- Interfaz con los SI de los COP

R003: el SiGT debe tener una interfaz de comunicación con el SI de los COP, a través de la cual estos últimos envían, de forma periódica (según lo especificado en la Sección 3.10.2. “Requisitos Funcionales”) al SiGT las novedades de los cobros por tasa de peaje de los vehículos que han transitado por las vías concesionadas.

R004: el SiGT debe tener una interfaz de comunicación con el SI de los COP a través de la cual los OP IP/REV pueden actualizar, de forma periódica (según lo especificado en la Sección 3.10.2.1 “Requisitos Funcionales”), su DB a partir de la información registrada en el SiGT (estado de los dispositivos TAG RFID, saldos, y demás información reportada por las entidades INT IP/REV).

- Interfaz con los SI de los INT IP/REV

R005: el SiGT debe tener una interfaz de comunicación con los SI de los INT IP/REV, a través de la cual el SI de los INT IP/REV envíe, de forma periódica (especificado en la Sección 3.10.2. “Requisitos Funcionales”), al SiGT las novedades (estado de los dispositivos TAG RFID, saldos).

R006: el SiGT debe tener una interfaz de comunicación con los SI de los INT IP/REV, a través de la cual el SI de los INT IP/REV consulta de forma periódica (especificado en la Sección 3.10.2. “Requisitos Funcionales”), los cobros realizados por los OP IP/REV con el fin de actualizar en su DB los saldos de las cuentas asociadas a los dispositivos TAG RFID.

- Interfaz con los SI de otras entidades

R007: el SiGT debe proveer una interfaz de comunicación con los SI de otras entidades, por medio de la cual el SI de la otra entidad envíe al SiGT novedades relacionadas con los dispositivos TAG RFID.



- Interfaz con usuarios externos

R008: el SiGT debe proveer la interfaz web que permita a los usuarios autenticados en el SINITT consultar la información registrada en el SiGT.

3.10.1.2. Interfaces externas del SI de los COP

- Interfaz con el SINITT

R009: los SI de los COP deben utilizar la interfaz de comunicación con el SINITT, a través de la cual los SI de los COP puedan tener acceso al SiGT. La autenticación de los SI de los COP en el SINITT debe realizarse a través de certificados digitales X.509 v3, tal como especifica la serie de estándares ISO 27000: Information security management.

- Interfaz con el SiGT

R010: los SI de los COP deben utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para actualizar la DB a partir de la información registrada en el SiGT (estado de los dispositivos TAG RFID, saldos).

R011: los SI de los COP deben utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para reportar los cobros que han realizado por TID.

3.10.1.3. Interfaces externas del SI de los INT IP/REV

- Interfaz con el SINITT

R012: los SI de los INT IP/REV deben utilizar la interfaz de comunicación con el SINITT, a través de la cual los SI de los INT IP/REV pueden tener acceso al SiGT. La autenticación de los SI de los INT IP/REV en el SINITT debe realizarse a través de certificados digitales X.509 v3, tal como especifica la serie de estándares ISO 27000: Information security management.

- Interfaz con el SiGT

R013: los SI de los INT IP/REV deben utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para reportar las listas de novedades (estado de los dispositivos TAG RFID, saldos).

R014: los SI de los INT IP/REV deben utilizar la interfaz de comunicación con el SiGT para consultar, de forma periódica (especificado en la Sección 3.10.2. “Requisitos Funcionales”), los cobros realizados por los OP IP/REV con el fin de actualizar los saldos de los dispositivos TAG RFID.



3.10.2. Requisitos funcionales

En esta sección se detallan las funcionalidades que deben ser implementadas por el SiGT, los OP IP/REV, los INT IP/REV y por otras entidades participantes en el sistema IP/REV.

3.10.2.1. Requisitos funcionales del SiGT

R015: el SiGT debe publicar un servicio web (o mecanismo similar⁴²) para que los OP IP/REV descarguen las novedades respecto a los dispositivos TAG RFID registrados.

R016: el SiGT debe publicar un servicio web (o mecanismo similar) para que los OP IP/REV reporten las novedades respecto a los cobros por tasa de peaje.

R017: el SiGT debe publicar un servicio web (o mecanismo similar) para que los INT IP/REV puedan actualizar su DB (saldos) con base en los cobros por tasa de peaje realizados por los OP IP/REV.

R018: el SiGT debe publicar un servicio web (o mecanismo similar) para que los INT IP/REV reporten las novedades relacionadas con los dispositivos TAG RFID registrados.

R019: el SiGT debe publicar un servicio web (o mecanismo similar) / funcionalidad para que INVIAS reporte novedades relacionadas con los dispositivos TAG RFID registrados (exentos).

R020: el SiGT debe proveer la funcionalidad para que la DITRA, la SUPERINDUSTRIA, la SUPERTRANSPORTE reporten las novedades relacionadas con los dispositivos TAG RFID registrados.

R021: el SiGT, a través de su interfaz web, debe permitir la generación y descarga de reportes con base en la información almacenada en su BD.

R022: el SiGT, a través de su interfaz web, debe permitir la generación de estadísticas a partir de la información almacenada en su BD.

R023: el SiGT debe proveer la funcionalidad necesaria para que una entidad participante pueda subir un archivo a través de su interfaz web para ser importado a la DB del mismo.

R024: el SiGT debe consolidar las listas enviadas por los OP IP/REV de acuerdo al INT IP/REV de cada dispositivo TAG RFID.

⁴² Según se determine en tiempo de diseño: pueden ser servicios web basados en XML, end-points basados en JSON, o cualquier mecanismo similar.



3.10.2.2. Requisitos funcionales de los COP

R025: el SI de los COP debe descargar periódicamente desde el SiGT las novedades relacionadas con el estado de los dispositivos TAG RFID cada un (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo, enviando como parámetros las fechas-horas (rango) sobre el cual se solicita la información: a) fecha-hora inicial, b) fecha-hora final, con base en el uso del protocolo NTP, servidor horario UTC-5.

NOTA: Las novedades que descargan los OP IP/REV contienen la siguiente información:

- Identificador del dispositivo TAG RFID (TID)
- Epc del dispositivo TAG RFID
- Identificador del INT IP/REV
- Categoría del vehículo
- Fecha de activación del dispositivo TAG RFID
- Estado del dispositivo TAG RFID (activo / inactivo)
- Tipo de Contrato (prepago, pago inmediato, pospago, exento)
- Placa del vehículo
- Saldo de la cuenta asociada
- Color del dispositivo TAG RFID.

R026: los SI de cada carril deben descargar periódicamente del COP la información de las novedades de los dispositivos TAG RFID descargados del SiGT, con la periodicidad que la concesión determine.

R027: el SI de los COP debe notificar periódicamente al SiGT las novedades relacionadas con cobros de tipo prepago de forma periódica cada un (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.

R028: el SI de los COP debe notificar al SiGT las novedades relacionadas con cobros de tipo pospago y pago inmediato de forma periódica cada (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.



R029: el SI de los COP debe notificar al SiGT los cobros en efectivo de forma periódica cada (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.

NOTA: los OP IP/REV deben reportar las novedades al SiGT con la siguiente información:

- Identificador del Operador IP/REV
- Identificador del carril
- Identificador de la plaza
- Período (rango) de tiempo del reporte de la información (campos definidos en el Diagrama Entidad-Relación, modelo lógico de la base de datos ver Figura 13 (presentada unas páginas más adelante)
- Tipo de carril del paso (REV, efectivo, mixto)
- Fecha-Hora del cobro
- Tarifa cobrada
- Tipo del cobro, según la Tabla 11. Codificación de los tipos de cobro
- Peso del vehículo (en Kg)
- Número de ejes (detectados)
- Configuración del vehículo
- Identificador del estado del cobro, según la Tabla 1
- Número de la resolución de aprobación (en caso de ser una tarifa especial)

Tabla 11. Codificación de los tipos de cobro

Tipo	Descripción
0	Cobro IP/REV.
2	Cobro efectivo.
4	Cobro con tarifa especial.



Tabla 12. Codificación de los estados de cobro

Tipo	Descripción
0	Regular (sin discrepancia ni inconsistencia)
2	Cobro con discrepancia: la categoría detectada por los sensores es diferente de la categoría asociada al dispositivo TAG RFID en la base datos. El OP IP/REV determinará la categoría correcta mediante revisión del video capturado.
4	Ajuste del valor por resolución de discrepancia. Nota: el valor puede ser el mismo en caso que la tarifa mínima cobrada haya sido la correcta. ⁴³
8	Cobro en efectivo por falla en la lectura del dispositivo TAG RFID.
16	Cobro con inconsistencia: la placa del vehículo no pudo ser reconocida. El OP IP/REV determinará la placa mediante revisión del video capturado.
32	Cobro con inconsistencia: la placa del vehículo (OCR) no coincide con la placa asociada al dispositivo TAG RFID en la base de datos. El OP IP/REV determinará la placa mediante revisión del video capturado.
64	Comportamiento antijurídico: la placa del vehículo no coincide con la placa asociada al dispositivo TAG RFID en la base de datos. El dispositivo TAG RFID debe ingresar a lista negra, esto es, se debe reportar como estado inactivo.

R030: el SI de los COP debe registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, UTC-5) cada vez que actualiza su DB.

R031: el SI de los COP debe registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, UTC-5) de cada vez que envía novedades al SiGT.

R032: el SI de los COP debe determinar el valor a cobrar con base en la configuración de vehículo detectada y la categoría asociada al dispositivo TAG RFID en la base de datos (la mínima entre ambas si fueran diferentes, según se explica en el Capítulo 2 “Concepto de Operación”).

R033: los OP IP/REV deben proporcionar a los INT IP/REV el acceso a la información de soporte necesaria para resolver cualquier disputa a través del Sistema de Gestión de Disputas que disponga el MT.

⁴³ Según lo descrito en Capítulo 2 “Concepto de Operación”, Sección 2.8.1.



R034: ante una falla en la conexión entre el COP y el SiGT, el SI de los COP debe reintentar el envío de la información de novedades cada diez (10) segundos.

R035: ante una falla en la conexión entre el COP y el SiGT, se debe permitir el paso del vehículo, almacenar localmente la información por parte del COP, relacionada con el cobro y notificar al SiGT tan pronto se recupere la conexión. El carril IP/REV debe dejar pasar el vehículo tomando de referencia la última actualización de listas (blanca y negra) enviada por el SiGT.

NOTA: el carril IP/REV siempre debe permitir el paso, aún cuando se presente falla en las comunicaciones. En el contrato entre el INT IP/REV y el usuario debe quedar estipulado que, en caso de que éste último no disponga de saldo y haga uso de la infraestructura vial estará obligado a pagar el cobro de la tasa de peaje pendiente que se genere.

3.10.2.3. Requisitos funcionales de los INT IP/REV

R036: el SI de los INT IP/REV debe descargar desde el SiGT las novedades relacionadas con los dispositivo TAG RFID cada (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo, enviando como parámetros las fechas (rango) sobre el cual se requiere la información: 1) fecha-hora inicial, 2) fecha-hora final (obtenida mediante el protocolo NTP, servidor horario UTC- 5).

NOTA: la información descargada por los REC en relación a los dispositivos TAG RFID debe incluir los siguientes campos:

- Identificador del dispositivo TAG RFID
- Identificador del carril
- Identificador de la plaza
- Período (rango) de tiempo del reporte de la información (campos definidos en la Figura 13 presentada unas páginas más adelante)
- Tipo de carril del paso (REV, efectivo, mixto)
- Fecha-Hora del cobro
- Tarifa cobrada
- Tipo del cobro, según la Tabla 11
- Peso del vehículo (en Kg)
- Número de ejes (detectados)



- Configuración del vehículo

Identificador del estado del cobro, según la

- Tabla 12
- Número de la resolución de aprobación (en caso de ser una tarifa especial)

R037: el SI de los INT IP/REV debe reportar al SiGT las novedades de los dispositivos TAG RFID de forma periódica, cada (1) minuto como máximo y cada treinta (30) segundos como mínimo.

NOTA: la información reportada por los INT IP/REV en relación a los dispositivos TAG RFID activados debe incluir los siguientes campos:

- Identificador del dispositivo TAG RFID (TID)
- Epc del dispositivo TAG RFID
- Identificador del INT IP/REV
- Categoría del vehículo
- Fecha de activación del dispositivo TAG RFID
- Estado del dispositivo TAG RFID (activo / inactivo)
- Tipo de Contrato (prepago, pospago, exento)
- Placa del vehículo
- Saldo de la cuenta asociada
- Color del dispositivo TAG RFID.

R038: el SI de los INT IP/REV debe registrar en su sistema la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, servidor horario UTC-5) en que actualizan con el SiGT su DB.

R039: el SI de los INT IP/REV debe registrar la fecha y hora (obtenida mediante el protocolo NTP, servidor Horario UTC-5), del momento en el que envía las novedades al SiGT.

R040: ante una falla en la conexión entre el INT IP/REV y el SiGT, el SI de los INT IP/REV debe reintentar cada diez (10) segundos el envío de la información de novedades.



R041: los INT IP/REV deben habilitar una interfaz (página web o servicio de consulta) con sus usuarios IP/REV, de tal forma que estos puedan consultar información relacionada con su dispositivo TAG RFID:

- Estado de la cuenta
- Tipo de cuenta
- Historial de cobros
- Historial de recargas
- Saldo.

3.10.2.4. Requisitos funcionales de otras entidades

R042: INVIAS deberá reportar al SiGT las novedades relacionadas con los dispositivos TAG RFID (p.e. usuarios exentos), de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

NOTA: INVIAS debe reportar las novedades al SiGT, teniendo en cuenta la siguiente información:

- Identificador del dispositivo TAG RFID (TID)
- Epc del dispositivo TAG RFID
- Identificador del INT IP/REV
- Categoría del vehículo
- Fecha de activación del dispositivo TAG RFID
- Estado del dispositivo TAG RFID (activo / inactivo)
- Tipo de Contrato (prepago, pospago, exento)
- Placa del vehículo
- Saldo de la cuenta asociada
- Color del dispositivo TAG RFID.

R043: la ANI deberá reportar al SiGT nuevas plazas de peaje y nuevos carriles IP/REV de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.



R044: el INVIAS deberá reportar al SiGT nuevas plazas de peaje y nuevos carriles IP/REV de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

R045: las ET deberán reportar al SiGT las novedades relacionadas con nuevas plazas de peaje y nuevos carriles REV de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.

NOTA 1: ANI, INVIAS y ET deben reportar las novedades al SiGT relacionadas con las plazas de peaje, teniendo en cuenta la siguiente información:

- Identificador de la plaza
- Identificador del OP IP/REV
- Nombre de la plaza
- Número de teléfono
- Latitud
- Longitud
- Número de carriles en efectivo
- Número de carriles IP/REV
- Número de carriles mixtos.

NOTA 2: ANI, INVIAS y ET deberán reportar las novedades al SiGT relacionadas con los carriles IP/REV, teniendo en cuenta la siguiente información:

- Identificador del carril
- Identificador de la plaza
- Descripción
- Estado
- Fecha/hora inicio de operación.

R046: la DITRA debe reportar al SiGT los eventos relacionados con los dispositivos TAG RFID y/o con los vehículos asociados (p.e., discrepancia en el color del dispositivo TAG RFID, placa asociada al dispositivo TAG RFID) de forma individual o por lotes cada vez que éstas se generen.



NOTA: la DITRA debe reportar los eventos al SiGT, teniendo en cuenta la siguiente información:

- Tipo de evento
- Identificador del dispositivo TAG RFID
- Fecha/Hora del evento
- Descripción del evento.

R047: la SUPERINDUSTRIA deberá reportar al SiGT los eventos de interés relacionados con el sistema IP/REV.

R048: la SUPERTRANSPORTE deberá reportar al SiGT los eventos de interés relacionados con el sistema IP/REV.

NOTA 3: la SUPERINDUSTRIA y SUPERTRANSPORTE deberán reportar al SiGT los eventos relacionadas con penalizaciones/despenalizaciones de los dispositivos TAG RFID, teniendo en cuenta la siguiente información:

- Tipo de evento
- Identificador del dispositivo TAG RFID
- Fecha/Hora del evento
- Descripción del evento.

3.10.3. Requisitos de usabilidad

A continuación se presentan los requisitos de usabilidad del SINITT y del SiGT.

3.10.3.1. Requisitos de usabilidad del SINITT

R049: el SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los SI de las entidades participantes.

R050: el SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad, que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los SI de las entidades participantes.

R051: el SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad que permita verificar la identidad de los usuarios, roles y permisos asociados.

R052: el SINITT deberá gestionar el esquema de seguridad, que permita garantizar el no repudio de las transacciones realizadas por los miembros de las entidades participantes.



3.10.3.2. Requisitos de usabilidad del SiGT

R053: el SiGT deberá proveer la documentación acerca de las rutas de los servicios web (o del mecanismo elegido para la comunicación), necesarios para que todas las entidades con las que se relaciona puedan comunicarse con éste.

R054: el SiGT deberá garantizar transacciones idempotentes con los SI de otras entidades y/o actores estratégicos.

3.10.4. Requisitos de desempeño

En esta sección se detallan los requisitos de desempeño del SiGT.

3.10.4.1. Tiempos de respuesta

R055: el tiempo de respuesta del SiGT a los SI de los OP IP/REV, de los INT IP/REV y de otras entidades, para un lote de 1000 novedades, debe ser, como máximo, de 10 segundos.

3.10.4.2. Concurrencia

R056: el SiGT deberá estar en capacidad de atender, en modo B2B, un mínimo de 200 transacciones por segundo.

R057: el SiGT deberá estar en capacidad de atender, en modo interactivo, un mínimo de 200 usuarios (humanos) concurrentes.

3.10.4.3. Confiabilidad

R058: el SiGT debe validar la información recibida de los SI de los COP, de los INT IP/REV y de otras entidades, teniendo en cuenta aspectos como la obligatoriedad de las variables requeridas y los tipos de datos, según lo especificado en la serie de estándares ISO 24097.

3.10.4.4. Disponibilidad

En esta sección se detallan los requisitos de disponibilidad del SiGT, del SI de los COP y del SI de los INT IP/REV.

- Disponibilidad del SiGT

R059: el SiGT debe asegurar una disponibilidad mayor o igual al 99.98%.

- Disponibilidad del SI de los COP

R060: el SI de los COP debe asegurar una disponibilidad mayor o igual al 99.98%.

- Disponibilidad del SI de los INT IP/REV



R061: el SI de los INT IP/REV debe asegurar una disponibilidad mayor o igual al 99.98%.

- Copias de seguridad de la base de datos

En esta sección se detallan los requisitos de copias de seguridad de la base de datos del SiGT, del SI de los COP y del SI de los INT IP/REV.

- Copias de seguridad de la base de datos del SiGT

R062: el SiGT debe tener mecanismos para generar copias de seguridad de la información registrada en la base de datos. El administrador del sistema es el rol responsable de almacenar las copias de seguridad y restaurar la información de la base de datos de ser necesario.

R063: el SiGT debe enviar las novedades de su DB a la DB del DRP cada 10 minutos.

- Copias de seguridad de la base de datos del SI de los COP

R064: el SI de los COP debe tener mecanismos para generar copias de seguridad de la información registrada en la base de datos local.

- Copias de seguridad de la base de datos del SI de los INT IP/REV

R065: el SI de los INT IP/REV debe tener mecanismos para generar copias de seguridad de la información registrada en la base de datos local.

- Copias de seguridad de la base de datos del SI de otras entidades

R066: el SI de las otras entidades debe tener mecanismos para generar copias de seguridad de las novedades que envían al SiGT.

3.10.4.5. Seguridad

- Seguridad del SiGT

R067: el SINITT deberá contar con un mecanismo basado en certificados digitales que le permita validar la conexión desde un sistema externo. Esto a su vez, debe ser complementado con un esquema HSTS (HTTP Strict Transport Security).

R068: el SINITT deberá asegurar que toda comunicación desde un sistema externo esté cifrada (HTTPS) permitiendo al sistema externo verificar que efectivamente se está conectando con el SiGT. Esto a su vez, debe ser complementado con un esquema HSTS (HTTP Strict Transport Security).



R069: el SINITT deberá utilizar un esquema de seguridad basado en el cifrado de los datos que garantice la privacidad de los mismos (almacenamiento y transmisión), incluyendo versiones de servicio, versiones de replicación, versiones de respaldo, y archivo histórico.

R070: el SINITT deberá restringir el acceso a los usuarios (OP IP/REV, INT IP/REV, otras entidades) registrados y reportar al SiGT sus respectivos roles.

R071: el SiGT deberá contar con mecanismos que permitan el registro de actividades (bitácora) con la identificación de los usuarios que las realizaron.

- Seguridad del SI de los COP

R072: el OP IP/REV deberá utilizar un esquema de seguridad basado en el cifrado de los datos que garantice la privacidad de los mismos (almacenamiento y transmisión).

R073: el SI de los COP deberá implementar la redundancia que garantice la disponibilidad de la información.

- Seguridad del SI de los INT IP/REV

R074: el INT IP/REV deberá utilizar un esquema de seguridad basado en el cifrado de los datos que garantice la privacidad de los mismos (almacenamiento y transmisión).

R075: el SI de los INT IP/REV deberá implementar la redundancia que garantice la disponibilidad de la información.

3.10.5. Requisitos de Base de Datos

A continuación se presentan los requisitos de base de datos del SiGT a nivel lógico.

3.10.5.1. Requisitos de Base de Datos del SiGT

El objetivo de esta sección es definir el modelo lógico de la base de datos (del inglés Logical Data Model) que soporta el funcionamiento del SiGT. El diseño físico de la base de datos (del inglés Physical Data Model - PDM), escogencia del motor específico a utilizar, estrategia de distribución y replicación, y demás características de implementación, deben ser definidas en la fase de Diseño del SiGT.

- Entidades

En la Tabla 13 se describen las entidades de la BD del SiGT necesarias para el funcionamiento del sistema IP/REV.



Tabla 13. Entidades de la DB del SiGT identificadas para el funcionamiento del sistema IP/REV

Entidad	Descripción
<i>Intermediador</i>	Información del INT IP/REV (p.e. nombre, teléfono) y fechas de última interacción con el SiGT.
<i>Concesión</i>	Información del concesionario vial (p.e. nombre, teléfono)
<i>OperadorIPREV</i>	Información del operador de peaje (p.e. nombre, teléfono) y fechas de última interacción con el SiGT..
<i>Plaza</i>	Información de la plaza de peajes (p.e. nombre, operador, ubicación).
<i>Carril</i>	Permite identificar el carril por el cual pasa el vehículo.(p.e. plaza, descripción, horario)
<i>OBU</i>	Información del dispositivo TAG RFID (del inglés On Board Unit) (p.e. recaudador, placa del vehículo, saldo de la cuenta asociada).
<i>Categoría</i>	Categorías de los vehículos asociadas al dispositivo TAG RFID
<i>TipoContrato</i>	Almacena la información de los diferentes tipos de contrato (prepago, pospago y exentos).
<i>RegistroEvento</i>	Registro de los eventos reportados al SiGT por proveniente de otro SI (B2B) o por un usuario (humano).
<i>TipoEvento</i>	Tipos de eventos registrados al establecerse una interacción con el SiGT (p.e descarga de información, notificación de novedades.).
<i>Cobro</i>	Almacena la información de los cobros realizados por los OP IP/REV
<i>EstadoCobro</i>	Almacena la información relacionada con los posibles estados de un cobro.
<i>PeriodoReportadoPorOperadorIPREV</i>	Almacena histórico de periodos de tiempo en los que cada OP IP/REV reporta los cobros realizados. Sirve para apoyar procesos de recepción de solicitudes de información para consultas y como evidencia del cumplimiento del envío de información en los períodos determinados.
<i>PeriodoReportadoPorIntermediador</i>	Almacena histórico de periodos de tiempo en los que cada INT IP/REV reporta información. Sirve para apoyar procesos de recepción de solicitudes de información para consultas y como evidencia de cumplimiento del envío de información en los períodos determinados para la entidad recaudadora.



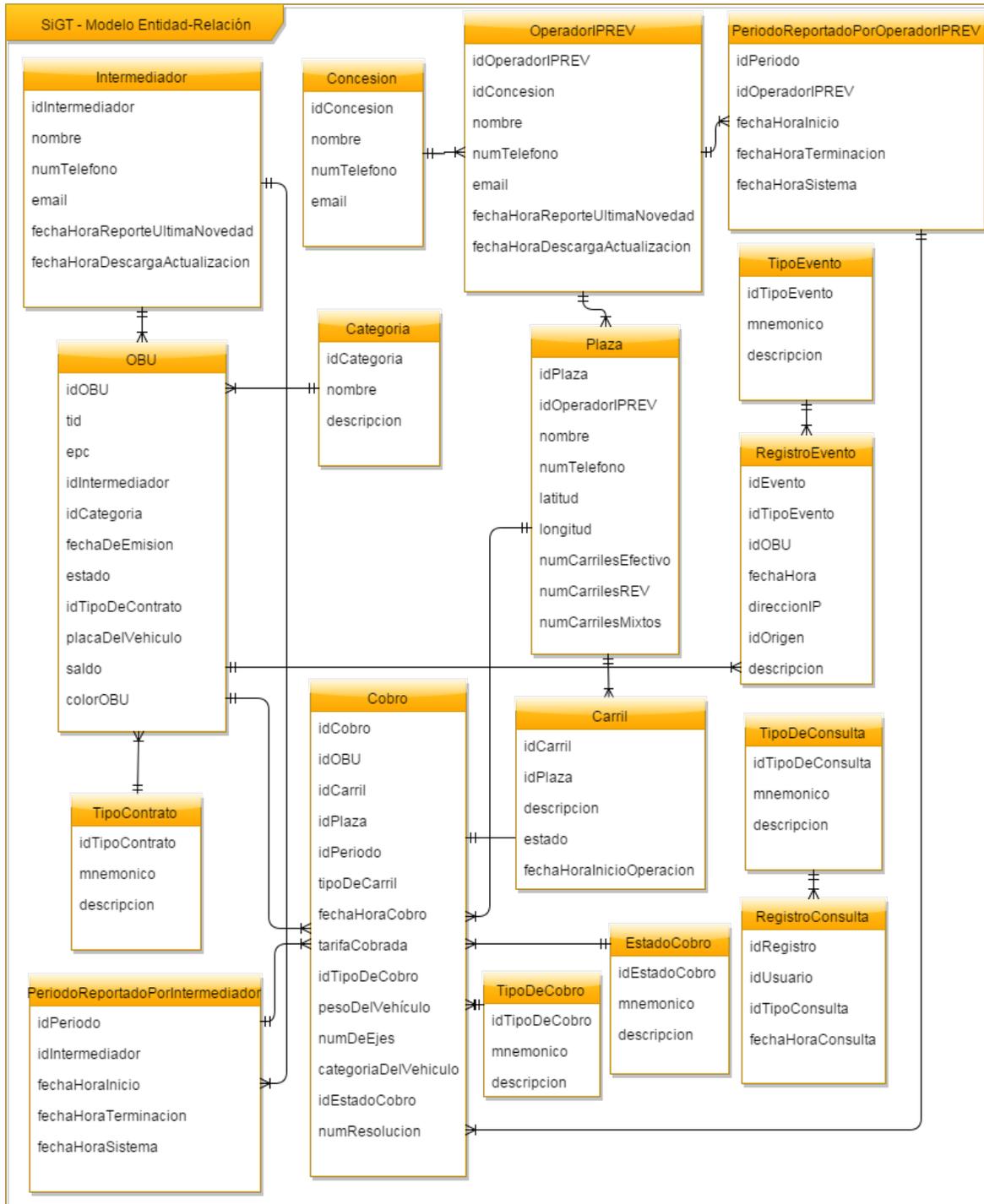
Entidad	Descripción
<i>RegistroConsulta</i>	Registro de las consultas realizadas en el SiGT (B2C).
<i>TipoDeConsulta</i>	Tipo de consulta realizada por los usuarios. Sirve para tener el control de las consultas realizadas en el SiGT identificando el usuario que la realizó.
<i>TipoDeCobro</i>	Almacena los posibles tipos de cobros que se pueden realizar en el sistema y son asignados por cobro al momento del recaudo del peaje (descritos en la tabla 3.1).

- Diagrama Entidad-Relación, modelo lógico de la base de datos

R076: para garantizar el funcionamiento de la interoperabilidad de peajes, el modelo lógico de la BD del SiGT debe incluir – como mínimo – las siguientes tablas y relaciones (ver Figura 13).



Figura 13. Diagrama Entidad-Relación, Diseño Lógico de la BD del SiGT





□ Diccionario de datos

En esta sección se presenta el diccionario de datos relacionado con cada una de las entidades ilustradas en el diagrama Entidad-Relación del sistema IP/REV. (véase Tabla 14).

Tabla 14. Diccionario de datos relacionado con cada una de las entidades ilustradas en el diagrama Entidad-Relación del sistema IP/REV

Entidad: Intermediador		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idIntermediador	Numérico	Identificador único de INT IP/REV (SI) que envía datos al SiGT.
Nombre	Cadena	Nombre de la entidad recaudadora.
numTelefono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
Email	Cadena	Correo electrónico de la concesión.
fechaHoraReporteUltima Novedad	Fecha	Fecha-Hora en la que se registran novedades desde el recaudador al SiGT (UTC-5).
fechaHoraDescargaActualizacion	Fecha	Fecha-Hora en la que se actualiza la base de datos del recaudador con información del SiGT (UTC-5).
Entidad: Concesión		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idConcesion	Numérico	Identificador único de la concesión.
Nombre	Cadena	Nombre de la concesión.
numTelefono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
Email	Cadena	Correo electrónico de la concesión.



Entidad: OperadorIPREV		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idOperadorIPREV	Numérico	Identificador único del operador IP/REV
idConcesion	Numérico	Identificador de la concesión a la que pertenece el operador (si aplica).
Nombre	Cadena	Nombre del operador.
numTelefono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
Email	Cadena	Correo electrónico del operador.
fechaHoraReporteUltima Novedad	Fecha	Fecha-Hora en la que se registran novedades desde el SI del COP al SiGT (UTC-5).
fechaHoraDescargaActualizacion	Fecha	Fecha-Hora en la que se actualiza la base de datos del SI del COP con información del SiGT (UTC-5).
Entidad: Plaza		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idPlaza	Numérico	Identificador único de la plaza.
idOperadorIPREV	Numérico	Identificador del operador IP/REV al que pertenece el operador IP/REV (si aplica).
Nombre	Cadena	Nombre de la plaza de peaje.
numTelefono	Cadena	Número de teléfono, en formato que permita la incorporación de extensiones o códigos de área.
Latitud	Numérico	Latitud de la plaza de peaje.
Longitud	Numérico	Longitud de la plaza de peaje.
numCarrilesEfectivo	Numérico	Número de carriles en efectivo de la plaza de peaje.
numCarrilesREV	Numérico	Número de carriles REV de la plaza de peaje.
numCarrilesMixtos	Numérico	Número de carriles mixtos (efectivo/REV) de la plaza de peaje.



Entidad: Carril		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idCarril	Numérico	Identificador único del carril en la plaza de peaje.
idPlaza	Numérico	Identificador de la plaza de peaje.
Descripción	Cadena	Descripción del carril.
Estado	Numérico	Hace referencia al estado del carril: activo, habilitado (implica activo), inhabilitado (implica activo), inactivo, carril mixto (implica activo), en mantenimiento (inactivo).
fechaHorainicio Operación	Fecha	Fecha-Hora en la que inició funcionamiento REV en este carril (UTC-5).
Entidad: OBU		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idOBU	Cadena	Identificador único del dispositivo TAG RFID (para este caso OBU) en la tabla.
Tid	Cadena	Identificador único del dispositivo TAG RFID (dispositivo a bordo).
Epc	Cadena	Valor programado en el campo EPC del dispositivo TAG RFID (para este caso OBU)
idIntermediador	Numérico	Identificador del INT IP/REV (activador del dispositivo TAG RFID).
idCategoria	Numérico	Identificador de la categoría del vehículo.
fechaDeEmision	Fecha	Fecha de activación del dispositivo TAG RFID (UTC-5).
estado	Numérico	(0: activo, 1: inactivo, 2:activo en disputa, 4:inactivo en disputa)



Campo	Tipo de dato	Descripción
idTipoDeContrato	Cadena	Tipo de contrato (prepago, pago inmediato, pospago, exento) asociado al dispositivo TAG RFID.
placaDelVehiculo	Cadena	Placa del vehículo.
Saldo	Numérico	Saldo de dispositivo TAG RFID.
colorOBU	Cadena	Color del dispositivo TAG RFID, empleando la paleta de colores RGB con el formato RRGGBB (Código hexadecimal)
Entidad: Categoria		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idCategoria	Cadena	Identificador de la categoría del vehículo.
Nombre	Cadena	Nombre de la categoría del vehículo.
Descripción	Cadena	Descripción de la categoría del vehículo.
Entidad: TipoContrato		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idTipoContrato	Cadena	Identificador del tipo de contrato asociado al dispositivo TAG RFID.
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del tipo de contrato.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo de contrato, puede ser prepago, pospago y exento.



Entidad: RegistroEvento		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idEvento	Numérico	Identificador del evento registrado.
idTipoEvento	Numérico	Identificador del tipo de evento.
idOBU	Cadena	Identificador del OBU asociado al evento.
fechaHora	Fecha	Fecha/Hora del evento (UTC-5, este campo es registrado por el SiGT).
direccionIP	Cadena	Dirección IP del equipo desde el cual se realiza el reporte del evento.
idOrigen	Numérico	Identificador de la entidad que efectúa el evento.
Descripción	Cadena	Descripción del evento (p.e. discrepancia en el color del dispositivo TAG RFID).
Entidad: TipoEvento		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idTipoEvento	Numérico	Identificador del tipo de evento.
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del evento.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo de evento. Puede ser: Descarga COP Notificación COP Descarga INT IP/REV Notificación INT IP/REV Notificación ANI Notificación INVIAS Notificación SUPERTRANSPORTE Notificación SUPERINDUSTRIA Notificación DITRA.



Entidad: Cobro		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idCobro	Numérico	Identificador único del cobro.
idOBU	Numérico	Identificador del dispositivo TAG RFID al que se le ha realizado el cobro.
idCarril	Numérico	Identificador del carril donde se realizó el cobro.
idPlaza	Numérico	Identificador de la plaza donde se realizó el cobro.
idPeriodo	Numérico	Identificador del período de tiempo en que se realizó el cobro.
tipoDeCarril	Numérico	Rol que tuvo el carril en el momento en que se realizó el cobro, dado que este rol podría cambiar en el tiempo (REV efectivo mixto).
fechaHoraCobro	Fecha	Fecha-Hora del momento en el que se realizó el cobro (UTC-5).
tarifaCobrada	Numérico	Valor de la tarifa cobrada por paso de peaje.
idTipoDeCobro	Numérico	Identificador del tipo de cobro realizado (REV efectivo).
pesoDelVehiculo	Numérico	Peso del vehículo (en kg) al momento del cobro.
numDeEjes	Numérico	Número de ejes contabilizados del vehículo al momento del cobro.
categoriaDelVehiculo	Numérico	Relaciona la categoría del vehículo que fue registrada en el momento del cobro, la cual hace referencia a la configuración del vehículo que fue detectada al momento de transitar por el carril.
idEstadoCobro	Cadena	Identificador del estado del cobro. Para mayor detalle, ver entidad "Estado Cobro".
numResolucion	Cadena	Número de la resolución en la que se aprobó una tarifa especial para el vehículo en determinado peaje.



Entidad: EstadoCobro		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idEstadoCobro	Numérico	Identificador del estado del cobro, según lo indicado en la Tabla 12.
Mnemónico	Cadena	Mnemónico del estado del cobro.
Descripción	Cadena	Describe el estado del cobro, según lo indicado en la Tabla 12.
Entidad: PeriodoReportadoPorIntermediador		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idPeriodo	Numérico	Identificador único del periodo de tiempo.
idIntermediador	Numérico	Identificador del INT IP/REV que reporta.
fechaHoraInicio	Fecha	Fecha/Hora del inicio del reporte (UTC-5, reporta REC).
fechaHoraTerminacion	Fecha	Fecha/Hora final del reporte (UTC-5, reporta REC).
fechaHoraSistema	Fecha	Fecha/Hora en la que el SiGT recibe el reporte (UTC-5).
Entidad: PeriodoReportadoPorOperadorIPREV		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idPeriodo	Numérico	Identificador del periodo.
idOperadorIPREV	Numérico	Identificador del OP IP/REV que realiza el reporte
fechaHoraInicio	Fecha	Fecha/Hora del inicio del reporte (UTC-5, reporta COP).
fechaHoraTerminacion	Fecha	Fecha/Hora final del reporte (UTC-5, reporta COP).
fechaHoraSistema	Fecha	Fecha/Hora en la que el SiGT recibe el reporte (UTC-5, registra SiGT).



Entidad: RegistroConsulta		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idRegistro	Numérico	Identificador único de la consulta.
idUsuario	Numérico	Identificador del usuario que realiza la consulta con respecto al SINITT.
idTipoConsulta	Numérico	Identificador del tipo de consulta realizado.
fechaHoraConsulta	Fecha	Fecha-Hora de la consulta realizada (UTC-5).
Entidad: TipoDeConsulta		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idTipoDeConsulta	Numérico	Identificador del tipo de consulta.
Mnemónico	Cadena	Descripción de la respuesta de la consulta realizada.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo de consulta.
Entidad: TipoDeCobro		
Campo	Tipo de dato	Descripción
idTipoDeCobro	Numérico	Identificador del tipo de cobro realizado (REV efectivo).
Mnemonic	Cadena	Mnemónico del tipo de cobro realizado.
Descripción	Cadena	Descripción del tipo del cobro realizado. (Efectivo REV)



Retención de la Información

R077: el SiGT debe mantener en línea la información histórica de su DB por un período mínimo de 3 años. La información de transacciones que supere este período debe ser almacenada según las disposiciones de retención documental del MT.

NOTA: en cuanto a la retención documental se debe hacer en concordancia con lo establecido en el Acuerdo del Archivo General de la Nación No. 039 del 2002 y la Ley 594 del 2000, que es la norma que determina la forma en que se deben establecer los tiempos de retención, así como las demás disposiciones que la modifiquen o sustituyan.

3.10.5.2. Requisitos de la base de datos del SI de los COP

Modelo Entidad-Relación

R078: el modelo Entidad-Relación de la DB del SI de los COP, con su respectivo diccionario de datos, debe cumplir con las especificaciones de diseño lógico de base datos dado en este documento y el diseño físico podrá ser definidos por los propios operadores IP/REV (OP IP/REV) de acuerdo a su modelo de operación.

Retención de la Información

R079: el SI de los COP debe almacenar la información histórica de la operación de la plaza (datos, imágenes y videos) por un período mínimo de un (1) año, garantizando los primeros tres (3) meses en línea.

NOTA 1: en cuanto a la retención documental se debe hacer en concordancia con lo establecido en el Acuerdo del Archivo General de la Nación No. 039 del 2002 y la Ley 594 del 2000, que es la norma que determina la forma en que se deben establecer los tiempos de retención, así como las demás disposiciones que la adicionen, modifiquen o sustituyan.

3.10.5.3. Requisitos de Base de Datos del SI de los INT IP/REV

Modelo Entidad-Relación

R080: el modelo Entidad-Relación de la DB del SI de los INT IP/REV, con su respectivo diccionario de datos debe cumplir con las especificaciones de diseño lógico de base datos dado en este documento, y el diseño físico podrá ser definidos por los propios intermediadores de acuerdo a su modelo de operación.

Retención de la información



R081: el SI de los INT IP/REV debe almacenar la información histórica relacionada con la operación del sistema IP/REV por un período mínimo de un (1) año.

3.10.6. Restricciones de diseño.

A continuación se presentan las restricciones de diseño del SiGT, del SI de los COP y del SI de los INT IP/REV.

3.10.6.1. Restricciones de diseño del SiGT

R082: en el marco del modelo cliente-servidor, el SiGT siempre actuará en rol de servidor.

NOTA: Lo anterior refiere al hecho de toda transacción será iniciada en el lado cliente.

R083: el SiGT debe implementar mecanismos que garanticen el no repudio del origen de los datos.

R084: el SiGT debe implementar los mecanismos de verificación que garanticen la integridad de los datos suministrados por SI externos.

R085: se deben diseñar en el SiGT los formularios (en la interfaz web) correspondientes a la consulta de información de acuerdo a lo que defina el MT.

3.10.6.2. Restricciones de diseño del SI de los COP

R086: con respecto al SiGT, el SI de los COP debe realizar el rol de cliente, según el modelo cliente-servidor.

R087: el SI de los COP debe implementar los mecanismos de verificación que garanticen la integridad de los datos enviados al SiGT.

3.10.6.3. Restricciones de diseño del SI de los INT IP/REV

R088: con respecto al SiGT, el SI de los INT IP/REV debe realizar el rol de cliente, según el modelo cliente-servidor.

R089: el SI de los INT IP/REV debe implementar los mecanismos de verificación que garanticen la integridad de los datos enviados al SiGT.

3.10.7. Cumplimiento de estándares.

En esta sección se definen los estándares a los que el SiGT debe dar cumplimiento.

R090: el SiGT debe cumplir con los requisitos que se especifican en el presente capítulo y debe ajustarse a los estándares: ISO 14817:2002, ISO 24097-1:2009, ISO/DTR 24097-2, ISO/NP 24097-3, ISO/TR 21707:2008, ISO/IEC 38500:2015.



NOTA: los estándares mencionados hacen referencia a:

- ISO 14817:2002 Transport information and control systems – Requirements for an ITS/TICS central Data Registry and ITS/TICS Data Dictionaries⁴⁴.
- ISO 24097-1:2009 Intelligent transport systems – Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery – Part 1: Realization of interoperable web services⁴⁵.
- ISO/DTR 24097-2 Intelligent transport systems – Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery – Part 2: elaboration of interoperable web services' interfaces⁴⁶.
- ISO/NP 24097-3 Intelligent transport systems – Using web services (machine-machine delivery) for ITS service delivery – Part 3: Quality of service⁴⁷.
- ISO/TR 21707:2008 Intelligent transport systems – Integrated transport information, management and control – Data quality in ITS systems⁴⁸.
- ISO/IEC 38500:2015 Information technology – Governance of IT for the organization⁴⁹.

3.10.8. Requisitos de Calidad

El SiGT, el SI de los COP y el SI de los INT IP/REV, deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad:

3.10.8.1. Confiabilidad

- Confiabilidad del SiGT

R091: el SiGT debe cumplir con los siguientes estándares internacionales relacionados con la confiabilidad del sistema:

- ISO/IEC 17811-3:2014 Information Technology – Device control and management – Part 3: Specification of Reliable Message Delivery Protocol⁵⁰.

44 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=36030.

45 http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42014.

46 http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=65673.

47 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=65674.

48 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=34668.

49 http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=62816.

50 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=62856.



- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Private Integrated Services Network – Specification, functional model and information flows – Private User Mobility (PUM) – Registration supplementary service⁵¹.
- ISO/IEC 25437:2012 Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – WS-Session – Web services for application session services⁵².

□ Confiabilidad del SI de los COP

R092: el SI de los COP debe cumplir con los siguientes estándares internacionales relacionados con la confiabilidad del sistema:

- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Private Integrated Services Network – Specification, functional model and information flows – Private User Mobility (PUM) – Registration supplementary service⁵³.
- ISO/IEC 25437:2012 Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – WS-Session – Web services for application session services⁵⁴.

□ Confiabilidad del SI de los INT IP/REV

R093: el SI de los INT IP/REV debe cumplir con los siguientes estándares internacionales relacionados con la confiabilidad del sistema:

- Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Private Integrated Services Network – Specification, functional model and information flows – Private User Mobility (PUM) – Registration supplementary service⁵⁵.
- ISO/IEC 25437:2012 Information technology – Telecommunications and information exchange between systems – WS-Session – Web services for application session services⁵⁶.

51 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31600.

52 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61207.

53 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31600.

54 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61207.

55 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=31600.

56 http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=61207.



3.10.8.2. Sostenibilidad.

A continuación se presentan los requisitos de sostenibilidad del SiGT, del SI de los COP y del SI de los INT IP/REV.

- Sostenibilidad del SiGT

R094: el SiGT debe garantizar un tiempo de respuesta apropiado (dentro del plazo especificado en la Sección 3.10.4.1 “Tiempos de Respuesta”), de forma independiente al volumen de transacciones, que aumentará a medida que se masifique el IP/REV.

- Sostenibilidad del SI de los COP

R095: el SI de los COP debe garantizar escalabilidad de acuerdo al número de usuario IP/REV, el cual aumentará a medida que se masifique su uso.

- Sostenibilidad del SI de los INT IP/REV

R096: el SI de los INT IP/REV debe garantizar escalabilidad de acuerdo al número de usuario IP/REV, que aumentará a medida que se masifique su uso.

3.11. VERIFICACIÓN

A continuación se especifican los métodos y procesos de verificación que permitirán garantizar que, una vez implementado el software de referencia, este cumple con los requisitos especificados.

3.11.1. Interfaces Externas y Funcionalidad Asociada.

Como se especificó en la Sección 3.7.3, toda comunicación desde y hacia un sistema externo al SiGT debe estar cifrada (HTTPS) y, a su vez, se recomendó el uso de un esquema HSTS (HTTP Strict Transport Security), en el cual todos los sitios web del SiGT sólo serán accesibles a través de conexiones seguras.

Para garantizar este requisito se deberá verificar que todo vínculo⁵⁷ que especifique protocolo HTTP (puerto 80) sea convertido automáticamente y atendido por los servidores de SiGT a través del protocolo HTTPS (puerto 443). Mediante la utilización de un analizador de protocolos (o herramienta similar) se debe verificar que en toda comunicación, todos los servidores web del SiGT retornan el encabezado “STS header field” (Strict-Transport-Security HTTP) en la respuesta, según el formato especificado en el estándar de la IETF propuesto en el documento RFC-6797, HTTP Strict Transport Security (HSTS), Sección 6.1.⁵⁸

⁵⁷ Sea que se ingrese manualmente en un navegador, o que se intente por código a través de una aplicación propia.

⁵⁸ <http://tools.ietf.org/html/rfc6797>.



3.11.1.1. Interfaz con los SI de los COP

Se debe desarrollar una prueba unitaria de software que verifique el funcionamiento de cada servicio web publicado por el SiGT para los casos de uso en cuestión. Para la verificación de la actualización de la base de datos de los COP, la prueba unitaria permite comprobar que los servicios web implementados permiten a un OP IP/REV, por medio de una solicitud bien construida (por ejemplo, mensaje SOAP), recibir la información necesaria para actualizar su DB, y así operar la plaza de peajes:

- Lista de dispositivos TAG RFID en estado activos (contratos prepago, pospago y exento).
- Lista de dispositivo TAG RFID en estado inactivos (contratos prepago, pospago y exento).
- Saldos (contratos prepago, saldo en cero equivale a dispositivos TAG RFID en estado inactivo).

Para la verificación del envío de novedades desde el COP al SiGT, la realización de una prueba unitaria permitirá comprobar que el servicio web implementado en el SiGT permite a un OP IP/REV reportar los cobros realizados, con la frecuencia de envío determinada previamente en la especificación de requisitos y de acuerdo al tipo de novedad.

3.11.1.2. Interfaz con los SI de los INT IP/REV

Para los casos de solicitud de novedades y descarga de actualizaciones desde SiGT al INT IP/REV, se debe desarrollar una prueba unitaria de software que verifique el funcionamiento de cada servicio web publicado por el SiGT para los casos de uso de referencia. Para el caso en que se lleva a cabo la solicitud de información para actualizar la DB del INT IP/REV, la prueba unitaria permitirá comprobar que los servicios web implementados permiten a un INT IP/REV y demás entidades participantes, por medio de una solicitud bien construida (por ejemplo, mensaje SOAP), reportar las novedades relacionadas con la operación de peajes con modalidad IP/REV:

- Lista de dispositivo TAG RFID en estado activos (contratos prepago, pospago y exento).
- Lista de dispositivos TAG RFID en estado inactivos (contratos prepago, pospago y exento).
- Saldos (contratos prepago).



Para el caso en que el INT IP/REV envía novedades al SiGT, la prueba unitaria permitirá comprobar que el servicio web implementado en el SiGT permite a un INT IP/REV descargar los cobros realizados, con una frecuencia dentro del rango determinado previamente en la especificación de requisitos y de acuerdo al tipo de novedad.

3.11.1.3. Interfaz con usuarios externos

En este caso, la prueba debe ser realizada por varios usuarios humanos registrados con diferentes roles y permisos. Estos deben verificar el proceso de autenticación en el SINITT para ingresar al sistema y la funcionalidad provista por el SiGT para cada rol (páginas, menús, formatos).

3.11.2. Requisitos de usabilidad

Para verificar la usabilidad de los servicios provistos por el SiGT se deben desarrollar dos tipos de pruebas: B2B y B2C. Para las pruebas B2B se deben desarrollar programas que permitan comprobar la ubicación de los servicios publicados, esto es, que las rutas de acceso documentadas son correctas.

- Para las pruebas B2C, se debe conformar un grupo de usuarios que por medio del uso de la interfaz web provista, califique la efectividad, eficiencia y demás criterios de satisfacción:
 - Simplicidad y facilidad de uso de la interfaz gráfica
 - Calidad del diseño gráfico
 - Existencia de ayuda en línea
 - Existencia de soporte en línea
 - Tiempos promedio de respuesta.

3.11.3. Requisitos de desempeño

Los requisitos de desempeño se verificarán a través de la medición de los valores especificados en este documento (Sección 3.10.4 “Requisitos de Desempeño”). En general, y dado que el sistema proveerá dos tipos de servicios con características muy diferentes (B2B y B2C), se deben implementar métodos específicos para cada parámetro a verificar.

3.11.3.1. Tiempos de respuesta del SiGT

Como no se puede garantizar la calidad, capacidad y velocidad de los canales de comunicación involucrados (Internet), los tiempos de respuesta para las



transacciones B2B especificados deben ser medidos desde todas las instalaciones de los INT IP/REV y COP participantes en el sistema IP/REV, mediante el software apropiado.

3.11.3.2. Concurrencia

Para medir la capacidad del SiGT en relación al número de usuarios (sistemas y humanos) concurrentes se deberá utilizar un software o servicio que permita simular la carga del SiGT, mediante las herramientas apropiadas.

3.11.3.3. Requisitos lógicos de base de datos

Para verificar el diseño lógico de la base de datos del SiGT, se deberá garantizar que el diseño físico que se modele e implemente permite soportar las transacciones y la generación de reportes, según los requisitos especificados en este capítulo.

Todas las fechas mencionadas en las entidades de la base de datos deben estar acorde a la hora legal establecida en Colombia, obtenidas mediante el uso del protocolo NTP⁵⁹, servidor Horario UTC-5.

3.11.4. Restricciones de diseño

Dadas las características del SiGT propuesto, el sistema a diseñar debe estar basado en una arquitectura orientada a servicios (del inglés Service Oriented Architecture, SOA). Para esto se debe verificar que la arquitectura implementada cumple con el estándar ISO/IEC 38500 de 2015, como se especifica en la Sección 3.10.7 “Cumplimiento de Estándares”. En particular, se deberá garantizar el cumplimiento de los siguientes principios establecidos en el estándar:

- Gobierno Corporativo de TI (del inglés *Corporate Governance of IT*): refiere al sistema mediante el cual se dirige y controla el uso actual y futuro de las tecnologías de la información.
- Gestión (del inglés *Management*): refiere al sistema de controles y procesos requeridos para lograr los objetivos estratégicos establecidos por la dirección de la organización. Está sujeta a la guía y a la monitorización establecida mediante el gobierno corporativo.
- Uso de TI (del inglés *Use of IT*): refiere a la planificación, diseño, desarrollo, despliegue, operación, gestión y aplicación de TI para cumplir con las necesidades del negocio. Incluye tanto la demanda como la oferta de servicios de TI por unidades de negocio internas, unidades especializadas de TI, proveedores externos y “utility services”.

⁵⁹ Del inglés Network Time Protocol.



- Conducta Humana (del inglés Human Behavior): la comprensión de las interacciones entre personas y otros elementos de un sistema con la intención de asegurar el bienestar de las personas y el buen rendimiento del sistema. Incluye la cultura, necesidades y aspiraciones de las personas como individuos y como grupo.

3.11.5. Cumplimiento de estándares

El comportamiento estándar de un sistema transaccional como el SiGT incluye el registro cronológico de todas las actividades realizadas mediante el uso del sistema. En particular, el sistema a desarrollar debe implementar los mecanismos necesarios que permitan llevar a cabo la reconstrucción y el examen de cualquier secuencia de eventos, de tal forma que provean el soporte necesario para realizar el proceso de auditoría que defina el MT.

3.11.6. Requisitos de calidad

El software a desarrollar o adquirir para el SiGT cumple un papel crucial en el funcionamiento del servicio IP/REV. Por lo tanto la empresa a participar en el proceso de licitación de este subsistema deberá garantizar la aplicación de las prácticas y modelos internacionales, tanto metodológicos como de procesos, definidos por el modelo CMMI. Para lo anterior la empresa debe certificar una valoración CMMI (versión 1.3 o superior) nivel 5, en el área de Desarrollo o Servicio, dependiendo del objeto que el MT defina para la licitación de este subsistema.

3.11.7. Información de soporte

Como herramienta de soporte para la solución de disputas, los OP IP/REV deben garantizar la disponibilidad de video y la funcionalidad que permitan asociar un cobro en particular con la filmación y el resultado del ALPR (del inglés *Automatic Licence Plate Recognition*) correspondiente. Esta información en formato de video debe ser almacenada por el OP IP/REV por el período especificado en la Sección 3.10.5 “Requisitos de Base de Datos del SI de los COP”.

3.12. REQUISITOS DEL CENTRO DE DATOS DEL SiGT

A continuación se presentan las consideraciones generales para el dimensionamiento del SiGT:

- Todos los sistemas deben contar con mantenimiento en sitio en modalidad 7 x 24 x 4 por los 365 días del año más bisiestos.
- La disponibilidad del sistema debe ser igual o superior al 99.98% medido tanto en la disponibilidad de la plataforma como en los canales de comunicación.



- En caso de falla, el tiempo máximo para recuperar la operación del SiGT es de 30 minutos.
- Los costos de operación deben incluir instalación, configuración, pruebas funcionales, puesta en marcha y gestión y soporte por cinco años.
- El sistema tiene un respaldo para su operación con equipos de las mismas referencias y configuraciones en un centro de datos ubicado a por lo menos a 50 kilómetros de distancia⁶⁰. La información debe estar sincronizada para garantizar una entrada en operación del DRP sin afectación de la información. El DRP operará en modalidad pasiva.
- Se deberán entregar las licencias necesarias para poder operar el SiGT sin ninguna restricción y/o limitación (sistemas operativos, base de datos, elementos de comunicación, sistemas de gestión, etc).
- El MTBF de los equipos de procesamiento debe ser superior a 300.000 horas.
- El factor de confiabilidad (del inglés *Reliability factor* o *RF*) de la solución de almacenamiento debe ser superior a 150.000 horas.
- El MTBF de los equipos de red debe ser superior a 200.000 horas.

Desde el punto de vista de necesidades de equipos para la operación del sistema se presentan cinco (5) grandes áreas, las cuales se detallan en las siguientes secciones:

- Infraestructura
- Comunicaciones
- Procesamiento
- Almacenamiento
- Virtualización

3.12.1. Infraestructura.

El sistema debe estar alojado en un centro de datos diseñado con especificaciones mínimas de operación TIER 3, con DRP en centro de datos

⁶⁰ Esta distancia se recomienda para mitigar posibles afectaciones por desastres naturales como terremotos, inundaciones. Adicionalmente se garantiza con esta distancia que los circuitos eléctricos que alimentan cada centro de datos sean diferentes lo cual reduce que en caso de fallas de suministro eléctrico sean simultáneas.



(mínimo TIER 3) ubicado por lo menos a 50 kilómetros de distancia y que cuente con condiciones semejantes de operación. El Operador IP/REV (OP IP/REV) debe dimensionar el sistema de recuperación a desastres teniendo en cuenta que el tiempo de punto de recuperación (RPO) debe ser máximo de 10 minutos, y el tiempo de recuperación (RTO) debe ser de hasta 20 minutos.

Para la operación del SiGT se plantean dos escenarios respecto a las condiciones del centro de datos.

- Sistema de Colocation en un centro de datos certificado en TIER 4 con respaldo del sistema en un TIER 3 como mínimo.
- Sistema de Colocation en un centro de datos certificado en TIER 3 con respaldo del sistema en un TIER 3 como mínimo.

La posibilidad de solicitar la construcción de un nuevo centro TIER 3 no es factible debido a los tiempos necesarios de diseño, construcción y certificación, lo cual puede impactar en demoras en la implementación del SiGT.

Los equipos del sistema deben quedar instalados dentro de una jaula al interior del centro de datos, con control de acceso.

3.12.2. Redes de Comunicación

El sistema deberá presentar redundancia de todos sus componentes: routers de entrada, switch core principal y de distribución, entre otros. Estos deberán ser configurados de forma agregada para minimizar el impacto en caso de fallas.

Se debe incluir como elementos de protección un firewall de entrada, un firewall web (waf) para protección a los portales, un sistema de filtrado de contenido con capacidad de análisis de tráfico SSL y de protección a ataques de servicio. Todos en forma redundante.

Se deben incluir los switch SAN (pueden ser dedicados SAN ó LAN/SAN) necesarios para la comunicación entre los servidores y el almacenamiento.

Todos los equipos instalados deben ser gestionables remotamente y se deberá entregar su herramienta respectiva. Las conexiones serán Ethernet de mínimo 10Gbps (del inglés *gigabits per second*) para la transmisión de datos y mínimo 1Gbps para la gestión (red separada). Se realizarán conexiones dobles en forma agregada con el fin de aumentar el ancho de banda y tener una redundancia de los mismos.

Se deben instalar mínimo dos (2) canales de comunicación para garantizar la redundancia en la comunicación, deberán ser con diferentes proveedores, nivel



de reuso de 1, bidireccionales y ancho de banda mínimo de 1 Gbps⁶¹ dedicados exclusivamente para la comunicación con los INT IP/REV y OP IP/REV, y una disponibilidad igual o superior al 99.98%. Comunicaciones adicionales como sincronismo con la réplica, y otras, deberán tener un ancho de banda dedicado y deberán ser suministrados por la empresa que realice la operación del SiGT.

3.12.3. Procesamiento

El sistema de procesamiento deberá ser compuesto por una *solución blade*⁶² con redundancia en fuentes de alimentación y tarjetas de red, reemplazo de partes en caliente (hot swap). Cada servidor debe tener memorias con detección y corrección de errores (ECC), operación en cluster y un MTBF superior a 300.000 horas. Las tarjetas de red deberán garantizar la operación en forma agregada.

La solución debe alojar los portales de acceso, servidores de aplicación, motor de la base de datos, así como los necesarios para garantizar el funcionamiento del SiGT. La base de datos se instalará en modalidad cluster con configuración activo – activo.

Un sistema balanceador de carga que permite distribuir las peticiones entre los portales del sistema, así como dar protección de ataques o intentos no autorizados de acceso a los mismos.

Las necesidades básicas son:

- Portales WEB: 8 Cores y 64 GB de RAM; 3 en operación y uno de respaldo.
- Servidores de Aplicación: 12 Cores y 96 GB de RAM; 2 en operación y uno de respaldo.
- Base de Datos: 8 Cores y 256 GB de RAM; cluster activo-activo.
- Gestión del sistema (incluye servidor de syslog): 8 Cores y 32 GB de RAM; 4 equipos.

3.12.4. Almacenamiento

El almacenamiento del sistema se hará en una solución SAN con doble controladora y un arreglo de discos que permitan garantizar el nivel de accesos requerido por la base datos, así como la redundancia necesaria para garantizar la integridad de la información. El almacenamiento debe contar con envío de falla directo al fabricante en caso de falla de algún disco y/o controladora.

Las necesidades básicas son:

⁶¹ Este ancho debe ser revisado y escalado de acuerdo al tráfico medido en la operación del SiGT.

⁶² Solución Blade: solución a base de servidores blade (cuchillas), tipo de ordenador para centros de proceso de datos. Solución diseñada para aprovechar el espacio, reducir el consumo y simplificar su explotación



- Portales: 800 GB.
- Aplicación: 600 GB.
- Base de datos: 3 TB.
- Gestión del sistema: 3 TB.

3.12.5. Virtualización

La herramienta de virtualización tiene que ser compatible con todos los elementos de la solución (hardware, software, red) certificado por los fabricantes, debe permitir agregación de servidores para establecer clusters, así como la transferencia en caliente de una máquina virtual en caso de falla de algún componente de procesamiento.

3.13. Actualización y Mantenimiento de los componentes de software del sistema IP/REV

En referencia a los elementos de software presentes en este anexo técnico, será responsabilidad de cada actor involucrado en la prestación de servicio, el mantenimiento, renovación, actualización de los componentes del sistema que garanticen el nivel de prestación de servicio para el cual fueron homologados. Asimismo, el mantenimiento del software debe tener un plan concreto de mantenimiento que esté acorde con los niveles de disponibilidad de operación indicados.



MINTRANSPORTE



4. CAPÍTULO 4: ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE HARDWARE - Sistema de interoperabilidad de peajes / recaudo electrónico vehicular (IP/REV)

Ministerio de Transporte
Octubre de 2015



4.1. GENERALIDADES

De acuerdo a la visión descrita en el Capítulo 2 “Concepto de Operación” del presente documento, con el objetivo de lograr la Interoperabilidad de Peajes y el Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV), se requiere especificar el Hardware necesario por los operadores IP/REV (OP IP/REV) para garantizar el funcionamiento del sistema IP/REV propuesto.

El presente capítulo identifica las partes fundamentales del sistema de Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV). Para cada parte, se describen los elementos de Hardware necesarios para garantizar la interoperabilidad de peajes del sistema IP/REV en Colombia. De igual manera, los requisitos (funcionales, de uso, de confiabilidad, de rendimiento, entre otros) que debe tener cada elemento de Hardware son presentados. Finalmente, en el capítulo se presentan las consideraciones necesarias al momento de verificar y validar el correcto funcionamiento de un sistema IP/REV.

4.1.1. Alcance de los requisitos de hardware

A continuación se presentan los requisitos de hardware para el funcionamiento del sistema de Recaudo Electrónico Vehicular (IP/REV) en Colombia. La primera parte expone los aspectos generales de la estructura del sistema desde el punto de vista del hardware, los elementos que lo componen y los requisitos de cada uno. Los requisitos presentados están fijados para las operaciones elementales del sistema IP/REV en Colombia, teniendo en cuenta estándares ISO (Estándar ISO 18000-63, ISO/IEC 17575, ISO/IEC 17573, ISO/IEC 16410) de dicha área.

La segunda parte presenta la verificación y validación de los requisitos de hardware a fin de determinar que son correctos, completos y exactos para satisfacer los requerimientos del sistema IP/REV en Colombia, estos últimos plasmados en el Capítulo 2 “Concepto de Operación”.

4.1.2. Referencias

Este documento se basa en las siguientes referencias:

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 18000-63:2013. Information technology -- Radio frequency identification for item management. 2013.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 17575. Electronic fee collection -- Application interface definition for autonomous systems. 2010.



- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 17573. Electronic fee collection -- Application interface definition for autonomous systems. 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/IEC 16410. Electronic fee collection — Evaluation of equipment for conformity to ISO/TS 17575. 2011.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Resolución 004100 (28, diciembre, 2004). Por la cual se adoptan los límites de pesos y dimensiones en los vehículos de transporte terrestre automotor de carga por carretera, para su operación normal en la red vial a nivel nacional.
- COLOMBIA. MINISTERIO DE TRANSPORTE. Manual de señalización vial 2015.
- INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERS. IEEE 1012. Standard for System and Software Verification and Validation. 2012.

4.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA IP/REV DEL OPERADOR IP/REV (OP IP/REV)

El sistema IP/REV del Operador IP/REV (OP IP/REV) se encuentra dividido en dos partes fundamentales: un Centro de Operación de Peajes (COP) que recoge todos los datos de peajes de la concesión y que permite hacer control sobre los mismos; y una plaza de peaje que, a su vez, está compuesta por un centro de control y sus carriles IP/REV. Éstos últimos consisten en el segmento de carretera por donde transita el vehículo y que pertenece al peaje con todos los sistemas necesarios (RSU) para realizar el cobro.

La Figura 14 muestra los componentes del sistema IP/REV del Operador IP/REV (OP IP/REV) y su conexión con el SiGT con los elementos de hardware necesarios para su funcionamiento básico, según la norma ISO 17575-1.

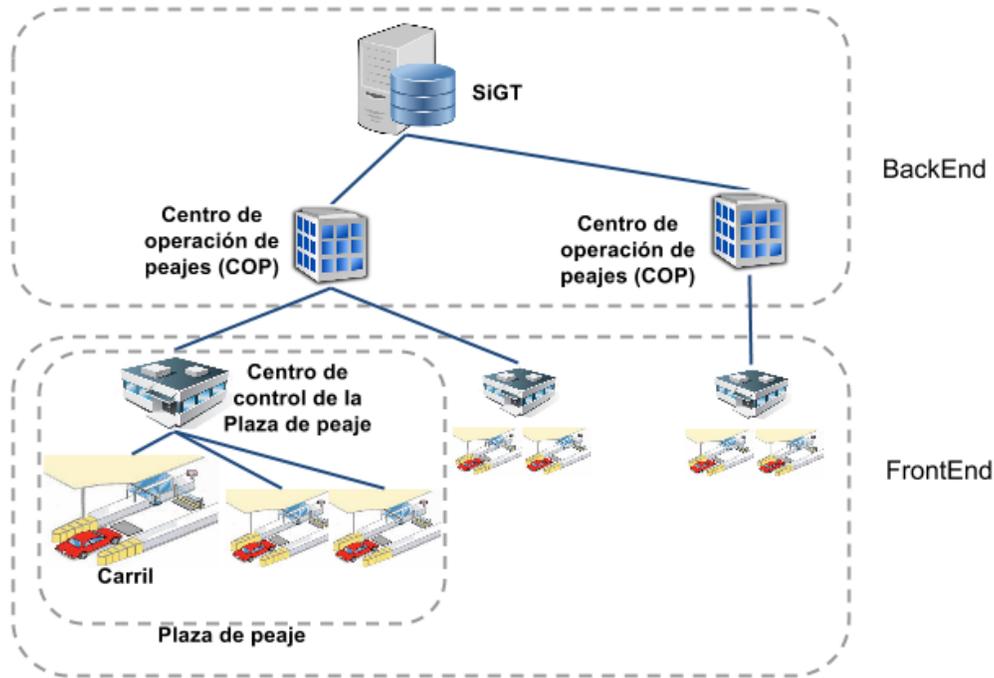
A continuación, se presentan los requisitos para el funcionamiento de un peaje con IP/REV a nivel de plaza, detallando los componentes que integran el carril IP/REV y el centro de control de la misma.

4.3. FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA SERVICIO A NIVEL DE CARRIL IP/REV O CARRIL MIXTO (MANUAL / IP/REV)

En los sistemas de recaudo en peajes, se identifican los siguientes tipos de carriles:

- Carriles de pago manual: donde el usuario realiza su pago en efectivo, mediante la ayuda de una persona en el carril de peaje.

Figura 14. Estructura de los componentes del sistema IP/REV



- Carriles de pago automático: donde el usuario realiza el pago mediante una tecnología de comunicación inalámbrica, sin necesidad de realizar una transacción física.
- Carriles mixtos: donde se pueden realizar pagos de forma manual y automática.

A continuación se describen los componentes más importantes del front-end para un carril IP/REV y plaza de peaje.

4.3.1. Tag RFID ISO 18000-63 (On Board Unit - OBU)

En los sistemas de recaudo electrónico se realiza una transferencia de datos entre el vehículo, que cuenta con un dispositivo TAG RFID ISO 18000-63 (OBU) y la RSU. A continuación se listan los requisitos para este elemento.

Tipo	Descripción
RH001 Funcional.	Tag RFID compatible con estándar ISO/IEC 18000-63 2013. Tag RFID ISO 18000-63 con TID único y longitud de 96 bits. Los



dispositivos TAG RFID, según el Ministerio de Transporte, deben tener un campo EPC con la siguiente codificación GS1 para identificar a los dispositivos TAG RFID que pertenecen al dominio de peajes IP/REV (algunos de los campos de esta tabla están pendientes – campos sombreados en rosa- y el Ministerio los definirá; los números que aparecen en la tabla son de ejemplo).

Campo	Bits	Valor	Definición
Encabezado	8	8004	Identificador de Aplicación. Permite indicar que el campo de datos contiene un GIAI.
Valor de Filtro	3	000	Este campo permite hacer un filtro rápido y una pre-selección de los tipos básicos de bienes que se pueden codificar. Este campo se usa para efectos de lectura de una etiqueta RFID.
Partición	3	5	Es un número que indica el tamaño en bits del EPC Manager o Prefijo de Compañía.
Prefijo Compañía	24	7701234	Identifica al Ministerio de Transporte.
Tag Serial	36	1234567 89	Número de serial del dispositivo TAG RFID
Reservado para uso futuro	6	00	Este campo podrá ser usado en aplicaciones futuras.
Suma de verificación	16	0009	Permitirá verificar la integridad de los datos codificados.

RH002
Usabilidad

Tags RFID ISO 18000-63 inalterables (tamper proof).
El Tag RFID ISO 18000-63 debe estar adherido al panorámico del vehículo, en una posición que no afecte el funcionamiento propio, ni el de otros sistemas de IP/REV.

RH003
Confiabilidad

Tags RFID ISO 18000-63 con tiempo de vida superior a 3 años, apropiado para la exposición a las condiciones dadas en vidrios panorámicos de los vehículos.

RH004
Rendimiento

Tag RFID ISO 18000-63 con capacidad de operar con el sistema de lectura, a una distancia suficiente para ser detectada al ingresar al



peaje.

RH005 Soporte Tag RFID ISO 18000-63 con soporte y disponibilidad suficiente dadas por el fabricante.

RH006 Interfaces para intercambio de datos Inalámbrica, especificada por la norma ISO 18000-63.

4.3.2. Unidad de lectura de dispositivo TAG RFID

El sistema de lectura de dispositivo TAG RFID, es el encargado de detectar el vehículo cuando ingresa al carril IP/REV del peaje, mediante la tecnología RFID ISO 18000-63. Esta unidad está compuesta por: unidad de procesamiento, unidad de radio, interfaz o puerto de comunicaciones, cables de radio frecuencia, antena(s) y un sistema de alimentación de energía. A continuación se describen los requisitos para este componente.

Tipo	Descripción
RH007 Funcional	Lectura de campos EPC de dispositivo TAG RFID ISO 18000-63 y campo TID de aquellos que pertenezcan al dominio de peajes. Verificación de integridad de la información: la unidad de lectura debe contar con un sistema de verificación de integridad de la información de los dispositivos RFID ISO 18000-63 leídos, igual o mejor que el CRC16.
RH008 Usabilidad	Las unidades de lectura deben ser aptas para operación en pórticos y en condiciones de intemperie. Deberán cumplir con el estándar IP66.
RH009 Confiabilidad	La unidad de lectura de dispositivo TAG RFID ISO 18000-63, deberá garantizar una tasa de lecturas efectivas de al menos el 98% con dispositivos TAG RFID bien instalados y en buen estado de conservación para una muestra de al menos 1000 dispositivos TAG RFID. La unidad de lectura debe tener una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 26280 horas. La confiabilidad de los datos leídos de un dispositivo TAG RFID ISO 18000-63 debe ser superior al 99.9% medidos con una muestra de al menos 1000 dispositivos TAG RFID.
RH010 Rendimiento	La unidad de lectura debe realizar al menos 100 lecturas por segundo de múltiples dispositivos TAG RFID ISO 18000-63 en movimiento a una velocidad máxima de 60 Km/h respecto al lector. La lectura del dispositivo TAG RFID ISO 18000-63 deberá ser efectiva exclusivamente en el carril IP/REV en donde circula el vehículo y detectado una sola vez. La antena del sistema de lectura de



dispositivos TAG RFID debe ser ubicada a una distancia de la barrera de paso o talanquera del carril IP/REV, tal que permita que los vehículos puedan transitar a una velocidad de hasta 60Km/h realizando pago electrónico satisfactoriamente.

La potencia máxima radiada por el sistema de lectura de dispositivos TAG RFID debe ser la estipulada por el estándar ISO 18000-63 y en ningún caso debe exceder la especificada en la normatividad colombiana emitida por la Agencia Nacional del Espectro (ANE). De igual manera, las frecuencias de operación estarán en la banda de 900MHz y serán las que permita la Agencia Nacional del Espectro para este tipo de aplicación.

RH011 Soporte Las unidades de lectura deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

RH012 Interfaces para transmisión de datos Interfaces físicas para transmisión de datos RS232 o Ethernet IEEE 802.3.

NOTA Con el objetivo de mantener la calidad de servicio para los usuarios IP/REV de peajes, se recomienda que al menos 200 metros antes del carril IP/REV, se instale un pórtico con un sistema de lectura de TAG RFID y posteriormente un panel de señalización variable que permita realizar una pre-clasificación de los usuarios IP/REV que disponen o no de los medios (TAG RFID válido y con saldo suficiente) para realizar el pago por este método. De esta manera, los usuarios que no estén en capacidad de realizar el pago mediante IP/REV, serán advertidos para que ingresen a los carriles de pago manual en la plaza de peaje. De esta forma se los vehículos que ingresen al carril IP/REV tendrán.

4.3.3. Sistema para reconocimiento de número de placa

La detección de placas vehiculares es una parte fundamental en los sistemas inteligentes de transporte. En el caso de los sistemas IP/REV, estas tecnologías permiten contrastar la información recogida a partir del TID del dispositivo TAG RFID de la base de datos del SiGT, con la información obtenida por los sistemas de lectura de placa a nivel del carril IP/REV.

A continuación se describen los requisitos para este componente.

Tipo	Descripción
RH013 Funcional	El sistema para reconocimiento de número de placa debe reconocer la placa del vehículo que ingresa al carril IP/REV de forma automática y los caracteres detectados deben ser almacenados en el centro de control de la



plaza de peaje junto con las evidencias de paso del vehículo (ver sección 4.3.4) por el carril IP/REV del peaje. El reconocimiento de la placa se acepta como válido, si al menos cinco de los seis caracteres de la placa detectada corresponden en posición, a los caracteres de la placa registrada en la base de datos que está asociada al dispositivo TAG RFID leído. Detección de placas con el vehículo en movimiento a una velocidad máxima de 60Km/h.

- RH014 Usabilidad** Reconocimiento de placas de vehículos en cada uno de los carriles IP/REV del peaje.
- RH015 Confiabilidad** El sistema de reconocimiento de placas debe tener una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 17000 horas.
- RH016 Rendimiento** El sistema de reconocimiento de placas debe tener una efectividad igual o superior al 95%, para placas en buen estado de conservación y limpieza. Sistema de reconocimiento de placas con tiempo de respuesta inferior a 2 segundos desde el momento en que se realiza la fotografía hasta que se obtiene el texto de la placa del vehículo. La cámara empleada para este sistema debe tener un grado de protección IP66.
- RH017 Soporte** El sistema de reconocimiento de placas deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje
- RH018 Interfaces para transmisión de datos** Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232 o Ethernet IEEE 802.3

4.3.4. Cámaras para grabación de los ejes de los vehículos

La cámara para grabación de los ejes de un vehículo y placa sirve como prueba de paso y para obtener evidencias acerca del número de ejes que tiene un automotor en caso que se requiera para la solución de discrepancias.

A continuación se describen los requisitos para este componente.

Tipo	Descripción
RH019 Funcional	La cámara debe grabar vídeo, y al menos, una imagen donde se evidencie perfectamente el número ejes y la placa que lleva el vehículo. Dicha(s) imagen(es) y vídeo deben ser almacenadas en el centro de control de la plaza de peaje junto con el texto de la placa detectada. La cámara para grabación de ejes y placa debe capturar la fotografía y el vídeo con el objetivo mencionado anteriormente a una velocidad de hasta 60Km/h.



- RH020 Usabilidad** Se debe realizar grabación en vídeo del número de ejes de los vehículos e imagen con número de placa en cada uno de los carriles del peaje IP/REV, sin importar las condiciones climáticas, de iluminación o temperatura que estén en el peaje.
- RH021 Confiabilidad** Las cámaras para la grabación de ejes y placa de los vehículos debe tener una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 17000 horas.
- RH022 Rendimiento** Las cámaras para la grabación de ejes y placa deben entregar su información de forma inmediata al centro de control de la plaza de peaje y deben operar y almacenar el vídeo al menos a 10 fps. Este tipo de cámara debe tener un grado de protección IP66.
- RH023 Soporte** Las cámaras para la grabación de ejes y placa deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
- RH024 Interfaces para transmisión de datos** Interfaces físicas Ethernet IEEE 802.3.

4.3.5. Cámaras de seguridad

Con fines de control de flujo vehicular y seguridad se debe contar con al menos una cámara panorámica en cada sentido y cámara(s) que permitan la vigilancia de las áreas de servicio. A continuación se describen los requisitos para este componente.

Tipo	Descripción
RH025 Funcional	Se debe instalar una cámara panorámica por cada sentido del peaje (entrada, salida) tipo PTZ, controlables de forma remota. Asimismo, deben existir cámaras que cubran por completo las áreas de servicio. Las cámaras operarán al menos a 15 fps, con zoom óptico de 32X con una sensibilidad mínima de 0.2 lux, compatibles con formatos H.264 y MPEG-4; y cumplir con el estándar ONVIF. Las cámaras deben ser funcionales en diferentes condiciones de clima y temperatura, por lo que contarán con sistema calefactor propio. Se debe contar con un switch de video, que permita seleccionar desde el COP a cualquiera de las cámaras de seguridad del peaje para el envío de las imágenes a dicho centro.
RH026 Usabilidad	Las imágenes de las cámaras serán transmitidas al centro de control de la plaza de peaje. Allí serán almacenadas de forma cifrada empleando AES 256.
RH027 Confiabilidad	Las cámaras deberán tener cada una disponibilidad del 99.9%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 26000 horas.



- RH028 Rendimiento** Cada cámara deberá tener una resolución mínima de 1920x1080 píxeles. Este tipo de cámara deberá tener un grado de protección IP66.
- RH029 Soporte** Las cámaras deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
- RH030 Interfaces para transmisión de datos** Interfaz física Ethernet IEEE 802.3 u otro medio cableado para la transmisión de datos.

4.3.6. Sensores de detección automática de la categoría del vehículo

El peaje debe contar con los sensores necesarios para realizar de forma automática la categorización del vehículo, de acuerdo a las tablas vigentes de categorización. Entre los requisitos para los sensores para dicha categorización son los siguientes:

Tipo	Descripción
RH031 Funcional	Se deberán instalar los sensores que determinen la categoría del vehículo, por ejemplo, mediante la medición de variables como número de llantas, ancho de la llanta, altura, entre otras. Los sensores deben ser capaces de determinar la categoría del vehículo en movimiento a una velocidad de hasta de 60 Km/h, antes de la barrera de paso y con vehículos transitando a 40 centímetros de separación.
RH032 Usabilidad	Los sensores serán aptos para ser empleados en ambientes industriales y de aplicación en sistemas de peajes. Los sensores instalados no deben afectar la velocidad con la que el vehículo ingresa al carril del peaje.
RH033 Confiabilidad	Los sensores deben tener cada uno una disponibilidad del 99.5%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 17000 horas. El sistema de clasificación debe tener una efectividad igual o superior al 98%.
RH034 Rendimiento	El sistema de sensores y el correspondiente procesamiento de su información para determinar la categoría de un vehículo, deben tener un tiempo de respuesta menor a 2 segundos, desde el momento en que el vehículo ingresa al carril IP/REV y es detectado por todos los sensores-hasta que se determina la categoría.
RH035 Soporte	El sistema de sensores debe contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH036 Interfaces para	Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232/RS485 o Ethernet IEEE 802.3 u otras no inalámbricas de carácter industrial.



transmisión de
datos

4.3.7. Equipos para pesaje automático de vehículos de carga

Este ítem se presenta a manera de recomendación para el correcto funcionamiento de los sistemas IP/REV.

En el peaje se recomienda contar como mínimo con un carril IP/REV provisto con un sistema de pesaje dinámico (WIM), cuya capacidad corresponda, por lo menos, al máximo permitido por la vía para estimar el peso de todos los camiones de carga que transiten por el peaje, sin que éstos se detengan por completo. La información del peso reportada por el sistema de pesaje será enviada de forma automática a la base de datos en el centro de control de la plaza de peaje.

Esto permitirá determinar la circulación no autorizada de vehículos pesados por las vías, así como detectar vehículos pesados que lleven un eje levantado al momento de transitar por el peaje, permitiendo realizar una correcta clasificación como se aclara en el Capítulo 2 “Concepto de Operaciones”.

Asimismo, el Ministerio de Transporte regulará a través de política pública los estándares para pesaje a nivel nacional. Los requisitos para dicho elemento son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH037 Funcional	Sensores para pesaje dinámico aptos para pesaje de cualquiera de los vehículos de carga usados en el país, estipulados en la resolución 004100 de 28 de diciembre de 2004 del Ministerio de Transporte.
RH038 Usabilidad	Deberá existir al menos un carril IP/REV con sistema dinámico de pesaje y debe reportar el peso de forma automática al centro de control de la plaza de peaje junto con la información de los sensores de detección de categoría. La infraestructura para el pesaje deberá permitir el tránsito del vehículo a velocidad constante para evitar mediciones erróneas y otras condiciones que especifique el fabricante.
RH039 Confiabilidad	El sistema de pesaje debe tener un certificado de calibración por parte de una empresa avalada por la ONAC (Organismo Nacional de Acreditación) o el Instituto Nacional de Metrología, con una disponibilidad superior al 99% y un error máximo del 5% con vehículo transitando a menos o igual a 60 Km/h.
RH040 Rendimiento	El sistema de pesaje de vehículos de carga deberá tener una precisión de al menos el 95%.
RH041 Soporte	Las básculas del sistema deben ser calibradas al menos una vez al año notificando este procedimiento al centro de metrología de la



SuperIntendencia de Industria y Comercio, para efectos de continuar con la certificación.

RH042 Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232/RS 485 ó Ethernet
Interfaces para transmisión de datos para IEEE 802.3.

4.3.8. Sistema para gestión de información de carril IP/REV

Por cada carril IP/REV exclusivo o mixto se deberá instalar en el peaje un dispositivo de cómputo para recibir las lecturas procedentes de la unidad de lectura de dispositivos RFID. El dispositivo deberá soportar la ejecución de las siguientes tareas:

- Recepción de hasta 100 datos de dispositivos TAG RFID ISO 18000-63 por segundo provenientes de la unidad de lectura de dispositivos TAG RFID ISO 18000-63.
- Gestión de la base de datos local del carril IP/REV de los dispositivos TAG RFID, obtenida desde el SiGT a través del COP. Lo anterior con el fin de acelerar el proceso de consulta durante el paso de un vehículo por un carril IP/REV del peaje. Los cambios realizados en la base de datos serán replicados al centro de control de la plaza de peaje. Esta arquitectura garantiza la independencia técnica entre carriles IP/REV previniendo la propagación de un fallo a los demás.
- Monitoreo del estado de funcionamiento de los elementos de la plaza de peaje, así como la capacidad de recibir de forma remota desde el COP los datos para alterar su funcionamiento.
- Controlar el funcionamiento de la barrera de salida o talanquera.
- Realizar el cifrado y descifrado de datos transferidos entre el centro de control de la plaza de peaje y el computador del carril IP/REV.

Los requisitos para dicho elemento son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH043 Funcional	Deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para ejecutar las tareas especificadas anteriormente. En caso de que el equipo este instalado en el carril IP/REV, se deberá disponer de un disco duro de estado sólido que soporte las condiciones de vibración presentes en el carril IP/REV. La base de datos debe cumplir con los requisitos de base de datos



definidos en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”.
 Deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.
 Deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.
 Deberá cumplir con el estándar IP66 de protección si está expuesto a la intemperie o IP54 si está protegido en un ambiente cerrado garantizando su operación entre -5°C a +45°C.
 Los equipos deben cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.
 El reloj del equipo debe estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificación de Requisitos de Software”.

- RH044 Usabilidad** Componentes para la gestión de información de carril IP/REV: se recomiendan estar lo más cerca posible de los elementos que le suministran la información (sistema RFID ISO 18000-63, sensores, etc.) a fin de mantener la integridad y la seguridad de la información.
- RH045 Confiabilidad** Componentes para gestión de la información de grado industrial y trabajo pesado, con garantía de funcionamiento en condiciones climáticas y de temperatura extremas.
- RH046 Rendimiento** Capacidad de procesar mínimo 100 solicitudes de búsqueda por segundo en la base de datos local del carril IP/REV de los dispositivos TAG RFID. De igual forma, debe calcular la categoría de un vehículo a partir de la información de los sensores en un tiempo no mayor a 2 segundos.
- RH047 Soporte** El sistema de cómputo para la gestión de información de carril IP/REV deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
- RH048 Interfaces** Interfaces físicas para la transmisión de datos RS232, Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.

4.3.9. Red de transmisión de datos entre carril IP/REV y centro de control de la plaza de peaje

Los sistemas instalados en el carril IP/REV deberán comunicarse con el centro de control de la plaza de peaje a través de una red de comunicaciones Ethernet IEEE 802.3 que garantice la velocidad, integridad y seguridad de la información.

Los requisitos para este componente son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH049 Funcional	Comunicaciones mediante canales con un ancho de banda que permita la transferencia de los datos entre los carriles IP/REV y el centro de control de la plaza de peaje; vídeo de la cámara para grabación de placa y ejes,



reportes de transacciones, información de soporte para discrepancias y reportes de estado de funcionamiento de los equipos de carril IP/REV. Se deberá disponer de una línea de comunicación directa al centro de control de la plaza de peaje por cada uno de los carriles IP/REV, a fin de garantizar la continuidad de las operaciones de los carriles en caso de que una de las conexiones falle.

La información transferida entre el computador del carril IP/REV y el centro de control de la plaza de peaje, debe estar cifrada con un estándar igual o mejor al AES-256, a fin de garantizar la confidencialidad de dicha información.

- RH050 Usabilidad** Elementos de red entre unidad de gestión de información de carril IP/REV y centro de control de la plaza de peaje con protección de tipo industrial.
- RH051 Confiabilidad** Los elementos empleados para la red deberán tener cada uno una disponibilidad del 99.9%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 5 años.
- RH052 Rendimiento** Capacidad de transmisión de datos de toda la información del carril IP/REV (video, imágenes, datos).
- RH053 Soporte** Los elementos de red deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
- RH054 Interfaces** Interfaces para la transmisión de datos IEEE 802.3 con medios de cobre o fibra óptica.

4.3.10. Red de transmisión de datos entre el centro de control de la plaza de peaje y el COP

La plaza de peaje debe disponer de un sistema de comunicaciones que le permita transferir al COP, la siguiente información:

- Vídeo de al menos una de las cámaras de seguridad instaladas en el peaje, seleccionada desde el COP.
- Reportes de estado de funcionamiento del peaje.
- Cobros realizados a los usuarios IP/REV del peaje.
- Reportes de discrepancias con evidencias (imágenes y vídeo).

Los requisitos para esto son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH055	Comunicaciones basadas en tecnología satelital y/o fibra óptica y/o



- Funcional** microondas punto a punto, licenciadas y siempre que disponga de canales dedicados y privados con un ancho de banda que permita la transferencia de los datos requeridos de la plaza de peaje al COP.
La información transferida deberá estar cifrada con un estándar igual o mejor al AES-256 a fin de garantizar la confidencialidad de dicha información.
- RH056 Usabilidad** Los elementos de red de la plaza de peaje deberán contar con protección eléctrica de tipo industrial.
- RH057 Confiabilidad** Los elementos empleados para la red deben tener una disponibilidad del 99%, con una media de tiempo entre fallas (MTBF) no menor a 5 años.
- RH058 Rendimiento** Capacidad de transmisión de datos enumerados anteriormente.
- RH059 Soporte** Los elementos de red deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
- RH060 Interfaces** Dependiente del medio de transmisión ya sea para red interna o externa

4.3.11. Redes de comunicaciones para entidades que intercambien información con el SiGT

Se debe instalar un canal de comunicación a Internet para poder intercambiar la información necesaria entre el SiGT y las entidades relacionadas con IP/REV (COP IP/REV, OP IP/REV RED IP/REV, INT IP/REV, MT, ANI, INVIAS, ET).

Tipo	Descripción
RH061 Funcional	Canal de comunicación con suficiente ancho de banda para satisfacer las necesidades de cada entidad relacionada y garantizar el flujo de datos hacia y desde el SiGT (mínimo de 1 Mbps). La información transferida deberá estar cifrada con un estándar igual o mejor al AES-256 a fin de garantizar la confidencialidad de dicha información.
RH062 Usabilidad	Para los casos de COP y INT IP/REV se debe contar con un canal de comunicaciones con nivel de reuso de 1 y bidireccionales.
RH063 Confiabilidad	Los elementos empleados para la red deben tener un nivel de disponibilidad superior al 99%.
RH064 Rendimiento	Canal de comunicaciones con ancho de banda de mínimo de 1 Mbps.
RH065 Soporte	Los elementos de red deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.



RH066 Interfaces Interfaces de datos con fibra óptica y/o cobre y/o satelital, siempre que cumpla con los requisitos de disponibilidad.

4.3.12. Barrera o talanquera de salida automática

Los carriles IP/REV deben contar con una barrera automática que controle el paso de vehículos (Ver Figura 4.2). Los requisitos para esto son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH067 Funcional	Talanqueras automáticas en cada carril IP/REV del peaje que permitan el paso de los vehículos una vez se haya confirmado el cobro de la tarifa correspondiente.
RH068 Usabilidad	La talanquera deberá tener apertura y cierre automático. La composición física y estética de las barreras deberá ser conforme con el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.11. Señalización de estaciones de peaje, apartado 4 Barreras de control) adoptado por el Ministerio de Transporte.
RH069 Confiabilidad	Las talanqueras deben tener un MTBF no menor a 1 año con características para trabajo pesado.
RH070 Rendimiento	El tiempo de respuesta para subida y para bajada de dicha barrera debe ser igual o inferior a 0.7 segundos ⁶³ en cada caso.
RH071 Soporte	Las barreras automáticas deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH072 Interfaces	Interfaz de control RS 232, Ethernet IEEE 802.3 u otras de uso industrial.

4.3.13. Semáforos

Sobre los carriles IP/REV se deben instalar semáforos LED los cuales indiquen al usuario el estado del carril IP/REV (abierto o cerrado), así como la autorización para continuar el paso por el peaje. Los requisitos para esto son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH073 Funcional	Se deben instalar elementos de señalización visibles antes del peaje (Ver Figura 4.2) que indiquen al usuario IP/REV el estado del carril IP/REV (abierto, cerrado) de conformidad con el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.11. Señalización de estaciones de peaje, apartado 5, Semáforos e indicadores de forma de pago), adoptado por el Ministerio de Transporte.

⁶³ De acuerdo al valor solicitado por los contratos de concesión actuales 4G.



De igual forma, se deben instalar semáforos ubicados en el carril IP/REV después de la talanquera (Ver Figura 4.2), informando al usuario IP/REV acerca de si está autorizado o no para continuar su paso por el peaje. Estos elementos deberán cumplir con las normas presentadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 7 Semáforos), adoptado por el Ministerio de Transporte.

RH074
Usabilidad

Los semáforos que indican el estado del carril IP/REV debe ser visibles a una distancia tal que permita al usuario cambiar de carril en caso de que el carril IP/REV se encuentre cerrado o en caso de que el usuario no disponga de los medios para realizar el pago electrónico. Los semáforos que indican la autorización para continuar el paso por el carril IP/REV del peaje deben ser visibles desde el punto de entrada a dicho carril IP/REV. Estos semáforos deben estar ubicados sobre el panel de señalización variable para garantizar un único punto de vista a los usuarios IP/REV.

RH075
Confiabilidad

Los semáforos empleados deberán tener un nivel de disponibilidad superior al 99%, con un MTBF superior a 5 años.

RH076
Rendimiento

Los semáforos empleados deberán tener características de visibilidad, tamaño, colores y demás características especificadas en el manual de señalización vial 2015 Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.11. Señalización de estaciones de peaje, apartado 5 Semáforos e indicadores de forma de pago y Capítulo 7 Semáforos.

RH077
Soporte

Los semáforos deberán contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje. El mantenimiento realizado a los semáforos y a sus elementos asociados deberá realizarse, en concordancia con el manual de señalización vial 2015, (Capítulo 7 Semáforos, Sección 7.4. Mantenimiento), adoptado por el Ministerio de Transporte.

RH078
Interfaces

Interfaz física cableada de uso industrial.

4.3.14. Paneles de señalización variable

Los carriles IP/REV del peaje deben contar con pantallas de información alfanuméricas LED. Los requisitos para esto son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH079 Funcional	Las pantallas de información alfanumérica informarán al usuario IP/REV el valor del pago realizado y alguno de los siguientes mensajes según aplique: Saldo bajo, saldo insuficiente o dispositivo TAG no reconocido.
RH080	Los paneles de señalización variable deberán ser visibles

Usabilidad

desde el punto de entrada al carril IP/REV desde la ubicación del conductor del vehículo, sin importar su categoría. Estos paneles deben estar ubicados debajo del semáforo que indica la autorización para continuar el paso por el peaje, a fin de garantizar un único punto de vista a los usuarios (Ver Figura 15) IP/REV, cumpliendo con las consideraciones de localización presentadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 2, Sección 2.1 Generalidades de las señales verticales, apartado 4 ubicación). De igual manera, deben cumplir con las consideraciones de diseño; de distancia mínima de visibilidad y lectura presentadas en el manual de señalización vial 2015, (Capítulo 2, Sección 2.7 Señales de mensaje variable), adoptado por el Ministerio de Transporte.

**RH081
Confiabilidad**

Los paneles de señalización variable deben tener un nivel de disponibilidad superior al 99% y un MTBF superior o igual a 5 años.

**RH082
Rendimiento**

Los paneles de señalización variable deberán tener características de visibilidad, tamaño, colores y demás características especificadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 2, Sección 2.7 Señales de mensaje variable).

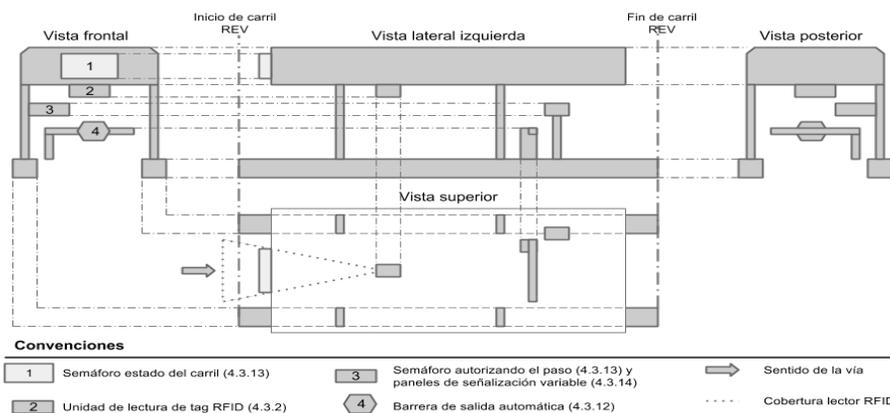
**RH083
Soporte**

Los paneles de señalización variable deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

**RH084
Interfaces**

Interfaz física cableada de uso industrial.

Figura 15. Estación de peaje: ubicación de semáforos, paneles de señalización variable y de la barrera automática de salida.⁶⁴



⁶⁴ La imagen se presenta a título indicativo, para facilitar la comprensión del lector. Para consideraciones de diseño; así como de distancia mínima de visibilidad y lectura referirse al Manual de señalización vial 2015.



4.3.15. Señalización en los carriles IP/REV

En los carriles IP/REV deberá existir una señalización vertical y horizontal para indicar los carriles a usar y las cabinas habilitadas para recibir cada forma de pago, cumpliendo los aspectos contemplados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.11 Señalización de estaciones de peaje), adoptado por el Ministerio de Transporte. Los requisitos para esto son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH085 Funcional	Se deberán instalar elementos como: - Reductores de velocidad: se instalarán elementos para realizar la transición de la velocidad del vehículo en carretera, a la requerida para la realización del cobro electrónico. Dichos reductores se instalarán de acuerdo a los aspectos contemplados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5. Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.8 Reductores de velocidad). - Delineadores de piso: deberán contar con delineadores de piso que guíen al conductor en la circulación en la zona que pertenece al peaje, de acuerdo a los aspectos contemplados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.4 Delineadores de piso o elevados).
RH086 Usabilidad	Estos elementos tendrán los colores, tamaños y demás características especificadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito y, Sección 5.4 Delineadores de piso o elevados y Sección 5.8 Reductores de velocidad).
RH087 Confiability	Características especificadas en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación del tránsito, Sección 5.4 Delineadores de piso o elevados y Sección 5.8 Reductores de velocidad).
RH088 Rendimiento	La señalización de estaciones de peaje deberá garantizar que los usuarios seleccionen correctamente los carriles habilitados para recibir cada forma de pago.
RH089 Soporte	Es necesario prever mantenimientos preventivos y/o correctivos de la señalización vertical y horizontal, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH090 Interfaces	N.A.

4.3.16. Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son un elemento crítico del sistema IP/REV, puesto que éstas alimentan a todos los equipos eléctricos presentes a nivel de carril



IP/REV de los peajes. Los requisitos para las instalaciones eléctricas son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH091 Funcional	Todas las instalaciones eléctricas deben realizarse de acuerdo con lo establecido en las normas nacionales para tal fin, es decir, cumplir con la norma NTC 2050 y RETIE. De igual manera, todos los equipos eléctricos presentes a nivel de carril IP/REV de los peajes, deberán contar con las protecciones eléctricas a nivel de sobretensiones y cortocircuito.
RH092 Usabilidad	Se debe contar con un sistema de protección independiente para cada elemento electrónico a nivel de carril IP/REV.
RH093 Confiabilidad	Los componentes de las instalaciones eléctricas deben tener un MTBF igual o superior a 5 años.
RH094 Rendimiento	Las capacidades de los componentes del sistema eléctrico deberán estar en concordancia con las normas NTC 2050 y RETIE vigentes en Colombia y dimensionados para cada uno de los elementos que componen el carril IP/REV.
RH095 Soporte	Se deberá prever mantenimientos preventivos y/o correctivos de la infraestructura eléctrica, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH096 Interfaces	Interfaces físicas de tipo industrial.

4.3.17. Sistema de respaldo eléctrico

Un sistema de respaldo eléctrico debe entrar en operación, en el evento de un fallo en el suministro de energía eléctrica. Los requisitos para dicho sistema, son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH097 Funcional	Se debe contar con un sistema de respaldo de energía eléctrica que permita la continuidad de las operaciones del puesto del carril IP/REV, en el evento de fallas en la red de suministro eléctrico, garantizando el pleno funcionamiento de todos los carriles IP/REV del peaje.
RH098 Usabilidad	El sistema debe activarse de forma automática, una vez detectada una falla en la red de suministro eléctrico.
RH099 Confiabilidad	El sistema de respaldo eléctrico debe tener un MTBF igual o superior a 5 años.
RH100	El respaldo debe contar con una protección primaria a partir de Fuentes



Rendimiento Ininterrumpidas de Potencia con un soporte de mínimo 30 minutos y una fuente de respaldo secundario, mediante grupo electrógeno, con capacidad de respaldo de mínimo 24 horas.

RH101 Soporte Es necesario prever mantenimientos preventivos y/o correctivos del sistema de respaldo de energía eléctrica, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.

RH102 Interfaces Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

4.3.18. Detectores de altura

Se recomienda instalar controles de gálibo para detectar el exceso de altura de los vehículos a la entrada del carril IP/REV, que permitan advertir acerca de posibles ingresos de vehículos que excedan la altura máxima permitida en toda la infraestructura de la concesión vial. Los requisitos para los detectores de altura, son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH103 Funcional	El detector de altura debe tener las características funcionales de conformidad con el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 5 Otros dispositivos para la regulación de tránsito, Sección 5.7 Segregadores y limitadores de flujo, apartado 8 Limitador de Gálibo), adoptado por el Ministerio de Transporte.
RH104 Usabilidad	En caso de exceder la altura máxima permitida se deberá informar de forma inmediata al conductor mediante un panel de señalización variable que cumpla con los requisitos especificados en el manual de señalización vial 2015 (Capítulo 2, Sección 2.7 Señales de mensaje variable) e instalado en un punto que permita al vehículo salir de circulación, sin obstaculizar el paso a otros vehículos.
RH105 Confiabilidad	El detector de altura debe tener un MTBF igual o superior a 5 años.
RH106 Rendimiento	En caso de que un vehículo exceda la altura permitida para las vías de la concesión, el detector debe notificarlo al centro de control de la plaza de peaje de forma inmediata.
RH107 Soporte	El detector de altura debe contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH108 Interfaces	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.



4.3.19. Equipos de monitoreo meteorológico

Se recomienda contar con equipos de monitoreo meteorológico que informen sobre las condiciones climatológicas. Los requisitos para estos equipos son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH109 Funcional	Se recomienda contar con equipos de monitoreo meteorológico que informen a los usuarios acerca del estado del viento, lluvia, neblina y temperatura. Los equipos de monitoreo meteorológico podrán ser los mismos que hayan sido instalados cumpliendo con los requisitos del contrato de concesión vial.
RH110 Usabilidad	Equipos de monitoreo meteorológico de uso industrial y adecuado para las posibles condiciones de viento, lluvia, neblina y temperatura del territorio colombiano.
RH111 Confiabilidad	Los equipos de monitoreo meteorológico deben tener un nivel de disponibilidad superior al 99% y un MTBF superior a 2 años.
RH112 Rendimiento	La información meteorológica debe ser enviada cada 5 minutos al centro de control de la plaza de peaje.
RH113 Soporte	Los equipos de monitoreo meteorológico deben contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH114 Interfaces	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

4.3.20. Medidor de volumen de tráfico vehicular

A la entrada de cada peaje se recomienda instalar un sistema de medición continua de volumen de tráfico vehicular dentro del segmento previo al peaje de 400 metros de vía. Los requisitos del sistema de medición de volumen de tráfico vehicular son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH115 Funcional	Equipo para medición de volumen de tráfico vehicular dentro del segmento de vía mínimo de 100 metros previos al peaje y con medidores instalados cada 25 metros.
RH116 Usabilidad	Podrá emplearse cualquier tecnología siempre y cuando no afecte el tráfico vehicular y la infraestructura vial.
RH117 Confiabilidad	El medidor de volumen de tráfico vehicular deberá tener un nivel de disponibilidad superior al 99% y un MTBF superior a 5 años.



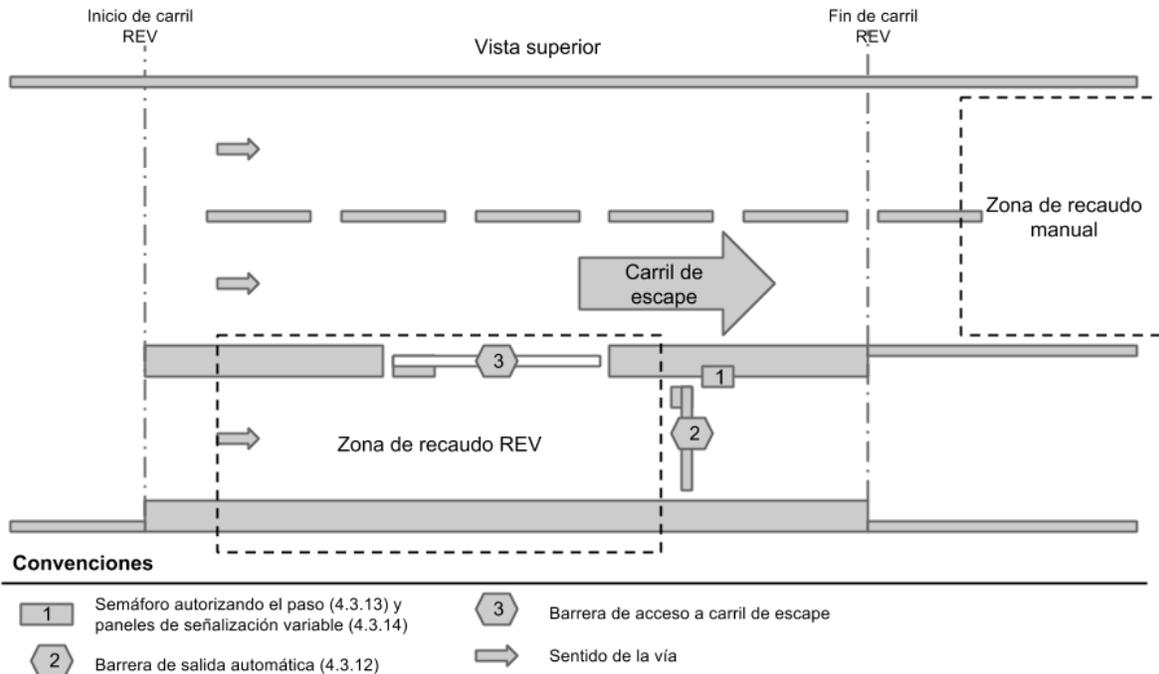
- RH118 Rendimiento** Efectividad de al menos un 90%. La información entregada deberá ser transmitida al centro de control de la plaza de peaje y de allí al COP.
- RH119 Soporte** El medidor de volumen de tráfico vehicular deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
- RH120 Interfaces** Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

4.3.21. Carril de escape

Uno de los objetivos principales del sistema IP/REV, es agilizar el paso de los vehículos por un peaje. El uso de un carril de escape permite agilizar el paso y gestión de vehículos que por algún motivo no pudieron completar su pago mediante el uso del dispositivo TAG RFID, sin entorpecer el flujo en el carril exclusivo IP/REV. Esto garantiza en gran medida que no habrá que implementar esquemas de contingencia para hacer retroceder a los vehículos que no completen el pago en el carril IP/REV, incluso en horas pico o épocas de gran flujo vehicular. Los requisitos para esta recomendación son los siguientes.

Tipo	Descripción
RH121 Funcional	Para los carriles IP/REV es altamente recomendable instalar un carril de escape que permita desviar a los usuarios que no logren completar su pago por medio electrónico, a un carril de cobro manual.
RH122 Usabilidad	Se recomienda que el/los carril/es IP/REV esté/n instalado/s antes de los carriles para pago manual, como se muestra en la Figura 16..
RH123 Confiabilidad	N.A.
RH124 Rendimiento	N.A.
RH125 Soporte	N.A.
RH126 Interfaces	N.A.

Figura 16. Carril de escape.



4.4. FRONT-END - INFRAESTRUCTURA PARA EL SERVICIO A NIVEL DEL CENTRO DE CONTROL DE LA PLAZA DE PEAJE

La función del centro de control de la plaza de peaje es recoger información de los carriles IP/REV del peaje para almacenar, validar y transmitir información recopilada al COP. De igual forma, deberá recibir información desde el COP para efectos de configurar la plaza de peaje. Se deberá garantizar la existencia de equipos de hardware para soportar las siguientes tareas:

4.4.1. Recopilación de la información de monitoreo y supervisión

Se deberá garantizar la gestión, almacenamiento, consulta local y remota de imágenes; y video de seguridad sobre la actividad general del peaje. Se debe también dar soporte para la recolección de información acerca del estado de funcionamiento de al menos: la unidad de lectura de dispositivos TAG RFID ISO 18000-63, sistema de reconocimiento de número de placa, cámaras de grabación de número de ejes, cámaras de seguridad, sensores de detección automática de la categoría del vehículo, equipos para pesaje automático de vehículos de carga (en caso de estar instalado), sistema para gestión de información de carril IP/REV (computador de carril IP/REV) y barrera de salida automática.

Los requisitos para el equipo de cómputo que realice esta tarea son:



Tipo	Descripción
RH127 Funcional	<p>El equipo de cómputo debe garantizar el almacenamiento y visualización de toda la información de monitoreo y supervisión del peaje (vídeos, imágenes). El equipo debe contar con interfaces para la consulta remota desde el COP de toda la información de monitoreo y supervisión almacenada a nivel de la plaza de peaje.</p> <p>El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente. De igual manera, deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.</p> <p>Los equipos deberán cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética (EMC) clase A o su equivalente.</p> <p>El reloj del equipo debe estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificaciones de software”.</p>
RH128 Usabilidad	<p>El equipo de cómputo debe recibir información de monitoreo y supervisión del peaje (vídeos, imágenes) de toda la plaza de peaje y ser visualizados mediante el uso de pantallas dedicadas.</p>
RH129 Confiabilidad	<p>El equipo deberá contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de, al menos, el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.</p>
RH130 Rendimiento	<p>El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento y visualización de toda la información de monitoreo y supervisión del peaje (vídeos, imágenes). Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.</p>
RH131 Soporte	<p>El sistema de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>
RH132 Interfaces	<p>Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.</p>

4.4.2. Recopilación de información de volumen de tráfico, pesaje y del paso de vehículos que transitan por el peaje con sus soportes

El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de un sistema de cómputo que soporte la gestión para el procesamiento, almacenamiento y visualización de la información mencionada.

Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen cada una de las tareas descritas son los siguientes:



Tipo	Descripción
RH133 Funcional	<p>El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización de toda la información de volumen de tráfico, pesaje y cada paso de vehículos registrado con sus soportes (imágenes y video).</p> <p>El equipo deberá contar con interfaces para la consulta remota desde el COP de toda la información de volumen de tráfico, pesaje y cada paso de vehículos registrado con sus soportes a nivel de plaza de peaje (imágenes y video).</p> <p>El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.</p> <p>El equipo deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.</p> <p>Los equipos deberán cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.</p> <p>El reloj del equipo debe estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificaciones de software”.</p>
RH134 Usabilidad	<p>Los equipos de cómputo deben recibir toda la información descrita y ser visualizada mediante el uso de pantallas dedicadas.</p>
RH135 Confiabilidad	<p>Los equipos de cómputo deben contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de, al menos, el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.</p>
RH136 Rendimiento	<p>El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento y visualización de toda la información de volumen de tráfico, pesaje y cada paso de vehículos registrado con sus soportes (imágenes y video). Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.</p>
RH137 Soporte	<p>El sistema de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>
RH138 Interfaces	<p>Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.</p>

4.4.3. Gestión de discrepancias

El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de equipos de cómputo para gestionar las posibles discrepancias generadas en la plaza de peaje.

Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen la gestión de discrepancias deben cumplir con los siguientes requisitos:



Tipo	Descripción
RH139 Funcional	<p>El equipo de cómputo debe soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización para gestionar las posibles discrepancias generadas en la plaza de peaje.</p> <p>Deberán contar con interfaces para la consulta remota desde el COP de toda la información de las discrepancias generadas en la plaza de peaje.</p> <p>Deberá contar con sistemas de protección contra fallas de suministro en la red eléctrica de forma independiente.</p> <p>Debera contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.</p> <p>Los equipos deben cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.</p> <p>El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el documento de especificaciones de software.</p>
RH140 Usabilidad	<p>Los equipos de cómputo deberán ofrecer la posibilidad de gestionar las posibles discrepancias generadas en la plaza de peaje.</p>
RH141 Confiabilidad	<p>Deberán contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de al menos el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.</p>
RH142 Rendimiento	<p>Deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento y visualización de las discrepancias generadas en la plaza de peaje. Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.</p>
RH143 Soporte	<p>El sistema de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>
RH144 Interfaces	<p>Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.</p>

4.4.4. Gestión de la base de datos con información de los dispositivos TAG RFID activados

El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de equipos de cómputo para garantizar la gestión de la base de datos de dispositivos TAG RFID activados y que ha sido descargada desde el SiGT. Los requisitos para los elementos de cómputo los cuales realicen cada una de las tareas descritas son los siguientes:



Tipo	Descripción
RH145 Funcional	<p>El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización para garantizar la gestión de la base de datos de dispositivos TAG RFID activados y que ha sido descargada desde el SiGT. La base de datos de los dispositivos TAG RFID activados deberá estar cifrada con un algoritmo AES-256 o mejor.</p> <p>El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.</p> <p>El equipo deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.</p> <p>El equipo deberá cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.</p> <p>El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificación de requisitos de software”.</p>
RH146 Usabilidad	<p>El equipo de cómputo deberá garantizar la gestión de la base de datos de los dispositivos TAG RFID activados y que ha sido descargada desde el SiGT.</p>
RH147 Confiabilidad	<p>Se deberá contar con un esquema de redundancia el cual permita garantizar una disponibilidad de, al menos, el 99.9% de los equipos de cómputo que soporten estas tareas.</p>
RH148 Rendimiento	<p>El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para el procesamiento, almacenamiento para la gestión de la base de datos de dispositivos TAG RFID activados y que ha sido descargada desde el SiGT. Se recomienda gestionar las tareas descritas en equipos de cómputo separados de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.</p>
RH149 Soporte	<p>El equipo de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>
RH150 Interfaces	<p>Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.</p>

4.4.5. Información de configuración de la plaza de peaje

El centro de control de la plaza de peaje deberá disponer de equipos de cómputo para la recepción desde el COP de información de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV de peajes.

Los requisitos para los elementos de cómputo que realicen cada una de las tareas descritas deben cumplir con los siguientes requisitos:



Tipo	Descripción
RH151 Funcional	<p>El equipo de cómputo deberá soportar el procesamiento, almacenamiento y visualización para la recepción de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV de peajes.</p> <p>El equipo deberá contar con sistemas de protección contra fallas en la red eléctrica de forma independiente.</p> <p>El equipo deberá contar con seguridad física para evitar que actos vandálicos interfieran.</p> <p>El equipo deberá cumplir con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2 y las normas de compatibilidad electromagnética EMC clase A o su equivalente.</p> <p>El reloj del equipo deberá estar ajustado a la hora UTC-5 mediante protocolo NTP como se detalla en el Capítulo 3 “Especificaciones de requisitos de software”.</p>
RH152 Usabilidad	<p>El equipo deberá garantizar la recepción de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven para la correcta ejecución del sistema IP/REV de peajes.</p>
RH153 Confiabilidad	<p>Se deberá contar con un esquema de redundancia que permita garantizar una disponibilidad de, al menos, el 99.9% del equipo de cómputo que soporte estas tareas.</p>
RH154 Rendimiento	<p>El equipo deberá contar con procesador, memoria RAM y disco duro suficientes para la recepción de tarifas y otro tipo de posibles configuraciones que se deriven. Se recomienda gestionar las tareas descritas en un equipo de cómputo separado de aquellos que realizan otras tareas en el centro de control de la plaza de peaje.</p>
RH155 Soporte	<p>El sistema de cómputo deberá contar con soporte técnico y capacidad de suministro por parte del fabricante y/o proveedor durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.</p>
RH156 Interfaces	<p>Interfaces físicas para la transmisión de datos Ethernet IEEE 802.3 con cable STP o con fibra óptica.</p>

4.4.6. Sistema de respaldo eléctrico

El centro de control de la plaza de peaje deberá contar con un sistema de respaldo de energía eléctrica que permita la continuidad de todas las operaciones del centro de control de la plaza de peaje, en el evento de fallas en el suministro de energía eléctrica, garantizando el pleno funcionamiento de todas sus funciones. Los requisitos para dicho sistema son los siguientes:



Tipo	Descripción
RH157 Funcional	Se deberá contar con un sistema de respaldo de energía eléctrica que permita la continuidad de las operaciones del centro de control de la plaza de peaje, en el evento de fallas en el suministro de la red eléctrica garantizando el pleno funcionamiento de todos los carriles IP/REV del peaje.
RH158 Usabilidad	El sistema deberá activarse de forma automática, una vez detectada una falla en el suministro de la red eléctrica.
RH159 Confiabilidad	El sistema de respaldo eléctrico deberá tener un MTBF igual o superior a 5 años.
RH160 Rendimiento	El respaldo deberá contar con una protección primaria a partir de fuentes Ininterrumpidas de potencia con un soporte de mínimo 30 minutos y una fuente de respaldo secundario, mediante grupo electrógeno con capacidad de respaldo de mínimo 24 horas.
RH161 SopORTE	Se deberá prever mantenimientos preventivos y/o correctivos del sistema de respaldo de energía eléctrica, durante el tiempo de funcionamiento en el peaje.
RH162 Interfaces	Interfaces físicas cableadas de uso industrial.

4.5. PLAN DE PRUEBAS PARA ACEPTACIÓN DEL HARDWARE A NIVEL DE LA PLAZA DE PEAJE

A continuación se presenta un plan de pruebas para la aceptación del hardware en la plaza de peaje. El objetivo de estas pruebas es verificar que todos los elementos que componen el sistema IP/REV del Operador IP/REV (OP IP/REV), cumplen con los requisitos presentados en las secciones anteriores. Las pruebas de aceptación se llevan a cabo cuando todos los elementos de hardware y software están operando juntos y hacen parte del modelo de desarrollo en V, descrito en el Capítulo 1 “Introducción y metodología”.

El incumplimiento de algún punto del plan de pruebas generará una no conformidad, la cual será reportada por la interventoría respectiva y fijará un cronograma para que el contratista la resuelva de acuerdo a las especificaciones contempladas en este documento.

4.5.1. Lectura de un dispositivo TAG RFID.

Se realizará correctamente la lectura del campo TID de un dispositivo TAG RFID de un vehículo.

Se realizan lecturas de dispositivos TAG RFID que portan vehículos de cualquier categoría.



Un dispositivo TAG RFID es detectado solamente en el carril IP/REV en el que se encuentra.

Se realizan lecturas de dispositivos TAG RFID de vehículos de todas las categorías y se tiene una efectividad superior al 98%, con una muestra de al menos 1000 dispositivos TAG RFID.

El sistema de lectura tiene una disponibilidad del 99.5%, con una MTBF no menor a 26280 horas, especificada por el fabricante.

4.5.2. Validación de la información de un dispositivo TAG RFID.

Se valida que un dispositivo TAG RFID pertenece al sistema IP/REV mediante la consulta en la base de datos local, en un tiempo inferior a 2 segundos, sin importar la presencia de otros dispositivos TAG RFID en el carril que puedan pertenecer a otro tipo de sistemas.

Validación del cifrado de la información. Se valida que la información que es transmitida al centro de control de la plaza de peajes esté cifrada con el estándar AES 256 o superior.

Validación del control de las cámaras. Se valida que las cámaras conectadas al switch de video estén en funcionamiento y puedan ser gestionadas desde el centro de control de la plaza de peaje.

4.5.3. Detección de la placa del vehículo.

Se realiza la detección de placas en cada uno de los carriles IP/REV.

La detección de placas tiene una efectividad del 95% de placas en buen estado de conservación y limpieza y sin ningún tipo de modificaciones, con una muestra de 1000 vehículos que transitan por el carril IP/REV.

La detección de la placa se hace en un tiempo menor a 2 segundos, desde el momento en que es detectado el vehículo en el carril IP/REV.

4.5.4. Cámara para grabación de ejes y placa.

Se graba vídeo y al menos una imagen de todos los vehículos que transitan por el carril IP/REV donde se evidencie perfectamente el número de la placa y el número de ejes.

La grabación del vídeo es de al menos 10 fps.

El sistema de grabación de ejes de los vehículos debe tener una disponibilidad del 99.5%, con una MTBF no menor a 17000 horas, especificada por el fabricante.



4.5.5. Actualización de la base de datos local.

La base de datos de las listas en el carril IP/REV de TAG RFID se actualiza correctamente durante la presencia de un TAG válido, en menos de 2 segundos, incluso, el sistema debe soportar lectura simultánea de hasta 100 TAG RFID ISO 18000-63, es decir que no sean válidos en el sistema IP/REV de peajes.

Se actualiza la base de datos local (listas de dispositivos TAG RFID) en el sistema de cómputo de carril IP/REV y se transmite el reporte al centro de control de la plaza de peaje.

4.5.6. Cámaras de seguridad.

Las cámaras de seguridad cubren todos los carriles de entrada y todos los carriles de salida, ya sean manuales o con IP/REV.

Las cámaras de seguridad cubren las áreas de servicio del peaje.

El vídeo de cualquiera de las cámaras de seguridad, se puede observar desde el centro de control de la plaza de peaje.

Los vídeos de las cámaras de seguridad son de 1920x1080 y a mínimo 15 fps.

Cada cámara tiene una disponibilidad del 99.9%, con una MTBF no menor a 26000 horas, especificada por el fabricante.

4.5.7. Sensores de detección automática de la categoría del vehículo.

Los sensores para la detección de la categoría de los vehículos se encuentran conectados al sistema de gestión de información de carril IP/REV y envían la información correctamente.

El sistema de información de cada carril IP/REV procesa la información de los sensores y calcula la categoría del vehículo.

El sistema de detección automática de la categoría del vehículo opera cuando éstos transitan a una velocidad de hasta 60 Km/h.

El sistema de clasificación tiene una efectividad igual o superior al 99%, con una muestra de al menos 1000 vehículos de todas las categorías que transitan por el carril IP/REV.

Cada sensor tiene una disponibilidad del 99.5%, con una MTBF no menor a 17000 horas, especificada por el fabricante.

4.5.8. Barrera o talanquera automática de salida.

La barrera de salida se levanta en un tiempo no mayor a 0.7 segundos.



- La barrera de salida se baja en un tiempo no mayor a 0.7 segundos.
- La barrera de salida es de uso industrial.
- La barrera de salida tiene un MTBF de al menos 1 año especificado por el fabricante.

4.5.9. Información de estado de la plaza de peaje.

- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de la unidad de lectura de dispositivos TAG RFID ISO 18000-63.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento del sistema del reconocimiento del número de placa.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de las cámaras de grabación de número de ejes.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de las cámaras de seguridad.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de los sensores de detección automática de la categoría del vehículo.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de los equipos para pesaje automático de vehículos de carga.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento del sistema de información de los carriles IP/REV.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje recibe el estado de funcionamiento de la barrera de salida automática.
- La información de estado de los elementos de cada carril IP/REV se visualiza en la plaza de peaje y está disponible en el COP.
- El equipo de cómputo de la plaza de peaje cumple con el estándar IP66 de protección si está expuesto a la intemperie o IP54 si está protegido en un ambiente cerrado, garantizando su operación entre -5°C a +45°C, especificado por el fabricante.
- Los equipos de cómputo a nivel de carril IP/REV y centro de control de la plaza de peaje cumplen con las exigencias del estándar FIPS 140-2 nivel 2.