



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Tarea 4

Resumen Ejecutivo y
Recomendaciones
Finales

GSD+



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Introducción	3
Resumen Ejecutivo y Recomendaciones	4
Contexto y Justificación.	4
Hallazgos principales.	4
Recomendaciones y pasos a seguir.	9
Recopilación de informes.	11
Tarea 1 - Revisión de Bibliografía y Exposición de Casos de Éxito a Nivel Mundial.	11
Introducción	11
1.1 Resumen de los estudios existentes del caso Colombiano.	13
1.2 Casos de estudio a nivel mundial.	27
Tarea 2 - Identificación de aplicaciones para un sistema EVID y propuesta de la arquitectura tecnológica que las soporta.	46
Introducción	48
3.1. Definiciones	50
3.2. Identificación y Propuesta de Aplicaciones	54
3.3. Tecnologías existentes	71
Tarea 3 - Definición de la arquitectura institucional y legal que soporta los requerimientos funcionales y la arquitectura tecnológica propuestas en el informe 2	98
Introducción	98
4.1. Arquitectura Institucional	98
4.2. Propuesta de Decreto	102



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Introducción

Este informe tiene como objetivo presentar un resumen ejecutivo, de fácil lectura, donde se expliquen los hallazgos y conclusiones de la consultoría "Evaluación del estado actual de la identificación vehicular en Colombia en preparación al desarrollo de la Arquitectura Nacional de Identificación Vehicular Electrónica en Colombia".

Asimismo, este informe busca condensar las recomendaciones de la consultoría y pasos a seguir para lograr la implantación del Sistema Nacional de Identificación Electrónica Vehicular (SINIEV) de manera exitosa en Colombia.

Resumen Ejecutivo y Recomendaciones

Contexto y Justificación.

El artículo 2º de la Ley 105 de 1993 “por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones”, estableció en la letra b) la intervención del Estado como principio fundamental que rige la actividad transportadora en el territorio nacional, conforme al cual corresponde al Estado la planeación, el control, la regulación y la vigilancia del transporte y de las actividades a él vinculadas.

Bajo este contexto nace el SINIEV como una herramienta al servicio del Estado que le permitirá mejorar la planeación, el control, la regulación, la vigilancia y la seguridad del sector Transporte.

La presente consultoría tuvo como objetivo llevar a cabo los estudios técnicos previos a la adopción del SINIEV, donde se incluye el estado del arte de las aplicaciones de identificación vehicular a nivel mundial, un estudio de la literatura existente aplicable al caso Colombiano como son los estudios realizados previamente por la Universidad Nacional y la Corporación Andina de Fomento, una propuesta de arquitectura funcional e institucional de alto nivel y la propuesta de decreto que recopila lo analizado en los pasos previos dándole una base legal.

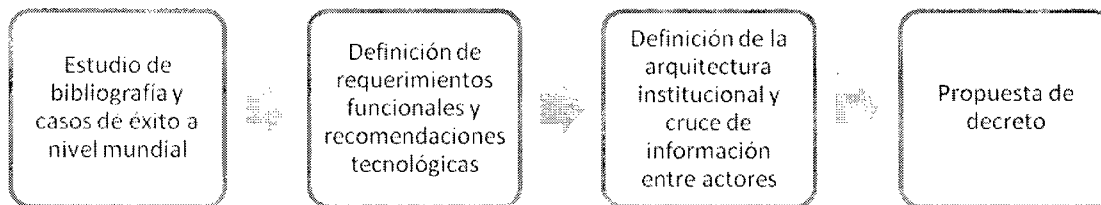


Ilustración 1: Metodología usada en el estudio

Con este estudio se toma un primer paso crucial en la adopción del SINIEV y se proponen recomendaciones de los pasos a seguir para la exitosa implementación de este sistema en Colombia.

Hallazgos principales.

El Estudio logró resolver varias interrogantes que existían para la implementación de un Sistema de Identificación Electrónica Vehicular en Colombia.

En particular se concluye que el Sistema será una poderosa herramienta que le ayudará al Estado a cumplir objetivos puntuales en cuanto a la planeación, control y seguridad del transporte en el territorio nacional como lo son:

- Mejorar la seguridad vial.
- Reducir la criminalidad.
- Generar nuevos y mejorados esquemas de cobro por uso de las vías.
- Planificar de manera más eficiente el uso de la infraestructura vial existente.

Para poder cumplir con estos objetivos, fue primero necesario responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué aplicaciones debe soportar el SINIEV?

Para poder cumplir con los objetivos descritos anteriormente, se identificó un conjunto de aplicaciones que fuera factible y de fácil implementación pero que diera un valor agregado frente a las aplicaciones de control, seguridad y planeación existentes.

Se identificaron entonces las siguientes aplicaciones divididas en tres conjuntos:

Identificación de vehículos solicitados y vigilancia de normas de tránsito

- La identificación y notificación a las autoridades de vehículos robados o con solicitudes judiciales.
- La identificación, notificación a las autoridades y generación automática de comparendos para vehículos que no cumplan con las normas de tránsito y transporte existentes.

Estadísticas

- La generación de estadísticas de uso de corredores viales incluyendo velocidades y flujos.
- La generación de estadísticas de tiempos operacionales para el transporte de carga y pasajeros.

Pagos

- La posibilidad de crear aplicaciones de pago electrónico de peajes y cargos por congestión.

2. ¿Cómo deberá ser accedida la información por las aplicaciones del SINIEV?

Para soportar las aplicaciones descritas, es necesario que los vehículos puedan ser identificados inequívocamente. Es necesario, entonces, que se incluya un Dispositivo A Bordo con un número único de identificación para cada vehículo.

Será necesario también contar con antenas que puedan leer el número de identificación de los Dispositivos A Bordo y que estén instaladas en los puntos donde se desea llevar a cabo el control. Estas antenas contarán además con un arsenal de dispositivos conexos que permitirán su correcto funcionamiento y le darán una robustez suficiente al sistema. Estos Dispositivos de Carretera se instalará sobre estructuras fijas o móviles llamadas Pórticos y Lectores Portátiles.

Los Dispositivos de Carretera deberán poder ser controlados desde un lugar central en donde se generen alertas y desde donde se les envíe la información necesaria para identificar únicamente los vehículos que requieran ser controlados. Se evidencia la necesidad de contar con Centros de Control que suplan esta funcionalidad.

Adicionalmente, se identificó la necesidad de contar con un repositorio de información que relacione el número único de identificación con características del vehículo que se quieran controlar y que funcione a nivel nacional. Se concluyó que el RUNT, junto con las demás bases de datos necesarias, serán este repositorio de datos.

Se plantea entonces un esquema jerárquico de acceso a la información como se muestra a continuación.

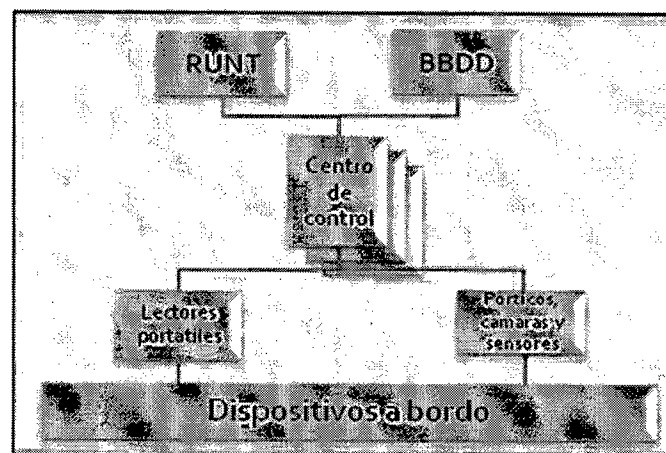


Ilustración 2: Esquema jerárquico de acceso a la información.

3. ¿Qué conjunto de tecnología debe utilizar el SINIEV?

Existen dos grandes tecnologías a nivel mundial utilizadas en aplicaciones de identificación electrónica vehicular que se basan en la arquitectura de información planteada (dispositivos a bordo y antenas de lectura).



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Estas son: CEN DSRC (Europea) y EPC Clase 1 Generación 2 más conocida como ISO 18000-6C (Estadounidense).

Se utilizaron diferentes criterios para evaluar las dos tecnologías y asegurarse que cumplieran con los requisitos mínimos para la implementación del SINIEV como lo fueron:

- Capacidad de operar en un ambiente MLFF
- Estándar abierto
- Seguridad
- Casos de implementación a nivel mundial.
- Costo de la Unidad A Bordo
- Costo de la Infraestructura
- Costos operativos relacionados a la Unidad A Bordo y la Infraestructura
- Costos operativos relacionados al procesamiento en el backoffice.

Una vez analizadas, se concluyó que la tecnología reglamentada por el estándar ISO 18000, en su parte de parámetros de interfaz aérea de comunicaciones en las bandas de 860 MHz hasta 960Mhz, presenta las mayores ventajas y deberá adoptarse para el SINIEV.

Para un correcto funcionamiento y suficiente robustez del Sistema, es necesario incluir también otros Dispositivos de Carretera como lo son cámaras para el procesamiento de vehículos que no porten el Dispositivo A Bordo, sensores para la activación de antenas y cámaras y un controlador de carril.

4. ¿Qué esquema institucional debe seguir el SINIEV para asegurar una fácil adopción?

Se optó por escoger un esquema institucional que asegurara la factibilidad de implementación del SINIEV mediante un modelo de implantación modular y que fomente la participación de diversos actores incluyendo tanto a la empresa pública como a la privada.

Se atendieron las recomendaciones hechas por los estudios anteriores, en particular el Plan Maestro ITS desarrollado por Cal & Mayor.¹

Se concluyó entonces que el proceso para la implementación de aplicaciones debe ser de la siguiente forma:

¹ Cal & Mayor, Gannett Fleming, ConSysTec, "Plan Maestro ITS, Informe 4 – Arquitectura ITS", 03,2010.

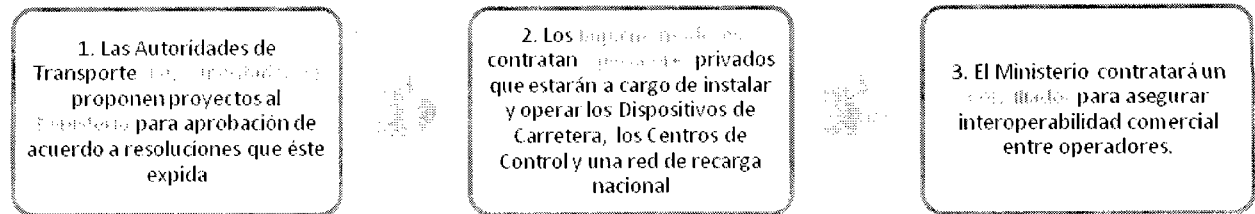


Ilustración 3: Proceso de implementación de las aplicaciones del SINIEV

Gráficamente, la arquitectura institucional se ve de la siguiente forma:

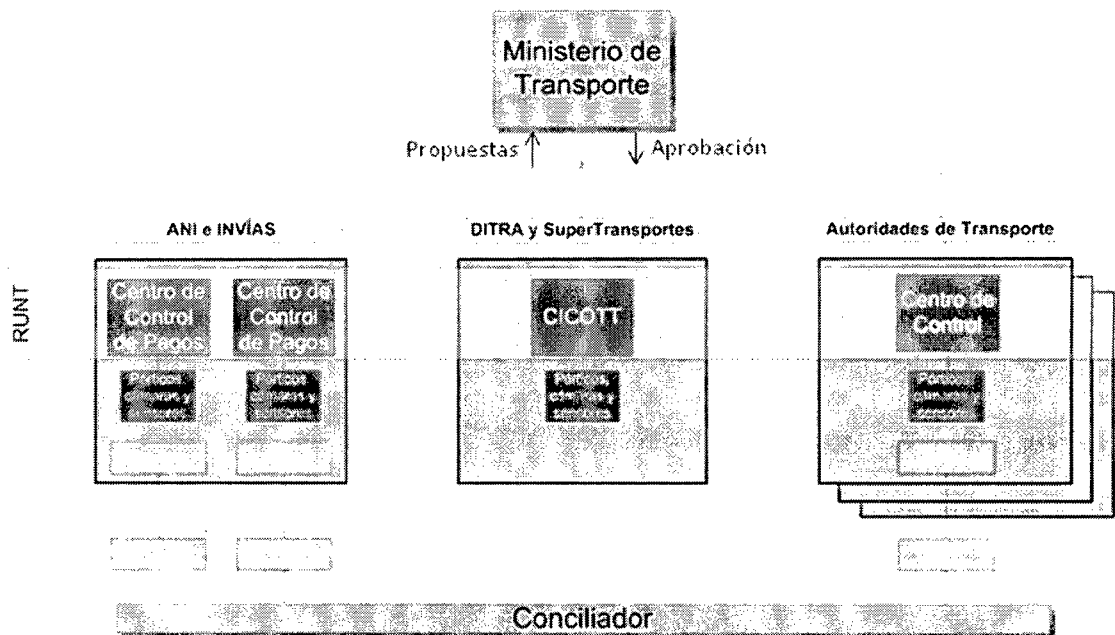


Ilustración 4: Arquitectura institucional del SINIEV

5. ¿Qué consideraciones legales deben tenerse en cuenta para la adopción del SINIEV?

La normatividad más relevante aplicable a la adopción del Sistema Nacional de Identificación Electrónica Vehicular se expone a continuación:

La Ley 105 de 1993 literal b), artículo 2, estableció como principio rector del transporte “De la intervención del Estado: corresponde al Estado la planeación, el control, la regulación y la vigilancia del transporte y de las actividades a él vinculadas.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Igualmente la Ley 105 de 1993 en su artículo 5 señala que es atribución del Ministerio de Transporte en coordinación con las diferentes entidades sectoriales, la definición de las políticas generales y la expedición de las regulaciones sobre el transporte y el tránsito.

De otra parte, la Ley 336 de 1996, advierte que el transporte gozará de la especial protección estatal y estará sometido a las condiciones y beneficios establecidos por las disposiciones reguladoras de la materia. Y el artículo 8º de la misma ley, indica bajo la suprema dirección y Tutela administrativa del Gobierno Nacional a través del Ministerio de Transporte, las autoridades que conforman el sector y el sistema de transporte serán las encargadas de la organización, vigilancia y control de la actividad transportadora dentro de su jurisdicción, y ejercerán sus funciones con base en los criterios de colaboración y armonía propios de su pertenencia al orden estatal.

La Ley 1450 de 2011, desarrolló los SISTEMAS INTELIGENTES DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE – SIT, en su artículo 84, definiéndolos como un conjunto de soluciones tecnológicas informáticas y de telecomunicaciones que recolectan, almacenan, procesan y distribuyen información, con el fin de mejorar la operación, la gestión y la seguridad del transporte y el tránsito. Adicionalmente en el mismo artículo, estableció una jerarquía normativa en el sentido que *“Las autoridades de tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción, expedirán los actos administrativos correspondientes para garantizar los sistema 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 éstas las encargadas de expedir dichos actos administrativos”*.

Recomendaciones y pasos a seguir.

Como se puede ver en los capítulos anteriores, el SINIEV se encuentra en este momento en un estado de definición de alto nivel donde ya se definieron las aplicaciones, la arquitectura institucional y la tecnología a utilizar. Al haberse empleado una metodología top-down, es ahora necesaria la estructuración detallada de cada uno de estos tres frentes. En particular, se deben responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué estándares de seguridad e interfaces de comunicación deberán adoptarse entre el RUNT/bases de datos, los centros de control, las autoridades de transporte y demás agentes del SINIEV?
- ¿Qué formatos y estándares deberán usarse para el manejo de la información que genere el SINIEV?
- ¿Cómo será la ingeniería de detalle de cada una de las aplicaciones del SINIEV?
- ¿Qué tecnología de cámaras servirá con las placas colombianas?
- ¿Qué confiabilidad tendrán los tags y las cámaras en condiciones de operación real para poder obtener los costos operativos?

Para poder responder estos interrogantes, se propone el siguiente cronograma de implementación que asegurará una exitosa implementación del SINIEV.

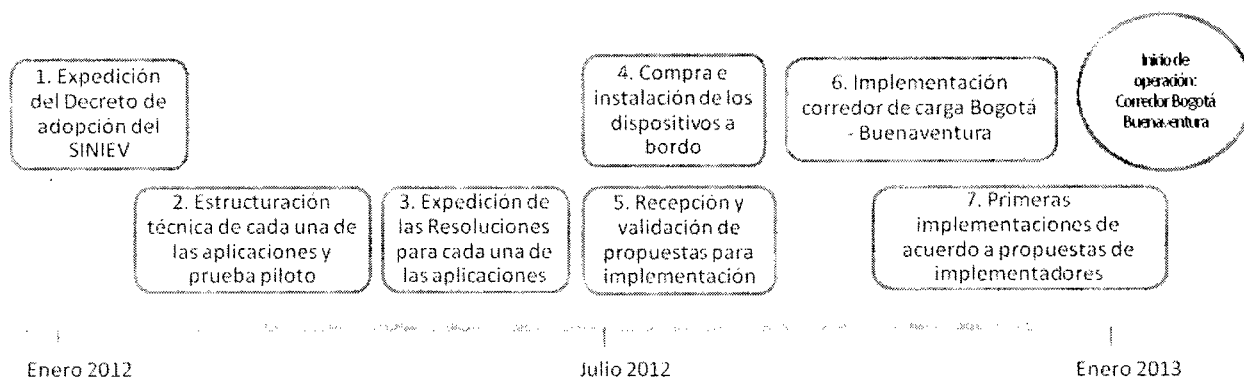


Ilustración 5: Cronograma de implantación del SINIEV.

Se evidencian en el cronograma ciertas tareas que no han sido mencionadas antes y por lo tanto se explicarán en más detalle:

1. Prueba piloto – Se deberá llevar a cabo una prueba piloto que sirva como insumo técnico-operativo en la estructuración de cada una de las resoluciones que definan las aplicaciones del SINIEV.
2. Compra e instalación de dispositivos a bordo – El Ministerio de Transporte deberá asegurar la compra e instalación de todos los dispositivos a bordo necesarios para cubrir la totalidad del parque automotor en Colombia.
3. Implementación del corredor de carga Bogotá – Buenaventura – Se plantea ésta como la primera aplicación operativa del SINIEV dada su importancia y utilidad.

Recopilación de informes.

A continuación se presentan la recopilación de los tres informes que hacen parte de este estudio.

Tarea 1 - Revisión de Bibliografía y Exposición de Casos de Éxito a Nivel Mundial

Introducción

La Identificación Electrónica de Vehículos (EVID por sus siglas en inglés) provee una forma de llevar a cabo tareas de control de tránsito y transporte, de forma más rápida, económica y efectiva y provee funcionalidades avanzadas para el pago de peajes, parqueaderos y la implementación de nuevas formas de regulación de la demanda como pueden ser cobros por congestión.

Desarrollar un sistema EVID en Colombia le dará al país ventajas logísticas en el transporte de carga y pasajeros al mismo tiempo que lo convertirán en un modelo a seguir para otros países buscando soluciones similares.

Se han llevado a cabo estudios previos en cuanto a EVID y pago electrónico de peajes en Colombia. Sin embargo, el estudio propuesto se centrará en identificar y desarrollar los requerimientos funcionales de alto nivel para posibles aplicaciones de la identificación electrónica de vehículos en Colombia para así sentar las bases de una arquitectura exhaustiva e integral basándose en la estructura existente del RUNT y en el futuro Centro Inteligente de Control de Tránsito y Transporte (CICOTT).

El estudio estará dividido en cuatro secciones:

Una primera (Tarea 1) que se enfocará en estudiar los casos exitosos a nivel mundial al mismo tiempo que hace un repaso de la literatura existente a nivel nacional, resumiendo e identificando los puntos faltantes en tres estudios realizados anteriormente por otras entidades: CAF, Universidad Nacional y DNP, todo enmarcado dentro de la arquitectura general dada por el estudio de Cal & Mayor del “Plan Maestro ITS” contratado por el DNP.

Una segunda (Tarea 2) donde se definirán los requerimientos funcionales de alto nivel y las aplicaciones de un sistema EVID y se llega a una propuesta de arquitectura tecnológica que sea capaz de soportar las aplicaciones definidas.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Una tercera (Tarea 3) que se centrará en definir la estructura legal e institucional que soporte la arquitectura tecnológica y funcional propuesta en la Tarea 2.

La Tarea 4 con conclusiones relevantes y recomendaciones para implementación (High Level Implementation plan)

El informe estará acompañado a su vez de los anexos técnicos y legales necesarios para convertirse en un documento independiente que sienta las bases necesarias para llevar a buen término la implementación de un sistema de Identificación Electrónica Vehicular en Colombia.

1.1 *Resumen de los estudios existentes del caso Colombiano.*

1.1.1. Introducción

En años anteriores, se han realizado estudios a cargo de diferentes entidades públicas con enfoques variados aunque con un objetivo en común: la adopción de tecnologías para la implementación de una aplicación de cobro electrónico de peajes en las ciudades Colombianas:

- “Estudio de prospectiva de peajes urbanos en ciudades Colombianas”, Cal y Mayor Asociados y Alejandro Atuesta y Asociados para el DNP, Agosto 2009.
- “Evaluación de las Tecnologías para la implementación del Sistema Electrónico de Cobro de Peajes”, Universidad Nacional en Diciembre de 2009
- “Propuesta para el Sistema de Gestión de Tráfico y Sistema Electrónico de Cobro”, IKONS ATN para la CAF en Abril de 2010.

En general, los estudios antes mencionados se enfocan específicamente en evaluar a nivel técnico/tecnológico cuáles serían las opciones a escoger para el cobro electrónico de peajes (y en el caso del estudio de la Universidad Nacional, también la identificación vehicular electrónica) en el caso Colombiano. Tan sólo el estudio contratado por el DNP presenta una metodología rigurosa en cuanto a estudio de casos de éxito, definición de necesidades, evaluación de alternativas en la implementación y exposición de un escenario hipotético en una ciudad Colombiana.

En esta primera sección, el presente estudio se enfocará en hacer un resumen de los puntos más relevantes de cada uno de los documentos mencionados anteriormente y de esta manera aprovechar el trabajo que ya se ha hecho y que se encuentra relacionado con el objetivo de este estudio.

En una segunda sección, se escogerán tres casos relevantes a nivel internacional de implementación de sistemas tanto de identificación electrónica vehicular como de cobro electrónico de peajes con el objetivo de identificar su funcionamiento tecnológico e institucional.

1.1.2. Estudio de prospectiva de peajes urbanos en ciudades Colombianas - DNP

El estudio realizado por Cal y Mayor y Asociados junto con Alejandro Atuesta y Asociados para el Departamento Nacional de Planeación se encuentra dividido en tres secciones;

- Una primera sección de revisión de casos de éxito en la aplicación de Sistemas de Peajes Urbanos (SPU) a nivel mundial
- Una segunda sección en la que se identifican las diferentes acciones a llevar a cabo para la aplicación de este sistema en Colombia incluyendo definición de objetivos, características del mercado objetivo y proceso de implementación,
- Y una tercera sección en donde se propone la implementación de un proyecto piloto en la ciudad de Barranquilla donde se identifican las características y oportunidades de esta ciudad y se hace un diseño conceptual de un SPU con base en la metodología definida en la sección 2.

En la primera sección, se parte de una primera y muy corta descripción de que son los sistemas SPU y por qué han sido utilizados en el mundo. De esta primera parte citamos lo que el informe destaca como los aspectos a tener en cuenta para considerar la implementación de tales sistemas:

“El desarrollo de este tipo de políticas públicas busca tener impactos positivos sobre: i) reducción de niveles de congestión (en una vía, área de la ciudad o red), ii) reducción de los tiempos de viaje (promedio, en hora pico y valle) y/o iii) contar con fuentes de nuevos recursos para la construcción y mantenimiento de infraestructura vial.”²

Esta definición sienta las bases para el desarrollo que se da a continuación en el estudio de casos a nivel mundial.

Luego de esta primera sección, el estudio desarrolla una tabla en la que se identifican los aspectos más relevantes de diversos sistemas SPU a nivel mundial. La tabla identifica el País, Nombre del Sistema, Tecnología Empleada, Operadores e interoperabilidad entre ellos, Tarifas y Descripción corta del sistema.

Es de resaltar que uno de los aspectos en los cuales más se centra este estudio es en la necesidad de contar con una interoperabilidad en las concesiones y que sea el gobierno quien defina los estándares a utilizar en el territorio nacional para que esta interoperabilidad

²Cal y Mayor y Asociados, Alejandro Atuesta y Asociados - DNP, “Estudio de prospectiva de peajes urbanos en ciudades Colombianas” 2009.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

se dé. Resaltamos también el caso chileno (que será tratado en la segunda sección de la Tarea 1), donde el gobierno definió los estándares internacionales existentes que operarían en cualquier concesión y que cada concesionario debía cumplir.

La tabla menciona los casos Chileno, Mexicano, Estadounidense, Europeo y Asiático y con base en estos identifica los elementos principales de los sistemas SPU a nivel mundial:

“

- infraestructura a la que se accede.
- tipo de tarifas.
- existencia de estándares técnicos del sistema de cobro.
- interoperabilidad del sistema.
- sistema de pago (prepago y/o postpago).”³

De este análisis se desprende que los sistemas a nivel mundial presentan una tendencia hacia el prepago y en general no se da una interoperabilidad entre sistemas de un mismo país por la falta de adopción de estándares ya establecidos.

Cabe aclarar que no necesariamente estas tendencias mundiales reflejan las necesidades Colombianas y es por esto que el presente estudio se centrará en definir la arquitectura funcional reflejada en las necesidades locales y las expresadas por el Ministerio de Transporte.

A continuación, el estudio escoge 3 casos a nivel mundial en los que profundiza. Estos casos son: Chile, la Ruta Estatal 91 en California, EEUU e EZ Pass en 14 Estados de EEUU.

En cada uno de estos casos trata los objetivos, una descripción del ámbito donde se dieron, los aspectos técnicos y de operación, formas y esquema de cobro, responsabilidades público-privadas y costos de implementación.

De esta descripción de casos se resalta que se muestran aplicaciones del estándar europeo (Chile), de estándares sin integración con tecnología de 915MHz (Ruta 91) y de un intento de integración con esta misma tecnología (EZ Pass). También se muestran esquemas de cobro diferentes como lo es el post-pago (Chile), pre-pago (Ruta 91) y compra de créditos en tiendas (EZ Pass).

³IBID



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Por último se destaca el caso de la Ruta 91 en donde se demuestra la dificultad en tratar de implementar un esquema enteramente privado pero dónde finalmente el Estado tuvo que intervenir, debido a la naturaleza pública de la carretera, para volverlo público.

Los casos escogidos, sin embargo, compartían unos objetivos muy similares y hubiera sido interesante encontrar casos cuyos objetivos difirieran para mostrar otras aplicaciones de los sistemas SPU y como estos pueden encajar en los tres objetivos claros descritos anteriormente.

Se presentan luego otros casos internacionales complementarios de: sistemas interoperables entre ciudades (Australia), sistemas que presentan dificultades para la interoperabilidad (México) y de sistemas urbanos (Rep. de Singapur). Al ser presentados como casos aislados no permiten comparación. Sin embargo exponen de manera clara los errores cometidos para la implementación de sistemas SPU en los países mencionados. Entre los errores se cuentan:

- La “no-interoperabilidad” del caso mexicano
- Las limitaciones del esquema de cobro por congestión en Singapur ya que al tratarse de una restricción horaria en horas pico, antes y después de entrar a operar se daban mayores congestiones.
- Por la tecnología utilizada, los dispositivos eran cambiados de vehículos.
- No hubo cambios notables en el uso de transporte público.

Una vez expuestos estos casos, el estudio identifica los puntos clave de cada uno de ellos, en especial las motivaciones u objetivos planteados y los mecanismos de ejecución (identificación de responsables y quiénes asumen los riesgos y el control) y hace un resumen de las características encontradas en estos sistemas. Se adjunta este último capítulo de resumen puesto que explica de una forma clara y concisa los principales hallazgos de esta primera etapa del estudio.⁴

En su segunda etapa, el estudio identifica, basándose en los casos de estudio de la primera etapa, las acciones a llevar a cabo para la implementación de un sistema SPU en las ciudades Colombianas. Se enfoca en recomendaciones y sugerencias de actividades a tener en cuenta por parte de las entidades públicas en las etapas de definición, puesta en marcha y operación de estos sistemas.

Se empieza por una definición y caracterización de las ciudades y sus modos de transporte basándose en la población de los centros urbanos en Colombia y en la distribución de esta población en el territorio para de esta forma definir patrones generales de movimiento

⁴Referirse a Anexo 1 - Principales hallazgos en la fase 1 del estudio del DNP.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

vehicular en diferentes horas del día. De aquí se desprende la conclusión a la que llega el estudio en el sentido que:

“Es común encontrar que en la mañana, la mayor parte de la población se dirige hacia el centro de las ciudades, para cumplir con el horario de entrada; en la tarde sucede el caso opuesto: la población se dirige desde sus trabajos o lugares de estudio hacia sus hogares (...), el sistema de transporte de las ciudades colombianas se caracteriza por altos niveles de congestión en las vías principales, debido en parte por la no internalización de los costos sociales y ambientales del uso de un bien escaso, que es la infraestructura vial.”⁵

Se identifica de esta forma la principal necesidad y oportunidad de las ciudades colombianas de implementar un sistema SPU como una forma de reducir la congestión y los tiempos de viajes que se dan por la forma como se encuentra distribuida la población en el espacio, y en una menor medida como fuente de nuevos recursos para el mantenimiento de la malla vial o como forma de desincentivar el uso del vehículo privado.

Seguidamente, teniendo en cuenta la evaluación de las experiencias a nivel internacional, se hacen una serie de recomendaciones para la aplicación de sistemas SPU en Colombia como lo son:

“se recomienda para la estructura de los SPU contar con instrumentos (por ejemplo tarifas variable, actualización tecnológica, mejoramiento de los esquema de cobro, fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y seguimiento, esquema de carriles reversibles de tráfico, desarrollo incremental de puntos de acceso y/o salida, sistemas de difusión y transmisión de información a los usuarios, entre otros) que faciliten la evolución y adaptación del sistema y de los proyectos que lo componen.”⁶

Una vez identificadas estas recomendaciones, se procede a llevar a cabo la evaluación de diferentes casos hipotéticos, tanto para corredores existentes como nuevos, que puedan afectar la demanda sobre éstos con SPU por parte de la ciudadanía en cuanto a: la oferta de vías alternas, características urbanas, usos del suelo y tarifas.

Se procede luego a hacer una identificación de la normatividad existente en Colombia para evaluar la viabilidad de un esquema de SPU. Se interroga acerca de la naturaleza de los peajes, vías urbanas y el cobro de peaje en éstas, y finalmente procedimientos y competencias para la fijación de tarifas. Se identifican leyes artículos o sentencias que dan

⁵Cal y Mayor y Asociados, Alejandro Atuesta y Asociados - DNP, “Estudio de prospectiva de peajes urbanos en ciudades Colombianas” 2009.

⁶IBID



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

una visión global de la normatividad actual en Colombia incluyendo la normatividad para concesiones.

A resaltar de esta sección es la identificación de mecanismos de control de evasión en el cobro de peajes tanto a nivel normativo como tecnológico identificando los diferentes elementos tecnológicos que podrían intervenir en estos casos. La sección termina con una especie de "Preguntas y Respuestas" donde se identifican conflictos posibles y se propone una solución a éstos.

En esta última sección se explican las grandes conclusiones a las que llega el estudio en cuanto a normatividad:

- Es necesario establecer un contrato de concesión para establecer peajes urbanos.
- Las motos podrían también entrar dentro de un esquema de pagos en peajes urbanos ya que se hace una diferenciación entre peajes en vías nacionales y no urbanas.
- Se pueden destinar recursos obtenidos por concepto de peajes en carriles exclusivos para la intervención de la totalidad de la vía.

En la última sección de este capítulo se hace un recuento por las diferentes tecnologías que se pueden aplicar en SPU valiéndose de tres casos específicos: Normatividad Europea, el caso Chileno como una modificación de la Normatividad Europea y el caso de EEUU con el estándar Mark IV. Esta sección, sin embargo, queda corta en cuanto a que tan sólo se hace un recuento y explicación de las tecnologías sin un desarrollo posterior de selección basándose en las necesidades Colombianas. Aunque se menciona una matriz multi-criterios como metodología a aplicar, esta no se aplica. Sin embargo, se entiende que se debe aplicar en cada ciudad de acuerdo a sus características particulares. Finalmente se desarrolla una metodología la cual es aplicada en la tercera etapa en el caso de Barranquilla cuyos resultados y componentes pueden verse en detalle en el anexo 2.

1.1.3. Evaluación de las Tecnologías para la implementación del Sistema Electrónico de Cobro de Peajes – Universidad Nacional

El estudio realizado por la Universidad Nacional en convenio interadministrativo con INVIAS se centra en la escogencia de un estándar tecnológico para las aplicaciones de un Sistema Electrónico de Cobro de Peajes a nivel nacional.

El informe incluye un anexo técnico en donde se describe en detalle las particularidades de las tecnologías DSRC (Estándar Europeo) y RFID 18000-6 a y b (a 915MHz) y otro anexo donde se detalla la información obtenida de fuentes primarias como lo son entes gubernamentales, proveedores y otros organismos.

Nota: Es importante destacar que la forma de atacar el problema de la escogencia de la tecnología se encuentra limitada desde el principio. El estudio muestra un enfoque en el cual la información de registro del vehículo debe almacenarse en el dispositivo a bordo, lo que restringe casi inmediatamente la escogencia a la tecnología DSRC por tener esta mayor capacidad de almacenamiento. Este enfoque es escogido de manera arbitraria sin evaluar diferentes opciones como serían el almacenamiento de la información en una base de datos centralizada. Se hace después una matriz de evaluación multi-criterio que escoge la tecnología DSRC sin tomar en cuenta el tamaño de la memoria, sin embargo la ponderación de estos criterios no dejará de ser subjetiva y parece sesgada a escoger la tecnología DSRC.

El documento principal se divide en 5 secciones: Criterios de evaluación de tecnología, análisis costo beneficio de las tecnologías, esquema de implementación de la tecnología escogida, un esquema de aplicaciones soportadas por la tecnología escogida y finalmente los impactos que se generarían en el sistema RUNT.

En la primera sección se escogen 5 criterios de evaluación que van a regir la evaluación de este punto en adelante. Aunque es claro que algunos de estos criterios son importantes en la evaluación de un sistema tecnológico para la aplicación de ETC (Electronic Toll Collection), no es claro de donde provienen y deberían estar enmarcados en una evaluación de casos a nivel internacional y no escogidos de manera arbitraria.

Los criterios escogidos son los siguientes:

Criterios de Evaluación	
Criterio	Definición
Seguridad	Protección de la información Obstaculizar falsificación y fraude
Interoperabilidad Técnica	Compatibilidad de tecnologías de diferentes proveedores
Confiabilidad	Desempeño del sistema Capacidad de respuesta
Casos de implementación	Experiencia en otros países Estudio de aplicaciones de la tecnología
Costos	Gastos de implementación y operación de las distintas soluciones

Figura 1: Criterios de evaluación de la tecnología para aplicaciones de ETC en Colombia⁷

Se procede entonces a hacer una comparación de las tecnologías DSRC y RFID bajo la luz de estos criterios.

Se identifican casos exitosos de cada una de las tecnologías a nivel mundial sin embargo no se profundiza en ninguno de estos. El estudio se limita a mencionar algunos casos que usan cada una de las tecnologías.

En cuanto a diferencias técnicas, se mencionan aspectos clave como es el caso del almacenamiento y su relación directa con la implementación de sistemas de seguridad más complejos, así como también aspectos prácticos como el mantenimiento y vida útil de cada uno de los dispositivos a utilizar.

A diferencia del estudio del DNP que hace especial énfasis en la interoperabilidad de los sistemas, éste tan sólo se limita a mencionar que la tecnología DSRC cuenta con varios proveedores y un estándar abierto mientras que la RFID no. Se habla aquí de los estándares 18000-6 a y b.

El análisis de costos también resulta bastante superficial y se mencionan simplemente costos promedio obtenidos de una página de internet en cuanto a los elementos que compondrían un sistema ETC con la tecnología RFID y costos de otros elementos (que no permiten una comparación directa) para la tecnología DSRC.

Se identifica el ciclo de gastos de un sistema ETC de la siguiente forma:

⁷Universidad Nacional de Colombia, "Evaluación de las Tecnologías para la implementación del Sistema Electrónico de Cobro de Peajes", diciembre de 2009.

- Costos de implementación
- Costos logísticos
- Costos administrativos
- Costos financieros
- Costos de operación.

A destacar la subdivisión de costos operativos dada por:

“

- Pago de nómina a personal técnico, soporte técnico y servicios generales.
- Uso del canal de comunicación para obtener información de las bases de datos del RUNT.
- Costo de consultas al RUNT y solicitud de estadísticas y reportes.
- Artículos necesarios para la operación de los peajes y el sistema de identificación en general.”⁸

A continuación, basándose en los mismos criterios de evaluación se lleva a cabo una matriz multi-criterio donde se comparan las dos tecnologías basándose en la opinión de los integrantes acompañados por el Ministerio de Transporte. Cabe la pena anotar que en este punto hay un cambio en el objetivo del estudio y se comienza a hablar de Identificación Vehicular aun cuando la evaluación de tecnologías hasta el momento había estado enfocada en ETC. Resulta entonces contradictorio llevar a cabo un análisis multi-criterio de una tecnología de EVID que ha sido presentado como una evaluación de tecnologías para ETC. Los resultados son presentados a continuación:

Campos	Subcampos	Ponderación	RFID	DSRC
Confiabilidad	Robustez	10%	6.8	8.8
	Mantenimiento	4%	8.3	7.0
	Tasa de error	4%	6.5	7.0
Seguridad	Software	13%	7.5	8.0
	Hardware	21%	5.5	8.5
Casos de éxito		12%	8.0	8.0
Interoperabilidad Técnica	Disponibilidad de proveedores	9%	7.5	7.5
	Estandares Utilizados	10%	7.5	8.3
Costos	Implementación	6%	8.3	5.0
	Logístico	5%	7.5	7.8
	Operación	8%	6.0	8.8
TOTAL		100%	6.6	8.1

Figura 2: Resultados de la matriz multi-criterio.⁹

⁸IBID

⁹IBID



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Una vez escogida esta tecnología, en la siguiente sección se procede a evaluar los costos de implementación del sistema (de identificación) lo que da \$271.615.969.304 Pesos Colombianos.

El esquema propuesto para la implantación de los dispositivos en los vehículos del país es a través de los Centros de Diagnóstico Automotriz y la revisión tecno-mecánica, aunque no se explica por qué es escogido de esta forma, y la información también será actualizada dentro de las unidades a bordo cuando los vehículos realicen esta revisión. Esto quiere decir que los centros de diagnóstico automotriz estarán conectados con el RUNT y cada vez que un vehículo realice su revisión tecno-mecánica, esta información será actualizada en su unidad a bordo. Esta forma de actualización presenta como mayor inconveniente una imposibilidad de actualización de la información en tiempo real. Los beneficios de sistemas en tiempo real serán tratados en más detalle en la definición de la arquitectura funcional en la Tarea 2.

En una tercera etapa, el estudio identifica, sin dar mayores detalles de cómo se implementarían, diferentes funcionalidades que pueden llevarse a cabo con un dispositivo a bordo y un sistema EVID, se destacan los siguientes:

- Trazabilidad del vehículo
- Control de Transporte de Carga
- Control de acceso a estacionamientos.

Se procede luego a explicar qué información deberá almacenarse en los dispositivos a bordo para las aplicaciones de EVID y ETC identificando la infraestructura requerida. Para cada aplicación las necesidades son diferentes. A modo de ejemplo se muestra el caso de la aplicación de identificación vehicular que requeriría contar con dispositivos a bordo, dispositivos de lectura y un sistema de información central de donde se obtenga la información a guardar en los dispositivos (RUNT). En la última sección se hace un puente entre esta información y la información existente en el RUNT.

1.1.4. Propuesta para el Sistema de Gestión de Tráfico y Sistema Electrónico de Cobro - CAF

El informe elaborado por IKONS ATN para la Corporación Andina de Fomento tiene como marco la formulación e inserción de un programa de Autopistas Urbanas en Bogotá.

El informe se centra en un Sistema de Gestión de Tráfico y un Sistema de Cobro Electrónico de Peajes. En cada uno de estos se hace una descripción general, luego se identifican la arquitectura y equipos tecnológicos necesarios para su implementación y finalmente se hace un análisis preliminar de costos de implementación.

Para un sistema de gestión de tráfico, el estudio define los objetivos de la siguiente forma:

*"(...) teniendo como misión el aumento de la seguridad vial, maximizar los niveles de circulación, optimizar su capacidad, entregar información en línea a sus usuarios, y la optimización del funcionamiento de infraestructura."*¹⁰

Pasa inmediatamente después a describir los elementos tecnológicos que ayudarían a cumplir estos objetivos. Habla de tres niveles de equipamientos: equipos en la vialidad, equipamientos centrales y el sistema de gestión que integra los subsistemas y administra la operación.

Hace una descripción detallada de los equipos entre los que se destacan:

- Detectores electromagnéticos.
- Paneles de mensajería variables
- Estaciones de toma de datos
- CCTV, entre otros.

Una vez descritos los elementos se propone una arquitectura para el programa de autopistas urbanas, en cuanto a la parte de Sistema de Gestión de Tráfico, que se muestra a continuación. Se destaca de esta arquitectura, el hecho que cada concesionario tendrá su propio sistema de gestión de tráfico que se conecta al centro de tráfico de Bogotá:

¹⁰ IKONS ATN para la CAF, "Propuesta para el Sistema de Gestión de Tráfico y Sistema Electrónico de Cobro", abril de 2010.

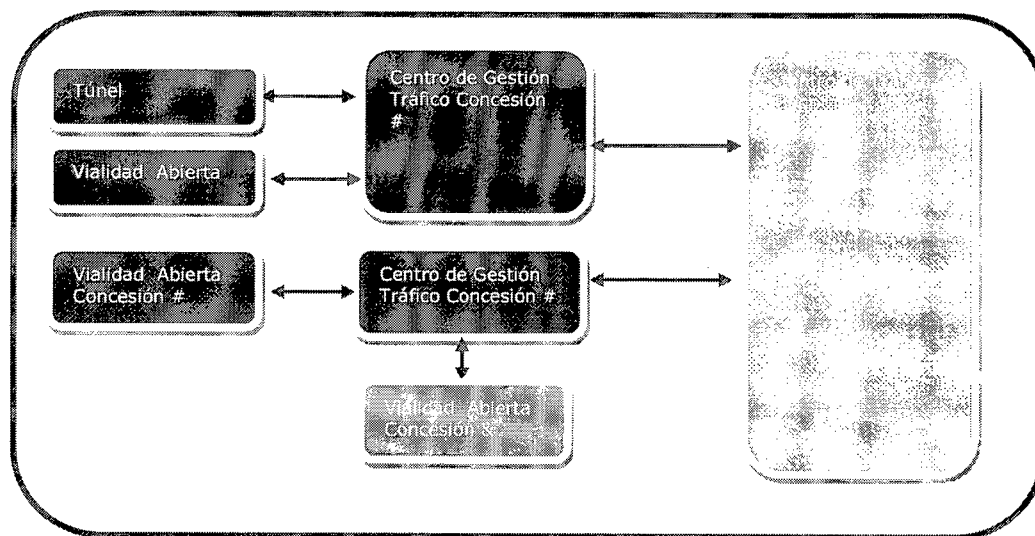


Figura 3_ Modelo de PAU para Bogotá.¹¹

Una vez definida esta arquitectura, el informe define un cronograma básico en la implementación de este sistema que se divide en la parte de Estudios y Diseños y en la parte de Desarrollo de las aplicaciones.

A continuación se hace un barrido general por los diferentes estándares que existen en cuanto a este tipo de sistemas y en especial de los elementos descritos anteriormente.

En la sección de evaluación de costos, se definen unos criterios para los elementos como lo son, por ejemplo, la visibilidad mínima de los paneles de mensajería variable, o la distancia de los puntos de captación de datos. De esta forma se cuantifican las necesidades en equipos y luego se presenta una tabla con los resultados y costos tentativos. Se presenta también un costo tentativo de mantenimiento de los equipos.

En la segunda sección de Sistema Electrónico de Cobro de peajes, al igual que en estudio del DNP, se hace un especial énfasis en la interoperabilidad técnica y comercial de los sistemas. Otros criterios de selección de la tecnología que se mencionan incluyen la posibilidad de que usuarios que no cuenten con un dispositivo a bordo hagan uso de la infraestructura, el papel del Estado y la importancia de una normatividad que soporte esta aplicación y finalmente las formas de penalización de infractores.

¹¹IBID



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Una vez definidos estos criterios, el estudio propone una arquitectura para el Sistema Electrónico de Cobro que se muestra a continuación:

"La arquitectura del Sistema Electrónico de Cobro queda conformada por el Centro de Atención a Clientes (CAC), el Centro de Operaciones (COP), y los Puntos de Cobro (PC)."

Punto seguido, se procede a describir en detalle cada uno de estos 3 elementos y las responsabilidades a las cuales estarán sujetos, haciendo especial énfasis en el servicio a los usuarios. Por ejemplo, la forma como se debería dar el cobro de los peajes y como este debe centralizarse para que el usuario perciba una sola factura incluso si existen múltiples concesionarios enfatizando de esta forma la importancia de un CAC. El CAC tendría a su cargo: "el mantenimiento de cuentas, la facturación, recaudación y cobro a los morosos e infractores, promoción y distribución de transponders"¹²

Se describe igualmente la configuración del COP y los diferentes esquemas de PC como pueden ser el MLFF, carriles exclusivos con y sin barreras y esquemas mixtos donde conviven pagos electrónicos con tradicionales.

Al igual que para la primera parte, también se propone un esquema de implementación en dos etapas: Estudios y Diseños y otra de Desarrollo de las aplicaciones. Y finalmente una descripción de los costos de operación.

Con base en estas descripciones se llega a una arquitectura propuesta, mostrada a continuación la cual es análoga a la utilizada en Chile con la diferencia que el CAC es unificado para todos los operadores (como se verá en la siguiente sección):

¹² IBID

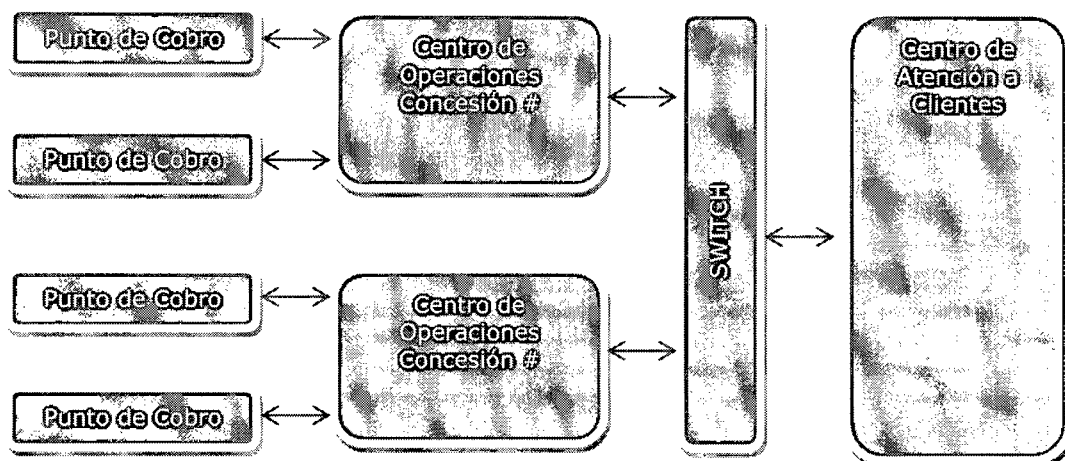


Figura 4: Arquitectura de ETC para autopistas urbanas en Bogotá¹³

Se hace de nuevo una estimación de los equipamientos requeridos basándose en el número de accesos a las diferentes autopistas propuestas para lograr una estimación de los costos de implementación y se propone una estructura organizacional para la operación del sistema y obtener así los costos operativos.

1.1.5 Resumen

A continuación se presenta un resumen de los puntos más relevantes de cada estudio:

- El estudio de la UNal se centra en la escogencia de la tecnología, primero para peajes y luego para EVID. Para esto propone unos criterios de selección, con los cuales recomienda el uso de la tecnología DSRC sin embargo presenta algunas limitaciones ya que por ejemplo no considera la tecnología 6c, sino la 18000-6 en general, y debido a la forma como ataca el problema, sesga la escogencia de la tecnología desde el principio de estudio, asumiendo que la información debe ser almacenada en el dispositivo a bordo.
- El estudio del DNP se centra en la factibilidad de implementar peajes urbanos en Colombia con un enfoque marcado en la normatividad y presenta un análisis conceptual de la implementación de un sistema de peajes urbanos en la ciudad de Barranquilla.
- El estudio de la CAF propone una arquitectura institucional para cobros electrónicos, basándose en el modelo Chileno.

¹³ IBID



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

1.2 Casos de estudio a nivel mundial.

1.2.1 Introducción

En cuanto a implementación de sistemas de EVID en el mundo, hasta ahora sólo existe un caso exitoso a nivel nacional de un tal sistema; Bermudas. Existen, sin embargo, otros casos en los cuales se han hecho estudios de factibilidad y el sistema se encuentra en una fase de pre-implementación, como son los casos de Brasil y México. Finalmente, otros casos en los cuales el sistema no ha pasado de los estudios previos, como es el caso de India.

Debido a que una de las aplicaciones deseadas para el sistema EVID en Colombia es la de ETC, se considerarán también países con este tipo de implantaciones exitosas como es el caso de Chile, Noruega o Portugal. Adicionalmente, otra de las aplicaciones en las que se podría pensar es en la de Cargo por Congestión (Congestion Charging) como el sistema que funciona en Londres.

A continuación se presentan los casos que fueron considerados para este estudio y se explica cuales fueron escogidos para ser profundizados.

Chile:

Chile empezó la implementación de los sistemas de cobro electrónico de peaje (ETC por sus siglas en inglés), con la Autopista Central de Santiago en 2004. Esta fue la primera autopista urbana en América Latina que usó este sistema.

Para la implementación se utilizaron equipos basados en la normatividad europea CEN y esto hizo que se volviera la norma en Chile para el resto de sistemas implementados posteriormente (Vespucio Norte Express, Autopista Central, Costanera Norte, Vespucio Sur). Se implementó un sistema MLFF (Multi Lane Free Flow) siendo uno de los primeros de este tipo a nivel mundial.

En la actualidad ya se encuentran en operación las autopistas urbanas mencionadas anteriormente funcionando bajo el esquema MLFF y con concesiones interoperables entre sí. Debido a su éxito, actualmente se encuentran planificadas 6 más: Vespucio Oriente, Costanera Central, Autopista Norponiente, Autopista Puente Alto-San Bernardo; Ruta Orbital, y la Autopista del Sol.

Bermudas

Bermudas es el primer país en el mundo en desplegar un sistema de Identificación/Registro Electrónico de Vehículos (EVID/R, por sus siglas en inglés) a nivel nacional.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

La implementación comenzó en 2007 con el despliegue de tags RFID de la tecnología 18000-6b en cerca de 30.000 vehículos de la isla (hoy 47.000) incluyendo lectores fijos (8), lectores manuales (10), lectores móviles (3) y un sistema de sensores de detección de vehículos y cámaras con software de reconocimiento óptico de caracteres (OCR por sus siglas en inglés) para la identificación de vehículos que no tienen el tag.

El objetivo de este sistema es, en principio, incrementar el cumplimiento de la normatividad existente en cuanto a registro de vehículos y seguros y recuperar de esta manera los cerca de USD 3M que se perdían anualmente por la falta de cumplimiento de las normas por estos conceptos. Antes de empezar a operar, con tan solo la campaña de socialización del sistema, la mitad de los vehículos que no cumplían con su registro (4%) se pusieron al día.

México

México, en un intento de hacerle frente a la delincuencia, empezó en 2009 la implementación de su sistema de EVID.

Los tags, que usan la tecnología 18000-6c, pretenden llegar a los 28 millones de automóviles que circulan por las carreteras mexicanas. Los tags serán leídos en puestos de peaje (tanto para EVID como ETC) y otros puntos fijos que tendrán también cámaras acompañadas de un sistema de procesamiento OCR, de tal forma que se pueda comparar la información almacenada en el tag con el número de placa.

Adicionalmente, los puestos de control están conectados con el REPUVE (Registro Público Vehicular) para identificar vehículos robados.

Brasil

El sistema SINIAV (Sistema Nacional de Identificação Automática de Veículos) que empezó a estudiarse desde 2004, fue aprobado por el Congreso Nacional en 2009.

Se utilizarán tags con la tecnología 18000-6c, y para Agosto de 2012 los 50 millones de vehículos tienen plazo para implementar el tag. Esta implementación está a cargo, según la resolución (Resolución 85/09) de:

“Artículo 5 Depende de las agencias ejecutivas o entidades de los Estados de tránsito y el Distrito Federal la responsabilidad de la implementación y operación del SINIAV en su territorio de influencia.”

Se tienen planes para empezar con 3.000 lectores fijos en diferentes carreteras del país para cubrir las necesidades del país.

Noruega/Portugal

Noruega fue el país pionero en la implementación de sistemas ETC en el mundo. En 1986, la ciudad de Bergen implementó el primer sistema a nivel mundial. Después del 2000, el país



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

reemplazo los sistemas antes no interconectados por un sistema nacional llamado AutoPASS que utiliza la tecnología CEN a 5.8 Ghz.

Portugal fue el primer país que implementó un sistema nacional de ETC en el año 1995. El sistema "Vía Verde" está presente en todos los peajes del país y también utiliza la tecnología CEN a 5.8 Ghz.

Ambos funcionan bajo un esquema MLFF.

Londres

Londres implementó en 2003 un sistema de cobro de impuestos a los vehículos por usar ciertas zonas de la ciudad en ciertos horarios (Congestion Charging) y es en este momento uno de los más grandes esquemas de este tipo a nivel urbano mundial.

Aparte de los beneficios en reducción de tráfico, esta política efectivamente reduce la demanda de combustibles y por consiguiente la emisión de gases de combustión al mismo tiempo que incrementa los ingresos por concepto de impuestos de forma progresiva. Con la implementación de un sistema EVID, implementar un esquema de Congestion Charging podría ser una de las aplicaciones a considerar.

Basándose en esta presentación inicial, en conjunto con el Ministerio de Transporte se escogieron los siguientes casos para profundizar:

- Chile: Un caso modelo a nivel latinoamericano en el cual se encuentra exitosamente implementada la funcionalidad de ETC para mejorar el tráfico vehicular basada en los estándares Europeos CEN-DSRC.
- Bermudas: El único caso exitoso a nivel mundial que lleva operando cerca de 4 años cuya principal motivación ha sido combatir la evasión en el cobro de impuestos a vehículos y utiliza la tecnología RFID 18000-6b.
- México: Un caso en proceso de implementación en el cual el mayor objetivo es mejorar la seguridad y combatir el robo de vehículos usando la tecnología RFID 18000-6c.

1.2.2 Chile

1.2.2.1 Objetivos

Santiago de Chile comenzó la implementación de autopistas urbanas en 2004 con la Autopista Central buscando de esta forma disminuir los tiempos de traslado en la región y disminuir la congestión de sus vías. Hasta el momento se encuentran implementadas, aparte de ésta, las autopistas de Vespucio Norte, Costanera Norte y Vespucio Sur buscando también atacar los mismos problemas y se encuentran planificadas 6 más: Vespucio Oriente, Costanera Central, Autopista Norponiente, Autopista Puente Alto-San Bernardo; Ruta Orbital, y la Autopista del Sol.

Los problemas en movilidad empezaron a darse debido a la explosión en el número de vehículos en la región de Santiago que para 2004 concentraba el 42.2%¹⁴ de vehículos del país y que creció en un 44% entre 2001 y 2009¹⁵. Otros objetivos secundarios incluyen a las autopistas dentro de los objetivos de modernización de la infraestructura del país, mejorar la seguridad de las vías y mejorar la actividad socioeconómica de los habitantes de la región.

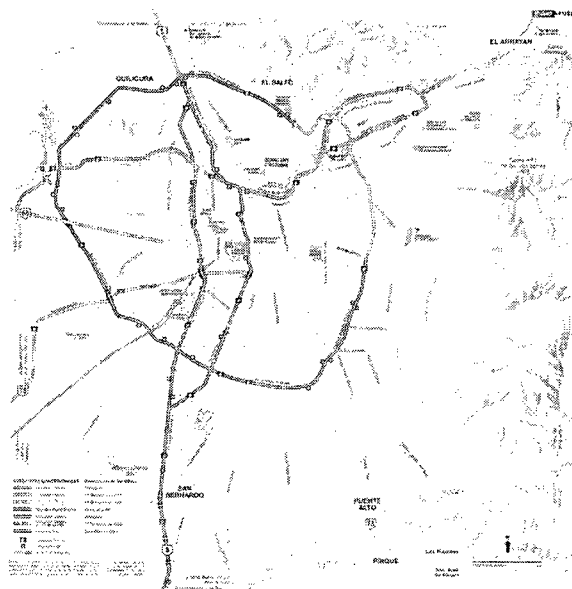


Figura 5: Ubicación de las autopistas urbanas de Santiago

¹⁴http://www.ine.cl/canales/sala_prensa/noticias/2004/sept/not100904.php

¹⁵<http://www.plataformaurbana.cl/archive/2010/05/17/la-ciudad-en-la-prensa-hoy-vespucio-oriente-expansion-de-autos-conflicto-mall-m-de-zamora/>

1.2.2.2 Características Generales

La región metropolitana de Santiago tiene un área total de 15.403,2 km² y una población de 7 003 122 habitantes. Como se menciona en la sección anterior, la región de Santiago cuenta con más del 40% de los vehículos totales del país. Esto se traduce, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, en 2010 en un total de 1 406 403 vehículos.

Las autopistas urbanas, sobre las cuales se encuentran instalados los sistemas de ETC presentan las siguientes características.

	Longitud (Km)	Fecha de Inauguración	Concesionario	Inversión (US\$)
Autopista Central	60.5	01/12/2004	Soc. Concesionaria Autopista Central S.A.	455 000 000
Vespucio Norte	27	04/01/2006	Vespucio Norte Express S.A.	320 000 000
Costanera Norte	42.66	12/04/2005	Soc. Concesionaria Costanera Norte S.A.	384 000 000
Vespucio Sur	23.5	29/11/2005	Soc. Concesionaria Autopista Vespucio Sur S.A.	270 000 000

Figura 6: Características de las autopistas urbanas en Santiago

1.2.2.3 Características Tecnológicas y Operativas

Las autopistas presentadas en el capítulo anterior funcionan todas bajo el esquema Multi Lane Free Flow (MLFF – de flujo libre). Los vehículos bajo este sistema pueden pasar a través de los puntos de cobro sin detenerse y a velocidades por encima de los 160Km/h. El sistema está compuesto por unidades a bordo de los vehículos, una infraestructura en las autopistas, un centro de control por cada concesionario (COP), un Centro de Atención de Clientes por cada concesionario (CAC) y el Registro Nacional de Usuarios de Telepeaje que garantiza la conciliación entre concesionarios.

Los vehículos deben estar provistos de un tag (llamado Televía en Chile) provisto de una batería, que se pega al parabrisas de los vehículos y contiene información de identificación del titular y su vehículo asociado. El tag utilizado es el PremID TS3204¹⁶ proveído por la Sueca Kapsch que es totalmente compatible con la normatividad Europea CEN DSRC funcionando a una frecuencia de 5.8 GHz. Tiene una memoria disponible al usuario de 420 bytes para otras aplicaciones. La batería tiene una duración de 7 años.

¹⁶www.itsc.com.cn/files/image/20053291924230.pdf

La infraestructura que se ubica sobre las vías está compuesta de un pórtico con diferentes dispositivos de control (ver siguiente figura) también provistos por Kapsch. El dispositivo de comunicación de radio frecuencia es el PremID TS3252 que por sus características puede ser alimentados por fuentes de energía de baja potencia (ejemplo paneles solares) y la comunicación con el COP puede hacerse mediante un módem GPRS inalámbrico.

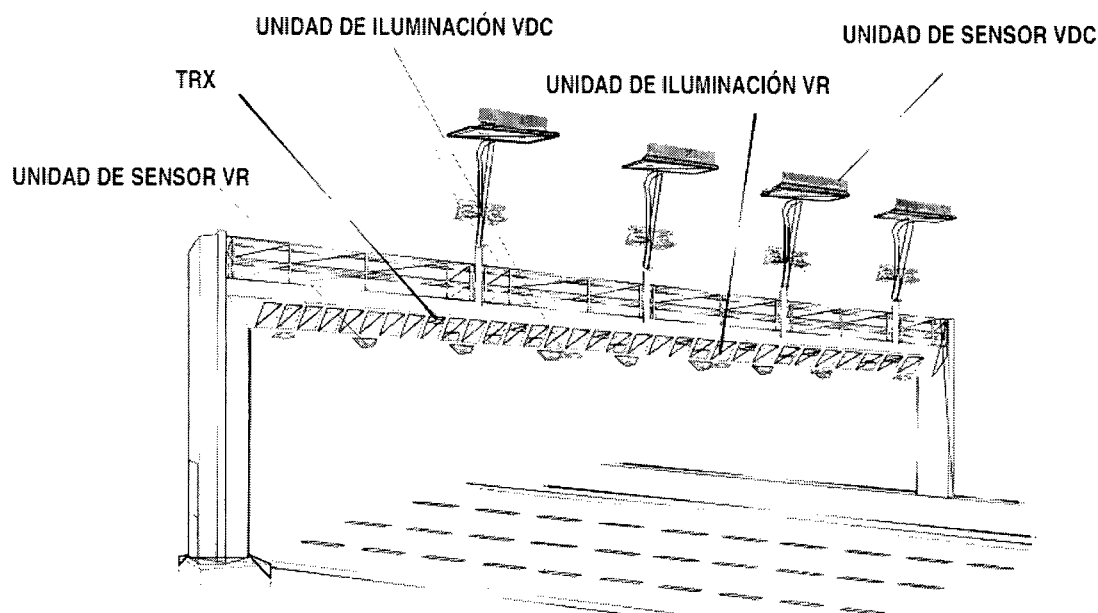


Figura 7: Elementos de los pórticos de Kapsch en Santiago.¹⁷

- El sistema funciona detectando los vehículos que se acercan al pórtico a través de los sensores VDC (Video Detección y Clasificación). Mediante este mismo dispositivo se miden las dimensiones del vehículo para clasificarlo en una de las categorías de cobro.
- El dispositivo TRX (PremID TS3252) se comunica con el tag del vehículo leyendo la información almacenada en este.
- Si no se encuentra el tag, se activan las cámaras VR para tomar una foto a las placas del vehículo.
- Cada pórtico envía la información recopilada al COP y este procesa la información asignándole una tarifa.
- Esta información es luego enviada al CAC que se encarga de la gestión de cobro.

¹⁷Fuente: AutopistaCentral – <http://www.autopistacentral.cl>



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Los usuarios pueden transitar por cualquiera de las 4 autopistas con un mismo dispositivo gracias a la interoperabilidad de los sistemas aun si estos son operados por concesionarios diferentes. Los pagos se hacen a través de los CAC quienes se conectan al Registro Nacional de Usuarios de Telepeaje¹⁸, lo que garantiza la interoperabilidad. Los dispositivos son distribuidos gratuitamente a los usuarios que lo soliciten a cambio de firmar un contrato en el cual se les cobra los pasos por las autopistas de forma mensual. Este cobro se puede dar en forma de débito automático o puede ser pagado en bancos, por correo o en oficinas de servicio y es gestionado directamente por los CAC. La única otra forma de utilizar las autopistas sin un contrato es a través de un Pase Diario Único (PDU) o un PDU Tardío (PDUT) que funciona a través de reconocimiento de la placa del vehículo y se pueden adquirir hasta 48 de estos pases por placa por año calendario. Si un usuario es detectado sin tag, el concesionario informa al Ministerio de Obras Públicas quien se encarga de hacer la gestión de la multa de tránsito.

1.2.2.4 Características Institucionales y Marco Legal

El marco legal sobre el cual se rige el sistema ETC de Chile se basa en:

Ámbito de las concesiones viales urbanas:¹⁹

“

- Bases de Licitación Concesión Internacional y sus circulares aclaratorias, que fija las condiciones de diseño, construcción de la obra y explotación de la concesión.
- Decreto Supremo del Ministerio de Obras Públicas mediante el cual se adjudica la concesión.
- Decreto Supremo MOP N°900 de 1996, Ley de Concesiones de Obras Públicas.
- Decreto Supremo MOP N°956 de 1997, Reglamento de la Ley de Concesiones de Obras Públicas.
- Decreto con Fuerza de Ley del Ministerio de Obras Públicas N°850 de 1997, Ley de Caminos.”

Adicionalmente, la Ley No. 18290 – Ley de Tránsito del 07 de febrero de 1984 en su artículo 118bis que dice lo siguiente:

¹⁸ De acuerdo al MOP de Chile, este registro es: “Es una base de datos centralizada, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, en el cual las Autopistas Urbanas tienen la obligación de registrar la información de los propietarios de vehículos que suscriben un Contrato de TAG/Televía.”

¹⁹ Cal y Mayor y Asociados, Alejandro Atuesta y Asociados - DNP, “Estudio de prospectiva de peajes urbanos en ciudades Colombianas” 2009.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

“Artículo 118 bis.- En los caminos públicos en que opere un sistema electrónico de cobro de tarifas peajes, sólo podrán circular los vehículos que estén provistos de un dispositivo electrónico u otro sistema complementario que permitan su cobro. La infracción a esta prohibición será sancionada de conformidad al artículo 198 N° 8 de la presente ley.

Los equipos y demás medios utilizados para la implementación de este sistema, constituyen equipos de registro de infracciones, rigiéndose por lo dispuesto en el inciso tercero del artículo 3º y en el artículo 24, ambos de la ley N° 18.287 y en el artículo 4º de esta ley, salvo en lo previsto en sus incisos quinto, sexto, séptimo y octavo. Los estándares técnicos y condiciones de instalación, funcionamiento y uso de los mismos serán regulados por el Ministerio de Obras Públicas.”

Estos estándares técnicos a los cuales hace referencia el artículo fueron publicados por el MOP el 31 de agosto de 2004²⁰ y contienen la información referente a la unidad de identificación, unidad lectora, unidad de registro de placa, unidad de clasificación de vehículos y los estándares técnicos de comunicaciones (compatibles con la normatividad CEN DSRC).

Adicionalmente se detalla la necesidad de disponer de Inspectores Fiscales bajo la tutela del MOP quienes deberán:

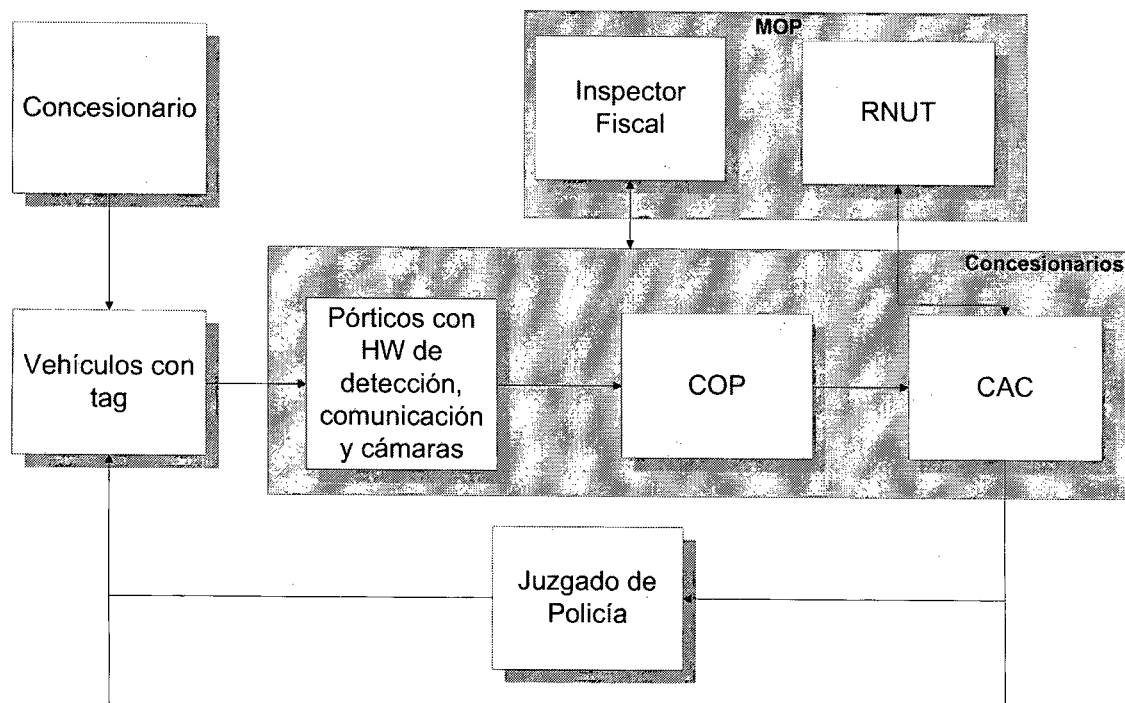
- Verificar la certificación técnica de los equipos utilizados por los concesionarios.
- Verificar la operación de los dispositivos utilizados por los concesionarios.

A continuación se muestra el flujo de información y las instituciones involucradas en el sistema ETC en Santiago.

²⁰ Ver Anexo 3. – Reglamento de estándares técnicos



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC





+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

1.2.3 Bermudas

1.2.3.1 Objetivos

El Departamento de Control de Transporte de Bermudas (TCD, por sus siglas en inglés) está encargado de: "Administrar la operación de todos los vehículos a motor en las calles de Bermudas. El Departamento regula y controla el tamaño, número y calidad de los vehículos de Bermudas incluyendo su operación. El Departamento también es responsable por la regulación y control de los vehículos de servicio público y su operación"²¹. El TCD reportó en 2008 una tasa de evasión en el registro de vehículos de cerca del 8% incluyendo motocicletas. Esto representaba aproximadamente USD 2 millones en pérdidas de ingresos por este concepto. De acuerdo a Randy Rochester, Director del TCD desde 2005:

"Tenemos cerca del 8% de la población de vehículos, tanto de cuatro como de dos ruedas, que se encuentra sin licencia, y es algo que tenemos que solucionar, ya sea con más políticas o alguna otra solución"

En un intento por contrarrestar esta tendencia, el TCD empezó la implementación de un sistema Registro Electrónico de Vehículos (EVR, por sus siglas en inglés) en junio de 2007.

Otros objetivos que se planteó el sistema incluyen una forma de registro más simple y conveniente para los usuarios, que se tratara de un sistema completamente automático para que la policía se enfocara en las actividades de control, un sistema flexible que presentara más funcionalidades tales como gestión de tráfico y un retorno de la inversión rápido.²²

1.2.3.2 Características Generales

Bermudas es grupo de islas en el Atlántico Norte con un área total de 54km². Es un territorio de ultramar del Reino Unido con parlamento independiente. Tiene una población de 68679 personas. Su sistema de vías está compuesto por 447 km, todos pavimentados. Tiene un parque automotor compuesto por 22,617 automóviles privados y 14,398 motocicletas y cerca de 10,000 automóviles públicos para un total de 47000 vehículos circulando en sus vías.

1.2.3.3 Características Tecnológicas y Operativas

En 2004, el TCD contactó a la división de tránsito de 3M para analizar formas para mejorar y automatizar el proceso de registro de vehículos. De estas discusiones, 3M propuso

²¹ Misión del TCD. Tomado de

²² Frost & Sullivan, 'The Importance of Tamper-Evident RFID Tags in Electronic Vehicle Registration (EVR) Solutions', 2007.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

implementar su sistema de EVR. El sistema consiste en equipar a todos los vehículos con un transmisor (tag) RFID junto con una infraestructura en las vías.

La infraestructura se compone de lectores RFID que se comunican con los tags a velocidades de hasta 160Km/h. En caso de no poderse comunicar, existen detectores láser de presencia de vehículos con cámaras que toman una foto de la placa y junto con un sistema óptico de reconocimiento de caracteres (OCR, por sus siglas en inglés) provisto por la empresa PIPS, identifican el número para luego ser contrastado con una base de datos nacional a través de un sistema de procesamiento de violaciones (VPS, por sus siglas en inglés) que incluye las direcciones de registro de los vehículos y así identificar y enviarle una multa al dueño del vehículo que no tiene el tag instalado. El sistema es también utilizado para detectar vehículos comerciales que estén circulando en zonas u horarios restringidos o sin permiso. Es importante anotar que los tags no guardan ningún tipo de información del usuario, este tan sólo guarda un número de identificación único insertado de fábrica y que es asociado a la información de registro del vehículo en la base de datos central del TCD.

Una vez analizada toda la cadena del transporte en Bermudas (policías, tráfico, vías, aseguradoras, gobierno), 3M recomendó la instalación de 20 puestos de control fijos en las 20 intersecciones más concurridas de la isla sin embargo se instalaron finalmente 8 lectores fijos, 3 lectores móviles y 10 lectores manuales para la policía.

Los tag y lectores son provistos por la compañía Transcore y cumplen con el estándar de comunicaciones ISO 18000-6b. Este, sin embargo, no asegura la interoperabilidad debido a que no establece la utilización de la memoria dentro del dispositivo. Este estándar funciona bajo la banda UHF, específicamente sobre una frecuencia de 915 MHz. Sus objetivos principales son los de establecer la modulación de la señal, controlar el flujo de información entre lector y tag y definir el tipo de información asociada a cada tag.

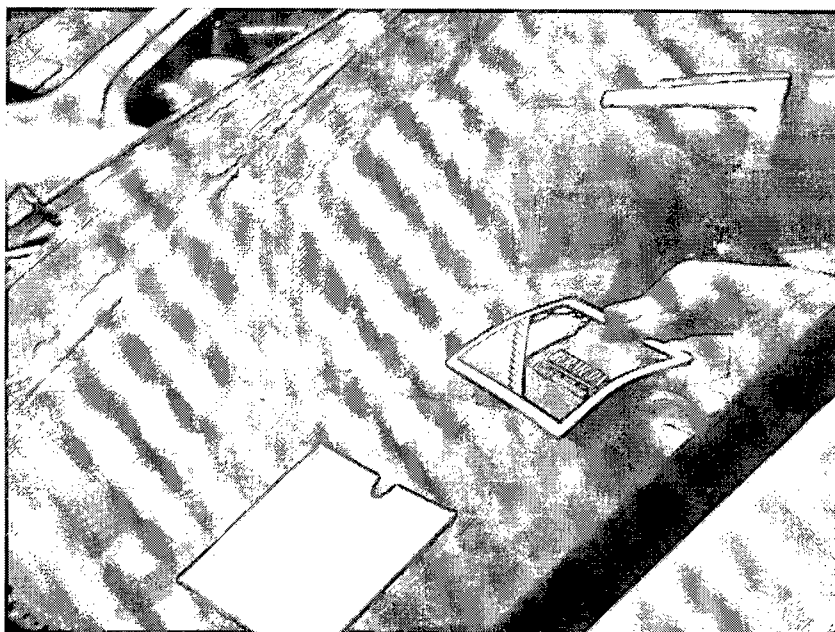


Figura 8: Tag RFID usado en Bermudas

Los tags fueron diseñados de tal forma que no se puedan quitar del parabrisas del vehículo. Donde este llegue a ser el caso, el dispositivo queda inservible debido al estrés mecánico ejercido. Adicionalmente tienen una memoria accesible a lectura y escritura de 1 Kbyte. Se trata de la referencia eGo²³ que no utiliza baterías y fue diseñada específicamente para ser puesta en los parabrisas y soportar temperaturas extremas, luz solar directa, humedad y vibraciones.

Los lectores, también provistos por Transcore son de la referencia Encompass²⁴ que soportan lecturas y escrituras hasta a 160Km/h, e incluyen un procesador de señales digitales (DSP), un módulo de radio frecuencia, fuente de poder, puertos de comunicación serial (RS232) y un conector para la antena.

La implementación de los tags se dio a través del proceso anual de registro de los vehículos para vehículos usados y es incluido de fábrica para nuevos.

1.2.3.4 Características Institucionales y Marco Legal

El marco legal sobre el cual se rige la el sistema EVR en Bermudas se encuentra sustentado en:

²³http://www.transcore.com/pdf/eGo_etc_evr_brochure.pdf

²⁴<http://www.transcore.com/pdf/411833.pdf>

- El “Motor Car Act 1951” en el cual se definen las restricciones de circulación para vehículos de ciertas clases, licencias de conducción, registro vehicular y otros.
- El “Electronic Vehicle Registration Act 2007”²⁵ donde se definen los dispositivos a usar (cámaras, tags, registro vehicular), las entidades responsables de la instalación de los dispositivos (se identifica al TCD como responsable de la distribución de los tags y al ministerio como responsable de la infraestructura) y el manejo que se le da a las evidencias recopiladas por el sistema en contra de los evasores o infractores.

En la definición de los tags se evidencia la necesidad de utilizar un dispositivo de identificación RFID ya que los tags deben:

- Ser únicos a cada vehículo.
- Provean un enlace a la información de registro de ese vehículo.
- Sea capaz de producir un registro electrónico de la información de registro de vehículo cuando el tag sea leído por un dispositivo lector.

A continuación se muestra la arquitectura institucional y flujos de información entre los diferentes actores.

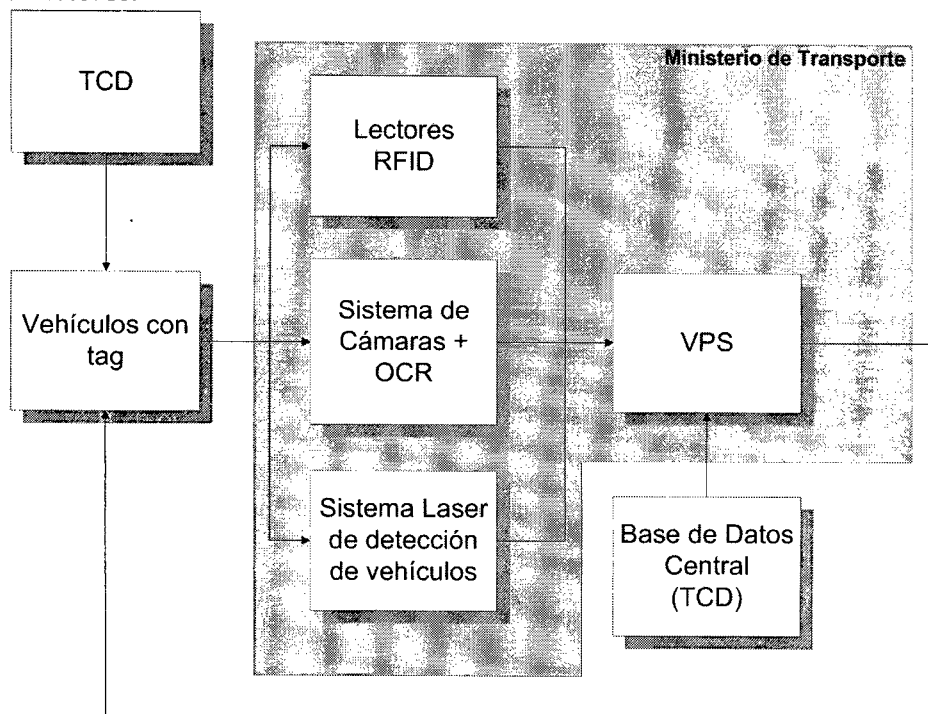


Figura 9: Flujo de información entre los actores del sistema en Bermudas

²⁵ Anexo 4 – Electronic Vehicle Registration Act

1.2.4 México

1.2.4.1 Objetivos

Buscando hacerle frente al robo de vehículos, México empezó la implementación de un sistema de registro vehicular nacional a través del REPUVE (Registro Público Vehicular) en el 2004. En 1977 y 1998 se había tratado de implementar un registro vehicular nacional cuyos objetivos eran establecer un control fiscal del parque automotor y combatir la inseguridad jurídica en la venta de vehículos, sin embargo estas iniciativas fueron reemplazadas por el REPUVE.

De acuerdo a la página oficial del REPUVE, este pretende:

*"(...) otorgar seguridad pública y jurídica a los actos que se realicen con vehículos que circulen en territorio nacional, mediante la identificación y control vehicular; además de brindar servicios de información al público."*²⁶

Vemos que desde su visión, el REPUVE pretende ejercer medidas de identificación y control vehicular las cuales, como se explicará a continuación están siendo llevadas a cabo mediante la tecnología RFID mediante un sistema EVID nacional.

Otros objetivos que también busca atacar el REPUVE es la recuperación de ingresos por concepto de registro vehicular (al igual que Bermudas) y mejoras en el tráfico aprovechando la infraestructura tecnológica para implementar sistemas ETC (al igual que Chile).

1.2.4.2 Características Generales

La república federada de México cuenta con una población de 113'.724.226 habitantes y un área total de 1'964.375 km² dividida en 31 estados. Cuenta con 366.095 km de vías de las cuales 132.289 km son pavimentadas. El parque automotor de México es de cerca de 22 millones de vehículos y, de acuerdo al ex secretario de Transporte del Distrito Federal, el 45% está concentrado en el Distrito Federal, y los estados de México, Guadalajara y Monterrey.

El robo de vehículos en México ha sido históricamente y continúa siendo un problema de seguridad pública de alto impacto. En 2010, de acuerdo con cifras obtenidas de AMIS (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros), se registraron cerca de 78 mil robos de vehículos y un incremento de 74.3% con en el periodo comprendido entre 2004 y 2010. La recuperación de vehículos para este año también presentó una desmejora con respecto al periodo anterior ya que de los 78 mil vehículos, se pudieron recuperar apenas cerca del 35%.

²⁶<http://www.repuve.gob.mx/acerca.html>



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

1.2.4.3 Características Tecnológicas y Operativas

En junio de 2009 se dieron las primeras pruebas del sistema de EVID en 2 peajes de las autopistas del Estado de Morelos: Alpuyeca y Cuernavaca. Los dispositivos de identificación provistos por SIRIT con su tecnología de Automatic Vehicle Identification (AVI) leen los tags instalados en los vehículos cuando pasan por los peajes a la vez que toman una foto de la placa y así identifican vehículos sin tag, o donde la placa no coincida con éste.

El tag es provisto por Neology y cumple con los estándares ISO 18000 6C (actualización del 6B utilizado en Bermudas) funcionando a una frecuencia de 915MHz, con un ID único de 64 bytes y 512 bytes de memoria libre. La implementación se ha dado gradualmente, con 12.5 millones de tags repartidos en 2009 y esperando que a mediados de 2012 todos los vehículos cuenten con el tag. Los vendedores de vehículos (tanto nuevos como usados) incluyen el tag en sus vehículos y los dueños actuales deben cambiar su registro vehicular antes del 2012 para instalar el dispositivo y actualizar su información en el REPUVE. Este trámite debe realizarse a instancias del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública de México (SESNSP).

En cuanto a los dispositivos en las carreteras, se trata del ID5100 de Sirit que, según el proveedor, lee los tags a velocidades de hasta 220Km/h. Adicionalmente, PIPS provee el sistema de cámaras y software OCR para la detección de placas. Los dispositivos se encuentran instalados en peajes, aunque la funcionalidad de pago de peajes no está contemplada, sólo aprovechan la infraestructura ya existente de estos y el hecho que los vehículos tienen que disminuir la velocidad, y se tiene planeado contar con dispositivos móviles (ver figura siguiente) con una forma de comunicación con la base de datos central de la Plataforma México donde la información obtenida del vehículo es enviada y contrastada con los registros para obtener datos acerca del estado legal de éste. La Plataforma México es un sistema de información compartida de distintas entidades mexicanas que incluyen el Sistema Único de Información Criminal y el REPUVE entre otros. Los Estados son libres de buscar otras aplicaciones al dispositivo como lo pueden ser ETC.

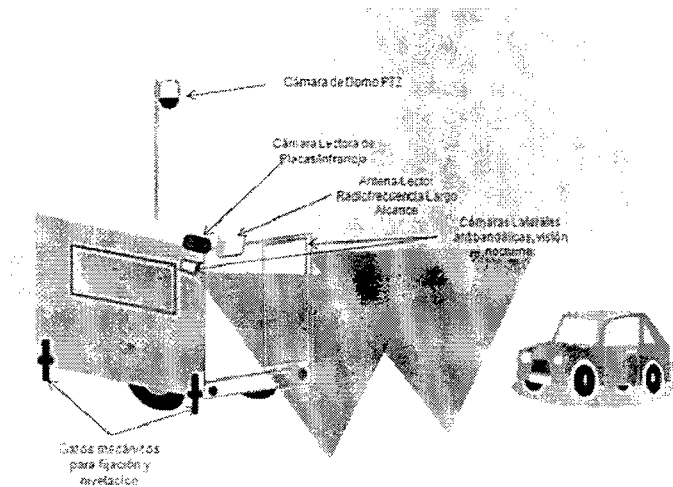


Figura 10: Equipos de identificación vehicular en México²⁷

1.2.4.4 Características Institucionales y Marco Legal

El marco legal por el cual se rige el sistema REPUVE en México está dictaminado por:

- Ley de Registro Público Vehicular del 1 de septiembre de 2004.²⁸
Esta tiene por objeto *“establecer y regular la operación, funcionamiento y administración del Registro Público Vehicular”* y enmarca sus operaciones como un instrumento del Sistema Nacional de Seguridad Pública para darle seguridad a los actos que involucren vehículos.
- Ley General del Sistema Nacional de Seguridad Pública del 2 de enero de 2009.²⁹
Tiene por objeto *“regular la integración, organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Seguridad Pública, así como establecer la distribución de competencias y las bases de coordinación entre la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, en esta materia.”*
- Reglamento de la Ley del Registro Público Vehicular del 4 de marzo de 2008.³⁰
Este tiene por objeto: *“establecer las disposiciones que propicien el oportuno y estricto cumplimiento de la Ley del Registro Público Vehicular, en las materias de operación, funcionamiento y administración del Registro.”*

²⁷ Fuente: Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública de México.

²⁸ <http://www.repuve.gob.mx/docs/ley%20del%20registro%20publico%20vehicular.pdf>

²⁹ http://www.repuve.gob.mx/docs/Ley_General_del_SNSP.pdf

³⁰ http://www.repuve.gob.mx/docs/Reg_LRPV.pdf

Cabe destacar de este reglamento el artículo 7 que dice:

"Cada vehículo inscrito en forma definitiva en el Registro contará con un Número de Constancia de Inscripción, asignado por el Secretariado Ejecutivo, que será único, insustituible e intransferible, integrado por una combinación de caracteres alfanuméricos." Esto facilita la aplicación de un sistema EVID puesto que los vehículos deben contar con una forma de identificación única.

En otros artículos se destaca la obligación por parte de ensambladoras e importadoras de inscribir sus vehículos frente al registro y finalmente en el Artículo 18 se hace referencia al dispositivo como tal que debe dar cumplimiento a la normatividad: *"La constancia de inscripción será una calcomanía con un dispositivo electrónico que acreditará el registro del vehículo y no podrá ser retirada de éste. (...)El dispositivo electrónico a que se refiere el párrafo anterior, contendrá un elemento intransferible conocido como identificación por radiofrecuencia, que contendrá los datos básicos del registro."*

En el artículo 18, las características técnicas quedan a cargo del Secretariado Ejecutivo. Éste define en el documento: "Lineamientos del Sistema de Reconocimiento Automático del Número de Placa Vehicular" la tecnología como 18000-6c.³¹

A continuación se presenta el flujo de información con los actores institucionales involucrados.

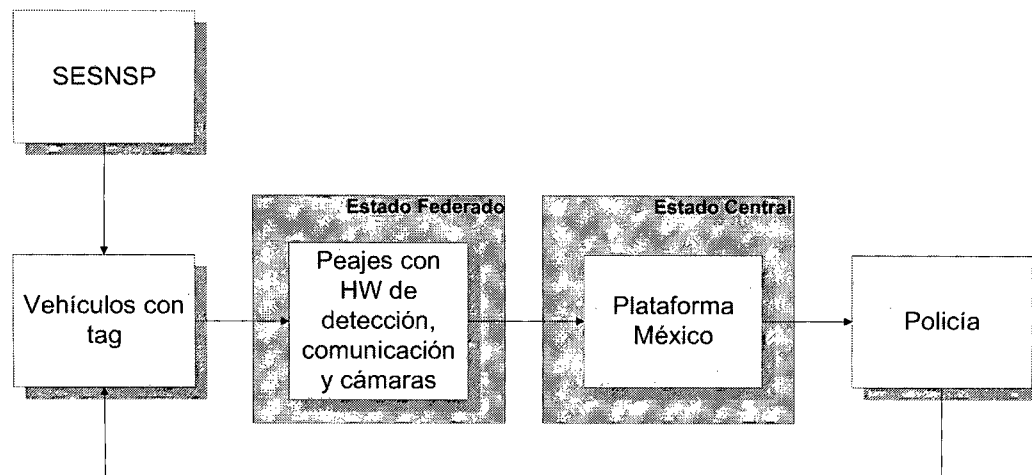


Figura 11: Flujo de información entre los actores del sistema en México

³¹ Referirse al Anexo 5 - Lineamientos del Sistema de Reconocimiento Automático del Número de Placa Vehicular

1.2.5 Resumen

A continuación se presenta un resumen de las características más relevantes identificadas en los casos internacionales estudiados.

1.2.5.1 Objetivos

Cada sistema demuestra las funcionalidades deseadas que van acorde con las necesidades específicas de cada país:

	Necesidades			
	Mejorar la seguridad / robo de vehículos	Mejorar el tráfico	Combatir la evasión en normatividad existente	Simplificar el proceso de registro vehicular
Chile		X		
México	X	X	X	X
Bermudas			X	X

	Funcionalidades Deseadas			
	ETC	Sistema Automatizado	Gestión de Tráfico	Información del estado del vehículo
Chile	X	X		
México	X	X	X	X
Bermudas		X		X

Queda claro entonces que:

- Para cumplimiento de la normatividad existente (ej. Registro vehicular) sistemas EVID han sido utilizado a nivel mundial.
- Para mejorar el tráfico, sistemas ETC han sido utilizado a nivel mundial
- Para combatir la criminalidad relacionada a los vehículos, sistemas EVID han sido utilizados a nivel mundial.

Dependiendo de cada necesidad, EVID o ETC atacarán problemáticas diferentes.

1.2.5.2 Características Tecnológicas y Operativas

	Tecnología				
	18000-6	CEN-DSRC	Cámaras + OCR	Detección de vehículos (loops / láser)	Clasificación por ejes (loops)
Chile		X	X	X	X
México	X		X	X	X
Bermudas	X		X	X	



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Vemos entonces que:

- Independientemente de la tecnología de radio frecuencia utilizada, esta debe estar complementada por un sistema de detección de placas y un sistema de detección de vehículos para identificar a los evasores.
- El sistema de clasificación de vehículos resulta más útil en sistemas ETC, sin embargo puede tener utilidad en sistemas EVID en conteos de tráfico. Al existir la información del registro vehicular, este sistema de clasificación sería redundante, sin embargo se puede convertir en una herramienta de verificación de la información.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Tarea 2 - Identificación de aplicaciones para un sistema EVID y propuesta de la arquitectura tecnológica que las soporta.

Introducción	3
Resumen Ejecutivo y Recomendaciones	4
Contexto y Justificación.	4
Hallazgos principales.	4
Recomendaciones y pasos a seguir.	9
Recopilación de informes.	11
Tarea 1 - Revisión de Bibliografía y Exposición de Casos de Éxito a Nivel Mundial.	11
Introducción	11
1.1 Resumen de los estudios existentes del caso Colombiano.	13
1.1.1. Introducción	13
1.1.2. Estudio de prospectiva de peajes urbanos en ciudades Colombianas - DNP	14
1.1.3. Evaluación de las Tecnologías para la implementación del Sistema Electrónico de Cobro de Peajes – Universidad Nacional.....	19
1.1.4. Propuesta para el Sistema de Gestión de Tráfico y Sistema Electrónico de Cobro - CAF 23	
1.1.5 Resumen.....	26
1.2 Casos de estudio a nivel mundial.....	27
1.2.1 Introducción	27
1.2.2 Chile.....	30
1.2.2.1 Objetivos	30
1.2.2.2 Características Generales.....	31
1.2.2.3 Características Tecnológicas y Operativas	31
1.2.2.4 Características Institucionales y Marco Legal	33
1.2.3 Bermudas	36
1.2.3.1 Objetivos	36
1.2.3.2 Características Generales.....	36
1.2.3.3 Características Tecnológicas y Operativas	36



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

1.2.3.4	Características Institucionales y Marco Legal	38
1.2.4	México	40
1.2.4.1	Objetivos	40
1.2.4.2	Características Generales	40
1.2.4.3	Características Tecnológicas y Operativas	41
1.2.4.4	Características Institucionales y Marco Legal	42
1.2.5	Resumen	44
1.2.5.1	Objetivos	44
1.2.5.2	Características Tecnológicas y Operativas	44
Tarea 2 - Identificación de aplicaciones para un sistema EVID y propuesta de la arquitectura tecnológica que las soporta.....		46
Introducción		48
3.1.	Definiciones	50
3.2.	Identificación y Propuesta de Aplicaciones	54
Introducción		54
3.2.1.	Identificación de vehículos solicitados y vigilancia de las normas de tránsito y transporte.....	59
Introducción		59
Requerimientos funcionales.....		61
Otras consideraciones técnicas.		64
3.2.2.	Aplicación de Estadísticas.....	66
Introducción.		66
Requerimientos funcionales.....		66
3.2.3.	Peajes y Cargos por Congestión.	68
Introducción.		68
Requerimientos funcionales.....		69
3.3.	Tecnologías existentes	71
3.3.1.	Identificación de las herramientas existentes en Colombia para soportar los requerimientos funcionales identificados anteriormente.	71
Introducción		71
RUNT.....		71

Documentos Operativos de Servicio Público - Manifiesto Electrónico de Carga, planilla de despacho, planilla de viaje ocasional y Extracto de Contrato.....	73
Lista de vehículos solicitados.....	73
3.3.2. Análisis de las tecnologías que soportan las aplicaciones propuestas.	74
Introducción	74
ISO 18000-6c.....	75
CEN DSRC.....	80
ALPR.....	84
• Otras tecnologías a implementar.....	88
Comparación de tecnologías	89
Conclusiones y recomendaciones	96
Tarea 3 - Definición de la arquitectura institucional y legal que soporta los requerimientos funcionales y la arquitectura tecnológica propuestas en el informe 2.....	98
Introducción	98
4.1. Arquitectura Institucional.....	98
4.1.1. Arquitectura General EVID.....	98
4.2. Propuesta de Decreto	102

Introducción

En la primera etapa de la presente consultoría se investigaron los diferentes estudios existentes que hacen referencia a sistemas de identificación de vehículos en Colombia y otras aplicaciones específicas tales como peajes electrónicos y Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS). Adicionalmente se estudiaron tres casos de éxito a nivel mundial donde se identificaron los puntos más relevantes como lo son:

- Objetivos
- Características generales
- Características tecnológicas y operativas
- Características institucionales y marco legal

Con base en la bibliografía disponible y los casos exitosos ya analizados, el presente informe presenta los requerimientos funcionales de alto nivel para las posibles aplicaciones de un sistema único nacional de Identificación Electrónica Vehicular (Electronic Vehicle IDentification o EVID, por sus siglas en inglés), y los requerimientos técnicos necesarios para

soportar estas funcionalidades. Esto permitirá establecer la tecnología de identificación electrónica vehicular que sea más conveniente para Colombia.

En el tercer informe, se presentará una propuesta de Arquitectura Institucional para así completar una metodología sistemática y completa de las necesidades de un sistema EVID en Colombia.:

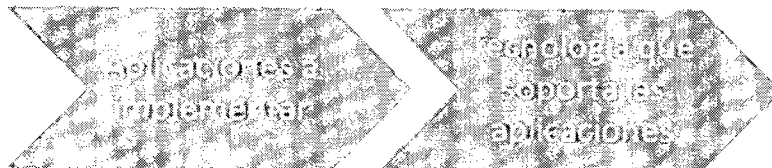


Ilustración 6: Metodología de las tareas 2 y 3.

En este informe, se hará primero (numeral 2.1) una exposición de las definiciones que regirán las aplicaciones, basándose en los estudios del informe 1. Acto seguido (numeral 2.2), se definirán cuáles son los requerimientos funcionales de alto nivel que se transforman en una propuesta de aplicaciones basándose en lo identificado también en la primera fase de este estudio y en discusiones llevadas a cabo con el Ministerio de Transporte. A continuación, (numeral 2.3), se hará un análisis de las tecnologías de identificación vehicular en el mundo y un recuento de las herramientas existentes en Colombia que soportan las aplicaciones propuestas para dar una recomendación de la tecnología que mejor se ajuste a las necesidades nacionales. En el siguiente informe, se completará la metodología proponiendo una arquitectura institucional que soporte las aplicaciones propuestas en el presente informe.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

3.1. Definiciones

Para llevar a cabo las diferentes aplicaciones, se identifican los elementos que harán parte de la arquitectura nacional, y que incluyen dispositivos en los vehículos y centros de control, entre otros.

1. Dispositivos a bordo:

Un elemento electrónico a bordo que contiene un código de identificación único y que adicionalmente, dependiendo de su naturaleza tecnológica, puede contener más información tal como información de registro o incluso puede usarse como monedero electrónico y contener dinero para transacciones.

La instalación del dispositivo a bordo puede hacerse de dos formas:

1. Una calcomanía que se pega directamente al parabrisas y que contiene un mecanismo de destrucción en caso de ser removido, o
2. Puede tratarse también de una consola con los componentes de comunicación dentro de esta que se fija mediante un dispositivo de sujeción también al parabrisas del vehículo y que resulta inservible cuando no se encuentra encajado en el dispositivo de sujeción.

2. Bases de datos:

La información a la cual acceda el sistema EVID debe ser recolectada en un sitio central desde donde se pueda: (i) descargar a los dispositivos a bordo y/o (ii) ser accedida por los dispositivos en carretera y por los dispositivos portátiles y móviles para su explotación.

3. Dispositivos en carretera:

Es el conjunto de equipos para la captura de información en carretera, que dependerán de las aplicaciones requeridas y que incluyen como mínimo: .

- (i) Detectores de presencia de un vehículo
- (ii) Sensores para clasificación por tipo de vehículo (ej: número de ejes, gálibo).
- (iii) Sistema de identificación de vehículos en carretera
 - a. Para tag RFID – Antenas.
 - b. Para Reconocimiento Automático de Placas (ALPR por su siglas en inglés) – Sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR, por sus siglas en inglés).
- (iv) Apoyo para detección y procesamiento de violaciones
 - a. En el caso de RFID, cámara con un sistema de reconocimiento óptico de caracteres (OCR, por sus siglas en inglés)

- b. En el caso de un sistema ALPR, la policía y autoridades de tránsito deberán velar por la correcta disposición y estado de las placas.
- (v) Un dispositivo “inteligente” o controlador de carril que maneje los dispositivos y las comunicaciones con el centro de control
- (vi) Los equipos de comunicaciones para acceder al centro de control adscrito desde los dispositivos en carretera para que puedan recibir parámetros y enviar información.
- (vii) la infraestructura física donde se monten los diferentes dispositivos descritos anteriormente.

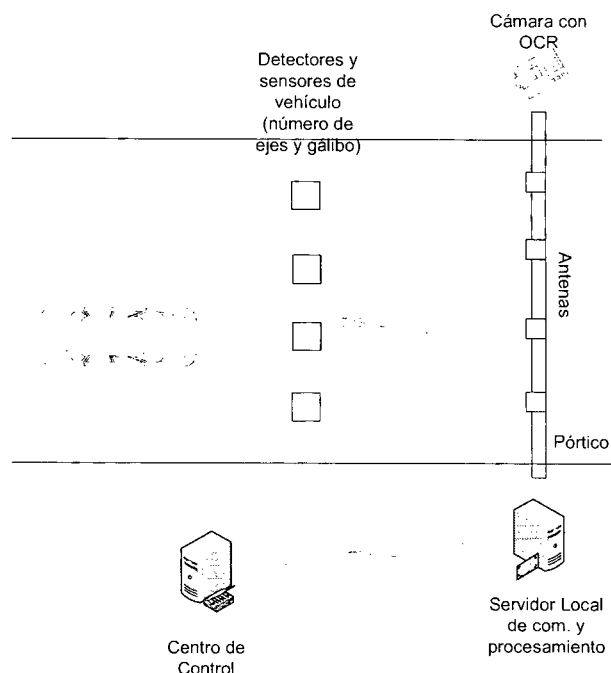


Ilustración 7: Dispositivos en carretera

Para diferentes aplicaciones estos dispositivos en carretera pueden reducirse.

4. **Lectores móviles:**

Pueden contener los mismos elementos (o menos) que se encuentran en los equipos de carretera, pero ensamblados sobre una plataforma móvil (por ejemplo sobre vehículos). Deben presentar las mismas funcionalidades o funcionalidades reducidas que los pórticos, pero que permitan por lo menos la identificación de vehículos y la consulta de las listas blancas y negras.

5. **Lectores portátiles:**

Dispositivos manuales y portátiles que contengan una antena para comunicación por radiofrecuencia con los dispositivos a bordo y presenten las funcionalidades básicas



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

de identificación de vehículos por listas negras y blancas para que la policía o agentes de tránsito puedan llevar a cabo controles en tiempo real.

Para aplicaciones de cumplimiento de normatividad, es necesario que las autoridades competentes tengan algún medio de leer los dispositivos a bordo, y de ser necesario acceder a las listas negras y blancas. Esto se da en los casos en los que se requiera detener el vehículo inmediatamente. Un sistema EVID genera ventajas en este sentido ya que sólo serán detenidos los vehículos que tengan motivos para ser detenidos y las autoridades serán más selectivas en sus detenciones, mejorando el uso del recurso humano.

6. Plataforma de pagos y conciliación:

En las aplicaciones que requieran pago, debe haber un actor que provea un nivel alto de seguridad que tenga además un mecanismo mediante el cual se hagan las conciliaciones y se asegure una interoperabilidad técnica y comercial entre, por ejemplo, diferentes concesionarios de peajes y también en el recaudo de comparendos en diferentes ciudades.

Este modelo asegura que para los usuarios les resulte "invisible" la recarga o los pagos que se generen por el uso de las aplicaciones en cualquier ubicación del territorio nacional, y que adicionalmente no necesiten tener cuentas diferentes con saldos diferentes para cada una de las aplicaciones que vayan a requerir pagos.

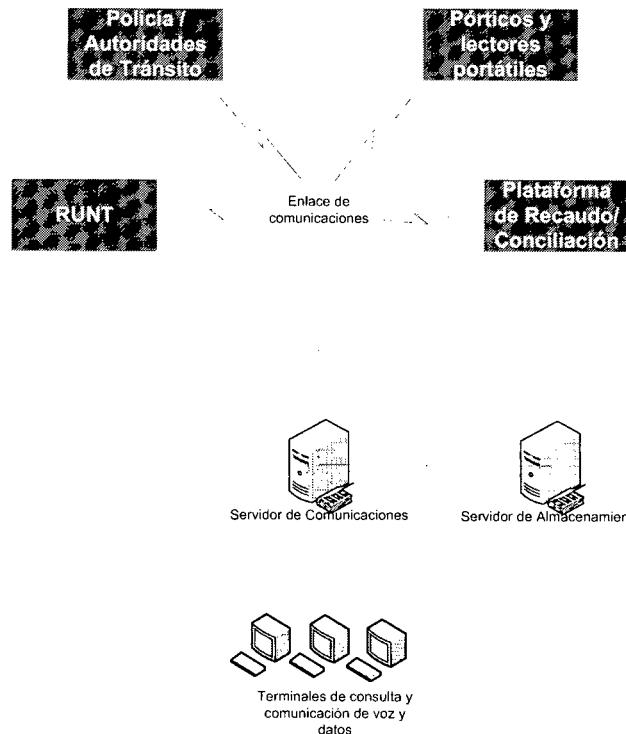
7. Centro de Control:

Dependiendo de cada aplicación, debe haber un centro donde se procese la información y donde se puedan generar alertas que desencadenen eventos específicos. Esto se puede ver claramente en el ejemplo de vehículos robados, donde si los dispositivos en carretera detectan un vehículo robado, debe poder generar una alerta y que ésta sea comunicada a la policía.

Un solo centro de control garantiza además que las comunicaciones sean bidireccionales y que los dispositivos en carretera y los dispositivos portátiles sólo tengan que interactuar con un solo punto. Esto puede llevar a que estos dispositivos sean más simples y a su vez menos costosos.

En particular, pueden existir diferentes centros de control, por ejemplo, a nivel nacional (CICOTT), urbano y municipal. Esto garantiza que la implementación de las aplicaciones pueda hacerse a diferentes ritmos y cada ente mantenga el control de éstas.

Nota: La arquitectura institucional será descrita en mayor detalle en el siguiente informe.



CENTRO DE CONTROL

Ilustración 8: Diagrama esquemático de un Centro de Control

8. Listas negras:

Una lista de vehículos que deben identificarse debido al no cumplimiento de alguna de las normas definidas en este documento y generarán alertas en los centros de control y/o dispositivos.

Un ejemplo de esto puede ser una lista negra de vehículos que no tienen el SOAT al día y por lo tanto deben ser detectados por los dispositivos en carretera e inmovilizados por las autoridades.

9. Listas blancas:

Una lista de vehículos que tendrán libre circulación a través de los equipos de carretera y no generarán alertas.

Un ejemplo de esto puede ser una lista de vehículos de carga con manifiesto de carga expedido que están autorizados a circular por un corredor vial específico.

3.2. *Identificación y Propuesta de Aplicaciones*

Introducción

En esta segunda etapa se definen las posibles aplicaciones de un sistema único nacional de identificación electrónica vehicular basándose en las aplicaciones identificadas en los casos de éxito a nivel mundial y los requerimientos del Ministerio de Transporte para el control del tráfico en vías nacionales. Para cada aplicación se definen las especificaciones funcionales para llevar a cabo el monitoreo y el “enforcement” de cada aplicación.

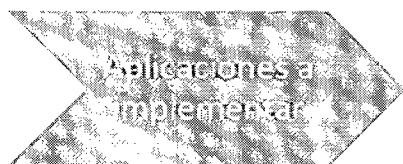


Ilustración 9: Paso 1 de la metodología

Se identifican 3 grandes grupos de aplicaciones como se muestra a continuación:



Ilustración 10: Aplicaciones de un sistema EVID en Colombia



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Nota: Para las actividades que se describen a continuación, y teniendo en cuenta el nivel de desarrollo de las comunicaciones en el territorio nacional, es importante aclarar que puede haber dos tipos de dispositivos de carretera:

1. Dispositivos en carretera online que cuentan con las facilidades de comunicación en línea y tiempo real con los centros de control.
2. Dispositivos en carretera off-line, que por la falta de acceso a infraestructura de comunicaciones no pueden estar en comunicación permanente con los centros de control.

Esta división tiene implicaciones directas en la notificación a las autoridades y la generación automática de comparendos:

- Sólo los dispositivos en carretera online podrán notificar a las autoridades en tiempo real para la detención de los vehículos implicados.
- Los dispositivos en carretera off-line, tan sólo podrán generar los comparendos correspondientes, una vez la información ha sido descargada a los centros de control y no podrán recibir actualizaciones más seguidas (por ejemplo vehículos solicitados) que requerirían enviarse con mayor frecuencia.

Dentro de las aplicaciones identificadas, en detalle, se plantean las siguientes funcionalidades:

Identificación de vehículos solicitados y vigilancia de las normas de tránsito:

Nombre		Descripción
1. Vehículos sin placa		Identificación y notificación a las autoridades sobre el tránsito de vehículos que no portan placas y por tanto deben ser inmovilizados.
2. SOAT		Identificación, notificación a las autoridades y generación automática de comparendos sobre el tránsito de vehículos que no tienen al día su SOAT y por tanto deben ser inmovilizados.
3. Revisión técnico-mecánica		Identificación, notificación a las autoridades y generación automática de comparendos sobre el tránsito de vehículos que no tienen al día su revisión técnico-mecánica y por tanto deben ser inmovilizados.
4. Certificado de emisión de gases		Identificación, notificación a las autoridades y generación automática de comparendos sobre el tránsito de vehículos que no tienen al día su certificado de emisión de gases y por tanto deben ser inmovilizados.
5. Velocidad promedio		Identificación, notificación a las autoridades y generación automática de comparendos sobre el tránsito de vehículos que superen la velocidad promedio máxima permitida.
6. Horarios o zonas restringidas		Identificación, notificación a las autoridades y generación automática de comparendos para los vehículos que transiten

7. Vehículos solicitados

en horarios o zonas restringidas, por ejemplo, pico y placa en ciudades o vehículos de carga en horas de restricción en vías interurbanas y por lo tanto deben ser inmovilizados.

Identificación y notificación a las autoridades de vehículos buscados (ej: vehículos robados) que deben ser inmovilizados. (Esta aplicación deberá funcionar, preferiblemente y de ser posible, en tiempo real).

Estadísticas

- Medición de flujos de tráfico
- Medición de tiempos de recorridos y velocidades promedio para vehículos públicos.

Pago Electrónico de Peajes:

- Recaudo y pago electrónico de peajes en carreteras e identificación y generación automática de comparendo para los vehículos que evadan el pago (que por ejemplo no cuentan con el chip o no tengan dinero en sus cuentas pre-pago y no cuenten con otra facilidad de pago).
- Pago de cargos por congestión en zonas urbanas e identificación y generación automática de comparendo para los vehículos que evadan el pago

Para las funcionalidades enumeradas anteriormente y que serán descritas en detalle a continuación, existen dos formas para acceder a la información de los vehículos:

1. Que la información se encuentre guardada en los dispositivos a bordo y los dispositivos en carretera interactúen directamente con esta información.
2. Que la información se encuentre guardada en una base de datos central y se distribuya a los dispositivos en carretera para que estos interactúen tan sólo con el número de identificación de los dispositivos a bordo.

Teniendo en cuenta estas dos formas de acceder a la información, se exponen a continuación algunos argumentos en pro y en contra de estas dos formas de acceder a la información:

1. Ya existe una base de datos central (Registro Único Nacional de Tránsito - RUNT) y procedimientos establecidos para la actualización de la información sobre ésta.
2. Si se guarda una copia de información en los dispositivos a bordo, la duplicidad de información incrementa las posibilidades de tener problemas en la integridad de la misma. Esto quiere decir que podrían darse casos en los que la información en los

dispositivos a bordo no coincida con la información en la base de datos central, sin que se pueda saber cuál es la información actual.

3. Si se guarda información en los dispositivos a bordo, se debe pensar un procedimiento para actualizar esta información. El estudio de la Universidad Nacional (analizado en el informe 1), propone utilizar los Centros de Diagnóstico Automotor (CDA) para hacer esto y que los dispositivos a bordo guarden la información de la tarjeta de propiedad y revisión técnico-mecánica, en una primera etapa. Esto presenta, sin embargo, varios inconvenientes como lo son:
 - Se deberá hacer instalación de infraestructura de lectura/escritura en los CDA, lo que aumentaría los costos de implementación (de acuerdo al RUNT existen alrededor de 250 CDA en el territorio nacional)³².
 - Se debe permitir acceso de escritura dentro de los dispositivos a los CDA, lo que podría crear problemas de corrupción y escrituras falsas como se ha demostrado con la expedición de certificados de revisión técnico-mecánica falsos.
 - La información tan sólo se actualizaría una vez al año (o de acuerdo a la periodicidad establecida para la revisión técnico-mecánica) y no en tiempo real.
 - Los CDAs solo manejan información relevante en cuanto al certificado de emisión de gases y de la revisión técnico mecánica. La información de propiedad, SOAT, y demás necesaria para llevar a cabo los controles propuestos, es manejada por terceros (y actualizada en el RUNT) lo que implicaría darle acceso a los CDAs a toda la información del RUNT, o incrementar la infraestructura de lectura/escritura en otros lugares que generen esta información (por ejemplo compañías de seguros para el SOAT).
4. Utilizar el dispositivo como identificador permitiría la creación de nuevas aplicaciones que empezarían a regir inmediatamente sin tener que esperar la renovación o reconfiguración de la información en todos los dispositivos a bordo.
5. Se propone el uso de listas blancas y negras para minimizar el envío de información en tiempo real desde la base de datos central a los dispositivos en carretera (teniendo en cuenta los problemas de infraestructura de comunicación en el país). De esta forma, se puede administrar el sistema sin estar conectado en tiempo real al RUNT.

El no tener información en el dispositivo a bordo implica que existirá alguna información que no podrá ser accedida en tiempo real cuando el vehículo pase por un pórtico. Debido a que la arquitectura propuesta utiliza solamente el número de identificación del dispositivo a bordo, el acceso a esta información se dará en el backoffice (centros de control) y no necesariamente en tiempo real.

³² <http://www.runt.com.co/portel/libreria/pdf/cdaactivosago30.pdf>



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Un ejemplo claro de esto es el número de ejes de los vehículos, para por ejemplo una aplicación de cobro de peajes. El pórtico no podrá acceder a esta información en tiempo real, sin embargo debido a que los cobros se generarán a posteriori, el acceso inmediato a la información no es necesario. Una vez el vehículo pase por un pórtico y sea identificado, el número de identificación del dispositivo a bordo será enviado periódicamente al centro de control correspondiente quién deberá tener acceso a la información del RUNT/bases de datos para generar los cobros correspondientes dependiendo del número de ejes del vehículo que se encuentra registrado en esta base de datos.

Por las razones expuestas anteriormente, las aplicaciones descritas a continuación, se basan en una estructura de operación en la que el dispositivo a bordo se usa tan sólo como un identificador, es decir como una tercera placa. De acuerdo al código nacional de tránsito, una placa es un "documento público con validez en todo el territorio nacional, el cual identifica externa y privativamente un vehículo." Las aplicaciones descritas cumplen con esta definición.

Dentro del RUNT, se deberá crear un campo nuevo dentro de cada registro automotor (ver siguiente sección) que contenga el TID (Tag ID o número de identificación único) del dispositivo a bordo, en el caso que se opte por una tecnología basada en un dispositivo electrónico a bordo. Si se escogiere una arquitectura de identificación por cámaras, con la información existente dentro del RUNT de la placa de cada vehículo será suficiente.

3.2.1. Identificación de vehículos solicitados y vigilancia de las normas de tránsito y transporte

Introducción

Uno de los principales objetivos de EVID, concertados en conjunto con el Ministerio de Transporte, es el de identificación de vehículos reportados como robados y de otros que estén en listas de vehículos solicitados como pueden ser procesos judiciales y demás. Se quiere también identificar vehículos que no cumplan con las normas de tránsito y transporte vigentes y que requieran inmovilización o generación de comparendos automáticos.

Para poder llevar a cabo esta aplicación, y teniendo en cuenta la arquitectura escogida, se propone la creación de listas blancas y negras que se generen a nivel central y que contengan los TID de los vehículos implicados.

Un ejemplo de esto sería una lista que contenga todos los TID de los vehículos que no tienen su SOAT al día. Todos los centros de control tendrían esta lista y la enviarían a sus dispositivos en carretera una vez al día de tal forma que si un vehículo pasa por un pórtico y se encuentra dentro de esta lista, se generará una alerta en el centro de control donde se llevará a cabo el tratamiento correspondiente.

De acuerdo a las funcionalidades definidas en el capítulo anterior, es necesaria la creación de las siguientes listas:

Nombre	Descripción
1. Vehículos sin placa	No se necesita lista.
2. SOAT	Lista de vehículos con SOAT vencido o sin SOAT
3. Revisión técnico-mecánica	Lista de vehículos con certificado de revisión técnico-mecánica vencido o sin certificado.
4. Certificado de emisión de gases	Lista de vehículos con certificado de emisión de gases vencido o sin certificado.
5. Velocidad promedio	No se necesita lista.
6. Horarios o zonas restringidas	Listas o parámetros de vehículos que no pueden circular en ciertos horarios o por ciertas zonas.
7. Vehículos solicitados	Lista de vehículos solicitados por orden judicial o robados

El proceso para llevar a cabo el control en pórticos on-line sería de la siguiente forma:

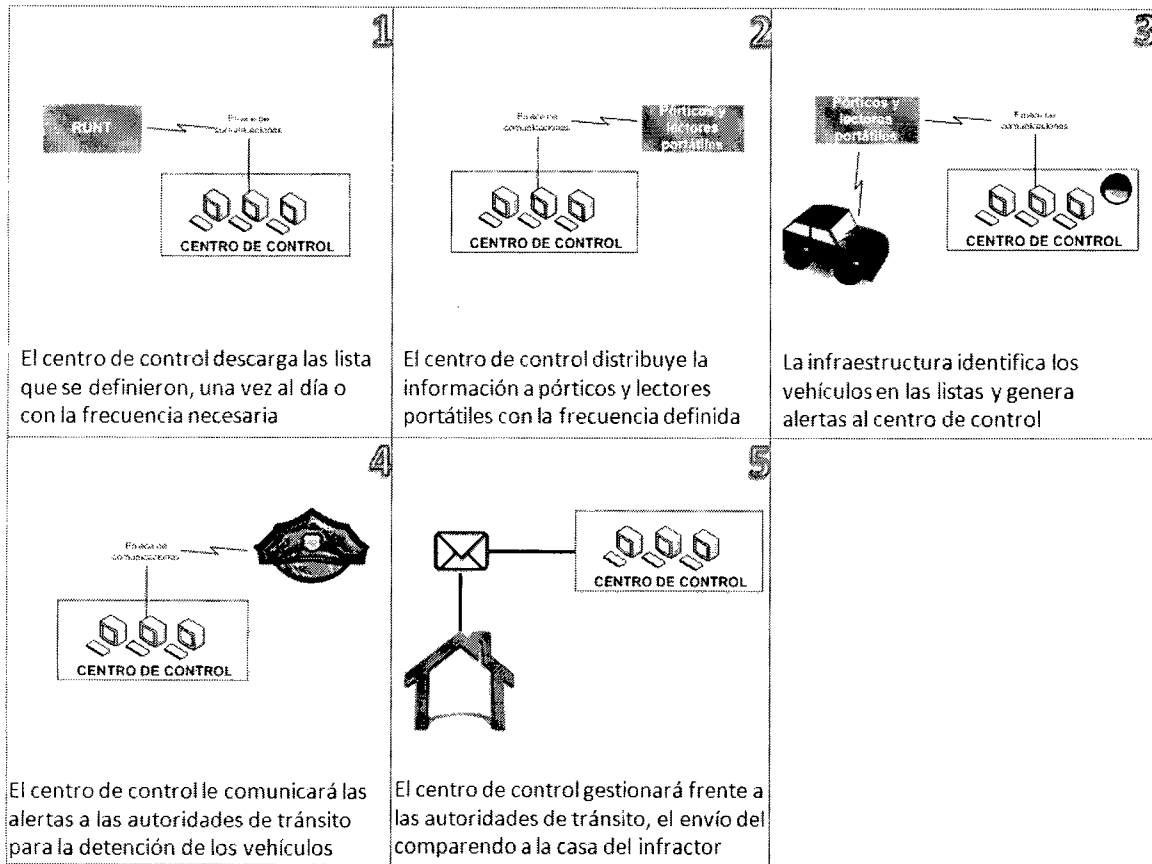


Ilustración 11: Proceso para la primera aplicación de un sistema EVID en pórticos on-line

El proceso para llevar a cabo el control en pórticos off-line sería de la siguiente forma:

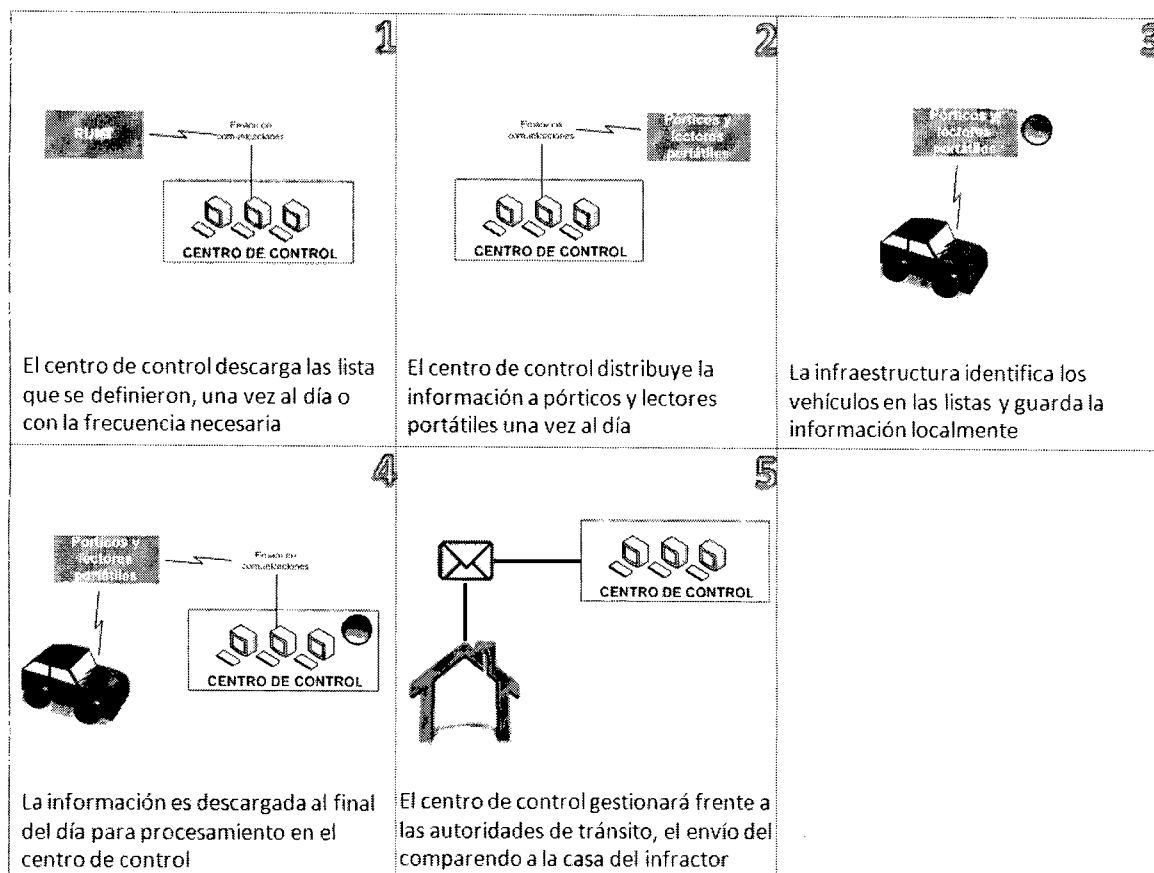


Ilustración 12: Proceso para la primera aplicación de un sistema EVID en pórticos off-line

Requerimientos funcionales.

La aplicación a desarrollar para la identificación de vehículos solicitados, debido a su naturaleza sensible en términos de seguridad, debe cumplir lo siguiente.

1. Se debe crear una lista que contenga información de vehículos solicitados. Ésta puede incluir (no exclusivamente): vehículos hurtados, vehículos registrados a personas solicitadas o vehículos con proceso judicial.
2. Se debe permitir el acceso a la información de los vehículos para creación de las listas de vehículos. La información debe incluir por lo menos:
 - Estado del SOAT.
 - Estado de Certificado de Gases.
 - Revisión técnico-mecánica.
 - Vehículos solicitados.
 - Vehículos con restricción de circulación.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

3. Esta información debe estar disponible en forma de listas blancas o negras de sólo esos vehículos que se diferencie dentro del RUNT/bases de datos.
4. La información actualizada de las listas de vehículos debe ser accedida por los centros de control y descargada diariamente (o con otros intervalos de frecuencia definidos) a todos los dispositivos en carretera (pórticos y lectores portátiles).
5. En el caso de vehículos solicitados, debe ser sólo policía quien tenga acceso a esta información debido a que es un tema de competencia de este organismo.

Los pórticos identificarán los vehículos, mediante los dispositivos de a bordo. Para los casos en que los vehículos no cuentan con dispositivo a bordo se usará el sistema VES, asegurando una alta tasa de identificación.

6. Cuando los dispositivos en carretera (pórticos y lectores portátiles) identifiquen vehículos en alguna de las listas, generarán y enviarán una alerta al centro de control respectivo, quien a su vez la comunicará a las autoridades de tránsito o policía. En el caso en el cual las facilidades de comunicación no sean suficientes, no se generarán alertas en tiempo real sino que se comunicará la información una vez al día para la gestión de comparendos.
 7. Los lectores portátiles generarán alertas in situ.
 8. Las alertas generadas por los dispositivos en carretera incluirán al menos la siguiente información:
 - Ubicación y dirección (código del pórtico).
 - Sello de tiempo.
 - ID del tag (o placa si es reconocimiento de placas).
- Los dispositivos de carretera, mediante el envío de información a los centros de control, podrán generar la funcionalidad de hacer mediciones de velocidad promedio. La información de paso de vehículos será enviada al centro de control, quién hará el procesamiento de la información e identificará los vehículos que sobrepasaron los límites. La información podrá ser enviada en tiempo real (si los pórticos están en-línea) o éstos guardarán la información con niveles de tiempo parametrizables (por hora, por franja horaria, por día) y serán enviados en batch si éstos se encuentran fuera-de-línea.
 - Los centros de control deberán tener acceso al RUNT/bases de datos.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

- Se generarán comparendos automáticos para todas las infracciones que así lo requieran. Los centros de control deberán estar comunicados con las autoridades de tránsito para la generación de comparendos.

Otras consideraciones técnicas.

A continuación se hace un dimensionamiento de requisitos de información para las diferentes listas que deberán generarse.

SOAT

De acuerdo a JLT Colombia³³ para 2011 existe una evasión en el SOAT en el territorio nacional de cerca del 18%. Adicionalmente, de acuerdo al RUNT³⁴, a diciembre de 2010 había 6.958.726 vehículos registrados en sus bases de datos.

Con esta información se puede deducir que existen aproximadamente 1.252.571 vehículos que no tienen SOAT o que éste se encuentra vencido. Para los cálculos que se presentan a continuación, sin embargo, se utiliza una base de 10 millones de vehículos previendo crecimientos a futuro.

Teniendo esto en cuenta, los requerimientos de envío de información desde el RUNT/bases de datos a los centros de control y desde éstos a los dispositivos serían de la siguiente forma:

Información	Tamaño (bits)	Número	Total (GBytes)
Identificación del Tag	64	1,800,000	14.40

Es importante recalcar, que una vez se generen estas listas, lo que tendrá que ser enviado diariamente a los dispositivos en carretera son las actualizaciones a éstas. Si se asume una distribución lineal de vehículos a los que se les vence el SOAT en un año sobre la base de los que no cuentan con éste, tendríamos que diariamente 4932 vehículos diarios entrarían y saldrían de las listas, es decir un total de 9863 cambios en las listas diarios.

Haciendo el análisis descrito en el párrafo anterior, tendríamos:

Información	Tamaño (bits)	Número	Total (MBytes)
Identificación del Tag	64	9863	78.90

Es decir que cada noche, se debe poder transmitir un total de 146.42MB a cada uno de los dispositivos de carretera.

Demás listas

Haciendo un análisis análogo para las otras listas mencionadas anteriormente se tiene que:

³³ <http://www.jltcolombia.com/index.php?mod=news&id=15>

³⁴ http://www.runt.com.co/portel/libreria/php/p_estadisticas.php



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Nombre	Tamaño inicial (GB)	Tamaño actualización (MB)
1. Vehículos sin placa	No se necesita lista.	No se necesita lista.
2. SOAT	14.4	78.9
3. Revisión técnico-mecánica ³⁵	44	120.6
4. Certificado de emisión de gases		
5. Velocidad promedio	No se necesita lista.	No se necesita lista.
6. Horarios o zonas restringidas ³⁶	0.8	5.0
7. Vehículos solicitados ³⁷	0.2	0.4

³⁵ De acuerdo a la ASO-CDA: "A comienzos de este 2011 y con base en las cifras oficiales del RUNT, presentadas en la Mesa Interinstitucional para el Seguimiento al Sistema de la RTMyG, se encontró que la evasión al cumplimiento de la medida de la revisión periódica de los vehículos es superior al 55%". Fuente: <http://www.aso-cda.org/recurso/Seccion-8-288.pdf>

³⁶ Asumiendo que todos los vehículos del país tendrían restricción 2 veces a la semana y que las actualizaciones a la lista se harían con base en unas proyecciones de crecimiento del parque automotor del 23% anual de acuerdo a <http://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/A17%2029.pdf>.

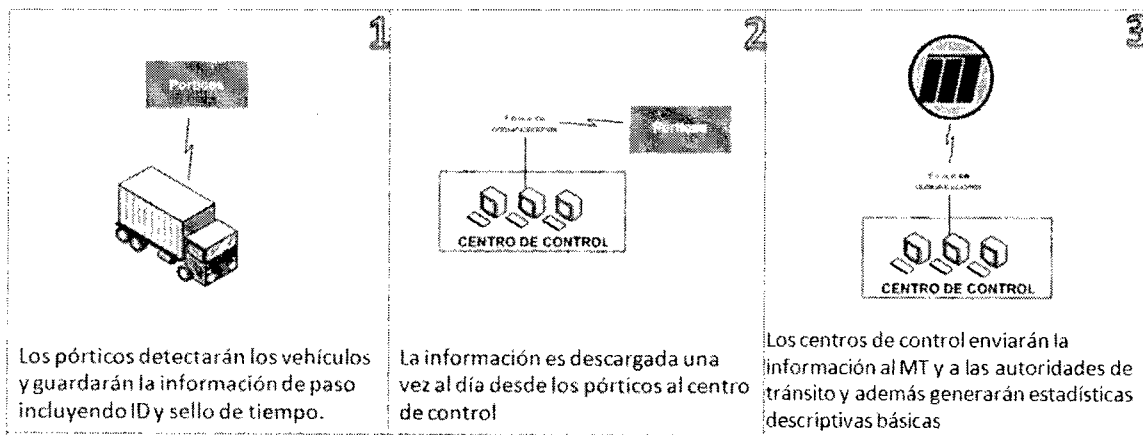
³⁷ De acuerdo a la DIJIN, en artículo aparecido en Portafolio, en 2010, los primeros dos meses del año anterior hubo un total de 3276 vehículos robados. Se extrapolan estas cifras a un año. Fuente: <http://www.portafolio.co/archivo/documento/CMS-7463707>

3.2.2. Aplicación de Estadísticas.

Introducción.

Esta aplicación servirá para tomar decisiones tanto en tiempo real como a posteriori para planificación general del sector transporte y la provisión óptima de infraestructura. Las decisiones en tiempo real implicarán que los equipos de carretera sean online.

A continuación se presenta el proceso que se llevará a cabo bajo esta aplicación:



Requerimientos funcionales.

En este caso, existen dos aplicaciones principales:

- Medición de flujos de tráfico
- Medición de tiempos de recorridos y velocidades promedio para vehículos públicos.

Es necesario entonces para estas aplicaciones que se cumpla lo siguiente:

- Deben existir dispositivos en carretera móviles para poder llevar a cabo mediciones en los puntos que las autoridades de tránsito definan.
- Los dispositivos en carretera móviles se ubicarán de tal forma que cubran estos puntos definidos por las autoridades de tránsito.
- Los pórticos guardarán la información de paso de vehículos con niveles de tiempo parametrizables (por hora, por franja horaria, por día)
- Toda esta información debe ser enviada al centro de operaciones central y, de allí, al Ministerio de Transporte para que pueda ser analizada y explotada en la forma como decidan las autoridades de tránsito.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

- El Ministerio de Transporte o las autoridades de tránsito accederán a la información acerca de los orígenes, destinos y ocupación de los vehículos de transporte público (documentos operativos) para compararla con los tiempos operativos medidos.
- Los dispositivos en carretera deben poder identificar inequívocamente el número de vehículos que pasan por un punto específico.

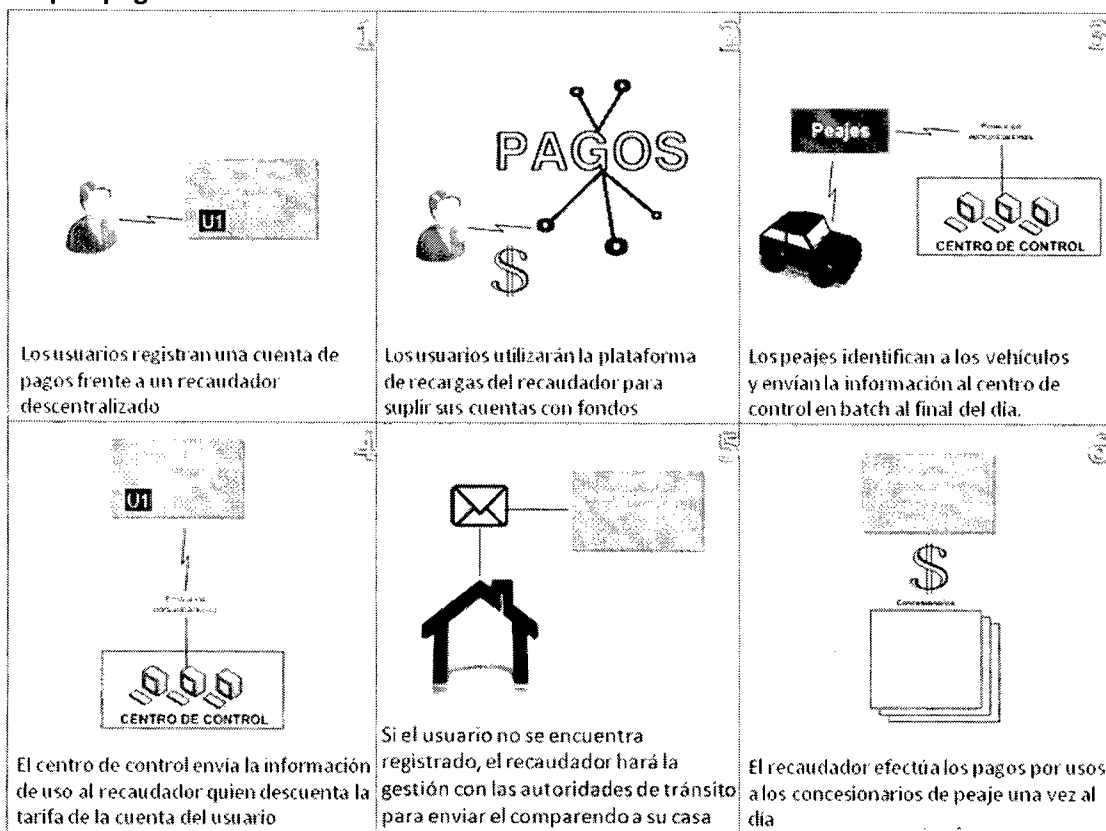
3.2.3. Peajes y Cargos por Congestión.

Introducción.

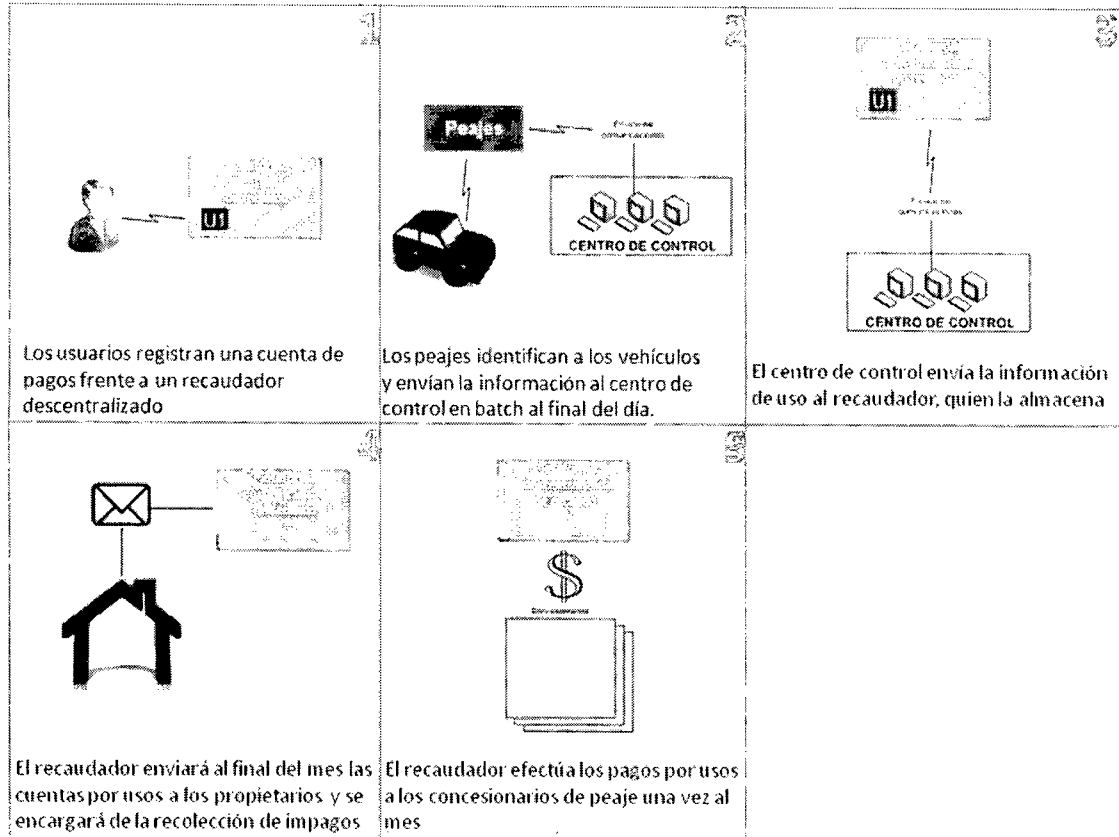
Existen dos formas de llevar a cabo los cobros por los conceptos de peajes/cargos por congestión: pre-pago y post-pago, a continuación se presentan los procesos para cada una de estas dos.

Nota: Se muestran en las imágenes una plataforma de recaudo descentralizada, este esquema será descrito en detalle en el siguiente informe.

Para pre-pago



Para post-pago



Requerimientos funcionales.

- Pre-pago:
 - Los usuarios deberán registrar una cuenta manejada por el Recaudador Descentralizado.
 - Los usuarios deberán recargar esta cuenta con dinero y se descontará de su saldo los usos que se generen en el sistema.
 - Opcionalmente, los usuarios podrán asociar una cuenta bancaria a sus cuentas para que se haga el débito automático.
 - En el caso de que un usuario no se haya registrado y utilice las aplicaciones de peaje o cargo por congestión, el Recaudador Descentralizado tendrá acceso a la información de registro del vehículo y se marcará como infractor. En el caso que no haya recargado su cuenta, el Recaudador podrá cobrar una tarifa diferencial por los costos extra de procesamiento. Si el vehículo no tiene tag, no habría podido registrarse con el recaudador y el caso sería competencia de



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

las autoridades de tránsito quienes deberán poner una sanción al vehículo. Recaudador Descentralizado. El recaudador comunicará la infracción a las autoridades de tránsito y el comparendo les llegará a sus casas

- Post-pago.
 - No es necesario que los usuarios registren ninguna cuenta en el sistema del Recaudador Descentralizado.
 - Por cada uso de la aplicación de peajes/cargo por congestión, se genera una deuda con el sistema. Estas se acumulan y le llega una cuenta al usuario al final de mes.
 - Sólo serán considerados como infractores, quienes no paguen su cuenta al final de mes.
- En cada uno de los casos, serán los dispositivos en carretera fijos (peajes o pórticos en ciudades) los que detecten el paso de los vehículos y comuniquen la información al centro de control y este a su vez al Recaudador Descentralizado.
- El Recaudador realizará los pagos a cada uno de los actores, basándose en la información de pasos de los vehículos. Este proceso se explicará en más detalle en el siguiente informe.

3.3. Tecnologías existentes

3.3.1. Identificación de las herramientas existentes en Colombia para soportar los requerimientos funcionales identificados anteriormente.

Introducción

Dentro de la arquitectura propuesta, uno de los elementos a los cuales deben acceder los diferentes actores es una base de datos central basada en el RUNT. Esta será complementada adicionalmente por:

- Ministerio de Transporte – Documentos operativos de transporte público
- Policía Judicial – Listas de vehículos solicitados.

Esta información debe centralizarse en el centro de control, de tal forma que todos los actores se comuniquen solo con este centro.

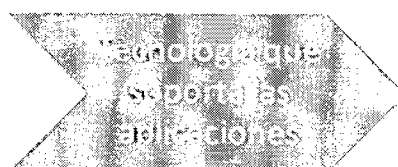


Ilustración 13: Paso 2 de la metodología

A continuación se describe en detalle la información que será necesaria de cada una de estas fuentes.

RUNT.

El monitoreo en carreteras para el cumplimiento de las normas en vehículos utilizará la información proveniente de los siguientes registros:

- Registro Nacional de Automotores –RNA-:
“Provee la información necesaria para determinar la propiedad, características y situación jurídica de los vehículos automotores terrestres.(...) Todo vehículo automotor, registrado y autorizado para circular por el territorio nacional, deberá ser inscrito por parte de la autoridad competente.”³⁸

Este registro incluirá información tal como: cilindraje, clase de vehículo, marca, entre otros. Específicamente, el sistema EVID para monitoreo podrá utilizar la siguiente información:

³⁸ “Manual de condiciones de operación, técnicas y tecnológicas el RUNT”, Ministerio de Transporte.

- Clase de vehículo (automóvil, moto, bus, etc.)
 - Marca y modelo
 - Color
 - Número serial del chasis
 - VIN (Vehicle Identification Number)
 - Número de motor
 - Placa Única Nacional de Vehículos
 - Número de registro (de seguridad del Estado, transporte de combustible, de carga y autorización fechas de vencimiento)
 - Tipo de servicio de vehículo: público, particular, oficial, diplomático)
 - Revisión técnico mecánica y de gases y fechas de vencimiento
 - Fecha de vencimiento para prestar servicio público
 - Registro de propiedad
 - Medidas cautelares relacionadas con la propiedad (embargo, secuestro, extinción de dominio)
 - Nombre del propietario, cédula o NIT, número de licencia de tránsito.
 - Capacidad de carga
 - Dimensiones (altura, longitud y ancho)
 - Número de ejes y distancia entre ejes
 - Número de sillas (para transporte)
 - Peso del vehículo.
 - Destinación (carga, pasajeros, mixta).
 - Tarjeta de operación (fecha de vencimiento)
 - Número de autorización para transporte de combustible o GLP (fecha de vencimiento)
 - Habilitación y registro de vehículos para prestar el servicio de transporte de pasajeros o carga internacional (fecha de vencimiento)
 - Permiso de transporte de carga larga, ancha o voluminosa (fecha de vencimiento)
 - Permiso de circulación restringida (fecha de vencimiento).
- Registro Nacional de Infracciones de Tránsito y Transporte -RNITT-
"Registro encargado de centralizar la información de los comparendos de tránsito realizados a los ciudadanos a nivel nacional (...)"³⁹.
De este registro se utilizará la siguiente información:
 - Características del comparendo (código, fecha, etc.), en caso que se requiera inmovilizar el vehículo.

³⁹ IBID



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

- Registro Nacional de Seguros –RNS-
“Registrar la expedición de todas las pólizas de seguros obligatorios para automotores que transiten en el país.”⁴⁰.
De este registro se utilizará la siguiente información:
 - Fechas de expedición, inicio y vencimiento de la póliza.
- Registro Nacional de empresas de transporte público y privado (RNET)
 - Capacidades transportadoras autorizadas.
 - Fechas de vencimiento de permisos de operación.
 - Características de los permisos de operación (origen, destino, nivel de servicio, despachos, clase de vehículo)
 - Clase de vehículo (por número de pasajeros)
 - Identificación de la empresa.

Documentos Operativos de Servicio Público - Manifiesto Electrónico de Carga, planilla de despacho, planilla de viaje ocasional y Extracto de Contrato.

Aunque gran parte de la información necesaria para las aplicaciones que involucran transporte de carga y pasajeros ya está disponible en el RUNT, existen dos elementos claves para la aplicación de estadísticas que están disponibles en estos documentos:

- La información de origen y destino.
- Tipo de carga.
- Permisos de operación.

Lista de vehículos solicitados.

La Policía Judicial deberá incluir listas de vehículos hurtados, vehículos registrados a personas solicitadas y vehículos con proceso judicial como mínimo.

⁴⁰ IBID

3.3.2. Análisis de las tecnologías que soportan las aplicaciones propuestas.

Introducción

Haciendo una investigación de las tecnologías que existen en la actualidad para Identificación Vehicular Electrónica y Peajes Electrónicos, se encuentran cuatro corrientes definidas: (i) tecnología activa (o semi-activa) de radiofrecuencia, (ii) tecnología pasiva de radiofrecuencia, (iii) ALPR (Reconocimiento Automático de Placas) y (iv) identificación por GPS. Las diferencias principales entre las dos tecnologías de radiofrecuencia son el uso o no de una batería, lo que tiene ciertas implicaciones técnicas que serán explicadas en las siguientes secciones. En este reporte, se analizarán las primeras 3 tecnologías mencionadas.

Dentro de las tecnologías RFID, se destacan dos estándares para comunicación; el ISO 18000-6c (pasivo) y el CEN DSRC (activo o semi-activo). El primero define las capas físicas y de comunicaciones (capas 1 y 2 del modelo OSI) entre dispositivos para las frecuencias de 860-960 MHz, mientras que el CEN define, además de éstas, la capa de aplicaciones para dispositivos (capas 1, 2 y 7 del modelo OSI) en las frecuencias de 5.795-5.805 GHz.⁴¹

Esta sección presenta las características generales, características técnicas, casos de aplicación a nivel mundial, costos y proveedores de cada una de estas tecnologías y hace una comparación y recomendación de aplicación para el caso de Identificación Vehicular Electrónica en Colombia.

⁴¹ CEN TC-278

ISO 18000-6c

Características Generales

El protocolo ISO 18000-6c, también conocido como EPC Clase 1 Generación 2, define la operación y funcionalidades de dispositivos de identificación funcionando entre las frecuencias de 860-960 MHz, en esquema de ITF (Interrogador/Lector Habla Primero, por sus siglas en inglés). El sistema está compuesto por lectores/interrogadores y tags/etiquetas.

Los interrogadores o lectores, envían una señal de microondas modulada en las frecuencias especificadas, con la que los tags RFID se energizan y reciben información de los lectores. A su vez, los tags modulan la señal recibida para comunicarse de vuelta con los lectores, lo que los convierte en dispositivos half-duplex.

El protocolo es totalmente abierto y permite la integración de diferentes proveedores dentro de un mismo sistema. Es posible implementar, sobre el protocolo, diferentes mecanismos de seguridad u otras aplicaciones propietarias a cada fabricante o entidad emisora. Esto sin embargo hace que la tecnología se vuelva propietaria.



Figura 12: Tag-calcomanía RFID

Características Técnicas

A continuación se presenta una tabla descriptiva de las características técnicas de la tecnología pasiva 18000-6c.

Tabla 1: Características técnicas tecnología 18000-6c.

Memoria de usuario	512-bits
Distancia de Lectura	< 20m
Tiempo de Transacción	< 20ms
Seguridad⁴²	<ul style="list-style-type: none">- Password estático de 32 bits- Comando de "kill" o autodestrucción- CRC de 16-bits- PRNG de 16-bits- Otros implementados por el fabricante

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los tags son dispositivos sin batería, no requieren ningún tipo de mantenimiento. Los tags soportan cerca de 100 000 ciclos de lectura/escritura.

El estándar no contempla capacidades de procesamiento adicional a los mencionados anteriormente, limitando la implementación de algoritmos de seguridad más complejos.

Generalmente los chips son implementados en forma de calcomanía que se pega al parabrisas del vehículo (ver Figura 12).

Casos de Aplicación⁴³

En la actualidad, este estándar ha sido escogido para los sistemas de identificación electrónica vehicular en Brasil (con algunas modificaciones), México, Perú, Tailandia, Taiwán, y Turquía. Adicionalmente, la tecnología es usada en peajes en países de Latinoamérica como lo son Argentina, Brasil, Colombia (Devimed, Convial), México, y en otros países del mundo como lo son Estados Unidos y Canadá.

Se conoce además la aplicación de la tecnología en ambientes de peaje en MLFF como lo es el caso de la autopista E470 del estado de Denver, EEUU, donde la autoridad de tránsito escogió la tecnología 18000-6c para reemplazar su sistema anterior de tags Title21 que también funcionaba en un ambiente MLFF.

⁴² Favor referirse al Anexo 6 donde se exponen en detalle los protocolos de seguridad que pueden ser implementados sobre la tecnología 6c.

⁴³ Para una lista extensiva de casos de aplicación de la tecnología por el proveedor SIRIT, referirse al anexo 7.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Es preciso mencionar en este punto que esta tecnología es dominada mayoritariamente por productores norteamericanos, mientras que el estándar CEN DSRC, como lo indica su nombre (Comité Europeo de Normalisation), es Europeo. Por esta razón, no existen muchos casos de aplicación de la tecnología 18000-6C en Europa, salvo el caso de Turquía.

Costos de inversión

Nota: Los costos de inversión que se presentan a continuación pretenden reflejar únicamente los costos asociados directamente a la tecnología. Los costos asociados a los dispositivos del back-office no se encuentran dentro del alcance de la presente sección.

La página TollRoadsNews realizó una cotización de los dispositivos, que también se cita en el estudio de la Universidad Nacional, de donde se obtiene la siguiente información:

Tabla 2: Costos de un sistema de tecnología 18000-6c

	Precio (USD)	Unidades cotizadas
Tag	\$ 2,14	350000
Lector con antena (2 carriles)	\$ 5.060,67	37

Fuente: INFORME FINAL FASE III - CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No.1317-2009, INVIAS

Nota: Para obtener una información actualizada, será necesario llevar a cabo un estudio de mercado detallado. La información aquí descrita fue generada en septiembre de 2009.

Para un sistema nacional en Colombia, asumiendo un parque automotor de 6.958.726 vehículos y una red primaria de 18,705 km, con lectores cada 100 km se obtiene lo siguiente:

	18000-6c
Costo del OBU	\$ 14.914.869,39
Antenas	\$ 946.597,70
Total	\$ 15.861.467,09

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente a esto, los sistemas de radiofrecuencia deben contar con un Sistema de Detección de Violaciones o Violation Enforcement System (VES) para la detección de vehículos que no tengan tag, o cuyas lecturas se encuentren dentro del margen de error.

Este sistema está compuesto por cámaras y un sistema de Reconocimiento Óptica de Caracteres u Optical Character Recognition (OCR), similar al usado en ALPR. Los costos de los dispositivos, por lo tanto, se encuentran detallados en esa sección. Los costos operativos

serán, sin embargo, menores a los de un sistema ALPR debido a que el nivel de procesamiento que se tiene que hacer con un VES, es menor al que se debe hacer con ALPR.

Costos operativos

Asumiendo una confiabilidad del 99.9%⁴⁴ para el sistema 18000-6c, y asumiendo un sistema de VES con una confiabilidad del 90%⁴⁵, la probabilidad combinada de estos dos implicaría que deberá hacerse un procesamiento manual de algún porcentaje de las lecturas que no alcancen a ser detectadas por el sistema de radiofrecuencia ni por el sistema VES.

A continuación se presentan los cálculos de los costos operativos para el procesamiento manual de imágenes.

Asumiendo:

- 0.01% de imágenes a procesar (probabilidad de fallo de la tecnología de RadioFrecuencia multiplicada por la probabilidad de fallo con la tecnología VES)
- Diez lecturas diarias por vehículo
- Una velocidad de procesamiento de 2 imágenes por minuto por cada operario
- Salario mínimo (\$535.600) con un factor prestacional del 52% sobre el salario completo + \$63.600 de subsidio de transporte.
- Turnos de 4 horas diarias por operario (de acuerdo a datos obtenidos del sistema de procesamiento de imágenes de la autopista E470 de Denver, los turnos de medio día son más eficaces debido a que la fatiga de un trabajo repetitivo como éste, causa rendimientos menores en turnos completos)

Se obtiene que:

- Número de imágenes diarias a procesar
= $69.587.260 \times 0.01\%$
= **6960 imágenes diarias**
- Número de minutos diarios a procesar dado el número de imágenes
= $6960 / 2$
= **3480 minutos**
- Número de turnos diarios para completar el procesamiento
= $3480 / (60 \times 4)$
= **15 turnos**
- Costos operativos mensuales

⁴⁴ Por favor referirse al Anexo 8 – Reporte de Pruebas de la “State Road and Tollway Authority” de Georgia, EEUU.

⁴⁵ La confiabilidad de los sistemas VES depende de las placas de cada país en específico. Se recomienda llevar a cabo pruebas de confiabilidad de la tecnología en el caso Colombiano para tener resultados más acertados. El dato obtenido de 90% proviene del sistema de TfL con su sistema de Cargos por Congestión de Londres - <http://www.roadtraffic-technology.com/projects/congestion/>. Consultado el 15-12-2011.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

$$\begin{aligned} &= 15 \times (536.500/2 + 536.500 \times 52\% + 63.600) \\ &= \$ 9,148,680 / \text{mes} \end{aligned}$$

Proveedores

Los proveedores más grandes a nivel mundial de esta tecnología son:

- TransCore de Estados Unidos
- SIRIT de Estados Unidos
- Neology de Estados Unidos.

CEN DSRC

Características Generales

El estándar CEN DSRC (del grupo de trabajo CEN TC-278) es un estándar que define las capas física, de comunicación y de aplicaciones para dispositivos que funcionan en las frecuencias de 5.795-5.805 GHz.

Los dispositivos a bordo (OBU por sus siglas en inglés) son semi-activos, es decir que se encuentran en modo stand-by hasta que un lector les envíe una señal de “wake-up”. Desde este punto se maneja una comunicación half-duplex entre los dos dispositivos.

Aunque siempre es el lector quién “despierta” al OBU, debido a que éste tiene batería, una vez iniciadas las comunicaciones, éste tiene capacidad de procesamiento y puede interactuar de forma activa con el lector, a diferencia del pasivo que simplemente responde a las pregunta del interrogador.

El protocolo también es abierto e incluye definiciones de la capa de aplicaciones para aplicaciones de peajes, lo que permite, al igual que el 18000-6c, la interoperabilidad de diferentes proveedores en un mismo sistema.

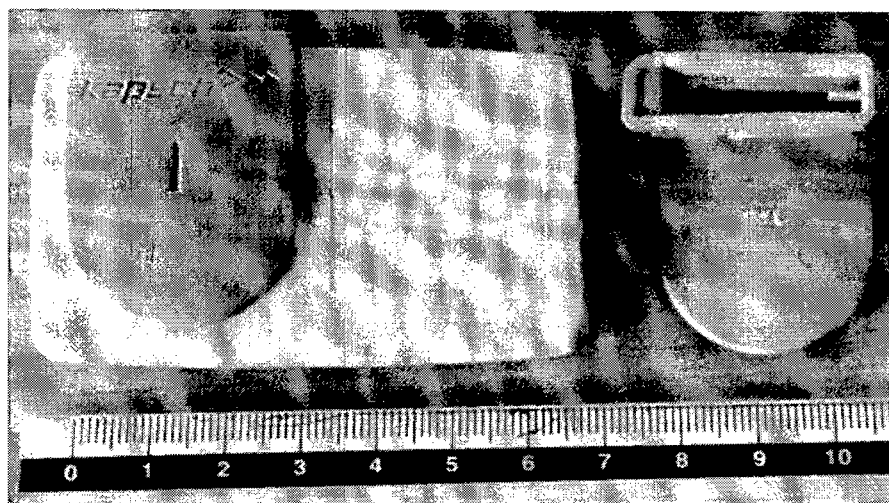


Figura 13: Dispositivo a Bordo CEN DSRC con sujetador

Características Técnicas

A continuación se presenta una tabla descriptiva de las características técnicas de la tecnología semi-activa CEN DSRC.

Memoria de usuario	> 1Kbyte
Distancia de Lectura	< 30m
Tiempo de Transacción	< 25ms
Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> - Autenticación mutua - Otros implementados por el fabricante (menos limitado por el tamaño de memoria)

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que son dispositivos alimentados por una batería interna, ésta debe ser reemplazada por lo menos una vez durante la vida útil del dispositivo. Generalmente son alimentados por baterías de 3 a 5 VDC y éstas tienen una duración de 7 años, asumiendo 2000 transacciones por año. 2000 transacciones por año implicarían alrededor de 5 transacciones por día. El dispositivo tiene una vida útil de alrededor de 15 años.

Por otro lado, físicamente los OBUs se componen de 2 partes: (1) la parte electrónica y (2) un sujetador que se pega mediante una calcomanía al parabrisas (ver Figura 13).

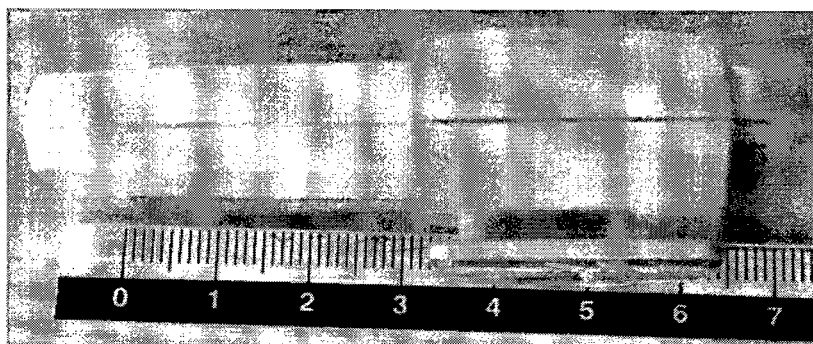


Figura 14: Grosor de un OBU con el sujetador

Casos de Aplicación⁴⁶

Actualmente, la tecnología CEN-DSRC es la preferida en Europa, al tratarse de un estándar Europeo. Turquía es el único país de Europa que ha adoptado para sus peajes el estándar 18000-6c.

Para peajes, este sistema es usado actualmente también en Argentina, Colombia (Devinorte), Chile, China, Australia y Costa Rica entre otros. Adicionalmente, en Sudáfrica y Grecia es utilizado para un sistema de identificación vehicular electrónica, aunque estos no son sistemas a nivel nacional.

⁴⁶ Para una lista extensiva de casos de aplicación de la tecnología por el proveedor Kapsch, referirse al anexo 9

Costos de inversión

Nota: Los costos de inversión que se presentan a continuación pretenden reflejar únicamente los costos asociados directamente a la tecnología. Los costos asociados a los dispositivos del back-office no se encuentran dentro del alcance de la presente sección.

A través de conversaciones con proveedores se obtuvo un costo promedio de cada OBU y de las antenas.

Tabla 3: Costos de un sistema de tecnología CEN-DSRC

Tag	Precio (USD)
Lector con antena (2 carriles)	\$ 14.8 – \$ 17.4 \$ 6200

Fuente: Información obtenida de proveedores.

Para un sistema nacional en Colombia, asumiendo un parque automotor de 6.958.726 vehículos y una red primaria de 18,705 km, con lectores cada 100 km, y utilizando el precio más bajo por OBU, se obtiene lo siguiente:

	CEN DSRC
Costo del OBU	\$ 102.989.144
Antenas	\$ 1.159.710
Total	\$ 104.148.854

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que para la tecnología 6c, se debe agregar los costos del sistema VES que se encuentran detallados en la siguiente sección.

Costos operativos

Al igual que para los dispositivos 18000-6c, se requerirá hacer un procesamiento manual de imágenes.

Asumiendo una confiabilidad del 99.6%⁴⁷ para el sistema CEN DSRC, y asumiendo un sistema de VES con una confiabilidad del 90%, se espera que este sistema tenga costos operativos mínimos. A continuación se presentan los cálculos del procesamiento manual de imágenes.

Asumiendo:

⁴⁷ "The Austrian Nationwide Multi-Lane Free-Flow / Open Road Tolling (ORT) Truck Tolling Scheme", 2004, consultado el 20 de septiembre de 2011 de http://www.ibtta.org/files/FileDownloads/06142004_Czako.ppt



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

- 0.05% de imágenes a procesar
- Una lectura diaria por vehículo
- Una velocidad de procesamiento de 2 imágenes por minuto por cada operario
- Salario mínimo (\$535.600) con un factor prestacional del 52% sobre el salario completo + \$63.600 de subsidio de transporte.
- Turnos de 4 horas diarias por operario (de acuerdo a datos obtenidos del sistema de procesamiento de imágenes de la autopista E470 de Denver, los turnos de medio día son más eficaces debido a que la fatiga de un trabajo repetitivo como éste, causa rendimientos menores en turnos completos)

Se obtiene que:

- Número de imágenes a procesar diarias
 $= 69.587.260 \times 0.04\%$
= 27835 imágenes diarias
- Número de minutos diarios a procesar dado el número de imágenes
 $= 27835 / 2$
= 13920 minutos
- Número de turnos diarios para completar el procesamiento
 $= 13920 / (60 \times 4)$
= 58 turnos
- Costos operativos mensuales
 $= 58 \times (536.500/2 + 536.500 \times 52\% + 63.600)$
= \$ 35,374,896.00 / mes

Proveedores

Los proveedores más reconocidos del mercado de dispositivos son:

- Q-Free de Noruega
- Kapsch de Austria
- Telvent de España
- Thales de Francia
- Sagem de Francia

ALPR

Características Generales

Los sistemas de ALPR o Reconocimiento Automático de Placas (por sus siglas en inglés) utilizan una combinación de tecnologías para llevar a cabo la identificación de los vehículos a través de sus placas metálicas reflectivas.

El proceso consiste en tomar una foto de la placa de un vehículo y usar técnicas de manipulación de esta imagen para mejorarla de tal forma que el software de OCR pueda detectar los caracteres individuales.

El proceso puede darse tanto in-situ como en el back-office. En el primer caso, la información procesada (caracteres ASCII junto con demás información requerida (hora, ubicación, etc.)) es enviada al back-office para hacerle seguimiento y las imágenes pueden ser descartadas. En el segundo caso, por el contrario, lo que se envía es la imagen capturada y el procesamiento de ésta se hace en el back-office y allí se guarda o descarta la foto.



Figura 15: Ejemplo de captura y procesamiento de placas.

El sistema puede también usarse en conjunto con los sistemas de identificación por radiofrecuencia para:

1. Aumentar la confiabilidad total.
2. Controlar los vehículos que no portan el dispositivo a bordo.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

En el primer caso, el sistema entero, será una combinación de los dos subsistemas, lo que incrementa la confiabilidad total.

- Para el caso 18000-6c, asumiendo una confiabilidad del subsistema de radiofrecuencia cerca del 99.9% y asumiendo una confiabilidad del subsistema de ANPR del 90%, el sistema total tendría una confiabilidad combinada del 99.99%.
- Para el caso de CEN DSRC, asumiendo una confiabilidad del subsistema de radiofrecuencia cerca del 99.6% y una confiabilidad del sistema ANPR del 90%, el sistema total tendría una confiabilidad combinada del 99.98%.

Es importante, sin embargo resaltar, que la confiabilidad real no podrá conocerse a menos que se lleven a cabo pruebas de cada una de las tecnologías teniendo en cuenta las especificidades del caso Colombiano.

Características Técnicas

Un sistema de ALPR se compone de:

- Cámara (puede ser dual: color/infrarroja) con sistema de ubicación de placa
- Flash
- Software de OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres, por sus siglas en inglés)
- Centro de procesamiento manual

La literatura ubica los sistemas de ALPR con una confiabilidad de lectura de entre 90-95%. Esto depende, sin embargo de las características de tanto los equipos, como las placas. En un sistema de placas como el colombiano donde no existe mucha diversidad, es posible que este sistema alcance confiabilidades de lectura mayores.

Si se utiliza únicamente un sistema de ALPR (sin usar sistemas RFID), los costos del centro de procesamiento manual se incrementarán. Esto debido a que en los sistemas de RFID, ésta será la forma principal de identificación y el sistema ALPR se usará tan sólo como respaldo para control de vehículos que no tienen el dispositivo a bordo e incrementar la confiabilidad del sistema total ya que los dispositivos que no se lean por medio de RFID, podrán ser capturados por la cámara.

Casos de Aplicación

El caso más conocido de aplicación de este sistema es el de Londres con su esquema de cargo por congestión. Los vehículos que entran a un cordón de la ciudad son identificados mediante un sistema ALPR y se genera una factura de GBP 10 que puede ser pagada anticipadamente o a posteriori.



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Otros países, como Alemania, Ucrania y Hungría usan sistemas de ALPR para identificación de vehículos robados y asegurar el cumplimiento de normas de tránsito.

Costos de inversión

De acuerdo a la Oficina de Servicios Generales del Estado de Nueva York (OGS), se tiene lo siguiente:

	Precio (USD)
Cámara sencilla	\$ 12,250
Software in situ (1 puesto)	\$ 6,500
Software de back office (1 licencia)	\$ 995

Para un sistema nacional en Colombia, asumiendo una red primaria de 18,705 km, con lectores cada 100 km se obtiene, por lo tanto, lo siguiente:

	ALPR
Cámara	\$ 2,291,362.50
Software	\$ 1,215,825.00
Total	\$ 3,507,187.50

Costos operativos

Debido a su menor confiabilidad (cercana al 90%), los sistemas de ALPR deberán contar con sistemas de backoffice que alberguen a los operadores manuales que procesarán el 10% de las imágenes capturadas y que no pudieron ser leídas correctamente.

Asumiendo:

- 10% de imágenes a procesar
- Una lectura diaria por vehículo
- Una velocidad de procesamiento de 2 imágenes por minuto
- Salario mínimo (\$535.600) con un factor prestacional del 52% sobre el salario completo + \$63.600 de subsidio de transporte.
- Turnos de 4 horas diarias por operario (de acuerdo a datos obtenidos del sistema de procesamiento de imágenes de la autopista E470 de Denver, los turnos de medio día son más eficaces debido a que la fatiga de un trabajo repetitivo como éste, causa rendimientos menores en turnos completos)



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

Se obtiene que:

- Número de imágenes a procesar diarias
= $69.587.260 \times 10\%$
= **6.958.730 imágenes diarias**
- Número de minutos diarios a procesar dado el número de imágenes
= $6.958.730 / 2$
= **3.479.370 minutos**
- Número de turnos diarios para completar el procesamiento
= $3.479.370 / (60 \times 4)$
= **14998 turnos**
- Costos operativos mensuales
= $1450 \times (536.500/2 + 536.500 \times 52\% + 63.600)$
= **\$ 8,842,504,176.00 / mes**

Proveedores

Entre las empresas proveedoras de sistemas ALPR encontramos a:

- FSignal Technologies a través de su subsidiaria PIPS.
- IBM
- Capita
- CitySync

Otras tecnologías a implementar

Adicional a las tecnologías de cámaras, dispositivos a bordo y lectores, en el diagrama de abajo se evidencia la necesidad de contar con otros dispositivos que servirán para hacer del sistema EVID un sistema robusto.

Es necesario contar con sensores de detección que activen la tecnología RFID y VES. Se necesita adicionalmente contar con una infraestructura de servidores y comunicaciones para acceder a la información de los centros de control y enviar la información y alertas generadas.

Si no se puede asegurar que los dispositivos son intransferibles entre vehículos, se debe contar además con detectores de número de ejes de los vehículos, en especial para las aplicaciones de cobros, en las cuales el número de ejes determina el valor a cobrar.

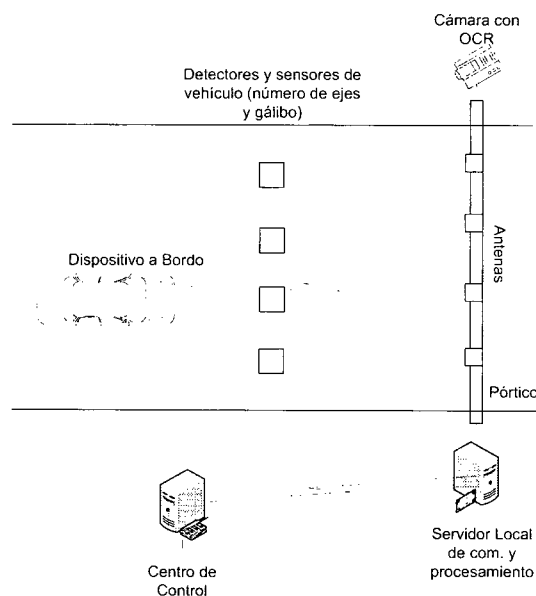


Figura 16: Ejemplo de componentes de un pórtico

Fuente: Elaboración propia.

Es importante, entonces resaltar que el costo total del sistema no dependerá exclusivamente de la tecnología de radiofrecuencia o cámaras a usar. El costo total del sistema debe también incluir los elementos adicionales como detectores, comunicaciones y sistema de backoffice.

Comparación de tecnologías

Basándose en las necesidades técnicas requeridas para la implementación de una tecnología de identificación vehicular electrónica en Colombia, se seleccionaron los siguientes criterios, sobre cada uno de los cuales se hace un análisis en cada tecnología:

- Capacidad de operar en un ambiente MLFF
- Estándar abierto
- Seguridad
- Casos de implementación a nivel mundial.
- Costo de la Unidad A Bordo
- Costo de la Infraestructura
- Costos operativos relacionados a la Unidad A Bordo y la Infraestructura
- Costos operativos relacionados al procesamiento en el backoffice.

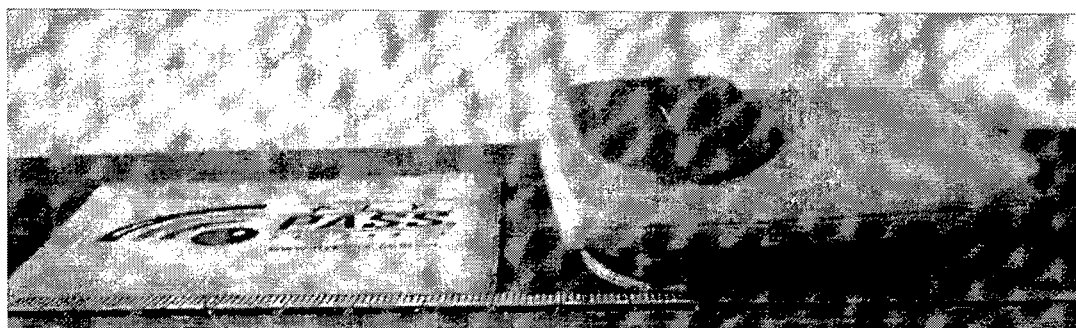


Figura 17: Comparación de grosor de las dos tecnologías

Capacidad para operar en un ambiente MLFF:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
Tecnología probada en ambientes MLFF, con confiabilidades relativamente bajas de alrededor de 90%.	Tecnología probada en ambientes MLFF, con una tasa de aciertos de lectura del 99.9%.	Tecnología probada en ambientes MLFF, con una tasa de aciertos de lectura del 99.6%.

Estándar Abierto:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
El sistema, como se explicó anteriormente, está compuesto por 4 componentes principales. Cada uno de éstos puede ser	El estándar ISO 18000-6c define las capas 1 y 2 del modelo OSI, con lo cual cualquier empresa puede entrar al mercado en	El estándar CEN TC-278 define las capas 1, 2 y 7 del modelo OSI, con lo cual cualquier empresa puede entrar al mercado en

<p>provisto por diferentes proveedores.</p> <p>En el caso de OCR, sin embargo, cada proveedor tiene tecnologías diferentes y propietarias que deberán ser calibradas de tal forma que reconozcan las placas usadas en Colombia, lo que podría limitar la escogencia a un solo proveedor.</p>	<p>condición de proveedor. Cada proveedor implementa diferentes niveles de seguridad en cuanto a aplicaciones (capa 7 del modelo OSI) las cuales pueden ser propietarias.</p>	<p>condición de proveedor, ofreciendo los mismos niveles de seguridad estandarizados.</p>
--	---	---

Seguridad:

Es importante destacar que la arquitectura que se propone ubica al tag como una tercera placa que sólo guardará un número de identificación, lo cual tiene repercusiones directas en los temas de seguridad, como se expone a continuación.

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
<p>Los mecanismos de seguridad de este sistema se basan en la transparencia de lectura para cualquier actor.</p> <p>Las placas de los vehículos son enteramente visibles y "legibles" para cualquier persona, y sus mecanismos de seguridad se basan en la dificultad de clonación, en la estandarización (tamaños, colores, ubicación, materiales, etc.) y en la normatividad que impide su alteración o remoción.</p> <p>Una vez se ha leído la placa a través del sistema ALPR, el</p>	<p>Al igual que el sistema de ALPR, este sistema de radiofrecuencia está diseñado específicamente para que el identificador del tag (TID) sea de libre lectura para cualquier actor. El estándar define que este código único de 64bits se encuentra inscrito de fábrica en espacios de memoria definidos los cuales son inmodificables.⁴⁸</p> <p>El sistema fue diseñado como uno de reconocimiento (al igual que una placa) y sus mecanismos de seguridad están</p>	<p>Este sistema, al contener una batería, tiene alguna capacidad de procesamiento y también memoria suficiente para implementar protocolos criptográficos complejos, con el fin de garantizar la autenticidad de los dispositivos y la privacidad e integridad de los datos almacenados en ellos.</p> <p>Al igual que el estándar 6c, un dispositivo puede guardar un identificador único que podrá ser accedido por un lector para la identificación de un vehículo.</p>

⁴⁸ISO/IEC, "Information technology — Radio frequency identification for item management — Part 6: Parameters for air interface communications at 860 MHz to 960 MHz", 15-06-2006.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

tratamiento que se le da en el backoffice deberá obedecer las más estrictas normas de seguridad informática, pudiéndose aplicar cualquier mecanismo disponible de encriptación y transferencia segura de información.

enfocados en asegurar una correcta lectura del TID y no a proteger información sensible dentro del dispositivo.

Aunque la tecnología soporta tanto la lectura como la escritura en los dispositivos a bordo, debido a que éstos no poseen ninguna capacidad de procesamiento, son poco capaces de implementar algoritmos complejos de seguridad y encriptación para limitar el acceso no deseado a la información guardada y que podría ser sensible o para limitar la grabación de información errónea o malintencionada.

Los diferentes fabricantes ofrecen mecanismos propietarios de seguridad que mejoran el acceso de lectura y escritura para proteger contra accesos no deseados.

La única información a la que se accederá dentro del dispositivo, con la arquitectura propuesta es al TID. Por lo tanto, no es necesario implementar mecanismos de seguridad para proteger la confidencialidad de datos adicionales en el tag

La tecnología cuenta con mecanismos para detectar si la parte electrónica de un dispositivo ha sido removida del sujetador. Sin embargo, no es posible detectar si el dispositivo completo ha sido transferido de un vehículo a otro. Por lo tanto, los dispositivos no son intransferibles.

El mecanismo de detección de remoción es mecánico (sensor de presión) que puede ser vulnerable a manipulaciones físicas. Esto implica que no se puede asegurar con total certeza que el dispositivo es único e intransferible entre vehículos.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

relacionados con el vehículo o su propietario.

La seguridad de los tags se basa también en la dificultad de clonación, en mecanismos visuales de seguridad y en la seguridad física de la calcomanía en la que usualmente se fabrican los chips. Al desprenderse una calcomanía, se destruye el mecanismo interno haciéndolo inservible y dejando una clara muestra de que el dispositivo fue removido. Esto hace que estos dispositivos sean intransferibles de vehículo a vehículo.

Casos de Implementación a nivel mundial:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
Se encuentra documentada una amplia aplicación de la tecnología en diferentes sistemas a nivel mundial, el caso más conocido siendo Londres.	Existen numerosos casos de aplicación en peajes a nivel mundial, incluyendo Colombia. Existen además casos de aplicación de identificación vehicular nacional en Asia, Europa y América Latina incluyendo México, Brasil (modificado) y Perú.	Existen numerosos casos de aplicación en peajes a nivel mundial, incluyendo Colombia. Existen casos de aplicación de identificación electrónica vehicular para esquemas privados como lo son acceso a parqueaderos y esquemas de cargos por congestión en Europa, pero no esquemas de EVID a nivel nacional.

Costo del OBU:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
-------------	-----------------	-----------------

Cra 7 N° 77-07, Of. 202
Bogotá, DC - Colombia
Tels: +57 (1) 322-1631
+57 (1) 322-1575

www.gsdplus.com



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

No aplica debido a que el único dispositivo necesario a bordo de los vehículos es la placa.	Los costos de estos dispositivos pueden llegar a ser cerca de 10 veces menores que los de la tecnología CEN DSRC.	Los costos de los dispositivos a bordo pueden ser cerca de 10 veces más altos en comparación a los de la tecnología 6c.
---	---	---

Costo de los equipos de carretera:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
La infraestructura de carretera base para esta arquitectura incluirá sensores de activación, detectores de número de ejes, controladores de carril y cámaras. Las otras dos tecnologías incluirán también estos dispositivos y algunas adiciones por lo que esta tecnología será menos costosa.	La infraestructura de carretera adicional incluirá antenas de radiofrecuencia, cuyo costo se muestra en la sección anterior junto con la misma infraestructura necesaria para un sistema ALPR.	La infraestructura de carretera adicional incluirá antenas de radiofrecuencia, cuyo costo se muestra en la sección anterior junto con la misma infraestructura necesaria para un sistema ALPR. Se deberán incluir además dispositivos de clasificación de vehículos (ya sean sensores laser, detectores de inducción, u otros) debido a que no se puede asegurar que el dispositivo es intransferible.

Costo y logística de mantenimiento del OBU:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
No aplica debido a que el único dispositivo necesario a bordo de los vehículos es la placa.	Los dispositivos son únicos e intransferibles. No requieren costos ni logística adicionales una vez instalados y hasta cumplir su vida útil.	Los dispositivos son operados por batería lo que implica que como mínimo, se requerirá el cambio de la batería una vez en la vida útil del dispositivo. Esto implica costos en el reemplazo y en la logística para el cambio de las baterías de todos los dispositivos a bordo del parque automotor en Colombia.



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

Como se explicó en la sección anterior, la vida útil de 7 años de la batería se basa en un promedio de 2000 transacciones por año, o 5 transacciones diarias. De aplicarse esquemas de cargos por congestión, dependiendo de la cantidad de puntos de control instalados, es probable que un vehículo pudiera tener más de 5 transacciones por día, lo que implicaría que la batería duraría menos de 7 años.

Costo y logística de mantenimiento de los equipos de carretera:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
Las cámaras requieren mantenimiento constante debido a suciedad, vapor de agua y demás elementos ambientales lo que significa costos de mantenimiento y logística considerables.	Los dispositivos en carretera están diseñados para condiciones ambientales normales y requieren mínimo mantenimiento.	Los dispositivos en carretera están diseñados para condiciones ambientales normales y requieren mínimo mantenimiento.

Costos operativos:

ALPR	18000-6c	CEN DSRC
Debido a la menor confiabilidad del sistema de cámaras frente a los sistemas por radiofrecuencia, el procesamiento manual de imágenes, debido a la necesidad de personal, se convierte en un costo operativo considerable,	No existen costos operativos adicionales a los que se necesitan con los otros dos sistemas. Los costos de procesamiento de imágenes son mínimos debido a la alta confiabilidad de lectura de los dispositivos.	Los dispositivos requerirán de un recambio de baterías por lo menos una vez dentro de su vida útil (explicado anteriormente). Este costo debe considerar no sólo el costo de las baterías, sino la logística necesaria para llevar a cabo el recambio. Debido a que los dispositivos



+GLOBAL +SOLUTIONS +DYNAMIC

cerca de 900 millones de pesos mensuales.

a bordo pueden retirarse del sujetador, se requeriría contar con una logística adicional para permitirle al usuario reacondicionar su dispositivo a un estado de operación normal.

Los costos de procesamiento de imágenes son mínimos debido a la alta confiabilidad de lectura de los dispositivos.

Resumen de Costos:

A continuación se presenta un resumen de los costos de cada tecnología en USD:

Nota: Los costos de inversión que se presentan a continuación pretenden reflejar únicamente los costos asociados directamente a la tecnología. Los costos asociados a los dispositivos del back-office no se encuentran dentro del alcance de la presente sección.

Tabla 4: Resumen de CAPEX de las tecnologías

	CEN DSRC	18000-6c		ALPR
Costo del OBU	\$ 102.989.144	\$ 14.914.869,39	Cámaras	\$ 4.582.725,00
Antenas	\$ 1.159.710	\$ 946.597,70	Software	\$ 2.456.650,00
Total	\$ 104.148.854	\$ 15.861.467,09	Total	\$ 7.039.375,00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Resumen de OPEX de las tecnologías

	CEN DSRC	18000-6c	ALPR
Costos anuales	\$ 235,832.64	\$ 60,991.20	\$ 58,950,027.84

Fuente: Elaboración propia.

Con la información de costos operativos anuales de un sistema de reprocesamiento manual teniendo en cuenta la confiabilidad de cada tecnología, se calculó el valor presente neto de cada uno de los componentes asociados directamente a las tecnologías (sin tener en cuenta diferencias en los equipos del back-office) a 10 años a una tasa de descuento estimada igual a la inflación al 3% sin tener en cuenta el costo de recambio de baterías (al año 7), ni los costos en infraestructura adicionales (sensores de clasificación) para la tecnología CEN DSRC, e incluyendo los costos de un sistema VES para CEN DSRC y 18000-6c.

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla 6: Valor Presente Neto de las tecnologías

VPN	USD
ALPR	\$ 610,219,967.10
6c	\$ 19,432,344.71
CEN	\$ 106,948,022.72

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Las tres tecnologías son aplicables en la implementación de un sistema EVID, como lo evidencian las múltiples experiencias internacionales con cada tecnología. Sin embargo, la baja confiabilidad de un sistema ALPR, y los altos costos operativos asociados a ella, hacen que ésta no sea la mejor alternativa.

Entre los dos sistemas de radiofrecuencia considerados, la tecnología 18000-6c es supremamente ventajosa en términos de costos y de seguridad física del dispositivo, mientras que la tecnología CEN DSRC es ventajosa en términos de mecanismos criptográficos de seguridad.

Puesto que la arquitectura propuesta no involucra el almacenamiento de información confidencial en el dispositivo a bordo y utiliza los dispositivos como simples identificadores, las mayores necesidades de seguridad se encuentran en el backoffice, donde se deberán implementar mecanismos para garantizar la confidencialidad e integridad de la información. Esto es necesario independiente de la tecnología seleccionada para identificación.

En cuanto a los dispositivos y lectores, el principal requerimiento de seguridad es que los dispositivos sean únicos e intransferibles. Esto implica que no debe ser posible, en un tiempo razonable y con recursos razonables, personificar un dispositivo a bordo o transferir un dispositivo de un vehículo a otro, sin ser detectado.

Los dispositivos CEN tienen la capacidad de proteger contra ataques de clonación y emulación utilizando mecanismos criptográficos, pero tienen debilidades físicas que permiten su transferencia entre vehículos. Se requeriría tecnología adicional que realice un análisis físico de un vehículo para intentar detectar si un dispositivo pertenece a dicho



+ GLOBAL + SOLUTIONS + DYNAMIC

vehículo, y en muchos casos será casi imposible hacer esa determinación, especialmente en tiempo real.

Teniendo en cuenta el alto costo de implementación de la tecnología CEN y la vulnerabilidad física de los dispositivos, la consultoría considera que ésta no es la tecnología idónea para implementar un sistema de identificación vehicular en Colombia.

El estándar ISO 18000-6c, por el otro lado, proporciona poca protección contra ataques de clonación o emulación. Es importante destacar, sin embargo, que hasta la fecha el consultor no encontró casos documentados de clonación o emulación de dispositivos 18000-6c en aplicaciones comerciales reales.

Para proteger contra la emulación o clonación de dispositivos, es posible implementar mecanismos de seguridad en el backoffice para detectar tags emulados y bloquearlos con el fin de minimizar consecuencias adversas. Algunos proveedores han implementado protocolos criptográficos encima del estándar ISO 18000-6c para proporcionar una protección adicional que dificulte la tarea de la emulación. Adicionalmente, el dispositivo a bordo deberá contar con mecanismos visuales de seguridad y será plenamente visible por cualquier autoridad, de tal forma que si es emulado, será evidente que un vehículo no cuenta con un dispositivo auténtico.

Teniendo en cuenta estas limitaciones de seguridad, el comité técnico de la norma ISO 18000 está elaborando una actualización del estándar que incluirá mecanismos criptográficos avanzados, los cuales permitirán asegurar la autenticación mutua de dispositivos y lectores de manera comparable al estándar CEN, haciendo los ataques de clonación o emulación imprácticos, al mismo tiempo que ofrece las demás ventajas de la tecnología como el hecho de ser dispositivos intransferibles y tener bajos costos.

Recomendaciones

Considerando el análisis realizado en las secciones anteriores y los diversos criterios de comparación entre tecnologías, esta consultoría recomienda implementar un sistema de EVID basado en la última actualización de la norma ISO 18000, en su parte de parámetros de interfaz aérea de comunicaciones en las bandas de 860 MHz hasta 960Mhz. Este sistema de radiofrecuencia deberá estar acompañado de un sistema VES para incrementar la robustez del sistema total e identificar los vehículos que no porten el dispositivo a bordo.

Se recomienda adicionalmente, con el fin de conocer en detalle el nivel de confiabilidad de las tecnologías propuestas, las condiciones reales de operación y demás minucias de éstas, realizar pruebas en terreno que permitan determinar su desempeño real en las características de Colombia.

Tarea 3 - Definición de la arquitectura institucional y legal que soporta los requerimientos funcionales y la arquitectura tecnológica propuestas en el informe 2

Introducción

La última etapa de la metodología tiene como principal propósito proponer la arquitectura institucional del sistema EVID de acuerdo a las necesidades vistas en Colombia identificadas en conjunto con el Ministerio de Transporte.



Ilustración 14: Paso 3 de la metodología

4.1. Arquitectura Institucional

4.1.1. Arquitectura General EVID.

Teniendo en cuenta las definiciones descritas, las aplicaciones propuestas y las consideraciones con respecto a la tecnología del informe anterior, a continuación se presenta y explica la arquitectura general propuesta, en donde se muestran todos los posibles actores y la interacción entre ellos.

Esta arquitectura cuenta con la ventaja de que cada uno de los actores locales puede desarrollar las aplicaciones que mejor se acomoden a sus necesidades, al ritmo que decida y utilizando la forma de contratación más conveniente.

Nota: Esta arquitectura es propuesta teniendo en cuenta el Plan Maestro ITS desarrollado por Cal & Mayor.⁴⁹ En especial en los temas de interoperabilidad de las comunicaciones centro-a-centro, interoperabilidad de comunicaciones centro-a-campo y en la propiedad y uso de los equipos en vías, peajes y centros de control.

Se tuvieron también en cuenta los estudios de casos de éxito a nivel mundial llevados a cabo en la primera fase de este estudio, al igual que las discusiones sostenidas con el Ministerio de Transporte.

⁴⁹ Cal & Mayor, Gannett Fleming, ConSysTec, "Plan Maestro ITS, Informe 4 – Arquitectura ITS", 03,2010.

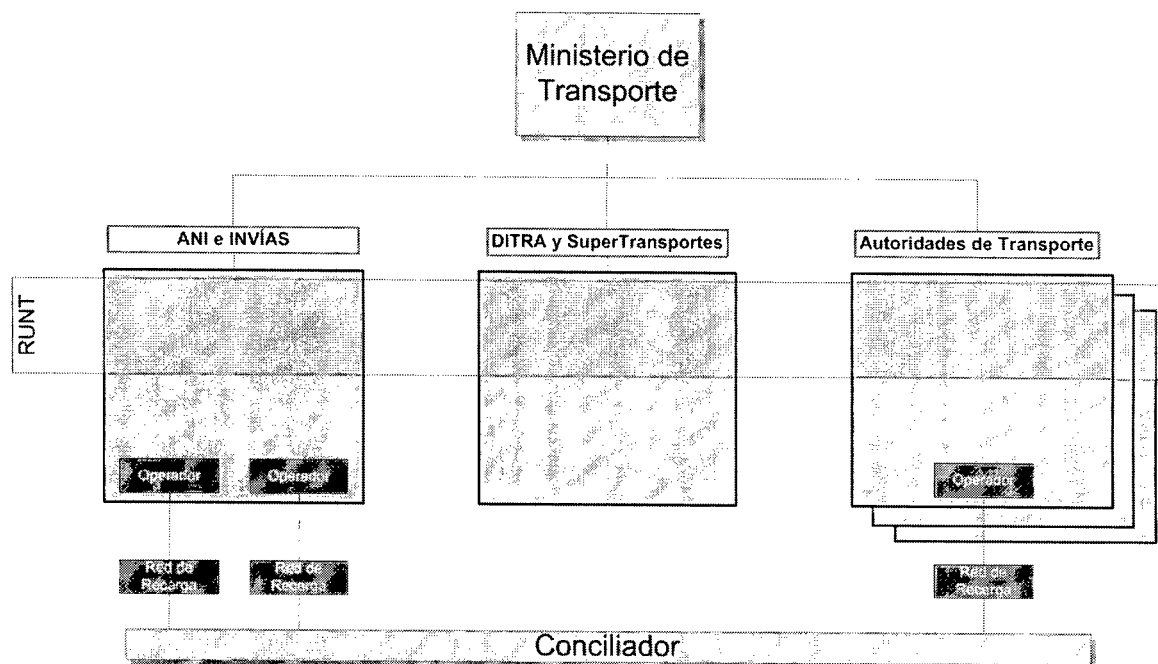


Ilustración 15: Arquitectura general del sistema EVID en Colombia

En un primer lugar, se divide el territorio nacional geográficamente en: Ciudades Metropolitanas, Ciudades Intermedias y Carreteras interurbanas (INCO e INVIAS).

Se identifica la necesidad de contar con una base de datos nacional que centralice la información requerida por cada uno de los actores del sistema y que maneje los permisos y el acceso a la información que cada uno de éstos podrá consultar. Esta base de datos se deberá basar en el RUNT con la adición de algunos registros como se explicó en el informe anterior y complementado con otras bases de datos de requerirse.

Finalmente, pensando en las aplicaciones de peajes electrónicos y cargos por congestión, y teniendo en cuenta las recomendaciones del Plan Nacional de Desarrollo,⁵⁰ se propone que deben existir diferentes recaudadores a nivel nacional, que puedan ser contratados por cada ente (ciudades, municipios, INCO, INVIAS, etc.) que establezcan una red para los pagos de los peajes (ya sean en pre-pago o post-pago) y que, el Ministerio, mediante estudios técnicos defina la forma como estos comparten la información, de tal forma que el uso de la plataforma de pagos de cualquier recaudador sea transparente para el usuario. Los

⁵⁰ El Plan Nacional de Desarrollo, en su artículo 84° referente a los Sistemas Inteligentes de Transporte dice: "Parágrafo 3°. El montaje de los sistemas inteligentes de transporte, podrá implicar la concurrencia de más de un operador, lo que significará para el usuario la posibilidad de acceder a diferentes proveedores, en diferentes lugares y tiempo. El Gobierno Nacional, con base en estudios y previa consulta con los prestadores de servicio reglamentará la manera como esos operadores compartirán información, tecnologías o repartirán los recursos que provengan de la tarifa, cuando un mismo usuario utilice servicios de dos operadores diferentes."

recaudadores generarán los pagos por usos a cada uno de los concesionarios de peaje o a las ciudades (en el caso de cargos por congestión) menos un porcentaje.

Se recomienda que estos recaudadores se contraten bajo el esquema de concesión y que sean ellos mismos quienes implementen los dispositivos de carretera y estos perciban una remuneración sobre un porcentaje de los cobros generados por peajes o cargos por congestión, si la tarifa es sostenible. De lo contrario, las inversiones iniciales deberán financiarse con recursos propios.

Los usuarios deberán inscribir una cuenta frente a un solo recaudador, y el Gobierno Nacional deberá organizar un esquema de “clearing” o “conciliador” de tal forma que los recaudadores se puedan comunicar y cruzar cuentas entre sí y para los usuarios sea transparente en donde recargan o donde se generan los usos.

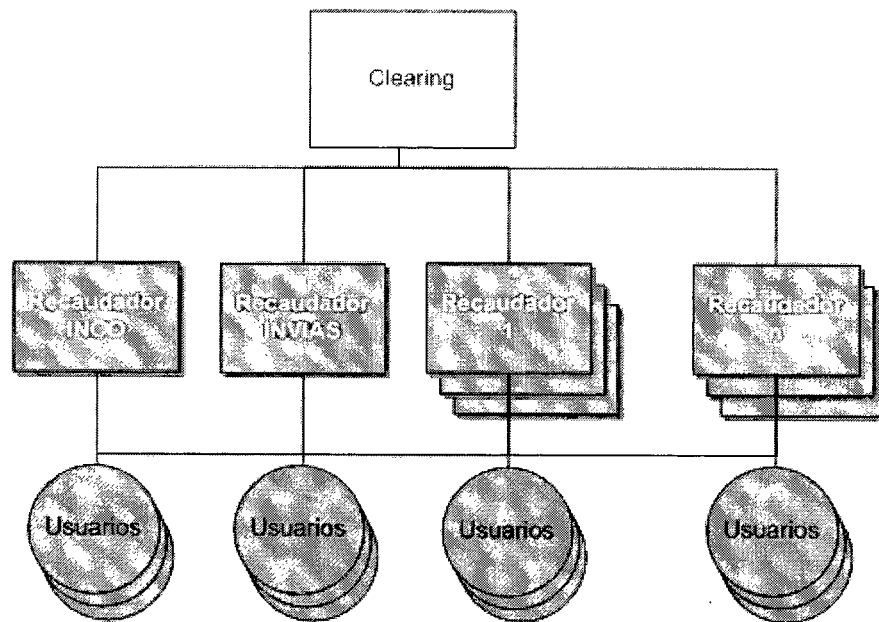


Ilustración 16: Arquitectura clearing

Una vez definida esta arquitectura, cada uno de los actores descentralizados puede contratar a sus recaudadores para que estos implementen los equipos de carretera necesarios y así poder llevar a cabo las aplicaciones que desee.

Los equipos a implementar por los recaudadores consistirán en Centros de Control para controlar la operación y dispositivos de carretera para hacer control en las vías (RFID + VES o sólo ALPR). Adicionalmente, de escogerse la opción de RFID + VES, los vehículos a nivel nacional deberán contar con un dispositivo electrónico a bordo.

Debido a que se trata de una implementación a nivel nacional y de cumplimiento obligatorio, debe ser el Ministerio de Transporte quien provea estos dispositivos a bordo. Este punto debe tenerse en cuenta cuando se analice la escogencia de la tecnología, en especial los costos de estos dispositivos.

Como se mencionó anteriormente, se recomienda que sean los recaudadores quienes instalen los equipos, con reversión a los entes descentralizados al finalizar la concesión.

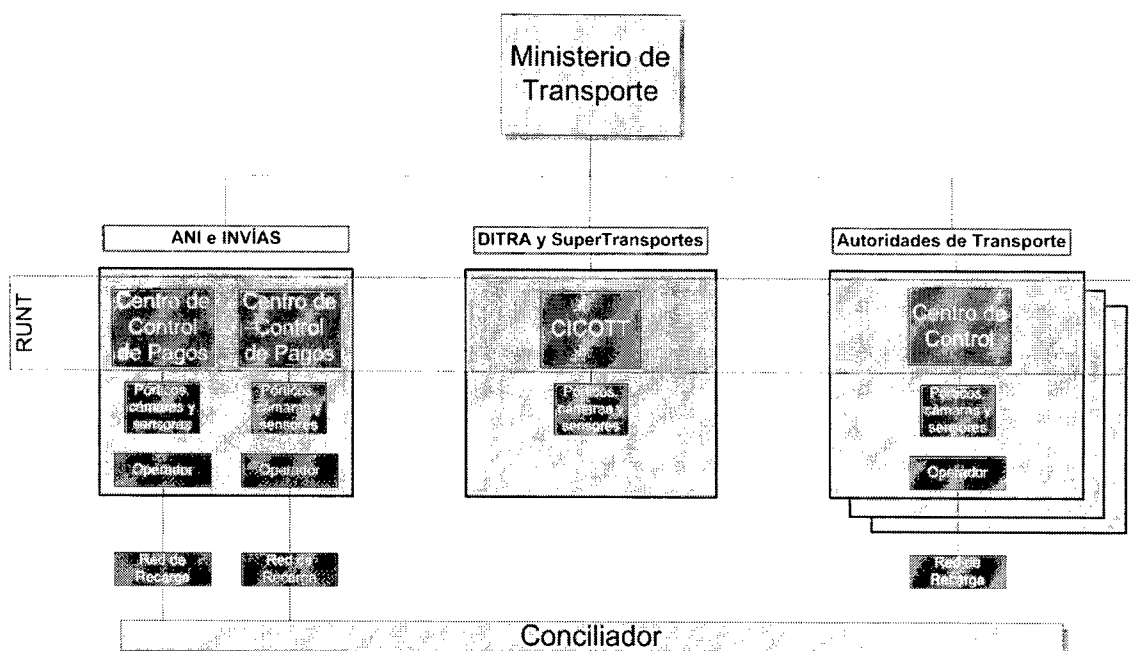


Ilustración 17: Infraestructura de cada operador descentralizado dentro de la arquitectura nacional

Por último, habrá otros actores que intervendrán en el sistema, ya sea recibiendo o enviando información. Estos alimentarán las base de datos y el RUNT (Policía Judicial y Ministerio de Transporte) o recibirán información de los centros de control (Policía y autoridades de tránsito) como ya fue descrito en el informe anterior.

