

Implantación de nuevos sistemas electrónicos de cobro de peaje en España

The introduction of new electronic toll collection systems in Spain

Revista de Obras Públicas
nº 3.528. Año 159
Enero 2012
ISSN: 0034-8619
ISSN electrónico: 1695-4408

Pedro Saldaña Alegre. D.E.A. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Investigador de la Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Sede TRANSYT. Madrid (España). psaldana@caminos.upm.es

José M. Vassallo Magro. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Profesor Titular de la Universidad Politécnica de Madrid. E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
Sede TRANSYT. Madrid (España). jvassallo@caminos.upm.es

Resumen: El sistema de cobro de peaje de las principales autopistas españolas únicamente posibilita que los usuarios realicen el pago de la tarifa del peaje, en el mejor de los casos ralentizando la marcha de sus vehículos, u obligándoles a parar en las playas de peaje. Este artículo hace un recorrido de los distintos sistemas de cobro de peaje existentes, analizando la perspectiva técnica y legal. Como consecuencia, se realizan una serie de recomendaciones que posibiliten la implantación del free flow como sistema de cobro electrónico de peaje referente en España; aprovechando las ventajas que este novedoso sistema ofrece.

Palabras Clave: Autopistas; Peaje; *Free flow*; Marco regulatorio; OBU

Abstract: The Spanish toll collection system at main toll roads only allows users to make payment at toll booths, slowing the progress of cars, or forcing them to stop at the toll plaza. This paper studies the different types of toll collection systems available, analyzing the technical solutions and the legal framework. This is followed up by a series of recommendations that would allow the introduction of free flow tolling in Spain as the standard electronic system of the future.

Keywords: Motorways; Tolls; Free-flow; Regulations; OBUs

1. Introducción

El sistema de cobro de peaje de las principales sociedades concesionarias de autopistas en España posibilita que los usuarios realicen el pago de la tarifa del peaje, en el mejor de los casos, ralentizando la marcha de su vehículo (en el caso de que dispongan de un dispositivo transpondedor operativo mientras pasan por la vía habilitada a tal efecto VÍA-T), o deteniendo completamente el vehículo en la playa de peaje (en el caso de que decidan utilizar las vías categorizadas como manuales o tarjeta financiera). El vigente sistema de cobro de peajes español está claramente obsoleto.

El fin de este artículo pretende dar respuesta a esta problemática, estableciendo las bases para poder desarrollar en España un nuevo sistema de cobro de peajes basado en una tecnología electrónica y sin

1. Introduction

The toll collection system of the main concessionary companies in Spain allow road users to make toll payments, in the best of cases, by slowing down the speed of their vehicle (in the case that these are fitted with an operative transponder device while passing through a dedicated priority lane), or by completely stopping their vehicle at the toll plaza (in the case of manual or credit card toll collection lanes). The current system of toll collection in Spain may then be seen to be largely obsolete.

This article aims to address this problem and lay the foundations for the development in Spain of a new toll collection system based on open road electronic technology that allows the tolling of the entire high-capacity road network together with those more conventional roads that may serve as a

barreras que posibilite la tarificación de toda la red de carreteras de alta capacidad, así como de aquellas vías convencionales que puedan suponer una alternativa razonable a las anteriores y que, por tanto, puedan canalizar tráfico desviado de la red de alta capacidad.

Tal y como se trata en este artículo, son grandes las ventajas y las posibilidades que el uso de la tecnología *free flow*¹ le confiere a nuestra red viaria, si bien previamente se debe prever una dotación técnica en cuanto a medios, y garantizar una integridad legal que asegure a los promotores y gestores de autopistas el cobro de los peajes con las mayores garantías, confiriendo al sistema de un marco regulatorio adaptado y dispuesto para su consecución final.

No todas las experiencias llevadas a cabo en países como EEUU, Canadá, Chile, Alemania, Portugal, Eslovaquia y Australia -algunas detallaremos más adelante- pueden ser consideradas como excelentes, si bien, las ventajas que ha generado la implementación del *free flow*, en cualquiera de sus formas, dentro de estos países, hacen que estas experiencias sean reconocidas como de éxito.

España goza de una gran tradición en la construcción de autopistas de peaje, y ha sido reconocido como un país puntero en la provisión y gestión de contratos PPP. España no debería, por tanto, quedar rezagada a la hora de introducir novedosos sistemas electrónicos de cobro en vías tarifcadas.

2. El cobro del peaje en España en la actualidad

El objetivo fundamental de cualquier sistema de peaje es la recaudación a los usuarios de una infraestructura, permitiendo a los promotores, públicos y privados, de una infraestructura la recuperación de las inversiones realizadas en las infraestructuras. El peaje permite a las Administraciones la externalización de costes por el uso que realizan los usuarios de las infraestructuras, así como el control de que ese cobro sea realizado de modo exhaustivo, justo y fiable.

(1) Aunque en países como España el uso del término *free flow* se asocie directamente al sistema de cobro electrónico de peaje sin barreras mediante pórticos DSRC, este término globalmente tiene un mayor alcance. El término *free flow* engloba a todas las soluciones tecnológicas que permiten un cobro de peaje sin barreras: DSRC, satélite/GPRS, videotolling, etc.

reasonable alternative to these high-capacity roads and which allow the channelling of traffic from the same.

As is further discussed in this article, the use of free-flow technology¹ offers huge advantages and possibilities for our road system, though it is first necessary to make technical arrangements in terms of resources and to guarantee a legal framework to allow motorway developers and administrators to collect tolls with greater efficiency and to provide the system with a regulatory framework adapted and suited to its final ends.

While the experiences of developments conducted in countries such as the USA, Canada, Chile, Germany, Portugal, Slovakia and Australia – some of which being detailed further on- have not always been what they might have been, the advantages offered by the introduction of free-flow tolling have in all instances been considered as a success within their respective countries.

Spain has a long-standing tradition in the construction of toll motorways and has been acknowledged as a leading country in the provision and management of PPP contracts. Spain should not then fall behind in the introduction of innovative electronic collection systems for toll roads.

2. The current toll collection system in Spain

The basic object of any toll system is to receive payment from the users of an infrastructure to allow the public and private developers to recoup the investments made

in the same. The toll allows the Administrations to externalise the costs for the use of the infrastructure and to ensure that this collection be made in a thorough, fair and reliable way.

2.1. Technical analysis

The Spanish motorway network stretches over approximately 4,000 kilometres, of which 85% are

(1) While in Spain the use of the term “free flow” is directly associated with the system of open-road electronic toll collection by DSRC gantries, this term globally has a wider scope. The term *free flow* encompasses all the technological solutions allowing open road toll collection: DSRC, satellite/GPRS, videotolling, etc.

2.1. Análisis técnico

La red de autopistas de peaje españolas está constituida aproximadamente por unos 4000 kilómetros, de los cuales un 85% de ellos están ya en servicio, y el 15% restante se encuentran en fase de proyecto o de licitación (1).

Por el momento, en las autopistas españolas, son tres los medios de cobro de los que los usuarios pueden servirse:

- Modalidad de pago manual,
- Modalidad de pago mediante tarjeta magnética (o EMV)
- Telepeaje

Todas ellas son bien conocidas; quizás no tanto la tercera modalidad de telepeaje (2). El telepeaje o peaje dinámico es el sistema de pago más moderno en las autopistas de peaje españolas. Este sistema permite abonar el peaje simplemente ralentizando la velocidad de marcha durante su paso por las estaciones de peaje. El pago se realiza gracias a un pequeño transmisor OBE (*On-Board Equipment*) instalado en el vehículo, que es leído a distancia por una antena colocada en las vías señalizadas a tal efecto.

Las virtudes de los distintos medios de pago aparecen en función del número de transacciones de cobro que son capaces de gestionar por minuto. De los tres dispuestos en las autopistas españolas es el telepeaje el que más operaciones resuelve (cerca de 1200 op/h en hora punta y 800 op/h en una hora media).

2.2. Análisis legal

Son varios los artículos que regulan el uso del telepeaje dentro del marco regulatorio español.

En primer lugar, el **artículo 132.1 del Reglamento General de Carreteras (RGC)** indica que “en los peajes dinámicos o Telepeajes, los vehículos que los utilicen deberán estar provistos del medio técnico que posibilite su uso en condiciones operativas”.

El **artículo 155 RGC**, dedicado a las señales de obligación, recoge: “...el vehículo que circule por el carril o carriles así señalizados deberá estar provisto del medio técnico que posibilite su uso en condiciones operativas de acuerdo con las disposiciones legales en la materia.”

Respecto a las señales de indicaciones generales (**artículo 159 RGC**), se especifica “... el vehículo que cir-

already in service and the remaining 15% are at the design or tender stage (1).

There are currently three types of collection available to users on Spanish motorways:

- *Manual payment*
- *Credit and debit payment card (EMV)*
- *Electronic tolling*

While users are aware of all these systems, the electronic tolling system is perhaps the least well known of the three (2). Electronic or dynamic tolling is the most modern payment system on Spanish toll motorways, this being a system that allows the payment of the toll purely by reducing the speed of the vehicle while passing through the toll stations. Payment is made by a small OBE transmitter (On-Board Equipment) installed on the vehicle which is remotely read from an antenna set on the lanes dedicated to this effect.

The advantages of the each of these payment systems may be established in terms of the number of payment collections they are capable of performing every minute. Of the three systems currently employed in Spain, the electronic tolling system has the highest operational capacity (allowing almost 1200 op/hr at peak hours and 800 op/hr at off-peak hours).

2.2. Legal analysis

Various article regulate the use of electronic tolling within the Spanish legislative framework.

*The first of these is **article 132.1 of the Reglamento General de Carreteras (General Highway Regulation) (RGC)** which indicates that “in dynamic or electronic tolling, vehicles using the same should be provided with the technical means to enable their use in operative conditions.”*

***Article 155 RGC**, dedicated to road signs indicating mandatory actions, indicates: “... vehicles passing along the lane or lanes so indicated, shall be fitted with the technical means to allow their use in operative conditions in accordance with the legal provisions in this respect.”*

*With regards to informational signs (**article 159 RGC**) it is indicated “... vehicles passing along the lane or lanes so indicated, may make toll payment by the dynamic or electronic tolling system,*

cule por el carril o carriles así señalizados, puede efectuar el pago del peaje mediante el sistema de peaje dinámico o Telepeaje, siempre que esté provisto del medio técnico que posibilite su uso.”

En el año 2002, con el fin de proteger a los concesionarios de los usuarios cuyo acceso a las autopistas sea considerado como fraudulento, se modificó la Ley 8/1972, de 10 de mayo, posibilitándose la adopción de sistemas o medios técnicos, mecánicos o de reproducción de imagen que identifiquen a los vehículos, constituyéndose como medio de prueba suficiente en la denuncia que formule el personal de la empresa concesionaria.

Por su parte, en el año 2004, el Parlamento Europeo aprobó la Directiva 2004/52/CE de 29 abril, traspuesta en el año 2006 como **Real Decreto 94/2006**, de 3 febrero, sobre interoperabilidad de los sistemas de Telepeaje en las carreteras de la Unión Europea. Para alcanzar ese objetivo se prevé la creación de un servicio europeo de Telepeaje (EETS), complementario a los servicios nacionales de Telepeaje de los Estados miembros. Dicho servicio afecta únicamente al método de percepción de los peajes o cánones.

Finalmente, hay que referirse a la **Decisión 2009/750/CE**, de 6 octubre, sobre definición del EETS (3) y sus elementos técnicos. En dicha Decisión, la Comisión recuerda que la tecnología del peaje permite la recaudación del peaje sin barreras físicas, lo que redundará en beneficio de la seguridad vial y de la disminución de la congestión.

2.3. Problemática y obstáculos detectados

Uno de los principales obstáculos existentes a la hora de implementar un nuevo sistema electrónico de cobro de peaje basado en el *free flow* es la falta de regulación normativa y legal, que garantice el cobro de los peajes. Los principales concesionarios muestran su preocupación, muy especialmente ante posibles accesos indebidos a la red por parte de usuarios que no accedan con un transpondedor OBE operativo; en otras palabras: los concesionarios temen las consecuencias derivadas de que los usuarios accedan a la vía sin pagar. Dada su experiencia a nivel internacional, afirman que así como el peaje tradicional garantiza el 100% del cobro de las transacciones efectuadas en las playas de peaje, un sistema basado en *free flow* garantiza únicamente cifras en torno al 95%. El riesgo de cobro se postula como uno de los mayores obstáculos a los que se enfrenta el nuevo sistema.

provided the vehicle is fitted with the technical means to do so.”

In 2002, and in order to protect concessionaires from illegitimate access to motorways by road users, Law 8/1972, of 10 May, was modified to allow the adoption of technical, mechanical or image capture means or systems to identify vehicles, which would serve as sufficient proof for violation enforcement notices issued by the motorway concessionaire.

*In 2004, the European Parliament issued Directive 2004/52/EC, of 29 April, transposed in 2006 as **Royal Decree 94/2006**, of 3 February, on the interoperability of electronic road toll systems in the Community. In order to reach this objective, consideration was given to the creation of a European electronic toll service, complementary to the national electronic toll services of the Member States, and which would only concern the method of collecting tolls or fees.*

*Finally, reference has to be made to Commission **Decision 2009/750/EC**, of 6 October 2009, on the definition of the European Electronic Toll Service (3) and its technical elements. In this Decision, the Commission recalled that tolling technology permits the collection of tolls without use of physical barriers to guarantee collection, to the benefit of road safety and lower congestion.*

2.3. Problems and obstacles detected

One of the main obstacles when introducing a new electronic toll collection system based on free-flow, is the lack of regulations and legislation to guarantee the collection of tolls. The main concessionaires have all shown concern, particularly with respect to the possibility of undue access to the network by users who do not have an operational OBE transponder. In other words, the concessionaires all fear the consequences that would arise as a result of users accessing the network without paying. As a result of their experience at an international level, they consider that traditional tolling guarantees 100% collection of the transactions made at the toll plazas, while a system based on free-flow only guarantees figures of around 95%. The risk to collection then poses one of the main obstacles faced by the new system.

Otro de los problemas que se recoge de los últimos informes facilitados por la principal asociación de concesionarios de España (ASETA), es que el sistema de telepeaje dinámico (VÍA-T) aún se está consolidando en España -aproximadamente ? respecto al resto de modalidades de pago durante el año 2009- (1). Además, únicamente algunos dispositivos que el usuario tiene a disposición en el mercado son interoperables con el sistema de teledetección satelital que más adelante trataremos con mayor detalle. Previamente a la implantación del sistema de cobro de peajes *free flow* en cualquiera de sus modalidades, sería necesario que gran parte del parque de transpondedores fuese renovado. Esto puede dar lugar a quejas de algunos colectivos de usuarios como consecuencia de la inversión realizada en el anterior dispositivo.

Otro de los problemas que identifican los concesionarios de autopistas de peaje en España (2) es que el gasto en el que han incurrido en las instalaciones de peaje existentes ha sido elevado. Para los concesionarios lo más razonable es amortizar estas instalaciones antes de que queden obsoletas y que se les exija realizar nuevas inversiones (*backoffice* de cobro necesario, obras de renovación de las instalaciones existentes, etc.).

La cláusula de progreso recogida en los últimos pliegos licitados por las Administraciones supone un problema para las proyecciones de flujos de caja estimadas en la fase de licitación. En el caso de que la Administración decida exigir el uso inmediato del *free flow* en las autopistas de peaje, cuyos contratos estén sujetos a esta cláusula, los concesionarios estarían obligados a acometer las nuevas inversiones sin recibir compensación alguna, rebajando su rentabilidad de proyecto final.

Aún así, la perspectiva a futuro es positiva. Los concesionarios manifiestan un gran interés a la hora de desarrollar nuevas vías integrando un nuevo sistema de *free flow* sea cual sea su tipología.

3. Experiencias innovadoras de cobro de peaje mediante *free flow*

Las soluciones tecnológicas posibilitan tres opciones en la aplicación del *free flow*. De las tres, finalmente consideraremos dos, pues el *videotolling*, dada su imprecisión, no es realmente una solución independiente sino complementaria.

- Pórticos y *videotolling*
- Satélite (GPS/GPRS)

Another of the problems indicated in the latest reports issued by the leadings association of concessionaires in Spain (ASETA), is that the dynamic electronic tolling system (VÍA-T or TAG) had still to become fully consolidated in Spain with respect to other payment systems, this in reference to 2009 (1). Furthermore, only a number of the devices available to the user on the market are interoperable with the satellite-based detection system, that is described in more detail further on. Prior to the introduction of the free flow toll collection system, in any of its forms, it would be necessary to renew a large percentage of the transponders currently in use. This could give rise to complaints by certain groups of users due to the outlay already made for the earlier equipment.

Yet another problem identified by the concessionaires of toll motorways in Spain (2) refers to the very high outlay that has already been made with regard to existing toll installations. The concessionaires consider it more reasonable to recoup the cost of these installations before they become obsolete and need to make further investments (backoffice operations with respect to collection, renovation work of existing installations, etc.).

The introduction of a "progress clause" in the specifications of the latest works put out to tender by the Administration implies a problem for the cash flow projections estimated at the procurement stage. In the case that the State decide to demand the immediate use of free-flow on those toll motorways whose contracts include this "progress clause", the concessionaires will be obliged to make further investment, without receiving any compensation, and reducing the yield of the final project.

Even so, the perspectives for the future are bright. Concessionaires have shown great interest in the development of new roads incorporating free flow systems of any type.

3. Types of free flow tolling.

There are essentially three options available for the application of free-flow tolling. Of these three, we will finally consider just two, as on account of its imprecision, video-tolling is not really an independent system, but a supplementary one.

Las diferencias existentes entre las dos soluciones radican fundamentalmente en el tipo de infraestructura que necesitan así como en la efectividad y la veracidad (falsos positivos) detectados.

3.1. Pórticos y videotolling

La solución *free flow* basada en pórticos, aprovecha como infraestructura telemática el transpondedor (OBE) y los receptores-antena incluidos en el complejo sistema de equipos electrónicos dispuestos sobre pórticos encumbrados a lo largo de la traza de la autopista, permitiendo la identificación e individualización de cada vehículo. (4)

El *videotolling* por su parte está basado en la lectura de matrículas mediante cámaras y su posterior reconocimiento gracias a un software especializado.

La efectividad de la transacción OBE-pórtico es aproximadamente del 95%; índice ligeramente superior que el del *videotolling* (5).

Cada punto de control de peaje sustituye completamente a una estación de peaje convencional.

Este sistema inalámbrico se ha convertido, especialmente en el mundo anglosajón, en la vanguardia del cobro inteligente en vías tarifadas, tanto urbanas como interurbanas.

Esta modalidad de *free flow* ha sido introducida con éxito principalmente en países como Estados Unidos, Canadá, Chile y Portugal. Algunas de las autopistas que están aplicando exitosamente el sistema de *free flow* mediante pórticos, en el mundo son: Canadá (ETR407 en Toronto, M25 en Montreal, actualmente en construcción), Irlanda (M50), Estados Unidos (North Tarrant Express, LBJ Highway, y SH-121 todas en proyecto, SH-160 en Austin y Houston Metro, Dulles Greenway en Virginia), Australia (East Link Melbourne), Israel (Cross Israel Highway), Chile (cinco concesiones Metropolitanas de Santiago).

3.2. Satélite (GPS/GPRS)

La solución basada en la tecnología satelital ha sido, o está siendo adoptada por países como Eslovaquia y Alemania como infraestructura base para la tarificación de los vehículos pesados bajo el pseudónimo "Toll Collect" (6).

El funcionamiento de este sistema es muy simple; consiste en equipar a los vehículos con un dispositivo especial OBU (*On Board Unit*) que permita saber cuántos kilómetros se han hecho en las vías de pago. Mediante

- Gantries and video-tolling
- Satellite (GPS/GPRS)

3.1 Gantries and video-tolling

In gantry-based free flow solutions, the road telematic system consists of a transponder (OBE) and the antenna-receivers included in a complex system of electronic equipment installed on gantries set along the length of the motorway which identify and individualise each vehicle (4).

Video-tolling is, in turn, based on the reading of number plates by cameras and ensuing recognition using specialised software.

The efficiency of the OBE-gantry transactions is approximately 95%, this being slightly higher than that of video tolling (5).

Each toll control point completely replaces a conventional toll station.

This wireless system has since come to the forefront of intelligent collection on both urban and interurban toll roads, particularly in English-speaking countries.

The free flow system has been successfully introduced in countries such as the United States, Canada, Chile and Portugal. Some of the motorways successfully applying the gantry-based free flow system around the world are: Canada (The ETR407 in Toronto and M25 in Montreal (currently under construction); Ireland (M50); United States (North Tarrant Express, LBJ Highway and SH-121, all at the design stage, the SH-160 in Austin and Houston Metro, Dulles Greenway in Virginia); Australia (East Link Melbourne); Israel (Cross Israel Highway); Chile (five Metropolitan concessions in Santiago).

3.2 Satellite (GPS/GPRS)

Solutions based on satellite technology have been or are being adopted by countries such as Slovakia and Germany as the base infrastructure for the tolling of heavy-goods vehicles, under the name of "Toll Collect" (6).

The operation of this system is very simple and consists of fitting a special OBU (On Board Unit) on vehicles to establish the number of kilometres travelled on the toll roads. The OBU transponder sends the data received from the satellite by GSM

GSM o GPRS, el transpondedor OBU emite los datos recibidos del satélite a un centro computacional que analiza y procesa los datos, emitiendo una carta de pago para el usuario del vehículo.

La excelencia que le ofrece esta infraestructura al *free flow* es que cuenta con una cobertura satelital que nos permite acceder a los movimientos de los vehículos en prácticamente el 99,9% de la red.

Una vez que la infraestructura satelital está operativa, el único requisito es que los vehículos dispongan del OBU necesario para poder realizar la transacción operativa emisor/receptor.

La desventaja de este sistema radica en el altísimo coste que supone la implementación de la infraestructura necesaria: la solución satelital precisa del despliegue de una red de satélites que posibiliten el geoposicionamiento de los transpondedores. Sin embargo, como ya veremos más adelante en el capítulo de recomendaciones generales, España puede aprovecharse de la cobertura de satélites adscritos al programa GALILEO, actualmente operativa para su uso civil en toda la UE.

Esta solución comparte junto con la modalidad de *free flow*/pórticos la problemática de la interoperabilidad de los transpondedores. Sin embargo cabe mencionar que la Directiva 2004/52/CE, de 29 de abril, prevé que todos los sistemas de la UE sean interoperables a partir del año 2012, cuando sólo esté en funcionamiento el sistema de satélites europeo o "Servicio Europeo de Telepeaje".

De igual modo, el fraude y la morosidad es otro de los quebraderos de cabeza a los que se enfrentan los países que ya han implementado esta solución. Se presupone como requisito previo a la adopción de esta solución de cobro de peajes, una regulación firme que proteja a los promotores ante posibles accesos fraudulentos, infractores y/o de la morosidad de algunos usuarios.

La aplicación de nuevos sistemas de cobro electrónico de peajes está introduciendo la posibilidad de aplicar esquemas tarifarios mucho más complejos, variables y adaptables a las circunstancias de los usuarios en todo el mundo.

4. Ventajas e inconvenientes de este modelo frente al modelo actual

Son muchas las ventajas derivadas de la implementación del *free flow* de las que pueden beneficiarse los

or GPRS to a computer centre which analyses and processes the data and issues a letter of payment to the vehicle user.

The principal advantage of this type of free flow infrastructure is that it employs satellite cover which allows the tracking of vehicles over practically 99.9% of the network.

Once the satellite infrastructure is operational, the only requirement is that the vehicles be fitted with the necessary OBU in order to make the transmitter/receiver operations.

The main drawback with the system lies in the very high cost posed by the introduction of the necessary infrastructure, and where the satellite solution requires the provision of a satellite network to allow the geo-positioning of the transponders. However, and as we shall see further on in the chapter on general recommendation, Spain could take advantage of the satellite coverage offered by the GALILEO system, which is currently operative for civil use throughout the EU.

This solution shares the same problem as seen in the gantry-based free flow system with respect to the interoperability of the transponders. However, in this respect reference may be made to the Directive 2004/52/EC, of 29 April, which considered that all EU system would be interoperable as from 2012, when only the European satellite system or "European Electronic Toll Service" is in operation.

In the same way, fraud and late payment pose an additional problem to be faced by countries that have already introduced this solution. This then presupposes the introduction of strict rules to protect developers from fraudulent access, violations and/or late payment by certain users prior to adopting this type of toll collection system.

The application of new electronic toll collection systems allows the possibility of introducing far more complex and variable toll rates that may be adapted to the circumstances of users around the world.

4. Pros and cons of this model over the current model

The introduction of free flow, while offering many advantages to the different groups participating in motorway concessions, also pose a number of

distintos colectivos partícipes en el modelo concesional de autopistas. Sin embargo también surgen algunos inconvenientes. La resolución de algunos de ellos es de suma importancia para la adopción de un nuevo sistema de cobro electrónico de cobro de peajes basado en tecnología de flujo libre.

4.1. Para el usuario

Ventajas del sistema electrónico de cobro de peaje free flow:

- Los vehículos no ralentizan su velocidad durante el trayecto para efectuar el pago del peaje. Se reducen a cero las colas de espera en las playas de peaje.
- El *free flow* es un sistema de pago que evita equívocos y dificulta el fraude por parte del personal de peaje de la sociedad concesionaria. Al estar basado en una plataforma automatizada electrónica de cobro, no se posibilita que ningún peajista se equivoque al realizar el cobro, garantizándose en todo caso que el usuario no se vea afectado por estos supuestos.
- El conductor se desplaza libremente, sin necesidad de disponer de dinero efectivo para el pago de peaje.
- Mayor seguridad y comodidad de conducción para el usuario.
- El usuario puede domiciliar el pago a través de cuenta corriente, tarjeta magnética u otro sistema.
- El conductor podrá a partir de 2012 desplazarse libremente por la UE con un mismo OBU, al haber exigido la UE la interoperabilidad de los transpondedores a nivel comunitario.

Inconvenientes del sistema electrónico de cobro de peaje free flow:

- Genera incertidumbre entre los usuarios, pues no permite que el usuario lleve un registro en tiempo real del número de pasos por los puntos de cobro. Aunque sí a posteriori.
- No permite que el usuario disponga de un comprobante/justificante en el momento en que realiza el pago del peaje.

drawbacks. It is of utmost importance to resolve some of these problems prior to the introduction of a new system of electronic toll collection based on free flow or open-road technology.

4.1. For the user

Advantages of the free-flow electronic toll collection system:

- *Vehicles do not have to slow down to pay the toll. Queues at toll plazas are completely eliminated.*
- *Free flow is a payment system that prevents errors and largely impedes fraudulent activity by toll personnel. As the system is based on an automated electronic collection platform, toll collectors cannot make mistakes when charging payment and users are not affected by any such error.*
- *The driver does not have to carry cash to pay the toll.*
- *Greater safety and ease of driving.*
- *The user may pay by direct debit, using a current account, credit -debit card or other system.*
- *As from 2012, the driver may freely move around the EU with the same OBU, following EU stipulations for the interoperability of transponders at Community level.*

Disadvantages of the free-flow electronic toll collection system:

- *Creates uncertainty among users, as it does not allow users to keep an immediate record of the number of passes through toll collection points, though this information is available at a later stage.*
- *Does not provide the user with an instant receipt/proof of payment at the time of paying the toll.*
- *Forces the user to pay the toll by a means of payment that they might not have chosen voluntarily.*

4.2. For the general public

Advantages of the free-flow electronic toll collection system:

- Obliga al usuario a que realice el pago del peaje por un medio de pago que quizás no es el que hubiera elegido voluntariamente.

4.2. Para la sociedad

Ventajas del sistema electrónico de cobro de peaje free flow:

- Cambio cultural: pérdida de la percepción del pago del peaje, lo que posiciona este pago por uso de infraestructuras al nivel de otros servicios que el usuario considera habituales, como puede ser el de electricidad, gas, telefonía fija y móvil, etc.
- Posibilita un cobro más justo y equitativo.
- Los concesionarios pueden ofertar tarifas que se ajusten al perfil tipo de cada usuario, redundando en un beneficio social. (7)
- Al no requerir que los vehículos se detengan en playas de peaje, se evita la congestión (8), muy especialmente de vehículos pesados, y por tanto, se generan menos emisiones de gases (CO₂, etc.).
- Menor necesidad de suelo al desaparecer la playa de peaje: expropiaciones.

4.3. Para el concesionario

Ventajas del sistema electrónico de cobro de peaje free flow:

- Posibilidad de aplicar técnicas de marketing a gran escala.
- El concesionario tiene una mayor capacidad de ofrecer distintas modalidades de tarifas en función del perfil de los usuarios de la autopista; si bien no es la única.
- Los concesionarios tienen un conocimiento exacto en tiempo real de los recorridos y del número de km realizados por todo tipo de vehículos en la red que gestionan sin afectar a la capilaridad y al flujo de tráfico.
- Ahorra inversión en obra civil: desaparece la playa de peaje.
- Reduce costes de O&M. Requiere de una menor mano de obra en las instalaciones. El capítulo de personal de mantenimiento y cobro en las instalaciones es el que contribuye en mayor cuantía al presupuesto final anual de costes fijos.

- *Cultural change: loss of perception of payment of toll, which places this payment for the use of infrastructures at the same level as other services that are considered as standard by the user, such as electricity, gas, fixed and mobile phone, etc.*
- *Possibility of fairer and more equal charges.*
- *Concessionaires may charge rates to suit the particular profile of each user, thereby providing a social benefit. (7)*
- *As vehicles are not required to stop at toll plazas, this reduces congestion (8), particularly with respect to heavy goods vehicles, and subsequently reduces gas emissions (CO₂, etc.).*
- *Smaller land-occupation on the disappearance of toll plazas: expropriations.*

4.3. For the concessionaire

Advantages of the free-flow electronic toll collection system:

- *Possibility of applying large-scale marketing techniques.*
- *The concessionaire has greater capacity to offer different price rates in accordance with the profile of motorway users, among other factors.*
- *Concessionaires have precise and instantaneous knowledge of routes and the kilometres travelled by each type of vehicle on their particular network without affecting traffic flow and routing.*
- *Savings in civil works on the disappearance of toll plazas.*
- *Reduced operation and maintenance costs. Reduced number of personnel at installations. The number of maintenance and toll collection personnel currently required at installations makes up a large proportion of the final annual budget of fixed costs.*

Disadvantages of the free-flow electronic toll collection system:

- *Concessionaires may be affected by fraudulent activity by certain users. On the disappearance of physical barriers restricting access to the motorway, some users may enter the same without making the corresponding payment.*

Inconvenientes del sistema electrónico de cobro de peaje free flow:

- Los concesionarios pueden verse afectados por el fraude de algunos usuarios. Al desaparecer las barreras físicas de acceso a la autopista, se posibilita que los usuarios accedan a la misma sin realizar el pago correspondiente.
- Requiere de una adaptación legal para que los concesionarios tengan la certeza de poder perseguir el fraude y el acceso a la vía por parte de usuarios extranjeros.

4.4. Para las Administraciones

Ventajas del sistema electrónico de cobro de peaje free flow:

- La principal ventaja es que posibilita tarifificar toda la red de carreteras pues facilita implementar peajes donde actualmente no es posible por restricciones físicas (ámbito urbano o de orografía singular).
- En el marco de la UE, la infraestructura de satélites GALILEO es accesible actualmente para un uso civil (no así la cobertura GPS que es de uso prioritariamente militar, estando el uso civil condicionado al primero).

5. Recomendaciones para su aplicación en el caso de España

Tal y como expusimos anteriormente, la solución *free flow* basada en pódicos ha cosechado muy buenos resultados en determinadas autopistas, especialmente en las de ámbito urbano. No obstante, si pretendemos aspirar a un modelo global de tarifificación de toda la red española, y posteriormente extenderla fuera de nuestras fronteras, es necesario acudir a la solución *free flow* satelital en la que GALILEO servirá como soporte de toda la infraestructura necesaria.

Las razones que justifican la elección de la solución *free flow* basada en una cobertura satelital son varias. Si bien, podemos enumerar principalmente las siguientes:

- Si queremos establecer una tarifificación global de la red de carreteras, la solución *free flow* basada

- *Legal modifications are required to give concessionaires the certainty that they may pursue fraud and access to the motorway by foreign users.*

4.4. For the authorities

Advantages of the free-flow electronic toll collection system:

- *The main advantage is the possibility of charging for the entire road network as this allows the introduction of tolls where this is currently impossible on account of physical restrictions (urban areas or difficult terrain).*
- *Within the framework of the EU, the GALILEO satellite infrastructure is currently accessible for civilian use (though not GPS cover which has priority military use and where civilian use is conditioned by the former).*

5. Recommendations for its application in Spain

As we have already indicated, the gantry-based free flow solution has produced very good results on certain motorways, particularly on those in urban areas. However, if we seek to obtain a global road pricing system for the entire Spanish network, and to subsequently extend this beyond our borders, it is necessary to resort to the satellite free-flow solution in which GALILEO would serve as the basis for the entire infrastructure required.

There are a whole number of reasons justifying the selection of a free-flow solution based on satellite cover, though these may essentially be limited to the following:

- *If we wish to establish a global pricing system for the road network, the gantry-based free flow system is very expensive. The installation of gantries at all approaches to the high-capacity network and on certain sections of the secondary road network would entail a disproportionately high initial investment cost and would also require both standard and extraordinary O&M costs that could not be met by the vast majority of public administrations.*

en pórticos resulta muy costosa. Disponer de pórticos en todos los accesos de la red de alta capacidad y en algunos tramos de la red secundaria, precisaría de unos costes de inversión inicial desproporcionados; asimismo, requeriría de unos costes de O&M ordinarios y extraordinarios que pocas Administraciones podrían permitirse.

- La solución *free flow*/pórticos precisa de la instalación de un número finito de pórticos (puntos de cobro) en la red de carreteras. La tarificación de los movimientos de los usuarios será tanto más precisa cuanto mayor sea el número de puntos de cobro dispuestos en la red de carreteras. Sin embargo, al aumentar el número de puntos de cobro en la vía (pórticos), también se incrementa el coste de inversión inicial necesaria en proporciones asintóticas. La solución satelital nos asegura un número infinito de puntos de cobro sin incrementar la inversión inicial, pues sólo precisa de la red de satélites y de transpondedores en cada vehículo. Asimismo, un seguimiento del tráfico rodado en las carreteras, con unos estándares de precisión próximos al 99,9%, posibilita una optimización de los esquemas tarifarios de los que los usuarios pueden beneficiarse (flexibilización tarifaria).
- Como ya introdujimos anteriormente, España se beneficiaría de las ventajas del Servicio de Telepeaje europeo (EETS). EETS trabaja no sólo para alcanzar una interoperabilidad plena de los transpondedores OBU a nivel europeo, sino que busca convertirse en una plataforma de proveedores del servicio de teledetección, al cual se podrían incorporar un número limitado de empresas hasta completarse el espectro de toda la red de carreteras de la UE. Asimismo la plataforma EETS serviría de intermediario entre usuarios y los promotores de las vías para resolver los posibles conflictos que puedan surgir. (9)
- La cobertura satelital que ofrece GALILEO complementada con el servicio europeo EETS ofrecería servicios añadidos en la red, garantizándose en prácticamente el 99,9% de la red de carreteras tarifadas. Prácticamente impensable bajo la solución de *free flow* DSRC o de pórticos. Entre los servicios destacamos los siguientes: llamadas de emergencia geoposicionadas sin necesidad de que el usuario comunique su localización exacta, información en ruta en tiempo real, servicios de orientación de ruta.

- *The gantry-based free flow solution requires the installation of a vast number of gantries (toll charge points) on the road network. The greater the number of charge points throughout the network, the more accurate the pricing of user movements. However, any increase in the number of charge points (gantries) disproportionately increases the cost of the initial investment required. The satellite solution assures an infinite number of charge points without increasing the initial investment, as this only requires the satellite network and the transponders for each vehicle. Furthermore, the monitoring of moving traffic on roads, with a precision of nigh on 99.9%, allows the optimization of pricing schemes to the benefit of road users (price flexibility).*
- *As already mentioned, Spain would benefit from the advantages of the European Electronic Toll Service (EETS). The EETS does not only seek to obtain the full interoperability of OBU transponders at a European level, but also aims to become a platform for suppliers of the remote monitoring service, which may be provided by a limited number of companies until covering the whole spectrum of the EU road network. In this way the EETS platform will serve as an intermediary between the users and promoters of the roads to resolve any possible conflicts that may arise. (9)*
- *The satellite coverage offered by GALILEO, supplemented by the European EETS service, will offer added services on the network and guarantee practically 99.9% of the tolled road network, this being practically unthinkable under the DSRC or gantry-based free flow solution. These added services include the following: geo-positioned emergency calls without the need for the user to communicate their exact position; travel information in real time, driving directions services.*

In general terms, the advantages of the free-flow system largely depends on the number of users with vehicles fitted with an operative OBE device interoperable at a large scale. It is for this reason that Spanish legislation, which will be adapted prior to the introduction of free flow in Spain, will demand that any new vehicle entering

Con carácter general, las virtudes del sistema *free flow* aparecen en función del número de usuarios que lleven incorporado en sus vehículos un dispositivo OBE operativo interoperable a gran escala. Es por ello que la legislación española, que será adaptada previa la implantación del *free flow* en España, exigirá, que cualquier vehículo que acceda a la red de carreteras de todo el territorio nacional, lleve integrado de fábrica obligatoriamente un transpondedor OBU satelital operativo. Asimismo, durante el periodo que la Administración considere oportuno se permitirá que el parque de vehículos existente hasta la fecha en la que entre en vigor el nuevo marco regulatorio necesario, lleve incorporado un OBE operativo en el parabrisas. Se entenderá por dispositivo OBU operativo, aquel que esté activo en el momento del paso por el punto de cobro y que esté asociado con una cuenta corriente de cualquier entidad de crédito autorizada para operar dentro de la UE.

Las ventajas para la Sociedad que justifican la obligatoriedad del uso de un OBU son varias. Destacamos las múltiples oportunidades que brinda su uso como matrícula electrónica. Facilitaría la rápida apertura del parque de vehículos español a la implantación de cualquiera de las modalidades en las que el *free flow* puede llevarse a la práctica, incluyendo la Eurovigneta, o a un nuevo modelo de pago por uso de infraestructuras más justo, basado en el número de Km recorridos por cada usuario, y que, como ya indicamos, aproveche la tecnología de posicionamiento GALILEO desarrollada por la UE.

De igual manera, las gestiones burocráticas relacionadas con la conducción y circulación se acelerarían al máximo. Mediante una simple detección digital, cualquier agente de tráfico podría comprobar si el vehículo tiene su documentación en regla, el registro de seguros contratados, si el conductor titular del coche tiene los permisos de circulación adecuados, etc. En un futuro, todo lo anteriormente descrito podría automatizarse sin necesidad de que un agente de tráfico estuviese presente. Asimismo, la matrícula digital asociada a un OBU podría ser utilizada para avisar al titular de un vehículo, dentro de todo el espacio europeo, de que ha sido robado procediendo de inmediato a su comunicación a las Autoridades competentes para que así pudiera ser inmovilizado.

Para dar solución al fraude al que se enfrenta el nuevo sistema, especialmente como consecuencia de los vehículos extranjeros que acceden a la vía sin

the road network of the entire country, be obligatorily factory fitted with an operational OBU satellite transponder. In the same way, and over a period that the Authorities consider necessary, existing vehicles will be permitted to carry an operative OBE on the windscreen until the date on which the new regulations take effect. An operative OBU device is one that activates the moment the vehicle passes a charge point and which is associated with a current account at any credit institution authorised to operate within the EU.

There are various advantages for the public that justify the obligatory use of OBU's and we should primarily refer to the wide scale advantage brought about by its use as an electronic number plate. This will enable the rapid introduction of any of the forms of free flow tolling for all licensed Spanish vehicles, including the Eurovignette, or a new and fairer model of payment for the use of the infrastructure, based on the number of kilometres travelled by each user and which, as we have indicated, would be based on GALILEO positioning technology developed by the EU.

In the same way, executive procedures with respect to driving and traffic violations would be much faster. By simple digital detection, any traffic agent would be able to verify whether the vehicle had its papers in order, the insurance taken out on the same, and whether the owner of the vehicle had the pertinent driving licence, etc. In the not too distant future, all of this may be conducted in an automated manner without requiring a traffic agent to be present. Furthermore, the digital number plate associated with an OBU could be employed to notify a vehicle owner, within the entire European area, in the case that their vehicle had been stolen and this could be followed up by notification to the competent authorities to immobilize the vehicle.

In order to combat the potential fraud affecting the new system, particularly as a result of foreign vehicles entering the road network without an operative OBE unit; three potential and mutually compatible solutions are proposed:

- *The first solution proposed for Spain consists of issuing drivers entering any of the main borders*

dispositivo OBE operativo; se proponen tres soluciones que pueden ser complementarias las unas de las otras:

- La primera solución propuesta para España consiste en facilitar a cualquier tipo de usuario que acceda desde los principales accesos fronterizos, un dispositivo OBE/OBU prepagado que le permita recorrer las vías españolas tarifcadas mediante el mecanismo de pago *free flow*, por un tiempo prudencial y transitorio.
- La segunda solución será la adoptada por Alemania y Portugal: serán los cuerpos de seguridad del Estado (DGT o autoridad similar según CCAA) los encargados de velar por el uso y pago correcto de las vías tarifcadas. Para ello se aconseja que se preste una especial dedicación a la vigilancia de los vehículos que acceden y salen a través de las líneas fronterizas entre España y Francia/Portugal.
- La tercera solución se ha desarrollado recientemente por empresas pertenecientes al colectivo ASETA, dentro del marco de desarrollo del proyecto "Persecución de Infractores de Telepeaje". Las empresas integrantes de este proyecto han desarrollado un prototipo denominado Detector de Vehículos Infractores de Telepeaje (DVIT). Este prototipo se integra en el punto de cobro de la concesionaria (en el caso del *free flow* sería sobre un pórtico PMV o similar) e igualmente se integra con el Centro Estrada de la DGT. Los resultados del proyecto son de gran interés dado su fiabilidad (99,8% detección, 93,67% validación) y su capacidad real actual en cuanto a la detección de infractores.

En cualquiera de las tres propuestas recogidas o en su combinación, será la Dirección General de Tráfico (DGT o autoridad similar según CCAA) la encargada de penalizar a los usuarios infractores.

Como podemos comprobar, las posibilidades que nos ofrece esta nueva tecnología van mucho más allá del simple cobro de un peaje. Nos encontramos ante un nuevo mundo lleno de posibilidades que generará un mayor bienestar entre los usuarios, suponiendo considerables ahorros de tiempo y dinero.

Que cualquier usuario disponga de un OBE/OBU, como matrícula electrónica asociada a una cuenta bancaria, es esencial para los concesionarios de cara a mitigar el riesgo de cobro asociado a la morosidad.

point, with a pre-paid OBE/OBU that would allow then to travel on Spanish free-flow toll roads for a prudential and temporary period.

- *The second solution would be that adopted by Germany and Portugal: and where the traffic enforcement agency (Highways Agency or applicable regional authority) would be responsible for overseeing the correct use and payment of roads subject to road pricing. For this reason it is advised that special attention be made to the monitoring of vehicles crossing the borders between Spain and France/Portugal.*
- *The third solution has recently been developed by companies from the Spanish concessionary association ASETA, as part of the project for the "Electronic Toll violation enforcement". The companies taking part in the project have developed a prototype known as a Detector of Vehicles Violating Electronic Tolls (DVIT). This prototype is incorporated at the concessionaire's charge point (in the case of free flow this will be incorporated on a Variable Message Sign gantry or similar) and at the Spanish Highway Agency's traffic enforcement centre. The results of the project are of great interest in view of the reliability offered (99.8% detection, 93.67% validation) and its real and immediate capacity to detect violators.*

The Spanish Highway Agency (DGT or similar local authority) would be responsible for penalizing violators under any of these solutions, whether individually or in conjunction.

As we have seen, the possibilities offered by this new technology go far beyond simple toll collection. We are facing new horizons full of possibilities that will generate greater wellbeing among users and lead to considerable savings in time and money.

It is essential for concessionaires that all users have an OBE/OBU with a number plate associated with a bank account, in order to offset the risk associated with late payment. This legally implies a voluntary act of payment by which each user directly consents to the charging of a toll to the bank account associated with their OBE.

In order to minimise the collection risk throughout the entire network subject to road pricing, we

Legalmente implica un acto volitivo de pago por el que cualquier usuario consiente directamente el cobro de un peaje en esa cuenta bancaria que está asociada a su dispositivo OBE.

Para lograr minimizar el riesgo de cobro en toda la red de carreteras tarifada, consideramos necesario crear una sociedad estatal o subcontratar el servicio de cobro a una especializada a tal efecto cuyo cometido sea recaudar el dinero de todos los peajes de la red. Posteriormente será esta empresa la que derive el dinero recaudado a la Administración competente titular de la infraestructura. En el caso de que la vía haya sido concesionada mediante un contrato PPP, la Administración abonará el canon que en los términos del contrato concesional se recoja.

Es necesario que exista una gran transparencia en el sistema. La matrícula electrónica asociada al OBE de cada vehículo posibilita que ningún usuario pueda aprovechar los defectos de forma del sistema y quede exento del pago del peaje.

6. Conclusiones

Las actuales modalidades de cobro de peajes que están a disposición de los usuarios de autopistas españolas no se han adaptado a las más modernas posibilidades que nos ofrece la tecnología actual.

Existen ciertos países en el mundo que han sabido adecuar sus sistemas de cobro de peajes, cosechando, con carácter general, buenos resultados para todos los colectivos involucrados en el modelo concesional de autopistas de peaje o redes viales tarifadas (Administraciones, concesionarios, entidades financieras y usuarios).

El marco legal y normativo español ha sido adaptado progresivamente en función de la evolución de las nuevas tecnologías en los sistemas de cobro de peajes de autopistas. Sin embargo las nuevas soluciones que nos posibilita el *free flow* precisan de una nueva reforma de la legislación previa a la implementación del *free flow* en nuestra red de carreteras.

Aunque existen una serie de obstáculos para la implementación del *free flow* en España, estos son menores. Los problemas presentes, como la necesidad de un nuevo marco regulatorio, la actual falta de interoperabilidad de los transpondedores actuales y la problemática cláusula de progreso, actualmente incluida en los pliegos de contratación, pueden ser

consider it necessary to establish a state company or subcontract the collection service to an specialised agency entrusted with the collection of money from all the tolls on the network. This company would then have to pass on the collected money to the competent authority responsible for the infrastructure. In the case where the road has been put out to concession by a PPP contract, the Authorities would then pay the revenue share/royalty in the terms established in the concession contract.

The entire system has to be subject to complete transparency. The electronic number plate associated with the OBE of each vehicle ensures that no user may take advantage of loopholes in the system and remain free from the payment of tolls.

6. Conclusions

The current models of toll collection available to the users of Spanish motorways has not adapted to the current possibilities offered by technology today.

There are a number of countries around the world that have seen fit to update their toll collection systems and this has generally been reflected by good results for all the parties involved in concessionary toll motorways or priced-road networks (the Authorities, concessionaries, financial institutions and users).

The Spanish legal and regulatory framework has been progressively adapted to meet the new technologies in motorway toll collection systems. However, the new solutions provided by the free flow system require further legislative reform prior to the introduction of this system in the Spanish road network.

While there are a series of obstacles for the introduction of free flow in Spain, these are all minor handicaps. The current problems, such as the need for a new legislative framework, the current lack of interoperability of transponders and the difficulty posed by the "progress clause" included in tender specifications, can be successfully overcome if the different agents involved in the introduction of the system demonstrate a clear and forceful will to do so.

sorteados con éxito si existe una voluntad firme y clara por parte de los distintos agentes implicados en su implementación.

En el caso de que se quiere alcanzar un modelo de tarificación global de la red de vías de alta capacidad, en el que se aprovechen todos los servicios telemáticos a disposición del usuario, con una cobertura máxima, es preciso apostar desde un inicio por una solución de cobro electrónico *free flow* satelital/GSM, en la que, GALILEO, sirva como infraestructura base del despliegue del sistema necesario. Desde ese momento, España junto con Europa, han de trabajar por maximizar las ventajas que nos posibilita su implementación, sin olvidarnos de seguir trabajando por la minimización de sus inconvenientes.

Asimismo, antes de que la modalidad de cobro electrónico *free flow* satelital sea una realidad, es preciso y prioritario desarrollar y establecer las herramientas necesarias para que los futuros promotores de infraestructuras solventen con eficacia la problemática derivada del fraude y la morosidad de accesos ilegítimos a las vías tarifadas, de tal manera que defectos de forma del sistema queden exentos del pago de la tarifa o peaje.

Tras el desarrollo de todos los aspectos recogidos en este artículo y la voluntad necesaria de los agentes implicados, una nueva tecnología electrónica y sin barreras será una realidad tangible en España; haciendo posible la tarificación de toda la red de carreteras de alta capacidad, así como de aquellas vías convencionales que puedan suponer una alternativa razonable a las anteriores y que, por tanto, puedan canalizar tráfico desviado de la red de alta capacidad. ♦

If a global road pricing model is sought for the high-capacity road network, taking advantage of all the telematic services available to the user, with maximum coverage, it is necessary to pursue, from the very outset, a satellite/GSM free flow electronic collection solution, in which GALILEO would serve as the base infrastructure for the implementation of the system. From this time on, Spain together with Europe, have to work to maximise the advantages offered by the introduction of such a system, while ensuring that the disadvantages of the same are kept to a minimum.

As such, before the satellite-based free flow electronic collection system can become a reality, it is both necessary and essential to develop and establish the necessary framework to allow future infrastructure developers to successfully overcome the problems arising from fraud and late payment on illegitimately accessing roads subject to road pricing and to prevent defects in the system that may lead to the non-payment of the charges or tolls.

Once all the aspects referred to in this article have been tackled and once the agents involved have shown the will to advance, this new open-road electronic technology will become a tangible reality in Spain. This would then allow the road pricing of the entire high-capacity road network as well as those conventional roads that serve as a reasonable alternative to these high-capacity roads and which allow the channelling of traffic from the same. ♦

Referencias/References:

- (1) ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE AUTOPISTAS Y TÚNELES DE PEAJE DE ESPAÑA (ASETA). *Informe ASETA 2008*. Encuentro "Financiación de infraestructuras viarias en tiempos de crisis", celebrado en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo de Santander (UIMP), del 29 de junio al 1 de julio de 2009.
- (2) PROYECTO OASIS. *Operación de Autopistas Seguras, Inteligentes y Sostenibles*. 2011. (Disponible en <http://www.cenitoasis.com/>).
- (3) EUROPEAN COMMUNITIES. *Definition of the*

European Electronic Toll Service and its Technical Element. 2009. (Disponible en: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:268:0011:0029:EN:PDF>)

-(4) RUIZ GONZALO, Juan Enrique. "Sistema de Peaje Free-Flow para Autopista Central de Santiago de Chile". *Revista de Obras Públicas (ROP)*, 2005, n° 3456, p. 27-36.

-(5) Q-FREE. *Videotolling*. (Disponible en: <http://www.q-free.com/solutions/video-tolling/>)

-(6) HUIDOBRO, José Manuel. *El telepeaje o peaje dinámico*. (Disponible en: <http://www.monografias.com/>)

-(7) LEVINSON, David; CHANG, Elva. "A model for optimizing electronic toll collection systems". *Transportation Research, Part A*, 2003, n° 37, p. 293-314.

-(8) CHEN, Chun-Der; FAN, Yi-Wen; FARN, Cheng-Kiang. "Investigating Factors Affecting the Adoption of Electronic Toll Collection: A Transaction Cost Economics Perspective". *Proceedings of the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07)*, 2007.

-(9) EUROPEAN COMMUNITIES. *The European Electronic Toll Service*. 2009. (Disponible en: http://ec.europa.eu/transport/road/index_en.htm).