

# La innovación a través de las nuevas tecnologías en el transporte

## Innovation through new Transport Technologies

**Aniceto Zaragoza Ramírez.** Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
 Director General de la Asociación Española de la Carretera y Profesor Titular de Transportes de la UPM  
 en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. [azaragoza@aecarretera.com](mailto:azaragoza@aecarretera.com)

**Resumen:** La importancia del mercado del transporte, incluyendo infraestructuras y servicios, ha dado lugar a que sea uno de los sectores más dinámicos en el proceso de innovación tecnológica en el pasado, y muy probablemente lo seguirá siendo en el futuro. La innovación conducirá aquí a nuevos servicios y productos que probablemente implicarán un cambio cualitativo en la imagen que tenemos de esta actividad.

**Palabras Clave:** Innovación, Transporte, Seguridad Vial, ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte), Tecnología, Estrategia

**Abstract:** The importance of the transport market, including infrastructures and services, has made it one of the most dynamic sectors to date in terms of technological innovation and it will most probably continue to be so in the future. Innovation will lead to the development of new services and products and will surely produce a qualitative change in the external image of transport activities.

**Keywords:** Innovation, Transport, Road safety, ITS, Technology, Strategy

*"Cuando se lidera, se conquista, cuando se sigue, se fracasa"*  
 Lord Lever.

Quedan pocas dudas que cuando se lidera un mercado se conquistan posiciones, como afirmaba Lord Lever, lo que probablemente no es tan fácil de saber es aquella estrategia que conduce al liderazgo. Algunos pueden pensar que el apego al riesgo por el riesgo es la forma más segura de liderazgo, mientras otros serán de la opinión que probablemente esa sea la mejor estrategia para alcanzar el desastre. Será probablemente por ello por lo que muchas de nuestras empresas en el mundo del transporte se desenvuelven con estrategias enfrentadas, como son la devoción a la tecnología por la tecnología, hasta el extremo contrario de seguir tardíamente a los pioneros.

Alan West reconoce hasta nueve diferentes tipos de innovación, o de razones para la misma. La innovación que crea sector, la que crea o mejora la imagen de marca, la de reformulación, la de diseño, la de servicio, la de empaquetado, la que amplía prestaciones, y por último la innovación de reorganización tecnológica y la de procesos.

Una buena parte de estos cambios están asociados a la aparición o utilización de nuevas tecnologías; y el transporte no es un sector extraño a este proceso; sin embargo la innovación es contemplada en muchos casos bajo el objetivo exclusivo de la ampliación de prestaciones o la de diseño. Cuando una empresa analiza una posible estrategia de innovación en el sector del transporte basada en estos dos últimos aspectos -y si excluimos el subsector fabricante de vehículos-, va a llegar a la conclusión en la mayoría de los casos, que los riesgos y costes que va a tener que asumir difícilmente le van a compensar a cambio de las innovaciones pretendidas. Apostar decididamente por un esfuerzo en innovación en nuevas tecnologías para resolver tan solo los problemas de hoy o mejorar discretamente los servicios que se prestan, raramente tendrá sentido.

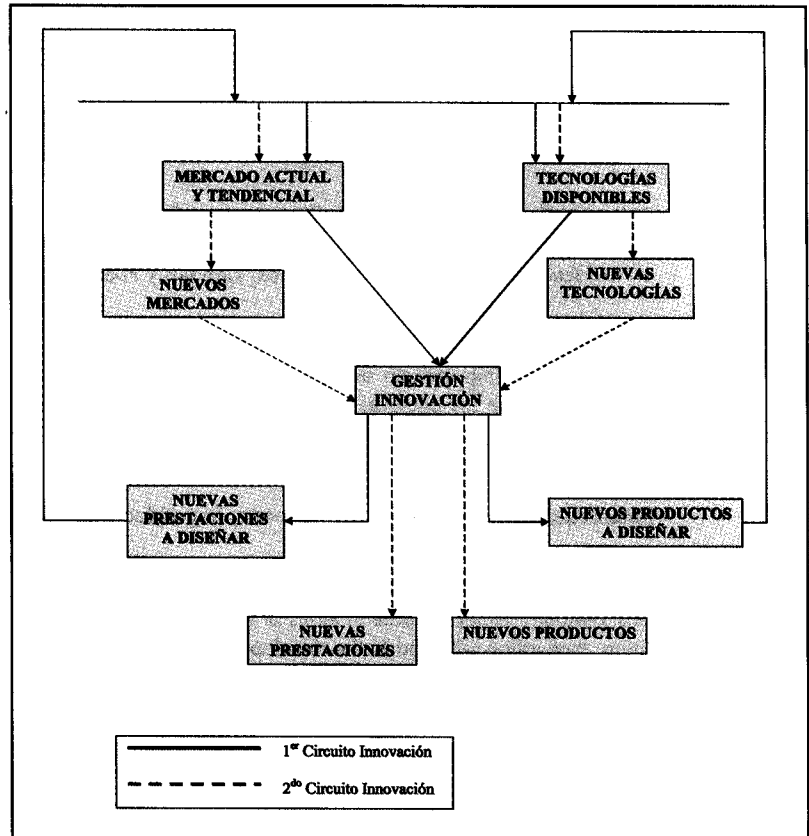
No se equivocarán los que así piensen, y sólo será necesario repasar la historia de los proyectos de innovación en el transporte en nuestro país -que normalmente habrán

disfrutado de algún tipo de apoyo financiero público— para ratificarse en esa opinión. ¿Tendría acaso razón Unamuno cuando exclamaba “¡que inventen ellos!”; la razón estará del lado del fundador del imperio Lever, ¿“cuando se lidera se conquista”? La posible contradicción —en nuestro sector— se explica básicamente por no entender los múltiples propósitos que pueden perseguirse con los procesos de innovación, y especialmente aquellos asociados a la creación de mercado, a la imagen de marca, y a la de cambios en los procesos tecnológicos. Innovar para crear mercado fue el espíritu de Lord Lever, y probablemente es el movimiento definitivo —cuando se tiene éxito— para cambiar cualitativamente el rumbo de una empresa. Creación de mercados absolutamente nuevos, o modificación sustancial de un mercado existente por cambios en los niveles de servicios prestados son las razones más poderosas para confiar en un esfuerzo de innovación permanente. Pero no basta una nueva y potente tecnología para tener éxito. El nuevo mercado debe “soñarse”, en un proceso permanente de gestión de la innovación a través del conocimiento del mercado y de la tecnología. El proceso, como un mecanismo de permanente retroalimentación, no es fácil de gestionar y exigirá de una cooperación muy estrecha de equipos multidisciplinares y, en principio, muy poco habituados a trabajar conjuntamente.

La figura nos ayuda a adentrarnos en el proceso.

Sólo cuando el proceso produce nuevos mercados, o mercados que sufren cambios cualitativos, podemos pensar en un éxito empresarial. Otras veces, las implicaciones que el esfuerzo produce sobre la percepción de la marca pueden compensar una relativamente baja ganancia por el crecimiento del mercado. Este hecho último es bien conocido por muchas empresas, que utilizan la innovación como un mecanismo de refuerzo de la marca, debido a la positiva percepción de las nuevas tecnologías por algunos mercados, aunque no acarreen cambios fundamentales en la calidad del producto o servicio prestado.

Algunos ejemplos pueden ayudarnos a entender mejor las diferentes estrategias: No es ningún secreto que los sistemas de telepeaje abiertos o en sistema “free-flow”, son objeto de una auténtica carrera tecnológica, no tan solo por parte de empresas tecnológicas del sector, sino incluso directamente por los operadores de infraestructura. En principio el telepeaje abierto significa un cambio sustancial en la percepción del peaje, que pasa de ser lento y con un procedimiento de pago que se puede denominar “agresivo”, “duro” o “hard”, a ser rápido —instantáneo— y de pago “suave” o “light” al realizarse de manera indirecta —domiciliación bancaria o prepago—. Estos cambios significan sin duda una ventaja sobre los sistemas actuales, pero si realizamos un análisis coste/beneficio de los esfuerzos necesarios del nuevo sistema para su implan-



Gestión de la Innovación.  
Fuente: El autor.

tación en autopistas interurbanas, llegaremos a la conclusión de que posiblemente el esfuerzo no vale la pena. Pero si en el telepeaje estamos viendo exclusivamente estas potencialidades, estamos ignorando serias posibilidades de generar nuevos mercados. Así el telepeaje abierto permite el establecimiento de peajes en cortas autopistas urbanas, que en otros casos serían inconcebibles, ya que probablemente las ventajas de tiempo desaparecerían con un pago tradicional. Pero el telepeaje nos permite también, con esquemas tarifarios revolucionarios, incluso alcanzar conceptos como el grado de ocupación del vehículo, la eficiencia medioambiental, la gestión de la congestión, la integración de servicios y otros procedimientos de pagos, incluyendo primas de seguro kilométricas o tarifas que incluyen el historial de seguridad del propietario del vehículo. Una exploración detallada de éstas y muchas otras posibilidades, nos conducirá seguramente a la conclusión de que es posible que la innovación nos lleve a un nuevo mercado, el territorio preferido de Lord Lever; donde el que lidera, conquista.

Obviamente, la innovación en la creación de mercados se enfrenta, a veces, a las inercias de nuestro sistema legal, y determinados mercados quedan en suspenso o perdidos para siempre por la inadecuación del marco jurídico. A este respecto, puede ser interesante recordar lo

acontecido en nuestro país en el mercado de la información de tráfico, donde una falta de definición del concepto de servicio público en la información ha impedido una auténtica inversión privada en servicios de valor añadido, ya que las empresas renuncian a entrar en un mercado que puede ser cubierto, en cualquier momento, por servicios públicos y gratuitos, en competencia innecesaria y en cualquier caso desproporcionada.

A veces, estas carencias en el marco normativo no producen un efecto tan desolador sobre el proceso de innovación, ya que si bien recortan el tamaño del nuevo mercado, al menos permiten a la empresa hacer una renovación de su marca a través del cambio tecnológico. Algunas innovaciones en el campo de las telecomunicaciones encajan perfectamente en este esquema. Podemos apreciar por lo tanto, que el proceso de innovación no sólo exige de un esfuerzo tecnológico, sino de un conocimiento del mercado presente y potencial, además de una valoración correcta de los riesgos de regulación que se pueden presentar.

Si los dos últimos elementos del proceso han sido ya comentados, debemos prestar atención –aunque sea muy brevemente– al concepto de esfuerzo tecnológico o de incorporación de nuevas tecnologías. El acuerdo sobre lo que son nuevas tecnologías es inexistente. Para algunos, las nuevas tecnologías son precisamente eso, avances o pasos pioneros en un estado tecnológico de manera universal. Para otros, y sin duda es el concepto implícitamente usado en este artículo, las nuevas tecnologías pueden serlo de manera absoluta, o pueden ser nuevas en su aplicación a un determinado sector, o por el proceso de integración con otras tecnologías existentes.

En el ejemplo que hemos utilizado anteriormente del telepeaje abierto, las tecnologías fundamentales que requieren no son nuevas en términos absolutos –ya que las aplicaciones de comunicaciones DSRC eran bien conocidas y utilizadas en otros sectores –pero sí lo son en su aplicación al sector –aunque desde luego llevan ya algunos años funcionando–, o son nuevas en los procesos de integración –combinación de sistema DSRC, posicionamiento vía satélite (GPS y esperamos que pronto GALILEO) y telefonía móvil–.

Es más que probable que muchas de las nuevas tecnologías que el sector transporte necesita son tecnologías ya disponibles en otros sectores. El favorecer estas migraciones exige de equipos que abran múltiples campos de trabajo, y no siempre es fácil.

La tarea de las innovaciones en el transporte, como en casi todos los sectores, es por todo lo apuntado, una tarea ardua. Y si algo hace especialmente atractiva esa ardua tarea, es la importancia global del sector. Importancia en términos económicos (el 18% del gasto de USA, el 16% de la UE y el 12% de Japón), humanos (sobre todo

## Nuevas Tecnologías y Mercados en el campo de la Seguridad Vial

**TABLA 1. Nuevas Tecnologías aplicadas a la Seguridad Vial. FITSA**

<p><b>RELACIONADAS CON LOS TIPOS DE SINIESTROS</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ESP: sistema de control de estabilidad.</li> <li>2. ABS: sistema anti-bloqueo de frenado. Tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido en cada freno de rueda con el fin de evitar el bloqueo.</li> <li>3. EBS: sistema de frenos electro-neumático.</li> <li>4. Indicadores de salida de vía (balizas)</li> <li>5. Nuevos diseños de enlace</li> <li>6. Autovías e infraestructuras con sentidos de circulación separados</li> <li>7. Señalización variable</li> <li>8. Detección peatones (rádar o video)</li> <li>9. Pre-crash: sistemas pre-accidente, que disminuyen la velocidad del vehículo, al tiempo que activan los pretensores de los cinturones de seguridad y la dirección activa.</li> <li>10. EDR: registradores de datos que permiten conocer las circunstancias exactas en las que se ha producido un accidente de tráfico y determinar con precisión hasta qué punto dicho accidente era evitable.</li> <li>11. Post-crash</li> <li>12. Sistemas de aviso pérdida de trayectoria</li> </ol>
<p><b>RELACIONADAS CON LAS LESIONES</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apoyacabezas activo</li> <li>2. Airbag rodilla</li> <li>3. Pre-activación sistemas de seguridad</li> <li>4. Airbag laterales y de cabeza</li> <li>5. Protección de peatones y ciclistas</li> <li>6. Protección frontal y lateral en plazas traseras</li> <li>7. Márgenes de carretera</li> <li>8. Sistemas de contención</li> <li>9. Airbag progresivos</li> <li>10. Doble pretensor</li> <li>11. Pre-crash</li> <li>12. Clasificación de ocupantes</li> <li>13. Cinturones con limitador de carga y pretensor</li> <li>14. Asientos anti-látigazo cervical</li> <li>15. Sistemas de protección frente al vuelco</li> <li>16. e-call: alerta automática en caso de accidente.</li> </ol>
<p><b>RELACIONADAS CON LOS FACTORES DE ACCIDENTALIDAD</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Limitador de velocidad</li> <li>2. Limitador inteligente de potencia</li> <li>3. Límites variables de velocidad</li> <li>4. Asientos ISOFIX: asientos infantiles con sistema de fijación rápida al vehículo.</li> <li>5. Alcohol interlock: dispositivo conectado al motor de arranque, al contacto, al sistema eléctrico u otros dispositivos que mide el grado de alcohol en el aire espirado e impide arrancar y conducir el vehículo bajo los efectos de esta sustancia.</li> <li>6. Avisador cinturón</li> <li>7. Sistemas cooperativos (vía-vehículo, vehículo-vehículo)</li> <li>8. HMI (Human Machine Interface): sistemas que facilitan la comunicación entre el automovilista y el vehículo.</li> <li>9. Encendido automático de faros</li> <li>10. Formación en detección de factores de riesgo</li> <li>11. Uso de simuladores conducción en aprendizaje</li> <li>12. Formación en seguridad vial en la escuela</li> <li>13. Visitas a hospitales en caso de sanción</li> <li>14. Señales inteligentes</li> <li>15. Nuevos trazados</li> <li>16. Equipamiento viario</li> <li>17. Policía automático</li> <li>18. Detectores ángulo muerto</li> <li>19. Ayudas a la navegación (sueño, fatiga)</li> <li>20. Seguridad preventiva</li> <li>21. ITV: Inspección Técnica de Vehículos</li> </ol>

**Nuevas Tecnologías y Mercados en el campo de los Impactos Medioambientales**

**TABLA 2. Nuevos Combustibles. INFOPOOL – Iniciativa de Aire Limpio en Ciudades de América Latina (IAL-CAL)**

<b>NUEVOS COMBUSTIBLES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
<b>COMBUSTIBLE DIÉSEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emiten cantidades importantes de NOx y particulado (MP).</li> <li>• Alta prioridad en reducir emisiones de MP.</li> </ul>
<b>GAS NATURAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se caracteriza por unas emisiones mucho menores que las procedentes de la gasolina. Sin embargo, se necesitan tiempos mayores para el llenado, aún no existe una infraestructura de transporte y almacenamiento adecuada y la autonomía de conducción es menor.</li> </ul>
<b>BIOGÁS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee aproximadamente las mismas características que el gas natural. Presenta menores emisiones con efecto invernadero.</li> </ul>
<b>GAS DE PETRÓLEO LIQUADO (GPL)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene muchas características similares en cuanto a emisiones que el gas natural. Los costos de conversión de vehículos de gasolina al propano son considerablemente menores que hacia el gas natural, sin embargo, la mayor desventaja es la oferta limitada.</li> </ul>
<b>ETANOL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El etanol se utiliza en una mezcla de gasolina llamada "gasohol" que puede quemarse en motores de gasolina. Los vehículos con gasohol emiten cantidades algo mayores de GHG.</li> <li>• El principal obstáculo es el alto costo de producir etanol.</li> </ul>
<b>COMBUSTIBLES SINTÉTICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metanol, combustibles Fischer – Tropsch, di-metil éter (DME) o hidrógeno.</li> </ul>
<b>HIDRÓGENO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El producto primario de la combustión de hidrógeno es el vapor de agua y evita por completo la emisión de dióxido de carbono.</li> </ul>
<b>BIODIÉSEL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producido al reaccionar grasas animales o vegetales con metanol o etanol. Produce menor humo negro y emisiones de CO, pero pueden dar lugar a mayores emisiones NOx y posiblemente de material particulado.</li> </ul>

**Nuevas Tecnologías y Mercados en la eficacia del sector**

**TABLA 3. Clasificación de ITS (ISO TC204), Sistemas y Servicios Inteligentes de Transporte (ERTICO) y Libro Verde de los Sistemas Inteligentes de Transporte Terrestre (Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos).**

<b>CLASIFICACIÓN ITS</b>		
<b>ATMS</b>	Sistemas avanzados de gestión de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El objetivo es distribuir de manera eficaz el movimiento de mercancías y personas en una red de carreteras bajo todas las condiciones.</li> </ul>
<b>ATIS</b>	Sistemas avanzados de información al viajero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveen de información a los viajeros en sus casas, en el trabajo, en las calles, en las estaciones o paradas de autobuses, trenes o metro.</li> </ul>
<b>AVI</b>	Identificación Automática de Vehículos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de identificación de un vehículo por medios completamente automáticos (por ejemplo uso de transponders, tags o interrogadores)</li> </ul>
<b>APTS</b>	Sistemas avanzados de transporte público	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayudan a reducir los tiempos de desplazamiento y las distancias recorridas, e incrementar la seguridad, el confort y el conjunto de servicios que pueden ser ofrecidos a usuarios y clientes.</li> </ul>
<b>CVO</b>	Explotación de vehículos de transporte de mercancías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrecen las herramientas necesarias para cumplir los plazos de entrega, optimizar los envíos y las cargas de regreso, así como hacer un seguimiento de toda la flota.</li> </ul>
<b>EMS</b>	Gestión de emergencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El vehículo accidentado envía su posición al centro de emergencias y a la policía, disminuyendo los tiempos de respuesta.</li> </ul>
<b>ETC</b>	Pago electrónico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ayuda a captar nuevos usuarios, fomenta el uso del transporte público y puede conseguir reducir costes.</li> </ul>

**Nuevas Tecnologías y Mercados en la Sostenibilidad Financiera**

**TABLA 4. Sistemas y Servicios Inteligentes de Transporte. ERTICO.**

<b>TELEPEAJE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de peaje canalizado con pago mediante tarjeta de crédito.</li> <li>• Sistema de peaje canalizado con pago mediante tarjeta de proximidad.</li> <li>• Sistema de peaje automático canalizado.</li> <li>• Sistema de peaje dinámico "múltiple" o "free-flow".</li> </ul>
<b>TARJETAS SIN CONTACTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pago de ciertos servicios (peajes, transporte público y aparcamientos) mediante teléfono móvil: e-tickets.</li> <li>• Reducción de costes y menores tiempos de espera.</li> </ul>

la accidentalidad en carretera), de impactos medioambientales (especialmente aquellos que potencian el cambio climático), y de eficiencia del sector (con la preocupación por la congestión que afecta al conjunto de los modos); aspectos que podríamos incluir bajo el epígrafe de sostenibilidad, el cual se podría completar con los conceptos de sostenibilidad financiera (y por lo tanto, con el sistema de financiación de servicios e infraestructuras).

Si existiese coincidencia en los grandes retos que se le plantean al sector, no sería difícil concluir que son las tecnologías que nos ayuden a superarlos –o al menos a mitigarlos– las que van a ser perseguidas por las empresas innovadoras.

Una relación detallada de los nichos de innovación superaría con mucho los objetivos de este artículo, pero quisiera apuntar algunos de los que probablemente serán cubiertos con prioridad en el sector de la carretera, aunque en muchos casos serán objetivos comunes para otros modos de transporte. (Ver tablas 1 a 4).

**A modo de conclusión**

A lo largo de los últimos tres lustros, nuestras empresas –en múltiples subsectores del gran mundo del transporte– han sabido enfrentarse al proceso de la innovación, partiendo de bases que algunos califican como históricamente débiles. Este proceso de innovación ha sido premiado en un gran número de casos –empresas de gestión de servicios de transporte, de gestión de infraestructuras, de gestión de la movilidad,...– empresas todas ellas con una importante presencia en los mercados internacionales, que se encuentran en la posición adecuada para rea-

lizar una nueva revolución (como un cambio cualitativo) que lleve a aumentar un cincuenta por ciento el esfuerzo relativo en innovación en muy pocos años. Parece que las diferentes administraciones públicas están seriamente comprometidas con este proceso, y lo único que podemos esperar es que los planes se aceleren, superando los problemas de coordinación administrativa típicos en nuestro país, pero no extraños en muchos otros, tanto avanzados, como en vías de desarrollo.

Aún disponiendo de la capacidad y de la intención, sería muy poco eficaz lanzar procesos de innovación nacionales en todos los campos recogidos en las tablas anteriores, y debemos ser capaces de gestionar la innovación en un ambiente globalizado, y muy especialmente, en el de la economía integrada de la Unión Europea. La creación de más poderosas líneas de colaboración en el ámbito internacional es uno de los grandes retos planteados al sector. Es decir, debemos centrar el esfuerzo en aquellos campos de los que partimos con una cierta ventaja relativa, por la posición de las empresas en el mercado y por un conocimiento tecnológico de liderazgo; o también en aquellos otros campos que puedan afectar a aspectos claves del negocio y que puedan quedar en manos de terceros (el interés de los operadores de autopistas en el telepeaje responde de manera muy clara a este hecho, amén de las ventajas ya apuntadas).

Los observatorios tecnológicos y las plataformas de innovación están llamados a jugar un papel destacado en el futuro inmediato; de la misma forma que esperamos que el colectivo profesional de la ingeniería de caminos haga honor a su larga trayectoria innovadora y se convierta en un grupo profesional de referencia en el nuevo mercado del transporte que ya empezamos a percibir. ■

**Referencias**

–1. Estrategia de innovación. Alan West. Fundación Cotec 2002.  
 –2. Sistemas y Servicios Inteligentes de Transporte. ITS– Parte de nuestras vidas día a día. Ertico.  
 –3. Libro Verde de los Sistemas Inteligentes de Transporte Terrestre. Comisión de Transportes del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.  
 –4. Observatorio SVV (Seguridad Vehicular y Vial). Fundación Instituto Tecnológico para la Seguridad del Automóvil (FITSA).  
 –5. Necesidad de un marco jurídico para los Sistemas Inteligentes de Transporte. Aniceto Zaragoza Ramírez. Artículo publicado en Expansión el 23 de Agosto de 2002.  
 –6. "ISO TC204 Glossary of Terms".